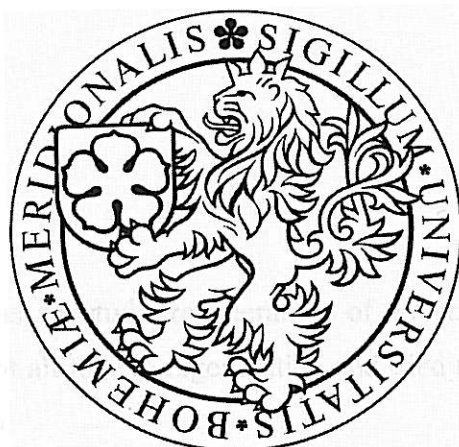


JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Biologická fakulta



**Regenerace *Picea abies* a *Fagus sylvatica* podél gradientu
nadmořské výšky, Velký Gápel, Nízké Tatry.**

Milan Bruchter

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Šrůtek

2006

BRUCHTER M . (2006): Regenerace *Picea abies* a *Fagus sylvatica* podél gradientu nadmořské výšky, Velký Gápeľ, Nízke Tatry [Regeneration of *Picea abies* and *Fagus sylvatica* along the gradient of altitude, Velký Gápeľ, Nízke Tatry (Slovakia): Bc. Thesis, in Czech.] – p. 20, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic.

Annotation:

The aim of study was to study regeneration of *Picea abies* and *Fagus sylvatica*. I compared influence of diferent altitude to regeneration and tried to find main other factors, which are important for regeneration.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím citované literatury.

V Praze 8. května 2006

Milan Bruchter



Obsah

1. Úvod	1
1.1 Úvod do problematiky	1
1.2 Cíle práce	2
2. Popis lokality	3
3. Větrná smršť a její vliv na průběh práce	5
4. Metodika	6
5. Analýza dat	7
6. Výsledky	8
7. Diskuse	12
8. Závěr	15
9. Literatura	16
10. Přílohy	19

Díky Bobovi, Džonovi, Medvědovi a Petře.

1. Úvod

Příroda Slovenska byla a je poměrně populární pro výzkum pro svoji pestrost a rozmanitost. Tak se děje i v Nízkých Tatrách, kde na lokalitě Veľký Gápeľ začal podrobný výzkum založením trvalé studijní plochy v roce 1995 na jihovýchodním svahu. Doležal (1996) zde provedl analýzu vegetace podél gradientu nadmořské výšky pro svoji bakalářskou práci. Výzkumem pokračoval při studiu prostorové struktury (Doležal 1998). Kolář (2000) se ve své bakalářské práci zaměřil na dendrochronologickou analýzu porostu v této oblasti. V roce 2001 – 2003 se P. Šťastná (2003) pokusila popsat ve své magisterské práci regeneraci dvou základních vysokohorských dřevin – smrku (*Picea abies*) a buku (*Fagus sylvatica*) na různých typech mikrostanovišť. Její poznatky by měly být rozšířeny touto prací.

1.1. Úvod do problematiky

K rozmnožování dřevin dochází v tzv. semenných rocích. Ty jsou obzvláště v horských oblastech závislé na počasí během vegetačního období (Polanský 1966), letní teploty ovlivňují intenzitu kvetení a dozrávání semen. Na frekvenci semenných roků má velký vliv nadmořská výška a zeměpisná šířka (Sarvas 1957). Se stoupající nadmořskou výškou klesá množství vytvořených a plodných semen (Oleksyn 1998).

V semenných rocích může být po vysemenění množství semen v půdě, i několik stovek na metr čtvereční (Sarvas 1957), ale pouze část vyklíčí. Důležité pro klíčení jsou mikrostanovištní podmínky jako hustota vegetace, vrstva humusu, mikrorelief (Hanssen 2003). Půdní typ včetně vegetace měl prokazatelný vliv na semenáče smrku (Hunziker a Brang 2005). Optimální teplota pro klíčení závisí na biologických vlastnostech dřeviny a klimatických podmínkách stanoviště (Polanský 1966). Lépe klíčí semena, kterým se podařilo proniknout hlouběji do humusové vrstvy, popřípadě na samotnou minerální půdu (Polanský 1966). Velká účinnost vyklíčení je také na holé minerální půdě (Agestam a kol. 2003). Po vyrašení působí na semenáček množství faktorů, má však v mládí silnou plasticitu, velkou přizpůsobivost k vnějšímu prostředí. V průběhu vývoje dřeviny se nároky na tyto faktory mohou měnit. (Polanský 1955) Důležitým faktorem pro regeneraci stromů je světlo. Zatímco po vyklíčení snáší mladé rostlinky zastínění, při samotném růstu a dospívání se nároky na světlo zvyšují (Polanský 1966).

1.2. Cíle práce

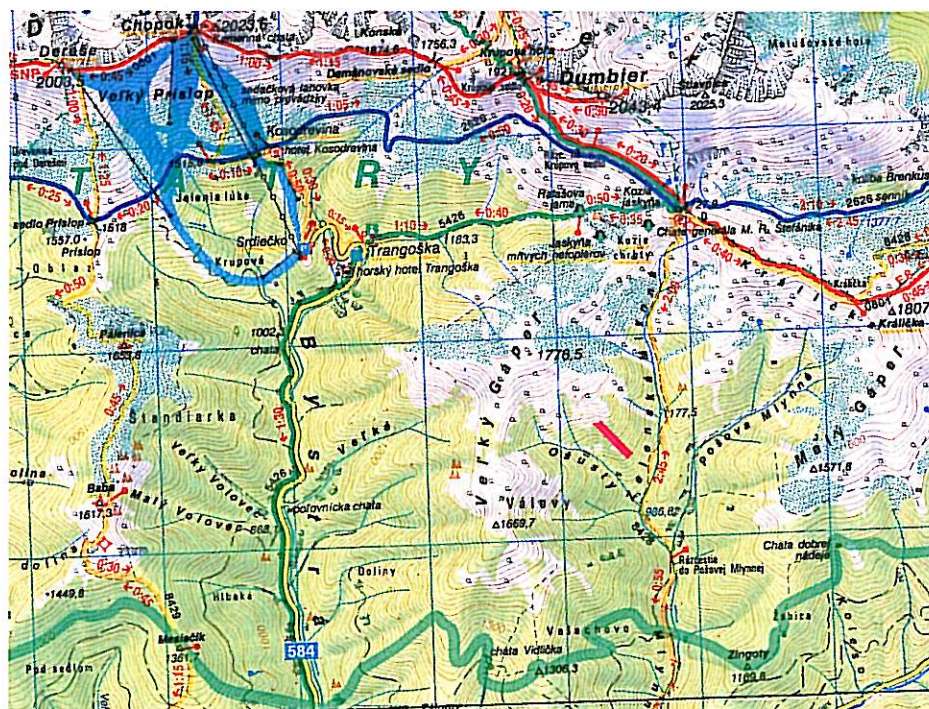
- 1) Sledovat a popsat klíčení a přežívání semenáčků dřevin se zaměřením na *Picea abies* a *Fagus sylvatica* v různých nadmořských výškách.
- 2) Sledovat klíčení a přežívání semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica* na různých typech mikrostanovišť. Navázat na magisterskou diplomovou práci P. Šťastné, doplnit ji o sezony 2004 a 2005
- 3) Rozšířit poznatky P. Šťastné o regeneraci o nově měřené faktory prostředí

2. Popis lokality

Zájmová oblast se nachází v západní části Nízkých Tater na jihovýchodním svahu Velkého Gápľa (48° 55' s.z.š, 19° 30' v.z.d.). Jedná se o severo–jižně probíhající hřeben vyběhající z hlavního hřebene Ďumbierských Tatier. Samotný Velký Gápel' je tvořen třemi vrcholy, z nichž nejvyšší má 1776 m n. m.

Trvalá studijní plocha se nachází na jihovýchodním svahu Velkého Gápľa spadajícího do Zelenské Mlynné doliny. Její velikost je 50 m x 400 m, přičemž dolní hranice probíhá v nadmořské výšce 1210 m n. m. a horní v 1375 m n. m.

Severní konec Velkého Gápľa je tvořen rulou na kterou navazuje souvrství vápenců a dolomitů. Půdním typem jsou převážně hnědé lesní půdy pod listnatým lesem a hnědé lesní půdy s náznakem podzolové vrstvy pod smrkovým porostem (Šťastná 2003).



Obr 1. Umístění trvalé studijní plochy (nachová čára zhruba uprostřed obrázku).

(repro VKÚ, Harmanec)

Spodní polovinu trvalé plochy zabírá smíšený listnatý les, kde je dominantou *Fagus sylvatica*, kterého zde dále doplňuje *Picea abies*, *Abies alba* a v nižších polohách ještě *Acer pseudoplatanus*. Keřové patro, kromě zmlazujících stádií výše uvedených dřevin, tvoří *Sorbus aucuparia* (stromového vzrůstu dosahuje výjimečně až v smrkové části lesa) a místy *Sambucus nigra*. V bylinném patře dominují hlavně *Oxalis acetosella*, *Adenostyles alliariae*, *Rubus idaeus*, z travin se zde začínají objevovat *Luzula sylvatica* a *Calamagrostis villosa*. Z dalších druhů

jmenujme *Senecio nemorosis*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Prenanthes purpurea*, poměrně významně jsou zde zastoupeny kapradiny *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas* a *Gymnocarpium dryopteris*. Kvůli poměrně nízké druhové bohatosti a malé pokryvnosti bylin, by se dalo toto území řadit do svazu *Luzulo-Fagion*. Z lesnického typologického hlediska se jedná převážně o 5. lesní vegetační stupeň (jedlovo-bukový), který přechází postupně do 6. lesního vegetačního stupně (smrkovo-bukovo-jedlový).

V polovině plochy přechází les do smrkového porostu, který je víc jak z 90 % tvořen *Picea abies*, jako příměs se zde nachází *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia* a *Abies alba*. Z keřového patra jsou zde nejčastější zastoupeny mlaziny *Sorbus aucuparia*, *Fagus sylvatica* a *Picea abies*. Hlavní dominanty bylinného patra jsou *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa* společně s *Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella*, *Adenostyles alliariae*, *Prenanthes purpurea*, *Dryopteris dilatata*, *Luzula sylvatica*, *Rubus idaeus*. *Luzula luzuloides*, *Melanpyrum sylvaticum*, *Gentiana asclepiades*. V rámci fytoecologického systému by se dal porost smrkového lesa zařadit do podsvazu *Eu-Vaccinio-Piceenion*, lesnickou typologií do 7. lesního vegetačního stupně (smrkového).

Asi kolem 1350 m n. m se zapojený porost začíná pomalu rozvolňovat, proto se zde už dá nalézt i příměs *Pinus mugo*. V otevřené části rostou stromy již skupinovitě (v polykormonech) a začíná zde převažovat hustý bylinný kryt s hlavní dominantou *Calamagrostis villosa*. Tyto vysokostébelné trávníky řadíme do svazu *Calamagrostion villosae*.

Klimatické podmínky na lokalitě Velký Gápeľ podrobně nastínila Šťastná (2003). V roce 2002 až 2003 bylo přímo na trvalé ploše ve výšce 1370 m n.m. umístěno zařízení pro registraci dat (data logger HOBO proseries RH/Temp). Jeho pomocí byla stanovena průměrná roční teplota v roce 2001 na 3,3 °C (lednová teplota činila - 4,5 °C, srpnová průměrná teplota byla 14,5 °C). Pro rok 2002 nebyla průměrná roční teplota stanovena (průměrná lednová teplota byla - 3,3 °C, srpnová byla 13,3 °C).

3. Větrná smršť a její vliv na průběh práce

Devatenáctého listopadu 2004 přecházela přes Slovensko studená fronta jež byla provázena silným větrem, který posupně změnil svůj směr z jihozápadního na severozápadní s průměrnou rychlostí od 55 do 90 km v hodině, v tatranské oblasti se ale vyznačoval mimořádnou nárazovitostí. Pro toto severozápadní proudění jsou Tatry výraznou geografickou bariérou, v důsledku toho se na návětrné straně nahromadí přízemní část studené vzduchové hmoty, která po nahromadění do výšky hlavního hřebenu Tater padá na závětrnou stranu a gravitačním zrychlením stupňuje svoji sílu (Koreň 2005). Zelenská Mlynná dolina ve které se nachází sledovaná plocha byla výrazně zasažena touto masou vzduchu. Vizuální kontrola v květnu 2005 ukázala zničení trvalé studijní plochy více jak ze dvou třetin. V místech se smíšeným lesem byla vyvrácena zhruba polovina dospělých stromů, na místě původního smrkového porostu zbyla jen holina. Vrstva vyvrácených stromů měla mocnost až tři metry (vlastní pozorování). V rozvolněné části, kde se nacházejí polykormony smrků, byly vývraty minimální. Pravděpodobně díky tomu, že volně rostoucí stromy vytvářejí korunu, kmen a kořenový systém tak, aby dobře odolávaly větru. Stromy rostoucí uvnitř lesního porostu jsou vždy méně odolné (Konopka 1977).

Smrk obecně patří mezi dřeviny nejvíce ohrožené větrem. Jeho ohrožení pramení z nepříznivých statických vlastností, hlavně kořenového systému. Již při malém odporu minerální půdy totiž vysílá svoje kořeny vzhůru do humusové vrstvy (Konopka 1977). Stejně jako buk je náchylný k vyvrácení celého kmene. Padající strom pak sráží okolo stojící stromy, větve, likviduje keře a semenáče. Při vyvrácení stromu je také disturbována půda pod kmenem i okolo něj (Peterken 1996).

..

4. Metodika

Data byla sbírána v roce 2004 v třech obdobích (červen, srpen, září). Sběr dat v roce 2005 nebyl kvůli kalamitě možný.

4.1 Charakteristika stanovišť

Na lokalitě bylo Šťastnou (2003) v roce 2001 vytyčeno 20 čtverců o rozměrech 80x80 centimetrů, pět čtverců 2x2 metry a jeden čtverec 3x3 metry. Čtverce se snažily postihnout různé typy mikrostanovišť. Každému semenáčku ve čtverci byla přiřazena souřadnice a bylo provedeno opakované změření velikosti, spočtení větví, u buku lístků. Dále byla popsána fenologie každého jednotlivého semenáčku a také byla zaznamenána jakákoli abnormalita ve vývoji jedince (okus, chřadnutí). V každém čtverci byla odhadnuta v procentech pokryvnost vegetace, skeletovitost, pokryv jehličí, listů popřípadě živé či mrtvé dřevní hmoty. Šťastná zde v roce 2002 provedla měření nadmořské výšky, sklonu každé plochy a u každého semenáče vyskytujícího se v čtverci bylo zjištěno množství dopadajícího světla (viz. Šťastná 2003). Data ze sezony 2001 – 2002 publikovala Šťastná (2003) ve své magisterské práci. Tato práce je měla rozšířit o data 2003 – 2005, navíc mělo být v roce 2005 zpětně dopočítáno, metodou pupenových jizev, stáří všech jedinců nacházejících se ve čtvercích.

4.2 Charakteristika transektů

Dále zde bylo v roce 2001 vytyčeno šest transektů, pravidelně rozmístěných v různých nadmořských výškách v rozmezí od 1190 m n.m do 1345 m n.m. Transekt byl vytyčen pomocí kůlů umístěných po deseti metrech od sebe, skládal se z 0,5x0,5 m velkých čtverců na sebe kontinuálně navazujících. V každém transektu bylo 100 čtverců, transekt tak postihoval co do šířky celou vytyčenou trvalou plochu.

V jednotlivých čtvercích bylo zaznamenáno množství semenáček. Ty byly rozděleny do kategorií podle druhu a do dvou kategorií podle stáří: nově vyklíčený, starší semenáček. Měřily se také charakteristiky prostředí jednotlivých čtverců. Určovala se pokryvnost rostlin, dominanta, pokryvnost mechového patra, skeletu, listů, jehličí a dřevní hmoty živé (kořeny) a mrtvé (větvě). Také zde byla data sbírána od roku 2001 do 2003 P. Šťastnou, nebyla však v její magisterské práci interpretována. Tato práce měla tyto data shrnout a rozšířit o sezony 2004 – 2005. Nakonec zde ale budou použita jen data ze sezón 2001 – 2003. Sezóna 2005 nebyla proměřena kvůli zničení studijní plochy. Také zde bylo původně zamýšleno dourčení věku všech starších semenáček, navíc měl být měřen sklon a osvit denním světlem jednotlivých čtverců.

5. Analýza dat

Soubory dat byly vyhodnoceny a vizualizovány programy Microsoft Excel, Canoco for Windows a Canodraw for Windows.

Jako vstupní data byly použity početnosti semenáčků. Ty byly rozděleny do kategorií podle svého stáří: *Picea* starší (*Picea st*), *Picea* vyklíčená v roce 2001 (*Picea 01*), *Picea* vyklíčená v roce 2002 (*Picea 02*), *Fagus* starší (*Fagus st*), *Fagus* vyklíčený v roce 2002 (*Fagus 02*), *Fagus* vyklíčený v roce 2003 (*Fagus 03*), *Sorbus aucuparia* (*Sorbus*), *Acer pseudoplatanus* (*Acer*) a *Abies alba* (*Abies*). Charakteristikami prostředí, jejichž vliv byl testován, byly nadmořská výška, skeletovitost (%), pokryvnost bylin (%), bylinná dominanta a její pokryvnost (%), pokryvnost mechu (%), pokryvnost listového opadu a opadu jehličí (%), odhad pokryvu dřevní hmoty živé i mrtvé (%).

Z ordinačních metod byly použity:

Detrended correspondence analysis (DCA) byla použita pro rozhodnutí mezi lineární a unimodální metodou. Jelikož délka nejdelšího gradientu 6,671 převyšovala hranici, kterou uvádí Lepš a Šmilauer (2003) jako horní mez pro použití lineárních metod, byla k dalším analýzám použita metoda unimodální.

Canonical correspondence analysis (CCA) byla použita pro zhodnocení vlivu proměnných prostředí. Schopnost jednotlivých proměnných vysvětlit variabilitu v druhových datech byla zjišťována pomocí postupného výběru (*forward selection*). Pro testování průkazností byl použit Monte Carlo permutační test s omezením permutací pro *split-plot design*. Jako kovariáta byl použit čas.

6. Výsledky

Čtverce v různých typech mikrostanovišť:

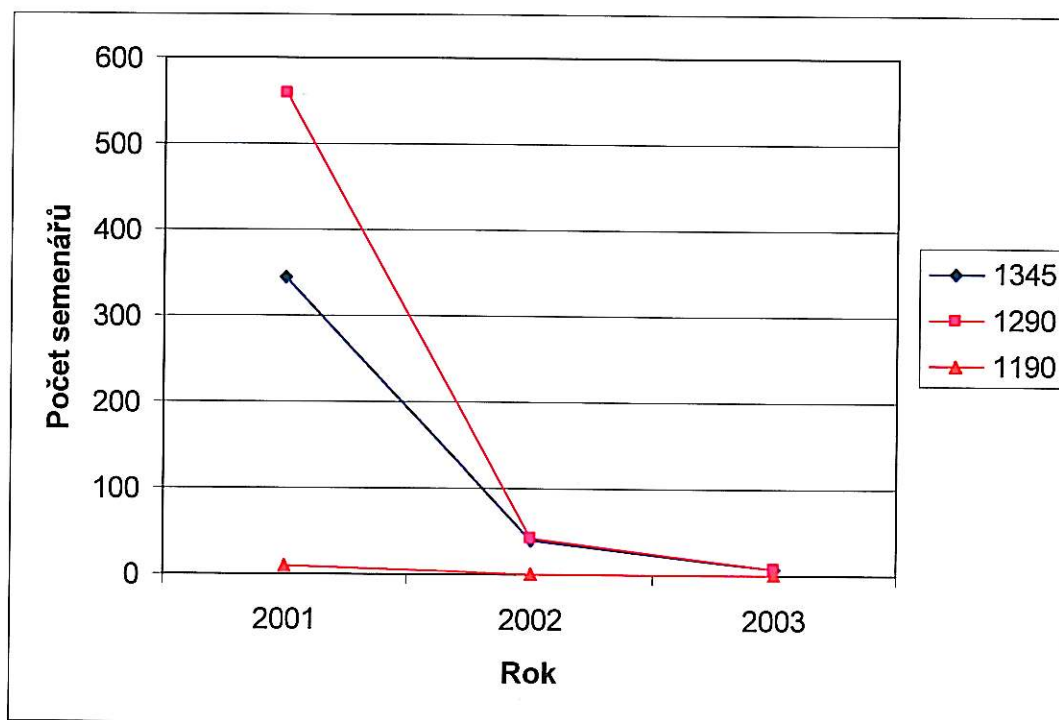
Data z let 2001 - 2003 získala a interpretovala Šťastná (2003) ve své magisterské práci. Rok 2004 byl semenným rokem pro smrk, i když mnohem slabším než rok 2001. Většina z nově vyklíčených semenáčků *Picea abies* byla nově zaznamenána v srpnu. V červnu nebyly tyto semenáčky ještě vzešlé, objevily se jen mladí jedinci *Fagus sylvatica* a to v dolní části studijní plochy. V roce 2005 byla většina ze studijních čtverců zničena, proto nebylo možné provést měření.

V této části mé práce se jednalo o rozšíření časové linie o další dvě sezony. Vzhledem k tomu, že mi nakonec data z let 2001 až 2003 nebyla dodána a data ze samotného roku 2004 nejsou samy o sobě vhodná k jakékoli interpretaci, nebude zde tato část jakkoliv statisticky vyhodnocena.

Transekty:

Původně se měly zpracovávat data z pěti sezón (2001 – 2005). Nakonec jsem ale mohl použít jako vstupní data pouze data ze sezon 2001 až 2003. V roce 2005 nebylo možné pokračovat v měření kvůli zničení všech šesti transektů. Data měřená mnou v roce 2004 se ukázala jako nekompatibilní s daty ze sezon získaných P. Šťastnou. Příčina byla v nemožnosti dohledání přesných průběhů transektů, hlavně kvůli absenci některých kolíků označujících transekt a také určité nepřenositelnosti vizuální paměti místa. Z původních šesti měřených transektů zde budu vyhodnocovat jen tři. Zbývající tři mi nebyly dodány.

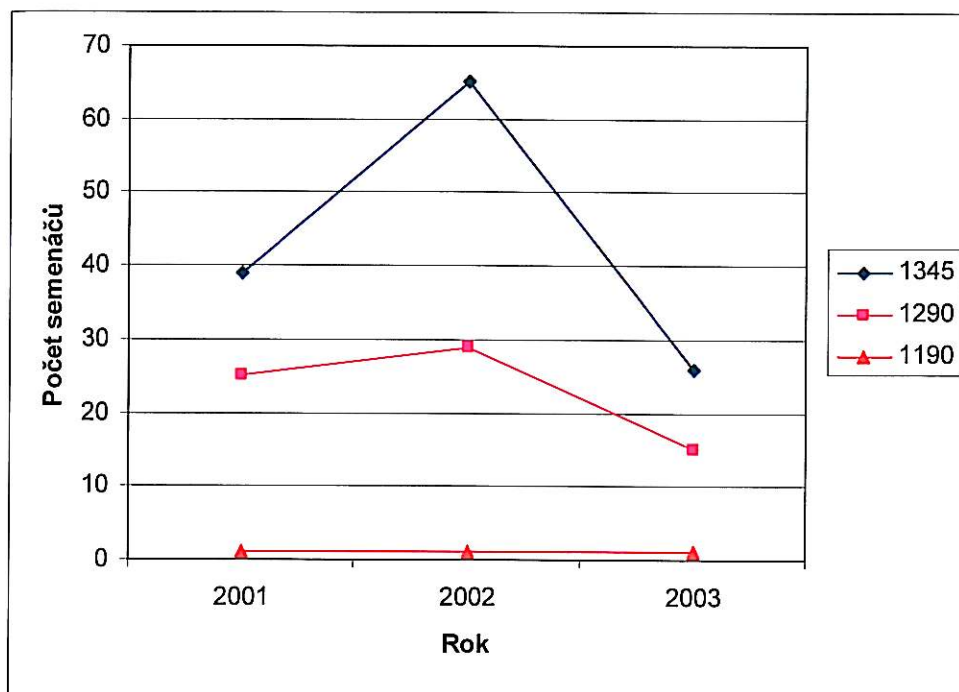
Rok 2001 byl poměrně silným semenným rokem smrku. V transektech 1345 m n. m a 1290 m n. m. vyklíčilo několik stovek semenáčků. Naopak v transektu 1190 m n. m vyklíčilo v celém transektu jen deset nových jedinců smrku. Jak demonstruje obr. 2 do roku 2002 došlo k rapidnímu poklesu počtu semenáčků. Do roku 2003 pak přežilo z tohoto semenného roku jen osm jedinců v nejvýše položením transektu a šest jedinců v transektu 1290 m n.m.



Obr.2: Změna početnosti semenáčků *Picea abies* vyklíčených v sezoně 2001 v průběhu tří let ve třech různých nadmořských výškách.

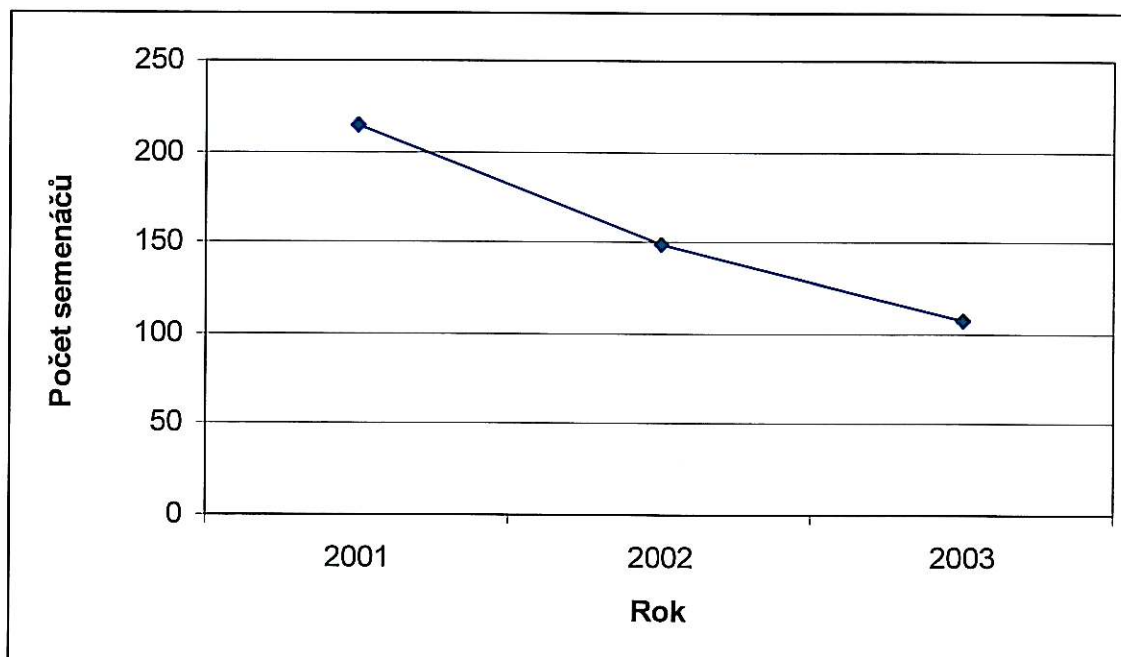
V roce 2001 nevyklíčil v transektech ani jeden nový semenáček *Fagus sylvatica*. V roce 2002, který byl semenným rokem pro buk, vyklíčilo v transektu 1190 m n. m. 75 nových jedinců buku. Ani jeden však nepřežil do roku 2003. Ve zbývajících dvou transektech nebyl nalezen žádný nový jedinec buku ve všech třech měřených sezonách.

Celkové množství jedinců *Picea abies* v transektech bylo víceméně stabilní. Dokládá to obr. 3, který zobrazuje přežívání jedinců starších jednoho roku. V roce 2002 je mírný nárůst počtu způsoben započítáním přeživších smrků vyklíčených v semenném roce 2001. K poklesu v roce 2003 došlo kvůli uschnutí jedinců ze semenného roku, ale také uschnutím části starších semenáčů. Ty však byly nahrazeny semenáčky z roku 2001, proto je početnost smrku v jednotlivých transektech téměř konstantní.

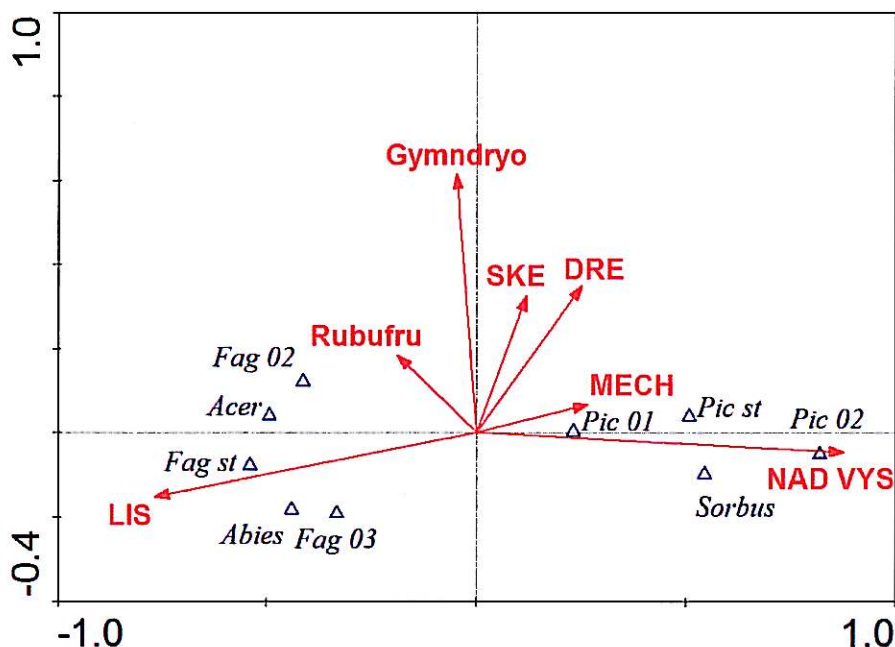


Obr. 3: Přežívání jedinců *Picea abies* starších jednoho roku.

Zatímco ze semenného roku smrku část semenáčů přežila minimálně dvě další sezony, z jedinců *Fagus sylvatica* vyklíčených v semenném roce buku (2002) nepřežil do druhé sezony ani jeden. Na obr. 4 je znázorněn pokles početnosti jedinců *Fagus* starších jednoho roku.



Obr. 4: Přežívání jedinců *Fagus sylvatica* starších jednoho roku



Obr. 5: Výstup z ordinační analýzy (CCA). LIS je pokryvnost listí, NAD VYS je nadmořská výška, MECH pokryvnost mechu, DRE je pokryvnost odumřelé dřevní hmoty, SKE je skeletovitost terénu, Gymndryo je pokryvnost *Gymnocarpium dryopteris*, Rubufru je *Rubus fruticosus*.

Z ordinačního diagramu je patrné, že jedinci smrku rostou spíše ve vyšších nadmořských výškách. S nadmořskou výškou byl také těsně korelován výskyt jehličí. Naopak semenáčky buku rostly v nižších nadmořských výškách, kde je i větší pokryvnost listí. Výskyt smrku je také slabě korelován s přítomností mechu. Žádná z testovaných bylinných dominant nemá výrazný vliv na přítomnost semenáčků.

Všechny charakteristiky prostředí vysvětlují dohromady 84,4 % celkové variability druhových dat, z toho nejvíce variability vysvětluje nadmořská výška (10,4 % při $p = 0,002$). Zbylé charakteristiky vysvětlují od 1,5 % do 4 % variability. 42,3 % celkové variability nelze přiřadit k žádné charakteristice prostředí.

V transektech 1345 m n.m. a 1290 m n.m. tedy v zapojeném smrkovém porostu se poměrně hojně nacházel *Sorbus aucuparia*. Jednalo se o jedince malého vzrůstu (několik cm). Jak ukazuje analýza CCA jeho výskyt je korelován s nadmořskou výškou. V místech rozvolněného lesa se nacházejí dokonce jedinci velcí i několik metrů, zřejmě i plodní. V nižších polohách se *Sorbus* nacházel hlavně na skalních výchozech. Zbývající dva druhy dřevin (*Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*) byly s nadmořskou výškou korelovány negativně a nacházely se v místech smíšeného listnatého porostu. Jejich početní zastoupení nebylo významné.

7. Diskuse

Předem je třeba říct, že si plně uvědomuji nedostatečnost vstupních dat. Původně měla tato práce rozšířit magisterskou práci P. Šťastné. Bylo naplánované měření doplňujících charakteristik prostředí, které měly doplnit a ucelit poznatky o regeneraci dřevin v horských leších. Kvůli větrné smršti z listopadu 2004 a kompletnímu zničení trvalé studijní plochy se nepodařilo získat ani jednu doplňující informaci. Příroda touto „kalamitou“ sama nabídla nové témata výzkumů, ideálních svou dynamikou a také užitečností pro ochranu životního prostředí a hospodářství, leč pro zdárné dokončení této bakalářské práce a hlavně pro nějaký zajímavý výstup, to byla spíše čára přes rozpočet.

Studium regenerace lesních porostů, ať už přirozených (Agestam a kol. 2002, Hunziker a Brang 2005) nebo hospodářských (Polanský 1966, Diaci 2001) je v ekologické literatuře poměrně časté. Velmi časté bývá také srovnávání klíčení dřevin v těchto dvou typech porostů, popřípadě porostů s různým typem lesního managementu (Holgén a Hånell 1999, Uotila a Kouki 2005).

Nadmořská výška ovlivňuje periodu semenných roků (Sarvas 1957) a tím působí na samotnou četnost možnosti rozšíření semen a případné regenerace dřevin. V studované oblasti byl rok 2001 semenným rokem pro *Picea abies*. V roce 2002 bylo nalezeno mnohonásobně méně vyklíčených nových semenáčků, o rok později dokonce žádný. Nadmořská výška také ovlivňuje teplotu a tím i dobu vegetační sezony. Vegetační období by se dalo charakterizovat, jako doba s průměrnou teplotou 5°C a více. Rozdíl jeho nástupu a trvání je závislý na nadmořské výšce. V 5. LVS (jedlovo-bukový) pak může začít už 11. dubna a končí 21. října, zatímco v klečovém pásmu začíná až počátkem května a trvá do 21. září (Vyskot 1977). Patrné to bylo v roce 2004, který byl také semenným rokem smrku, i když ne tak silným jako rok 2001, kdy byly nově vzrostlí jedinci *Picea abies* patrní v nižších místech trvalé plochy již v červnu, kdežto ve vyšších místech trvalé plochy (zhruba od 1250 m n.m) se daly rozpoznat až v srpnu téhož roku.

Rok 2002 byl zase semenným rokem *Fagus sylvatica*. Noví jedinci vyklíčili hlavně v transektu 1190 m n.m. tedy v místech se smíšeným listnatým lesem. Na zbývajících dvou proměřovaných transektech nebyl objeven žádný nový jedinec *Fagus sylvatica*. Přesto i

v těchto vyšších polohách se nacházejí místy staří jedinci, zřejmě i plodní. Oleksyn (1998) uvádí, že se stoupající nadmořskou výškou klesá množství vytvořených a plodných semen.

Regenerace stromů je také hodně závislá na mikropodmínkách (Hunziker a Brang 2005). Významným faktorem, který ovlivnil uchycení a vyklíčení semenáčku byla pokryvnost listů, respektive jehličí. Obě dvě charakteristiky byly silně korelovány s nadmořskou výškou (listů negativně). V transektu 1190 m n.m. vyklíčilo v roce 2001 jen deset nových jedinců *Picea*, zato v semenném roce buku 2002 sedmdesát nových jedinců *Fagus sylvatica*. I když je výskyt semen *Picea*, vzhledem k jejich šíření větrem (Klika 1953), v místech s listovým opadem velmi pravděpodobný, nedokáže zde vyklíčit. Hanssen (2002) uvádí ve své studii o regeneraci *Picea abies* v Norsku, že tlustá vrstva humusu brání růstu semenáček, hlavně kvůli dlouhé době, během níž jedinec prorůstá do minerální půdy, kde je mnohem stabilnější vlhkostní režim. Na druhou stranu při proniknutí semene hlouběji do humusové vrstvy, popřípadě až do minerální vrstvy, jsou zde chráněna před vysoušivými větry, před přímými slunečními paprky a tím před nežádoucím vysycháním. Mohou proto dobře klíčit - dostává se k nim lépe voda srážková a voda zdola vlivem kapilárního vztlínání (Polanský 1966). Polanský (1955) ale také ve své dřívější práci podotýká, že při příliš hlubokém uložení semene v půdě, může semeno vzejít až o patnáct dnů později. Patrné to bylo hlavně při pozorování regenerace na mikrostanovištích (data zde byly získávány v červnu, srpnu a září), kdy se ještě v srpnu daly nalézt nově vyklíčené jedinci. Pro jedince *Fagus sylvatica* je možné říci, že podmínky zlepšující klíčivost jsou hodně podobné. Agestam a kol. (2002) zjišťují, že zahrnuté bukvice klíčí mnohem lépe, při velké vrstvě humusu, ale nedokážou jím prorůst. Proto se mnoho lesnických studií zabývá důležitostí drobného narušení (scarification) půdního krytu, pro lepší šance uchycení semenáček (Löf 2000, Norberg a Dolling 2001).

Při klíčení semen má důležitý vliv tzv. živý půdní kryt, který vytvářejí lišejníky, mechy, byliny. Ovlivňuje přirozenou obnovu buď příznivě – zlepšuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, chrání semenáčky před nepříznivými biotickými a abiotickými faktory. Může však také zhoršovat šanci uchycení semenáčku a bývá silným konkurentem (Polanský 1966). Výrazný vliv konkrétních druhů bylin nebyl v mé práci prokázán. V semenném roce vyklíčily semenáče smrku na stanovištích s různou bylinou dominantou. Jak ale podotýká Šťastná (2003) úspěšnost přežití závisí na zapojenosti bylinného krytu. Gallet (1994) a Jäderlund (1997) uvádějí ve svých studiích negativní efekt *Vaccinium myrtillus* na klíčivost smrku, naopak Klika (1940) uvádí, že ve vyšších polohách Tater jsou porosty *V. myrtillus* vhodné ke zmlazování. V této práci se žádný prokazatelný negativní, či pozitivní vliv nepotvrdil. Celkově nemůžu říci, že by nějaký druh bylinné vegetace měl významný vliv, ať už negativní nebo pozitivní,

na klíčení a přežívání semenáčků. Na klíčení a přežívání jedinců *Picea*, měla ale vliv pokrývnost mechu. Lépe se zde uchycovaly semenáčky a také v mechu rostlo více starších jedinců. Toto je v souladu se studií o regeneraci jehličnanů v jižních Alpách (Hunziker a Brang 2005), kde se *Picea abies* také nacházela více na místech s mechem. Příčina je zřejmě ve vhodném vlhkostním mikroklimatu. Dalším vhodným mikrostanovištěm ke zmlazování *Picea abies* se v literatuře uvádí trouchnivějící dřevo (Klika 1940). Šťastná (2003) ve své magisterské práci přímo sledovala trouchnivějící kmeny na kterých vyklíčilo a přežilo nejvíce jedinců. V samotných transektech nebyl tento regenerační potenciál odumřelé dřevní hmoty prokázán, nejspíše kvůli tomu, že zde nebyly vyloženy velké kusy trouchnivějící hmoty.

Velmi důležitým faktorem je počasí a klima. Podrobně se tomu věnovala Šťastná (2003). Konkurence o vodu snižuje klíčivost (Agestam a kol. 2003). Také starší semenáčky jsou náchylné na vysychání (Hanssen 2003). To byla zřejmě příčina vymírání starších jedinců v poměrně suchém roce 2003 a následná malá úspěšnost vyklíčení nových jedinců *Picea abies* v semenném roce 2004. To je ve shodě s výzkumem Mayr a kol. (2003), který určil sucho jako hlavní limitující faktor růstu stromů. Další častou příčinou mortality je mráz (Agestam a kol. 2003)

Dalším důležitým faktorem podporující regeneraci dřevin, je světlo. Pro samotné klíčení nehraje tento faktor tak významnou roli (Polanský 1966), i když Agestam a kol. (2003) ve svojí studii o regeneraci *Fagus sylvatica* v jižním Švédsku uvádí, že klíčivost bukových semen se zvyšuje s intenzitou světla. Pro růst je ale osvit důležitý faktor (Polanský 1966). Obnova přirozených lesů se děje hlavně pomocí gapu (Peterken 1996). Uvádí také, že nejčastějším činitelem při tvorbě gapových formací je vítr a tím je potažmo největším činitelem při regeneraci lesa. Na toto téma bylo již zpracováno mnoho studií (Chantal a kol. 2002, Hanssen 2002, Diaci 2002). Na trvalé studijní ploše proměřovala dopad světla Šťastná (2003). Každá dřevina má ale specifický nárok na osvětlení. *Fagus* lépe zmlazuje v porostech s rozptýlenými světlinami v korunovém zápoji (Diaci 2002), což je zřejmě další důvod jeho absence v zapojeném smrkovém porostu, s rostoucí intenzitou světla také mnohem lépe přežívají semenáče buku, vytváří více větví a listů (Agestam a kol. 2003). Jehličnany *Picea abies* a *Abies alba* na studijní ploše vykazují mnohem větší toleranci vůči stínu. Mnohem častěji se daly nalézt v místech s hustým zápojem. Hunziker a Brang (2005) podotýkají, že *Abies alba* je mnohem více tolerantní vůči stínu a také roste rychleji při nízkých světelných podmínkách než *Picea abies*. Přiměřený zápoj korun starého porostu také vytváří pro semenáčky příznivé podmínky tím, že je chrání před škodlivým střídáním teplot, před vymrzáním, slunečním úpalem, vysoušivými větry, mechanickým útlakem buřeně (Polanský 1966). Po větrné smršti,

která postihla trvalou studijní plochu se dal sledovat jev, kdy v jediném částečně zachovalém čtverci 80 x 80 cm v dolní části trvalé studijní plochy v smíšeném listnatém lese, byly patrné již při obhlídce v červnu 2005 velké nárůsty biomasy jednotlivých semenáčků (*Fagus sylvatica* a *Abies alba*). Obecně by se dalo říct, že pokud se semenáčku podaří uchytit na místě, které mu poskytuje prostředí k přežití, vyčkává na vhodné podmínky, jako třeba vytvoření vhodných světelných podmínek pádem jednoho či více stromů, aby mohl dosáhnout dospělosti. To je v souladu s poznatkem Peterkena (1996), který zaznamenává, že mírná disturbance například malým zvířetem poskytne semenáčku šanci k zakořenění, ale až velká disturbance, která odstraní některé stromy ze stromového patra, dovolí dorůst těmto semenáčům do dospělosti.

8. Závěr

Klíčení a přežívání dřevin je ovlivněno množstvím faktorů. Mezi ty podstatné patří nadmořská výška, která dále ovlivňuje samotnou produkci semen a vegetační sezonu. Další významné faktory jsou hlavně pokryvnost opadu, skeletovitost terénu, zápoj bylinné vegetace, zápoj korun stromů.

Semenáčky *Picea abies* preferují ke své regeneraci zapojený smrkový porost, v porostu smíšeného listnatého lesa se nedokážou vypořádat se silnou vrstvou opadu listů. Na druhou stranu semenáčky *Fagus sylvatica* preferují k regeneraci světliny listnatého korunového zápoje.

9. Literatura

- Anonymus. 2002. Podrobná turistická mapa Nízké Tatry, Chopok, Čertovina. VKÚ. Harnaec
- Ageštam, E., Ekö, P. M., Nilsson, U., Welander, N.T. 2003. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*. 176: 61 - 73
- Blödner, C., Skroppa, T., Johnsen, Ø., Polle, A. 2005. Freezing tolerance in two Norway spruce progenies is physiologically correlated with drought tolerance. *Journal of Plant Physiology* 162: 549 - 558
- Diaci, J. 2002. Regeneration dynamics in Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management* 161: 27- 38
- Doležal, J. 1996. Analýza vegetace podél gradientu nadmořské výšky v Nízkých Tatrách. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Bakalářská diplomová práce
- Doležal, J. 1998. Druhová a prostorová struktura temperátního a boreálního lesa. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Magisterská diplomová práce
- Gallet, C. 1994. Allelopathic potential in bilberry-spruce forest – influence of phenolic compounds on spruce seedling. *Journal of Chemistry Ecology* 20: 1009 - 1024
- Hanssen, K.H. 2003. Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management* 180: 199 - 213
- Holgén, P. a Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129 - 138
- Hunziker, U. a Brang, P. 2005. Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management* 210: 67 - 79
- Chantal, M. de, Leinonen, K., Kuuluvainen, T., Cescatti, A. 2003. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management* 176: 321 - 336
- Jäderlund, A., Zackrisson, O. , Dahleberg, A. a Nilsson, M.C. 1997. Interference of *Vaccinium myrtillus* on establishment, growth and nutrition of *Picea abies* seedlings in a northern boreal site. *Canadian Journal of For. Res.* 27: 2017 - 2025
- Klika, J. 1940. Lesnictví, stručná encyklopedie lesnické vědy a praxe, díl 1. Přírodní základy lesa. Matice lesnická v Písku: 319p.
- Klika, J. 1953. Jehličnaté. Nakladatelství Československé akademie věd. Praha: 310p.

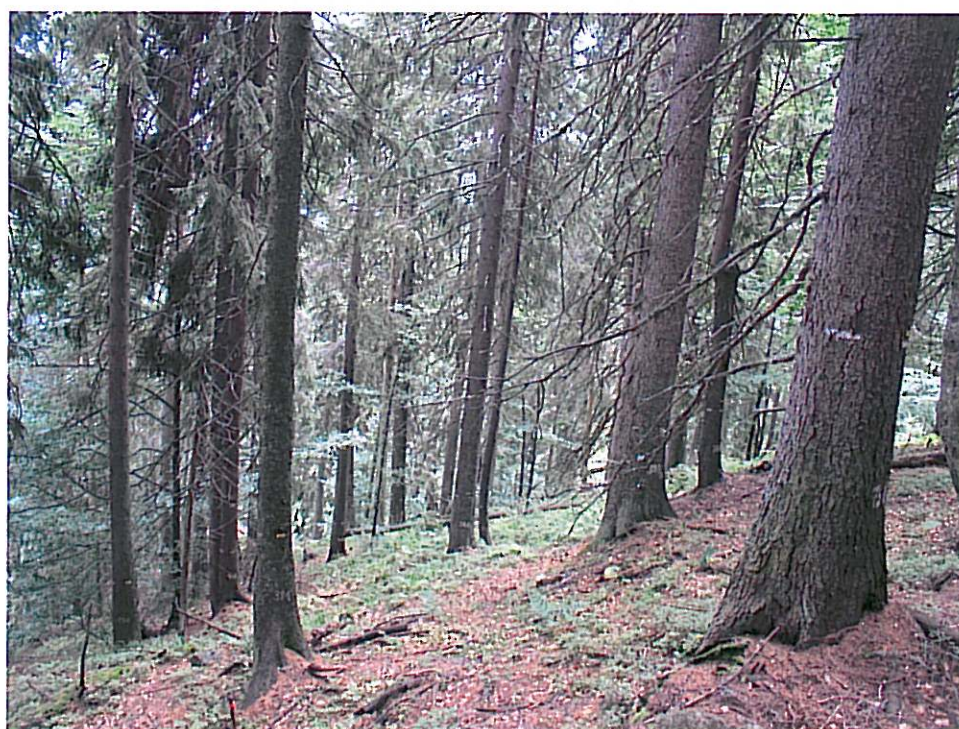
- Kolář, T. 2000. Dendrochronologická analýza horského smrkového lesa na gradientu nadmořské výšky v Nízkých Tatrách, Slovensko. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Bakalářská diplomová práce
- Konôpka, J. 1977. Vplyv rastových vlastností smerka na odolnosť lesných porastov proti vetru v oblasti Nízkých Tatier. Veda. Bratislava: 163p.
- Koreň, M. 2005. Vznik a krajinnoeologické dôsledky studených padavých vetrov v tatranskej oblasti. Veronica 5: 16 - 19
- Korpeľ, Š. a Doder, L. 1960. Jedľa na Slovensku. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava: 233p.
- Kubát, K. a kol. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha: 927p.
- Lepš, J. 1996. Biostatistika. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice. Učební text
- Lepš, J., Šmilauer, P. 2000. Mnohorozměrná analýza ekologických dat. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice. Učební text
- Lepš, J., Šmilauer, P. 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge university press. Cambridge. 269p.
- Löf, M. 2000. Influence of patch scarification and insect herbivory on growth and survival in *Fagus sylvatica*, *Picea abies* and *Quercus robur* seedlings following a Norway spruce forest. Forest Ecology and Management 134: 111 - 123
- Mayr, S., Gruber, A., Bauer, H. 2003. Winter in the alpine timberline: why does embolism occur in Norway spruce but not in stone pine. Journal of Plant Physiology 2003: 780 - 792
- Moravec, J. a kolektiv. 1994. Fytocenologie. Academia. Praha: 403p.
- Norberg, G., Dolling, A. 2003. Steam treatment as a vegetation management Method on a grass-dominated clearcut. Forest Ecology and Management 174: 213 - 219
- Oleksyn, J., Modrzyński, J., Tjoelker M.G., Zytkowski, R., Reich, P.B., Karolewski, P. 1998. Growth and physiology of *Picea abies* populations from elevational transect: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. Functional Ecology 12: 573 - 590
- Peterken, G. F. 1996. Natural woodland. Cambridge university press. Cambridge. 522p
- Polanský, B. a kolektiv. 1955. Pěstění lesů. Státní zemědělské nakladatelství. Praha: 371p.
- Polanský, B. a kolektiv. 1966. Pěstění lesů. Státní zemědělské nakladatelství. Praha: 514p.
- Sarvas, R. 1957. Studies on the seed setting of Norway spruce. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen 48: 529 - 556.

- Stancioiu, P. T., O'Hara, K. L. 2005. Leaf area and growth efficiency of regeneration in mixed species, multiaged forests of the Romanian Carpathians. *Forest Ecology and Manegment* (in press)
- Šťastná, P. 2003. Regenerace semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica* v horském temperátním lese na Velkém Gápě, Nízké Tatry, Slovensko. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Magisterská diplomová práce
- Uotila, A. a Kouki, J. 2005. Understorey vegetation in spruce-dominated forests in eastern Finland and Russian Karela: Successional patterns after anthropogenic and natural disturbances. *Forest Ecology and Manegment* 215: 113 - 137
- Vyskot, M. a kolektiv. 1981. Československé pralesy. Academia. Praha: 272p.

10. Přílohy



Obr.6: Ukázka čtverce 80 x 80 cm.



Obr.7: Trvalá studijní plocha v srpnu 2004



Obr.8: *Následky větrné smrště v Zelenské Mlýnské dolině.*



Obr.9. *Trvalá studijní plocha v červnu 2005.*