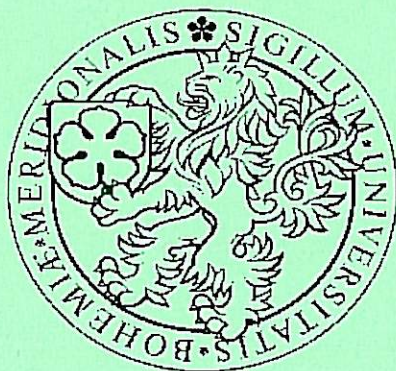


Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích  
Biologická fakulta



Regenerace semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica*  
v horském temperátním lese na Vel'kom Gáp'li,  
Nízké Tatry, Slovensko

Petra Šťastná

Magisterská práce  
2003

Vedoucí práce: Jan Lepš

## Magisterská práce

Šťastná, P., 2003: Regenerace semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica* v horském temperátním lese na Velkém Gáplí, Nízké Tatry, Slovensko [The Regeneration of Seedlings *Picea abies* and *Fagus sylvatica* in Mountain Temperate Forest on Velký Gápeľ Mt., Nízké Tatry, Slovakia] – 88pp., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

### Anotace:

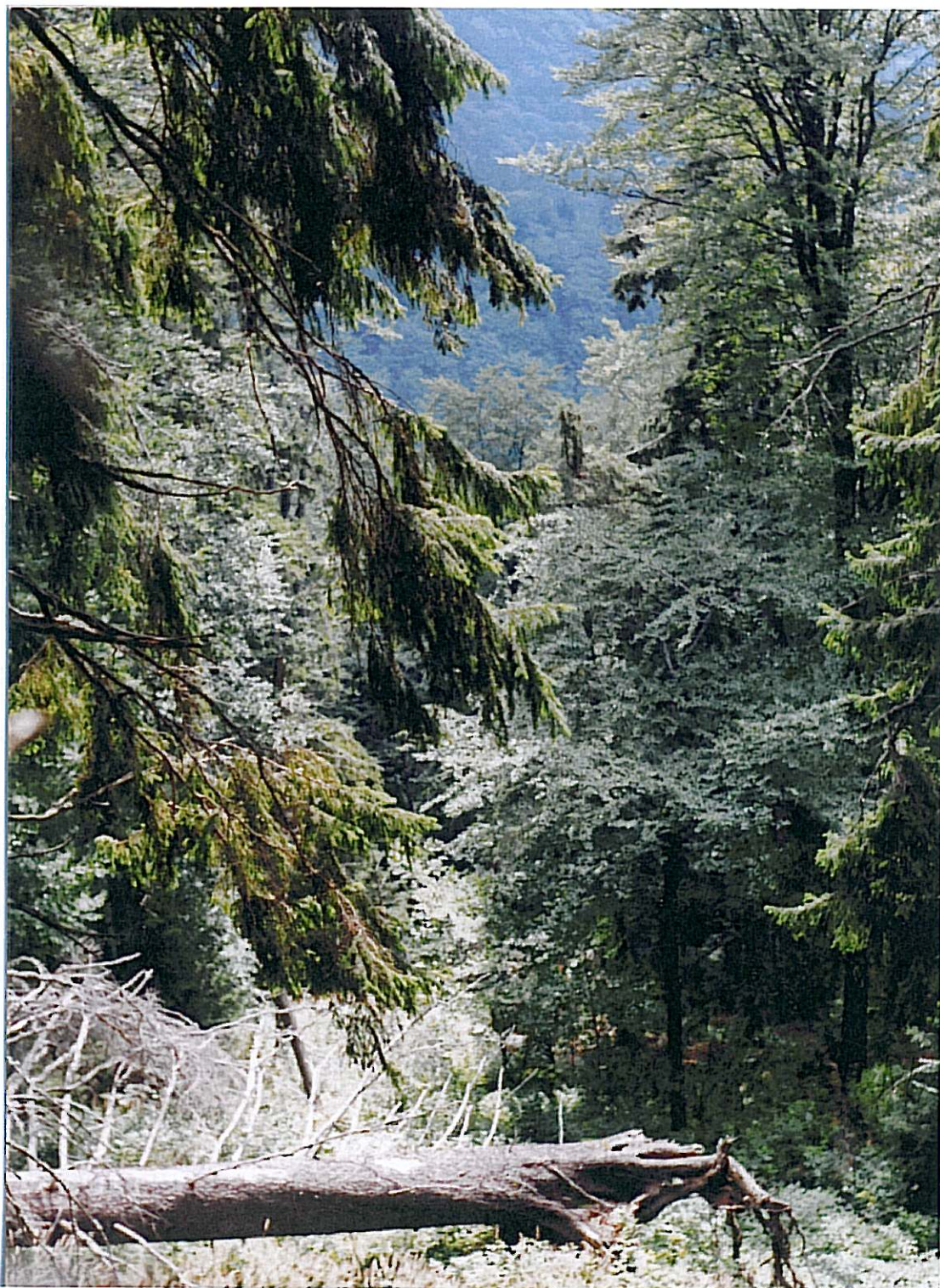
The Germination and survival ability of seedling of species *Picea abies* a *Fagus sylvatica* were studied in mountain temperate forest on Velký Gápeľ Mt., Nízké Tatry, Slovakia. Changes in amount and spatial structure of germinated seedlings during seasons 2001 and 2002 were analysed by Analysis of variance, redundancy analyses, multiple regression, *K*-function and other statistical methods were used.

Prohlašuji, že jsem tuto magisterskou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury.

České Budějovice, 24.4. 2003

  
Petra Šťastná





Velký Gápel

# Obsah

<b>Anotace</b>	<b>1</b>
<b>Obsah</b>	<b>3</b>
<b>Předmluva</b>	<b>4</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>5</b>
1.1 Úvod do problému	5
1.2 Úvod do předložené práce	6
1.3 Cíle práce	6
1.4 Rozmnožování dřevin v horských podmínkách	7
1.5 Semenáčky stromových dřevin na trvalé ploše	8
1.6 Travné porosty s <i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) a <i>Calamagrostis arundinacea</i> L.	11
<b>2 Popis lokality</b>	<b>13</b>
2.1 Situování lokality v Nízkých Tatrách – Velký Gápel	13
2.3 Geologický podklad a morfologie terénu Ďubierské skupiny	13
2.4 Pedologické poměry	13
2.5 Vegetace na svahu Velkého Gápľa	14
2.6 Charakteristika a popis studované plochy	15
2.7 Vliv člověka v Nízkých Tatrách	17
2.8 Vliv zvěře a dalších biotických faktorů na studovaný porost	18
<b>3 Materiál a metody</b>	<b>19</b>
4 Analýza dat	24
4.1 Charakteristika semenáčků	24
4.2 Stanovištní podmínky	24
4.3 Vliv travinné vegetace – manipulační pokus	25
4.4 Prostorové rozmístění	26
<b>5 Výsledky</b>	<b>27</b>
5.1 Charakteristika semenáčků	27
5.2 Stanovištní podmínky	33
5.3 Vliv travinné vegetace – manipulační pokus	36
5.4 Prostorové rozmístění	39
<b>6 Diskuse</b>	<b>43</b>
<b>7 Závěr</b>	<b>49</b>
<b>Literatura</b>	<b>50</b>
<b>A Příloha</b>	<b>54</b>
A.1 Tabulky k jednotlivým typům stanovišť	54
A.2 Fytoecologické snímky z rozvolněné části porostu	65
A.3 Odebraná biomasa – manipulační pokus	66
A.4 Manipulační pokus	67
A.5 Semenáčky dřevin –obrazová příloha	68
A.6 Klimatické poměry Nízkých Tater	70
A.7 Meteorologická data 2000/2002	77
A.8 Zimní měření–Velký Gápel	81
A.9 Obrazová příloha	84



# Předmluva

Hřeben Velkého Gápl'a se těšil botanickému zájmu již na začátku 20. století. Zmiňuje se o něm dr. P. Sillinger ve své monografické studii o vegetaci Nízkých Tater (1933) a později se tímto hřebenem zabýval také R. Jeslík ve své disertační práci (1970).

Další výzkum provedl až J. Doležal (1996) ve své bakalářské práci, která byla zaměřena na studium měnicí se vegetace jihovýchodního svahu podél gradientu nadmořské výšky.

V diplomové práci pokračoval podrobnějším studiem horského temperátního lesa na Velkom Gápl'i, kde zájmem studia byla aktuální prostorová struktura a vzájemné vztahy mezi stromy vyššími 2 m (Doležal 1998). K tomuto účelu byla v roce 1996 na jihovýchodním svahu vytyčena trvalá studijní plocha (2 ha).

Hlavní důvod pro výběr této lokality je zachování vegetační zonace, která byla v minulosti ovlivněna převážně přirozenými faktory (Doležal a Šrútek 2002). Práce J. Doležala je vázaná na dlouhodobý projekt týkající se výzkumu dynamiky temperátního a boreálního lesa severní polokoule, který vede Dr. T. Hara z Japonska. Studium dynamiky temperátního lesa pokračuje i v současnosti opakovaným sběrem dat.

T. Kolář, je druhý člověk, který přispěl svou bakalářskou prací do poznání vývojových vztahů v minulosti (Kolář 2000). Ve své práci uskutečnil dendrochronologickou analýzu porostu, podařilo se mu vytvořit standardní chronologickou křivku pro smrk (*Picea abies*), stanovit průměrné stáří stromů a další charakteristiky na letokruzích.

Tato práce by měla navázat na předchozí studie a rozšířit poznatky o dynamice stromových dřevin ve vysokohorských podmínkách. Zabývá se regenerací dominantních dřevin – smrku (*Picea abies*) a buku (*Fagus sylvatica*), ale všímá si dalších početně méně zastoupených stromových druhů – jeřábu (*Sorbus aucuparia*), javoru (*Acer pseudoplatanus*) a jedle (*Abies alba*). Lesní porost je velmi heterogenní svou horizontální i vertikální strukturou, plynule se proměňuje po délce gradientu nadmořské výšky jak svým druhovým složením dřevin, tak i strukturou rozdílných mikrostanovišť.

Velké poděkování patří mému školiteli Janu Šuspovi Lepšovi za vedení diplomové práce. Dále děkuji všem, kteří mi nějak pomohli, např. při sběru dat dobrovolně trávili svůj volný čas pomáháním v ne vždy nejpříjemnějších podmínkách. Děkuji také lesníkovi p. Mariánovi za půjčování chaty Pasecký salaš, všem lidem ze Štefánikovy chaty, kteří mi vždy poskytli pomoc nebo azyl. Správě NAPANT, jmenovitě Peteru Turisovi a Milanu Dankovi, děkuji za vyřízení povolení, cenné rady a poskytnutí materiálů, Městským lesům Brezno a Krajskému úřadu (odbor tvorby a ochrany životního prostředí) děkuji za povolení k uskutečnění výzkumu. Děkuji také Slovenskému hydrometeorologickému ústavu v Bratislavě a Jiřímu Doležalovi za poskytnutí meteorologických dat.

Na závěr bych chtěla poděkovat všem místním medvědům, že se mi po celou dobu vyhýbali.

# 1 Úvod

## 1.1 Úvod do problému

Specifickými vlastnostmi stromových druhů, které vytvářejí lesní fytoocenózu jsou: dlouhá doba individuálního vývoje, mohutnost růstu, druhově podmíněná rozmanitost biologických vlastností a těsný společný růst na velké ploše. To vše podléhá dynamickému vývoji v čase i v prostoru (Vinš 1956). Je několik způsobů jak lze tyto změny zachytit a přiblížit.

Opakovaným popisem prostorového uspořádání vývojových fází porostu lze popsat směr vývoje v časovém průběhu, řada vzniklých prací proto popisuje porostní strukturu, např. práce Svensson a Jeglum (2001), Swagrzak a Czerwczak (1993) nebo Bernadzki a kol. (1998). Detailnějším studiem jedné vývojové fáze lze však poznat blíže základní principy a fungující mechanismy charakterizující právě studovaný úsek vývoje. Přirozená obnova je počáteční moment vzniku nové generace lesního porostu (Svoboda 1952).

Principu přirozené obnovy dřevin v pralesovitých porostech, si lidé všímali již v minulosti, později se o lesní obnově zmiňují autoři v řadě lesnických a pěstitelských studiích. Např. Konšel (1931) uvádí: „Obnova porostní děje se v pralese hloučkovitě tj. na malých plochách.“ Ve své práci popisuje vznik chůdovitých kořenů u smrku, nebo zmiňuje početnou regeneraci smrku na vývratech a ve své době již upozorňuje na nebezpečí smrkových monokultur. Zmlazování smrku na rozkládajícím se dřevě je považováno za dobrý indikátor přirozených lesů. V pralesovitých porostech až 90 % smrků zmlazuje tímto způsobem (Svoboda 1952, Klika 1940). S tímto procesem regenerace souvisí i skupinovitý růst smrků v horských lesích, který je díky shlukovitému uspořádání více odolný proti větru (Klika 1940).

Na lesní porost působí mnoho vnějších vlivů, které pozitivně nebo negativně ovlivňují jeho vývoj. Pozitivní činnosti těchto vlivů mohou vznikat i stanoviště s příznivějšími podmínkami umožňující úspěšnou regeneraci. Docela malé narušení, např. pád jednoho stromu, může zlepšit podmínky přirozené obnovy (Runkle 1982).

Semenáčky dřevin jsou však již výrazně ovlivňovány komplexem faktorů v několika centimetrech nad povrchem. Každá rostlina i živočich má své vlastní mikroklima, kterým je nejvíce ovlivněna a leckdy se toto mikroklima výrazně odlišuje od poměrů působících faktorů širšího okolí (Stoutjesdijk a Barkman 1992).

Účelem uvedených studií je získat co nejvíce poznatků o vhodné kombinaci faktorů prostředí a vnějších podmínek, které by přispěly k poznání úspěšné regenerace na různorodých typech stanovišť. Souhrn působících vlivů uvádí Diaci (2002) ve své práci. Na semenáčky nejvíce působí přímé a difusní sluneční záření, bylinné vegetační patro, hustota korunového zápoje, tloušťka humusového horizontu poškození predátory a lokální klimatické faktory. Konkrétní významné poznatky působících vlivů na lesní porosty v Británii popisuje Malcolm a kol. (2001) ve své shrnující studii.

V současné době si řada lesních hospodářů uvědomuje problémy vznikající s výsadbou kulturních smrkových porostů, a proto vzniká řada experimentálních prací studující základní mechanismy přirozené regenerace a faktory, které ovlivňují úspěšné zmlazování. Metody přeměny monokultur smrku na smíšený porost nejsou dnes ještě spolehlivě propracovány (Diaci 2002).

Např. fyzikálních poměrů půdy ve smrkovém porostu si všímají Berger a Hager (2000), kteří studují jejich vliv na vývoj listnatých druhů. V jiné studii byl proveden pokus s vyšetřím



semen buku do smrkové monokultury – s podpůrnými zásahy: vápněním a přikrytím semen vrstvou listového opadu Ammer a kol. (2002).

Další práce si všímají pouze jednoho působícího faktoru, jako např. pokus s mrazovou adaptací podzemních a nadzemních částí semenáčků *Pinus sylvestris*, který provedl Sutinen a kol. (1999). Mrazového působení si také všímají Langvall a Löfvenius (2002) nebo Langvall a kol. (2001), kteří zkoumali míru poškození semenáčků rostoucích na otevřené ploše a v lesním podrostu, na souvislé vrstvě humusu, a na narušeném půdním krytu.

Mnoho prací se zabývá vlivem okolní vegetace (např. Thevathasan a kol. (2000), Diaci (2000), nebo vlivem různé hustoty korunového zápoje (např. Nilsson a kol. 2002) s čímž těsně souvisí i faktor dopadajícího záření (Dai 1996).

Výhody a nevýhody narušené půdy pro proces zmlazování zkoumal Löf (2000) ve své studii kde porovnává míru predace hmyzích herbivorů na semenáčcích.

Podstatný vliv narušené půdy se si také uvědomuje Drobyshev (2001), který si všimnul nižšího zastoupení *Picea abies* v současnosti ve smíšeném boreálním lese v Rusku. Dochází k závěru, že díky působení malých rušivých vlivů na porost, nedochází k výraznému narušení půdy a nevznikají příhodná stanoviště regeneraci smrku, převažují proto listnaté dřeviny.

## 1.2 Úvod do předložené práce

Tato práce vychází z poznatků výše uvedených prací, zabývá se také přirozenou regenerací a to, dominujících dřevin: smrku (*Picea abies*) a buku (*Fagus sylvatica*) na trvalé studijní ploše na Velkém Gápě.

Během svého působení při sběru dat bylo mou snahou najít a zachytit některé základní charakteristiky mikrostanovišť, vyklíčených a přežívajících semenáčků smrku: po semenném roce 2000 a semenáčků buku: po semenném roce 2001.

Tato práce je počáteční studie, v níž bylo snaha vytipovat a zmapovat co nejvíce různých typů mikrostanovišť, příznivých svým komplexem podmínek pro vyklíčení a přežívání semenáčků, shrnout základní poznatky a postřehy z konkrétní lokality pro další případný výzkum regeneračního potenciálu.

Je zřejmé, že za dva roky sledování početních a vývojových změn semenáčků, studia charakteristik vnějšího prostředí, nemohou být ještě vyvozeny definitivní závěry, ale takové prvotní přiblížení snad tato práce poskytuje.

Nomenklatura rostlin je v celé práci uvedena podle Kubát (2002).

## 1.3 Cíle práce

- 1) Sledovat klíčení a přežívání semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica* na různých typech stanovišť. Popsat jejich fenologii a vývoj.
- 2) Popsat vliv vybraných faktorů prostředí na přežívání semenáčků *Picea abies*.
- 3) Ukázat vliv travinné vegetace s dominantní *Calamagrostis villosa* na vyklíčení a přežívání semenáčků *Picea abies*.
- 4) Popsat prostorovou strukturu vyklíčených semenáčků *Picea abies* v zapojeném smrkovém porostu se *Sorbus aucuparia* a semenáčků *Fagus sylvatica* ve smíšeném porostu.

## 1.4 Rozmnožování dřevin v horských podmínkách

Semenné roky ve vyšší nadmořské výšce nejsou tak časté jako v nížinách, a také jak ukazují pozorování, období mezi bohatými, průměrnými a slabými úrodami se nestřídají pravidelně, ale dochází mezi nimi ke značné nepravidelnosti (Polanský 1955). V některých letech dřeviny vůbec neplodí (Oliver a Larson 1990). Průběh počasí během vegetačního období má často rozhodující vliv na množství semen a jejich kvalitu v příštím roce (Polanský 1955).

Vyšší nadmořská výška ovlivňuje vývoj a rozmnožování dřevin (Tranquillini 1979), Oleksyn a kol. (1998) uvádějí, že se stoupající nadmořskou výškou klesá množství vytvořených a plodných semen. Smrkové populace z chladných oblastí vykazují některé adaptivní mechanismy, které populace z nížin nemají.

Po úplném dozrání začínají semena nebo celé plody ze stromů opadávat. Semena a plody opadávají podle druhu v různou roční dobu. Na opad semen má vliv: množství srážek, vlhkost vzduchu, teplota, směr a síla větru, oblačnost, expozice a další faktory (Polanský 1955).

U některých dřevin vypadávají semena nebo plody ihned (nebo velmi brzy) po dozrání. Semena buku, jedle a javorů začínají sice opadávat záhy po dozrání, ale doba opadu se prodlužuje často na několik týdnů, měsíc i šest neděl (Polanský 1955).

Existují však dřeviny (listnaté i jehličnaté) na nichž semena po dozrání ještě nějaký čas vytrvávají. Například semena smrku vypadávají až za několik měsíců. I ve vypadávání smrkových semen však mohou být podle vlivu počasí odchylky (Polanský 1955).

Doba zrání semen se zpožďuje se zvyšující se nadmořskou výškou a procento plodných semen nikdy nedosahuje tak vysokých hodnot jako u jedinců na stanovištích v nižší nadmořské výšce (Tranquillini 1979).

Z vnějších faktorů, které mají nejdůležitější vliv na uchování délky klíčivosti, to jsou: vlhkost okolní teplota, přístup vzduchu a světla, napadení hmyzem, houbami a mechanické poškození, které je vstupní branou infekce (Svoboda 1952).

Schopnost semene pohlcovat vodu závisí na morfologických a anatomických vlastnostech osemení. Zatímco bobtnání semen některých listnatých dřevin se silnými obaly trvá i několik dní, semena jehličnanů pohlčí značné procento vody za několik hodin. Na rychlosti bobtnání i na intenzitě dalších fyziologických pochodů se též podílí teplota prostředí. Optimální teplota pro klíčení závisí na biologických vlastnostech dřeviny a klimatických podmínkách stanoviště (Polanský 1955).

Klíčení každého jedince je také ovlivněno hloubkou uložení semena ve vrstvě opadu, hluboko zaseté semeno vzejde až o 15 dní později (Polanský 1955).

Mladá dřevina je charakterizovaná silnou plasticitou, velkou přizpůsobivostí k vnějším vlivům (Polanský 1955). Fenologie velmi mladých semenáčků v jejich prvních dvou sezónách růstu nemusí být identická se staršími stromy. Např. dvouletý smrkový semenáček *Picea engelmannii* vyrašil o 1–2 týdny dříve než starší stromky a se zvyšující se nadmořskou výškou opožděně nasazoval dormantní pupen (Tranquillini 1979).

Velmi mladé semenáčky jsou velice citlivé na poškození letorostu ve vysokých nadmořských výškách (Tranquillini 1979). Srovnání dat ze tří vegetačních sezón dvouletých semenáčků borovice z hranice lesa ukazují, že čím nepříznivější byla vegetační sezóna z teplotního hlediska, tím déle trvalo semenáčku zakončit růst letorostu a vytvořit dormantní pupen.

V průběhu vývoje dřeviny pak můžeme často pozorovat změnu nároků na jednotlivé faktory vnějšího prostředí. Zatímco v mládí snáší většina dřevin zastínění, v době dospívání se nároky na světlo zvyšují. Nepříznivé klima může zpozdit vstup jedinců do stádia rozmnožování (Polanský 1955).



Zatímco produkce velkého počtu dobře klíčících semen zajišťuje generativní rozmnožování na biotopech příznivých pro růst smrku, je tvorba dceřinných smrků ze zakořeněných větví obvykle spojována s klimatickými a půdními extrémy kolem alpské hranice lesa, na pobřeží moře, nebo na písčitých půdách (Arno 1984, Vacek a kol. 1996, Tranquillini 1979). Skupiny smrků vzniklé hřížením jsou známy z mnoha pohoří Českého masivu i slovenských Karpat (Jeník 1976). Shlukovité rozmístění dřevin tvoří hranici lesa v mnoha pohořích (např. Arno 1984, Tranquillini 1979, Šrůtek 1994).

Toto uspořádání je obvykle vysvětlováno mimořádnými podmínkami tohoto biotopu. Vlivem působení silného větru (lámání hlavního vrcholu), dlouho ležící sněhové pokrývky (stlačování spodních větví k zemi) a dlouhodobě prochládlé půdy, která podporuje hromadění surového a vlhkého humusu, jsou stimulovány adventivní kořeny a vzniká tak nový jedinec (Tranquillini 1979, Jeník 1976).

Vegetativním způsobem se rozmnožují i některé druhy dřevin v optimálních podmínkách. Nový jedinec může vzniknout z hormonálně stimulovaných pupenů na kořenech a nadzemních částech určitých druhů dřevin za specifických podmínek vnějšího prostředí.

Dřeviny se však odlišují i mírou schopnosti tvořit kořenové výmladky. Například *Fagus orientalis* kořenové výmladky tvoří, kdežto jemu blízký příbuzný *Fagus sylvatica* nikoli (Oliver a Larson 1990). Na lokalitě byla výmladková schopnost pozorována pouze u druhu *Sorbus aucuparia*.

## 1.5 Semenáčky stromových dřevin na trvalé ploše

Na studijní ploše se vyskytuje několik druhů stromových dřevin. Charakteristiky těchto semenáčků jsou popsány v této podkapitole. Vzhled semenáčků je vyobrazen v příloze A.5.

### *Picea abies* L. (smrk ztepilý)

Kvete v dubnu až červnu, semena jsou uložena v nerozpadavých šiškách, které dozrávají koncem září a během října. Semena ze šišek začínají vypadávat od ledna příštího roku. Semeno je asi 4–5 mm dlouhé, protáhlé ve špičku, která je poněkud spirálně stočena, barva je hnědá s nafialovělým nádechem, na špičce je poněkud světlejší. Semeno je opatřeno světle rezivě hnědým blanitým křídlem (Polanský 1955). Semena jsou rozšiřována větrem, ale k šíření přispívají i ptáci, kteří požírají olejnatá semena. Klíčivost si zachovávají 3–6 let (Klika 1940).

Smrk klíčí epigeicky. Vzešlý semenáček má 6–10 (zpravidla 8) děložních lístků jejichž průřez má trojúhelníkový tvar. Z počátku jsou tyto první jehličky měkké, postupně se však zpevní. Jsou nahoru srpovitě prohnuté. V příznivých půdních podmínkách a při časném vyklíčení prorůstá osa, která je již porostlá normálními smrkovými jehlicemi. V méně příznivých podmínkách a při pozdním vyklíčení zůstanou vyvinuté pouze srpovitě zahnuté dělohy a silný terminální pupen. Někdy semenáček vytváří již druhým rokem první, celkem ještě chudý a nepravidelný přeslen větviček a teprve v příštích letech vyrůstají na ose pravidelné přesleny větví. Děložní jehlice opadávají koncem druhého roku.

Smrkový nálet se uchycuje na místech vlhkých a zároveň humózních. Má skromné požadavky na teplotu, stačí mu krátké vegetační období. Humus se po požáru nezachová, proto nezmlazuje na spáleništích (Klika 1940).

Naopak dobře zmlazuje na narušených místech, např. podél cest (Konšel 1931).

Smrky rostoucí ve vysokých nadmořských výškách se odlišují od populací z nížin několika adaptačními mechanismy, které ještě nejsou přesně popsány. Např. Oleksyn a kol. (1998), sledoval vyklíčené semenáčky pocházející z hor na pokusné ploše v nížině a došel k závěru, že i v nižších nadmořských výškách si tyto semenáčky uchovávali některé charakteristické vlastnosti. Odlišovali se vyšší koncentrací N, chlorofylu a karotenu v jehlicích od skupiny semenáčků pocházející z místní nadmořské výšky.

Polanský (1955) zjistil, že smrky z hor v porovnání se smrky z nížin mají:

1. Kratší vegetační období
2. Menší roční přírost
3. Poměrně větší kořenový systém
4. Kratší, silnější, méně ploché jehlice, které zůstávají déle na stromě.
5. Sbíhavé kmeny, koruny symetrické, s krátkými, nahoru směřujícími větvemi.
6. Větší obsah sušiny, cukru, katalázy v jehlicích na podzim.
7. Menší šišky a semena
8. Větší obsah katalázy v semenech.

### ***Fagus sylvatica* L. (buk lesní)**

Kvete koncem dubna a v květnu, současně s rozvíjením listů, plody dozrávají v září a říjnu. Plody jsou trojhranné, červenohnědé, lesklé nažky (uvnitř s laločnatě složenými dělohami) po dvou uložené v ostnitě čišce. Klíčivost trvá kolem šesti měsíců. Semena jsou rozšiřována ptáky (např. sojka), dále menšími hlodavci (veverka, plch, myš).

Bukový semenáček je typický ledvinovitými tlustými, na vrchní straně leskle zelenými, na spodní straně plstnatě šedozelenými děložními lístky. První listy začínají brzy vyrůstat ze dvou pupenů na ose, osa dále prorůstá a dřevnatí. Prvním rokem se osa nevětví (Polanský 1955). V prvních letech roste dosti pomalu, teprve od 5. roku rychleji. Systém kořenů je srdcovitý, dobře ukotvuje buk v půdě a ve spojení s mykorrhizou čerpá živiny z půdy.

Buk roste nejlépe na půdách bohatých na živiny, hlubokých a humózních. Je to dřevina v mládí tolerující stín, delším zastíněním je však vývoj zpomalen. Na vývoj negativně působí pozdní mrazy (Klika 1940).

Během sezóny vytvoří velké množství listového opadu. Není-li dostatek vlhkosti a dostatek vhodné teploty, snižuje se mikrobiální obrat, hromadí se nerozložené opadané listí, které pak znemožňuje další uchycování semenáčků (Konšel 1931).

### ***Abies alba* Mill. (jedle bělokorá)**

Kvete v květnu a červnu, semena v šiškách dozrávají v září. Semena jsou nepravidelně trojhranná, lesklá, hnědá, asi 10–11 mm dlouhá opatřená hnědým až nafialovělým křídélkem 25 mm dlouhým. Klíčivost semene je kolem jednoho roku. Semena jsou roznášena větrem a ptáky. Semenáček po vyklíčení vytváří poměrně krátký hlavní kořínek, který proniká přes surový humus a na rozdíl od smrku se rozvětňuje už v částečně rozložené vrstvě černého humusu a v minerální půdě (Polanský 1955). Hynutí jedlových semenáčků je často dáno nedostatkem mykorrhizy (Korpel 1965). Semenáček vytváří v prvním roce jen lodyžku a zpravidla 5 (řidčeji 6) modravě zelených tuhých děložních lístků v podobě výrazné hvězdičky. S těmito děložními lístky se pak střídá stejný počet kratších (asi 1cm dlouhých) prvotních jehliček, které mají na spodní straně dva bílé proužky. Do podzimu se vytvoří jen terminální pupen, a tím je růst prvním rokem ukončen. Druhým rokem semenáček zesílí a zakládá zpravidla jeden, řidčeji dva boční pupeny, z nichž třetí rok vyrůstá postranní větvíčka (pírko). Skutečný přeslen nasazuje semenáček ve 4.–5. roce (v zastíněném porostu ještě později).

Avšak i v dalších letech roste jedlový semenáček pomalu (Polanský 1955, Klika 1940). Některé druhy jedlí mohou žít velmi dlouho bez výrazného přírostu, když se pak naskytne lepší stanovištní poměry, zrychlí se výrazně jejich růst (Oliver a Larson 1990).

Kořen jedle je kulovitý, vyžaduje hlubokou a poměrně vlhkou půdu. Vyhýbá se suché a trvale zamokřené půdě (Konšel 1931). Nahromaděné silné vrstvy smrkového nebo bukového opadu zabraňují kořínkům semenáčků proniknout k minerální půdě. Hlavně povrchové kořeny jsou velmi citlivé na vyschnutí horních horizontů půdy. Ale po vydatných deštích na rozdíl od smrku, který má výraznou periodicitu růstu kořenů (na jaře a na podzim), se u jedle obnoví růst koncových kořínků. Jedle je tedy schopná přizpůsobit se periodickým změnám stanovištních podmínek, ale proti opakovanému vyschnutí je méně odolná (Korpeř 1965).

Jedle je dřevinou, která snáší zastínění, v jakémisi latentním stavu životního projevu, ale nemůže se pokládat, za dřevinu stínomilnou. Tato biologicky velmi významná a pro jedli typická vlastnost jí pomáhá přežít v konkurenci s ostatními dřevinami a buřinou. Příznivě reaguje na zvýšený příjem světla od počátku vývoje, nevádí jí ani přímé osvětlení, jestliže se v těchto podmínkách vyvíjí od počátku (Korpeř 1965). Semenáček jedle je citlivý vůči pozdním mrazům a trpí značně okusem zvěře (Klika 1940).

#### ***Acer pseudoplatanus* L. (javor horský)**

Kvete koncem dubna a v květnu, současně s rozvíjením listů, plody dozrávají v září, opadávají v říjnu a v listopadu. Plodem je křídlatá dvojnažka, nažky spolu svírají tupý úhel. Křídla jsou široká, na bázi se ostře nezužují. Semeno je trojúhelníkovitého tvaru a ploché. Klíčivost si uchovává kolem jednoho roku (Polanský 1955). V pohořích je tvorba semen omezena na semenné roky, v nížinách plodí každoročně (Klika 1940).

Javorový semenáček má dva jazykovité děložní lístky, poněkud načervenalé barvy, první lístky mají tvar podlouhle srdčitý hrubě pilovitý. Další lístky postupně tento tvar ztrácejí a listy vyrostlé příštím rokem jsou již typicky javorové (Polanský 1955).

Bývá vtroušený do porostu, kde provází jedlí, roste na půdách vlhkých, hlubokých a živinami bohatých. Vyskytuje se v sušových lesích. V mládí toleruje i poměrně velký zástin, později potřebuje dostatek světla (Klika 1940).

#### ***Sorbus aucuparia* L. (jeřáb ptačí)**

Kvete v květnu a červnu, plody dozrávají v druhé polovině srpna a počátkem září, opadávají v listopadu a prosinci. Plody jsou červené, kulovité malvičky v chocholičnatých latách. Malvice uzavírají 2–4 semena, která jsou zploštělá kapkovitého tvaru, ve špičce zahnutá skořicově hnědá až načervenalá. Je známo, že semena jeřábu prošlá trávícím traktem ptáků dobře klíčí (Polanský 1955). Semena rozšiřují především drozdovití ptáci (Klika 1940).

Do stromovité podoby se vyvíjí jen na bohatších půdách, ale daří se mu i na chudých půdách pokud jsou dostatečně vlhké. Jeřáb je rozšířený ve všech nadmořských výškách až ke stromové hranici. Zvláště důležité je jeho zastoupení v horských polohách, kde trvalé zalesnění bývá ztěžováno nápořem sněhu (Klika 1940). Nedorůstá značné výšky, často se udržuje i v poléhavém tvaru (Konšel 1931). Ačkoli to je dřevina světlomilná, v mládí snese větší zástin. Důležité však je, že nebrání ale spíše podporuje zmlazování smrku. Jeřáb zmlazuje též na ztrouchnivělém dřevě a vytváří chůdovité kořeny (Klika 1940).



## 1.6 Travinné porosty s *Calamagrostis villosa* (Chaix) a *Calamagrostis arundinacea* L.

Rozvolněná část smrkového porostu v horní části studijní plochy je tvořena skupinkami stromů a otevřenými prostory které porůstá zapojený travinný porost (kap. A.2, A.3 v příloze).

Dominujícím druhem bylinné vegetace je v této části *Calamagrostis villosa* a v blízkosti zapojeného lesa též *Calamagrostis arundinacea*. Zejména na volných plochách nad hranicí lesa vykazuje až stoprocentní pokryvnost *C. villosa* (Doležal 1996). Do zapojené části smrkového porostu však zasahuje *C. villosa* minimálně.

Svaz *Calamagrostion villosae* Pavlovski a kol. je v Nízkých Tatrách rozšířen v subalpinském pásmu na nevápenném, drolivém podkladu, promíšené hlinito-písčité půdě a zpravidla na rovných svazích (Sillinger 1933).

Ve střední Evropě, v průběhu druhé poloviny minulého století, zůstaly mnohé sekundární trávníky, pastviny a senné louky bez dalšího obhospodařování, z velké části kvůli ekonomickým důvodům (Prach a kol. 1996). Po ukončení pastvy došlo jistě i k určitým změnám druhového složení vegetace na Velkom Gápl'i. Můžeme předpokládat, že postupem času se začaly šířit konkurenčně silné druhy na nezastíněná (pastvou zřejmě i narušená) stanoviště, s čímž souvisí ústup některých druhů. Ačkoli je rod *Calamagrostis* považován z velké části za původní druh této oblasti, došlo jistě v posledních desítkách let k jeho dalšímu šíření na nová stanoviště. Soukupová (1996) došla k závěru, že dva hlavní faktory umožňují rozvoj *C. villosa* – zvýšený přístup světla a dusíku.

V České republice je palčivým problémem masové šíření *C. villosa* a *C. arundinacea* v českých horách. Imisemi poškozený porost byl druhotně odlesněn, díky čemuž vznikly velké narušené plochy, které následovně kolonizoval rod *Calamagrostis*.

Vznikla řada experimentálních prací i popisných studií podrobně se zabývajících ekologií, morfologií nebo fyziologií rodu *Calamagrostis*: např. Zelená (1994), Pyšek (1990), Pyšek (1993), Lokvenc (1971), Fiala a Zelená (1995), Tůma (1999), Soukupová (1996).

Úspěšné uchycení semenáčků dřevin na nenarušených stanovištích bylo v sukcesních studiích často zaznamenáno, méně však prací popisuje inhibici kolonizace dřevin (Facelli a Pickett 1991). Proto uskutečnili Prach a kol. (1996) experiment se zásahy do zapojeného porostu *C. villosa* na sekundárních horských loukách v Krušných horách. Podobný pokus byl proveden v této práci.

Rod *Calamagrostis* vytváří svou nadzemní bimasou nepříznivé podmínky pro uchycení a přežívání jiných rostlinných druhů. V práci Pyšek (1990), Pyšek (1993) vykazoval však větší negativní efekt nerozložený opad než žijící vegetační orgány. Konkurenční schopnost *C. villosa* se zvyšuje právě na kyselých a středně vlhkých půdách nezastíněných stanovišť.

Nerozložená biomasa zůstává na povrchu půdy do dalšího vegetačního období, kde se hromadí a vytváří podmínky bránící uchycení méně „agresivních“ bylinných druhů nebo dřevin. Ústup ostatních druhů není však jenom díky silným konkurenčním schopnostem *C. villosa*, ale je důsledkem širšího komplexu přidružených faktorů, např. úbytek mykorrhiz v půdě přispívá ke snížení celkové početnosti *Vaccinium myrtillus* (Pyšek 1993).

Úspěch rostlinných druhů v uchycení a přežití na stanovištích s *C. villosa* je podmíněn charakteristickými vlastnostmi: a) potencionálně vysoké houževnaté rostliny, které snadno pronikají opadem a poté rychle unikají z jeho vlivu rychlým růstem do výšky, b) schopnost vegetativního šíření a tvorby vlastního opadu, c) charakteristika lokálních stanovištních podmínek (Pyšek 1990). Tyto charakteristiky jedno ani dvouletý semenáček smrku nesplňuje (Driessche 1991).

Především schopnost vegetativního šíření a tvorba rozsáhlého oddenkového systému rodu *Calamagrostis* umožňuje vytvářet na druhotně odlesněných stanovištích dlouhodobě blokovaná sukcesní stadia (Pyšek 1993). *C. villosa* se rozšiřuje intenzivně růstem svých rhizomů v dosažených lokalitách (Lokvenc 1971), nerozložená biomasa pro *Calamagrostis* není omezující.

Kromě rozsáhlých porostů s dominantní *C. villosa*, porůstá *Calamagrostis arundinacea* světliny v bukových nebo ve smrko–jedlo–bukových porostech (Fiala a Zelená 1995). Většinu roste na chudých půdách, nebo na půdách se střední zásobou živin (Zelená 1994). Tyto trávy také vytvářejí téměř monospecifické trávníky rozdílně vyvinutých stádiích na odlesněných stanovištích (Fiala a Zelená 1995).

*C. arundinacea* je na ploše nejvíce rozšířená ve smíšeném porostu dolní části a často je vmíšená do travinné vegetace v horní části plochy při okraji zapojeného lesa. Fenomén masového rozšíření *C. arundinacea* na studijní ploše pozorován není. *C. arundinacea* se v porostu nachází většinou v roztroušených trsech různé velikosti, souvislejší výskyt je omezen pouze na největší otevřené plochy a světliny, vždy se však vyskytuje s dalšími konkurenčně silnými pasekovými druhy.

## 2 Popis lokality

### 2.1 Situování lokality v Nízkých Tatrách– Velký Gápeľ

Území, na němž se nachází trvalá studijní plocha, leží v západní části Nízkých Tater (zkratka „N.T.“) na jihovýchodním svahu vrcholu Velkého Gápl'a (zkratka „V.G.“).

Velký Gápeľ je součástí bočního severo–jižně probíhajícího hřbetu, který se napojuje z jihu pod Ďumbierem (2043,4 m n. m.) na centrální východo–západně probíhající masív Ďumbierské skupiny.

Severo–jižně probíhající (6,5 km dlouhý) hřeben je ze severu tvořen Koziemi Chrbty, směrem k jihu třemi vrcholy Velkého Gápl'a (z nichž nejvyšší měří 1776 m n. m., 48°55' s.z.š., 19°30' v.z.d) a svažuje se pozvolna k jihu. Po vrcholech tohoto masívu probíhá hranice národního parku. Trvalá studijní plocha se nachází v ochranné zóně NAPANT.

Studovaný jihovýchodní svah V.G. spadá od vrcholu do Zelenské Mlynné doliny (kolmo pod studovanou plochou má dolina nadmořskou výšku 1150 m), kterou odvodňuje stejnojmenný potok Zelenská Mlynná. Délka svahu je dlouhá přibližně 1300 m vzdušnou čarou. Ve spodní části má svah charakter převážně zpevněné suti, zatímco v horních partiích jsou častější skalní stupně a výchozy. Příkrý svah je ve své střední části, přibližně ve 1450 m n.m. přerušen mírně skloněnou plošinou (podle mapy nese název Triangula).

### 2.2 Geologický podklad a morfologie terénu Ďumbierské skupiny

Jádro pohoří Nízkých Tater tvoří krystalické horniny typu žuly a krystalické břidlice (ortoruly). k nim se přimyká souvrství permských křemenců a břidlic (werfen, pararuly). Krystalické břidlice se vyskytují převážně na jižních svazích, provázené pararulami, z části migmatizovanými. Severní konec Velkého Gápl'a je tvořen křemencem. Kozie Chrbty pod Ďumbierem jsou tvořeny souvrstvím vápenců a dolomitů.

V Ďumbierské skupině je severní strana hor převážně vymodelována ledovci v příkré svahy a skalní stěny karů. Jižní svahy mají naopak zaoblenou morfologii.

Pouze nejvyšší vrcholy jsou tvořeny skalami nebo kamennými troskami, vzácně jsou na jižních svazích skalní výchozy. Členění jižních svahů je většinou málo výrazné, jsou tvořeny mělkými svahovými dolinami a úběhy (Jeslík 1970).

### 2.3 Pedologické poměry

Substrát tvoří svahoviny s četnými skalními výchozy. Půdním typem na svahovinách jsou převážně hnědé lesní půdy (kambisoly) a méně rozšířené oglejené půdy, které se vyskytují na úpatí svahu v blízkosti potoka. Kromě svahovin jsou přítomné skalní výchozy (15 %), na kterých se tvoří lithosoly. Pod listnatým smíšeným lesem převládají hnědé lesní půdy, pod smrkovým porostem se vyskytují hnědé lesní půdy s náznakem podzolové vrstvy, v 1500 m n. m. byla již vytvořena pravá podzolová vrstva. Půda do nadmořské výšky 1500 m n. m. měla lépe vyvinutý humusový horizont než půda ve vyšších nadmořských výškách (Doležal a Šrůtek 2002). Podrobnější půdní profily jsou uveřejněny v práci Doležal (1998).



## 2.4 Vegetace na svahu Velkého Gápľa

Horní hranice rozvolněného stromového lesa na jihovýchodním svahu se nachází u skloněné plošiny Triangula (1450 m n. m.). Od tohoto místa po vrchol se na svahu mozaikovitě rozprostírají rozsáhlá klečová společenstva subalpínské zóny (svazu PINION MUGO Pawlovski in Pavlovski a kol. 1928\*) s dominantní *Pinus mugo*. Další dřeviny rostoucí s~~e~~ v kosodřevině, jsou *Sorbus aucuparia* subsp. *glabrata*, *Salix silesiaca* a keříčkovitá *Picea abies*.

Sillinger (1933) uvádí, že klimatická hranice lesa leží v Nízkých Tatrách mnohem výše, než je průměrná skutečná lesní hranice. Spodní hranice klečových porostů je v mnohých případech identická s klimatickou hranicí lesa. Leží tedy kolem 1550 m n.m.. Skutečná lesní hranice je snížena vlivem mikroklimatických, orografických, edafických podmínek, nebo díky lidskému zásahu. V západní části N.T. pozorujeme snížení klimatické lesní hranice asi na 1450–1480 m n. m..

Za „hranici lesa“ je považován rozvolněný stromový porost (parkového charakteru), kde stromy ještě nejsou typického keřovitého vzrůstu (Tranquillini 1979, Arno 1984), ale již tvoří souvislý zapojený les. V druhovém složení převažuje *Picea abies*, ale místy je vtroušen ještě *Fagus sylvatica* (Doležal 2002), rostoucí v polykormonech jako smrk. Rozmnožování v těchto podmínkách probíhá nejčastěji přes hřížení, ale částečně je ještě zachován i generativní způsob. Otázkou zůstává, jaká je skutečná životaschopnost semen v extrémních horských podmínkách (Tranquillini 1979).

Ve 1405 m n.m. byly nalezeny dva plodné smrky výšky 2,5 m a 3,5 m (v zimě 2002). V nadmořských výškách 1395 a 1430 m n.m. byly nalezeny také dvě jedle, ale není jisté, zda jsou plodné.

Polykormony stromů se zvyšující nadmořskou výškou postupně snižují svou výšku kmene. Přecházejí do tzv. „krumholz zóny“, kde se musí svým tvarem přizpůsobit velmi nepříznivých klimatickým podmínkám (Arno 1984, Tranquillini 1979, Klika 1940, Hladík a kol. 1993, Oliver a Larson 1990). Osamělý smrk, nízkého keřovitého vzrůstu, nebo vlnkovité formy a dalších typických tvarů podmíněných klimatickými vlivy (vítr, sníh, námraza), je místy vtroušen do rozsáhlých klečových porostů.

Klečové porosty se střídají s alpínskými a borůvkovými holemi. Borůvkové hole jsou společenstva z části původní, ale z velké části druhotně vzniklá po odstranění komplexů kosodřeviny vypalováním v minulosti. Do alpínského pásma toto společenstvo nezasahuje Sillinger (1933). Formace *Vaccinium myrtillus* všeobecně tvoří významné biotopy pro zoocenózy. V krajině jsou tyto formace jedním z důkazů vlivu člověka na vegetaci v minulosti. Největší diverzitu mají tato stanoviště v prvních stádiích po skončení pastvy, postupně probíhá invaze expanzivních trav (Stanová 2002).

Svaz CALAMAGROSTION VILLOSAE (Pavlovski a kol. 1928) je v Nízkých Tatrách rozšířen v subalpínském pásmu na nevápenném, drolivém podkladu, na promíšené hlinito–písčité půdě, zpravidla se nachází na mírných svazích (ne v zářezech a žlebech se stékající vodou). Stanoviště však musí být mírně vlhké. Z velké části je tento svaz původní. Nejhojněji se vyskytuje zejména ve vyšší části kosodřevinného pásma a zasahuje do spodní zóny alpínského pásma. Horizontální rozšíření v N.T. není však stejnoměrně rozložené po celém hlavním hřebenu, typická stanoviště tohoto svazu jsou nejvyšší masivy N.T., které zasahují do alpínské zóny (Sillinger 1933).

\* Poznámka:

Fytocenologické názvy jednotek jsou uvedeny podle Stanová (2002), která vychází z přehledu Mucina, Maglocký (1985) a Rodwell a kol. (2002). K upřesnění informací byla použita geobotanická mapa (Michalko 1986).

Smrkový porost při horní hranici lesa (svaz PICEION EXCELSAE Pawlovski in Pavlovski a kol. 1928, podsvaz EU-VACCINIO-PICEENION Oberd.1957) je Sillingerem (1933) dělen na dva stupně: „horní stupeň smrkový“, čili subalpinský rozvolněný les, mezi 1350–1500 m n. m., který se složením vegetace blížíci se pásmu kosodřeviny, a „spodní stupeň smrkový“, který tvoří víceméně zapojený porost.

Porost listnatého lesa na trvalé ploše je řazen do svazu LUZULO-FAGION (Lohmeyer a R.Tx.in R.Tx.1954), v nižších polohách svahu V.G. se dále nachází porost svazu FAGION (Luquet 1926), podsvaz EU-FAGENION (Oberd.1957), maloplošně i podsvaz ACERENION (Oberd.1957) a podsvaz VACCINIO-ABIETION (Oberd.1957) (Michalko 1986). Tyto posledně jmenované svazy se přímo na studijní ploše nevyskytují.

V Mýtné dolině pod Ďumbierem jsou větší a menší porosty bučin, střídající se smíšeným lesem, místy jsou vysazeny kulturní smrčiny (Sillinger 1933). Umělá smrčina se nachází i v blízkosti trvalé studijní plochy, která proto musela být mírně posunuta svou dolní částí.

Bohatý podrost ve smíšeném lese se částečně tvoří na vlhkých a otevřených místech. Svaz ADENOSTYLION (Br.-Bl. 1926) zabírá přirozené světliny lesů, méně humózní, kamenitá místa a tvoří pravděpodobně přirozené sukcesní stadium, které v dalším stádiu ustupuje lesnímu porostu (Sillinger 1933). V podrostu těchto lesů se následkem zvýšené tvorby dobře se rozkládajícího humusu mizí traviny a začíná dominovat vegetace niv (např. *Adenostillex alliariae* a *Senecio ovatus*, *Stellaria nemorum* (Sillinger 1933).

## 2.5 Charakteristika a popis studované plochy

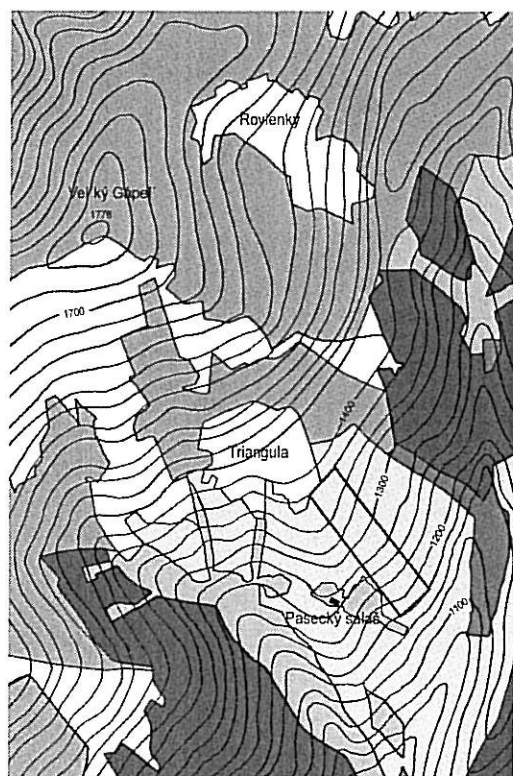
Trvalá studijní plocha založená v roce 1995 je velká 50 m x 400 m. Nachází se v lesní části studovaného svahu Velkého Gápl'a.. Dolní hranice probíhá v nadmořské výšce 1210 m n. m. a horní v 1375 m n.m.. Trvalá plocha zabírá smíšený listnatý les v dolní části, který zhruba v polovině přechází do smrkového porostu s přimíšeným *Sorbus aucuparia*. Horní strana trvalé plochy je vytyčena asi 30 metrů nad hranicí zapojeného smrkového porostu a zachycuje rozvolněnou smrkovou část s travinnou vegetací v otevřených prostorech. Sklon se pohybuje kolem 20° v horní části, 30° ve střední části a 35° v dolní části trvalé plochy.

Každá ze tří jmenovaných částí je dále blíže popsána pro lepší představu:

1) Smíšený listnatý les je tvořen dominujícím druhem *Fagus sylvatica* (buk lesní) a dále v menším počtu zastoupenými dřevinami: *Picea abies* (smrk ztepilý), *Abies alba* (jedle bělokorá) a *Acer pseudoplatanus* (javor horský) – zvláště v nižší části plochy. Kromě hojného nárostu buku v různých výškových kategoriích, jsou zbylé druhy dřevin viditelně zastoupeny spíše velkými stromy. Výškově rozrůzněn je i méně zastoupený smrk. Zmlazující stádium jedle a javoru dosahuje výšky maximálně kolem 1m a jejich zastoupení je nízké. Tato část lesa je velice prostorově heterogenní. Proti horní části trvalé plochy je smíšený listnatý les více prosvětlen různě velkými světlinami a otevřenými plochami v korunovém zápoji, (největší světlina dosahuje i několika desítek metrů čtverečných). Vyskytují se tu ležící kmeny v různém stádiu rozpadu a různě staré vývraty. Nejhojnější nálet buku je výškově rozrůzněn a spolu s bylinnou vegetací tvoří místy hustý podrost. V horní části této plochy se vyskytují skalní výchozy, ale tato část je celkově méně skeletovitá než část smrková (viz dále).

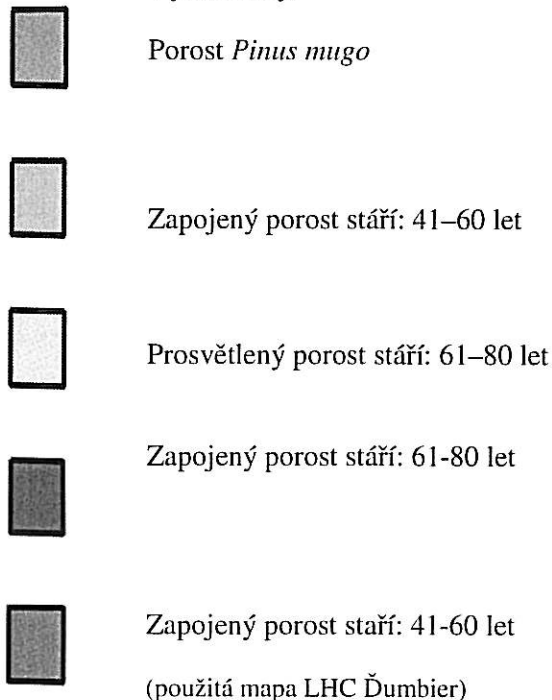
Podle lesnické typologie (LHC Ďumbier), klasifikace podle Haničinského (1972), je smíšený porost studijní plochy řazen do lesního typu *Fagetum abietino-pictosum*

(balvanovitá borůvková jedlová bučina s vtroušeným smrkem, 6103<sup>\*</sup>) s dolní částí s *Fagieto–Aceretum* (havézová buková javořina, 6406).



Obrázek 2.1: Umístění trvalé studijní plochy na jihovýchodním svahu Velkého Gápf.

Vysvětlivky:



2) Tento smíšený porost přechází kolem 1330 m n. m do téměř smrkového lesa s přimíšeným *Sorbus aucuparia* (Lesní typ *Sorbeto–Piceetum*-balvanovitá jeřábová smrčina a kamenitá brusnicová jeřabinová smrčina, 7104 a 7102; Haničinský (1972)).

Tato část studijní plochy, s 95 % zastoupením *Picea abies* je charakteristická těsným korunovým zápojem s poměrně výškově vyrovnanými stromy. Oproti smíšenému lesu je méně prosvětlená, velké otevřené plochy jako v listnaté části se v korunovém zápoji nevyskytují (pouze pár menších ploch max. do 3 m<sup>2</sup>). Světlo milný *Sorbus aucuparia* (jeřáb ptačí) je nejvíce vtroušen v horní části v blízkosti hranice zapojeného porostu. Ležící kmeny jsou hojné, ale málo rozložené. Semenáčky smrku se zde vyskytují výškově pouze do cca 20 cm, semenáčky jeřábu do výšky 50 cm a nejčastěji se vyskytují ve skupinkách. Skalní výchozy a velká balvanovitá skeletovitost, je převážně vázaná na pravou část studijní plochy (pohled směrem k vrcholu).

3) Zhruba kolem 1350 m n. m. začíná těsně zapojený porost přecházet do rozvolněné části parkovitého charakteru. Stromy rostou ve skupinkách, otevřený prostor porůstá hustý bylinný pokryv s dominující *Calamagrostis villosa*. 95 % stromů tvoří *Picea abies*, ale roztroušeně tu roste i *Fagus sylvatica*. *Pinus mugo* (borovice kleč) roste maloplošně v levé části studijní plochy. Terén je zvlněn, tvořen sníženinami a vyvýšeninami.

\* Poznámka: lesní typ je označen (kromě názvu) i číslem podle lesnické stupnice



## 2.6 Vliv člověka v Nízkých Tatrách

Ve střední Evropě se projevila vliv člověka na skoro všechna lesní území a nelze proto téměř žádný porost považovat za zcela přirozený, leda by se nacházel v opravdu obtížně přístupném území (Petrken 1996). Vliv člověka v minulosti se např. projevuje na současně probíhající horní hranici lesa (Sillinger 1933, Dreslerová a Sádlo 2000), popřípadě změněné druhové složení lesa (Mitchell 1998, Randuška 1959). Lesní porost je často považován za nenarušený, ačkoli intenzivní pastva v minulých stoletích byla mimořádně významná (Mitchell 1998).

Nepříznivý vliv na vysokohorskou květenu Nízkých Tater se počíná ve 13. století s rozvojem hornictví. V Nízkých Tatrách se těží zlato, stříbro, měděná a železná ruda. Téměř po celém území hlavního hřebene jsou viditelné stopy po štolách, přístupových chodnicích pro povozy, nebo haldy hlušiny. Není proto náhodou, že právě v oblasti s nejintenzivnější těžbou jsou celé svahy bez klečových porostů (úsek Prašivá–Velká hol'a–Ďurková a Kumštová dolina). Vliv hornictví končí v první polovině 19. století (Jeslík 1970, Randuška 1959). Kromě samotné těžby se tato činnost negativně projevila na lesních porostech v celé oblasti Horehronie, převážně v lesích kolem center hutnického průmyslu, kde byla velká spotřeba topného dřeva.

Velký vliv na vegetaci mělo pastevectví, zavedené ve 14. století, jehož rozvoj vyvrcholil v polovině devatenáctého století, kdy došlo k největší redukci kosodřeviny. Alpínská hranice lesa byla sice lokálně snížena, ale nedoznala podstatných změn. Později ve snaze upravit lesní hranici a porosty kleče do původního stavu, docházelo v šedesátých letech minulého století k vážným neodborným zásahům, ze stran lesních závodů, do původních vegetačních porostů na lavinových svazích (Salatín, Siná aj.) Jeslík (1970).

Sillinger (1933) ve své studii hodnotí vliv pastevectví jako škodlivý, převážně díky jeho sekundárním účinkům: vypalování kleče a s tím související zásah do tamní vegetace. Ztráta na výměře lesa byla nejčastěji na jižních stránkách, na planinách, okrajích lesů a podél mírných hřebenů, protože pastevci s oblibou káceli jižní svahy, neboť z nich zmizí sníh o několik týdnů dříve (Blatný a Šťastný 1959).

Definitivní konec salašnictví v N.T. pak znamenalo založení národního parku a vyloučení pastvy. Z ústního podání místních lidí a p. Turise z NAPANT plyne, že v Nízkých Tatrách se páslo oficiálně do 50tých let dvacátého století, pastva však definitivně ustala kolem 70. let. Na Vel'kom Gáp'i byla pasena jalovina a ovce. Vystává otázka jaký způsob obhospodařování je v dnešní době nejlepší pro zachování původních společenstev, ale hodnocení není cílem této práce.

Stopy bývalého salašnictví jsou viditelné i na V.G. i dnes. Kromě dobře patrných prťí ve svahu, je to např. rozpadlý Pasecký salaš v blízkosti trvalé plochy, nebo v roce 2002 vypálená koliba na Koziech Chrbtech. Zvykem pastevců bylo umísťovat salaše nikoli do otevřené hole, ale na místa chráněná proti větru lesem, aby pod ním dobytek nacházel ochranu za nepříznivého počasí, a aby voda a palivo byly v blízkosti salaše (Blatný a Šťastný 1959).

Místy rozsáhlé monotónní porosty nitrofilního *Rumex alpinus*, převážně kolem potoků a salašů, viditelně dokumentují shromaždiště dobytka.

Dnešní vliv člověka v této oblasti je v porovnání s minulostí vcelku zanedbatelný. Na svazích jsou přes oficiální zákaz „ve velkém“ sbírány lesní plody. Přes V.G. nevede turistická cesta pouze „polovnické chodníky“.

Kleč byla na některých místech opětovně vysazena, roztroušeně byla nově vysazena i nepůvodní *Pinus cembra*. Dřevo z lesních dřevin je těženo pouze z nižších partiích svahu, v blízkosti obce Mýta p. Ďumbierom, kde jsou k tomuto účelu vybudované lesní cesty. Do oblasti naší trvalé plochy však nezasahují. V okolních bukových a smíšených lesích je několik smrkových výsadeb, o kterých se zmiňuje už Sillinger (1933).

Městské Lesy města Brezna nám vyšly vstříc zachováním porostu v nenarušeném stavu v současnosti i v budoucnosti.

## 2.7 Vliv zvěře a dalších biotických faktorů na studovaný porost

V celém území je zřejmě optimální až nízký stav vysoké zvěře. Na studované ploše nebyl zaznamenán výraznější okus vysokou zvěří, který by viditelně poškozoval semenáčky nebo mladé stromky.

K přenosu semen a jejich konzumaci přispívají jistě veverky, plši a ptáci: např. křivky, sýkorky či králíci, kteří zde byli pravidelně vidáni. Pozitivní vliv má jistě výskyt datlů a strakapoudů. Poškození listů a jehličí bezobratlými živočichy bylo zaznamenáno pouze v malém rozsahu. K přesnějšímu vyjádření byl potřeba odbornější posudek zoologa. Na celém území se vyskytují velké šelmy jako medvěd hnědý, rys ostrovid a vlk šedý.

Několik napadených stromů kůrovcem bylo nalezeno na studijní ploše (jeden druh byl určen jako *Ips typhographus*, další druhy by si vyžádaly odbornějšího určení).

Na některých stojících i padlých stromech je zjevné napadení parazitickými houbami. Toto bylo také zaznamenáno při odběru vývrtů (na dendrochronologickou analýzu) prováděnou T. Kolářem (2002).

### 3 Materiál a metody

Tato práce je přednostně zaměřena na semenáčky *Picea abies* vyklíčené v roce 2001, v textu označené jako „smrk (2001)“ nebo „*Picea*“ (2001)“. Rok 2000/2001 představoval semenný rok pro smrk. Semenáčky byly sledované dvě sezóny.

Pozornost byla také věnována semenáčkům *Fagus sylvatica* z roku 2002 („*Fagus* 2002“), protože rok 2001/2002 představoval semenný rok pro buk. Bohužel tyto semenáčky byly sledovány pouze jednu sezónu.

Při začátku sledování (srpen 2001) nebylo již možné určit přesné stáří semenáčků buku u starších jedinců, protože děložní lístky vytrvávaly na rostlině pouze část vegetační sezóny a semenáček se podobal starším jedincům. Kategorie semenáčků „*Fagus*“ nebo „buk starší“ tedy zahrnuje semenáčky vyklíčené v roce 2001 a starší.

Semenáčky starší a semenáčky ostatních dřevin byly také zaznamenány.

Pro lepší orientaci jsou pro jednotlivé typy porostů (popsané v kapitole 2.5), uvedeny zkrácené názvy podle dominujících dřevin. Smíšený porost, zapojený smrkový porost a rozvolněný smrkový porost jsou názvy pro tři části plochy popisované dále v textu.

Data pro naplnění cílů (kapitola 1.3) byla často získána z několika typů studijních čtverců a ležících kmenů.

Zde je uveden stručný přehled pro jaké účely a odkud byla data získána. (Jak velké jsou čtverce a jakým způsobem byly vybírány je uvedeno dále.)

- 1) Pro **popis charakteristik semenáčků** – vyklíčení, mortalita, přežívání a fenologie byla data získána sledováním a měřením všech semenáčků na všech typech čtverců (malé čtverce, velké čtverce, čtverce z manipulačním pokusu, ležící kmeny, semenáčky v porostu vegetace).
- 2) Pro popsání **stanovištních podmínek** a jejich vlivu na přežívání semenáčků *Picea abies* (2001) byla data získána z malých čtverců a z ležících kmenů.
- 3) Pro prokázání **vlivu travinné vegetace s dominantní *Calamagrostis villosa*** na vyklíčení a přežívání semenáčků *Picea abies* (2001) byla data získána z manipulačního pokusu.
- 4) Pro popsání **prostorové struktury** vyklíčených semenáčků *Picea abies* (2001) a *Fagus sylvatica* byla data sbírána z velkých a ze dvou malých čtverců.



### *Charakteristiky semenáčků*

U každého semenáčku byl určen druh a poté byly vytyčeny X,Y souřadnice uvnitř čtverce pro každý semenáček pomocí dvou pásem (X–osa na straně čtverce rovnoběžné s vrstevnicí, Y–osa kolmá na X). Výška semenáčku byla měřena od země po terminální pupen. V průběhu sezóny byl pozorován stav semenáčku „zdravotní stav“ a „stadium vývoje“. „Zdravotní stav“ popisuje případné poškození semenáčku okusem, změnu barvy jehlic atd.. „Stadium vývoje“ charakterizuje vývin každého sledovaného jedince: doba vyklíčení, tvorba přeslenů pravých jehlic, bočních pupenů, počet větví, listů atd..

Změřena byla také hloubka půdy vpichem u každého semenáčku. Toto měření však bylo velice variabilní, u každého objektu měření se tyto hodnoty velice lišily již na centimetrové škále, proto získané výsledky nebyly použity. Půda je velmi skeletovitá.

Všechny semenáčky byly označeny bíle natřenými kolíky (10–15 cm dlouhé), později doplněné o hliníkové štítky (z víček od jogurtů) připevněné drátkem na kolíky. Výhodou tohoto označení byla čitelnost a snadná manipulovatelnost. Zvěř toto označení poškodila minimálně.

Nacházel-li se semenáček na ležícím kmeni, byly u něj změřeny všechny výše popsané charakteristiky, prostorové ohodnocení je blíže popsáno dále.

### *Ležící kmen*

Na dvou ležících kmenech byly označeny a změřeny všechny semenáčky. První kmen byl smrkový a nacházel se v rozvolněné smrkové části studijní plochy (1360 m n. m.), druhý kmen byl bukový a nacházel se v otevřené ploše korunového zápoje ve smíšené lese (1280 m n. m.).

U obou kmenů byl slovně popsán jejich stav rozkladu a okolí: zástin, visí-li nějakou částí ve vzduchu, kde se dotýká země, stav rozpadu, porost vegetace. Kmen byl změřen pomocí pásma od kořenů k terminálnímu vrcholu.

Pro prostorové umístění na kmeni byla u všech semenáčků změřena délková vzdálenost od kořenové báze. Dále byla pro každý semenáček změřena vzdálenost od středu kmene a bylo zaznamenáno na jaké straně se nachází (po nebo proti svahu od středu kmene). Semenáčky byly označeny pomocí barevných špendlíků.

Měření bylo provedeno v těchto měsících: začátek srpna 2001, konec září 2001, začátek července 2002 a začátek září 2002.

### *Malé čtverce*

Po obhlédnutí situace v červenci 2001, byly v srpnu vytyčeny malé čtverce (80 x 80 cm) ve všech třech typech lesního porostu na trvalé studijní ploše.

Snaha byla o postižení co největšího množství mikrostanovištních typů, kde vyklíčily semenáčky smrku a buku, proto byly čtverce vytyčeny ve všech typech lesního porostu na ploše. Počet dvaceti čtverců byl uzpůsoben vzhledem k technicky zvládnutelným možnostem opakovaného měření. Některé čtverce mají dvě nebo tři opakování na stanovišti podobného charakteru (stejný porost, sklon atd.) (tab.3.1).

Velikost strany čtverce 80 cm, byla vybrána proto, že se jevila vhodnější do rychle se proměňujících podmínek mikroreliefu, než klasický čtverec 1 x 1 m.

Na vybraných místech se v době zakládání čtverců nacházelo více než 10 semenáčků (výjimečně méně). Označeny byly všechny semenáčky všech druhů dřevin.

Tabulka 3.1: Vybraná mikrostanoviště pro malé čtverce, uvedený je také počet vytyčených čtverců pro daný typ mikrostanoviště.

smíšený porost	smrkový porost, rozvolněná a zapojená část
čtverce v porostu smíšeného lesa - 3x	skála
ležící kmen <i>Fagus sylvatica</i>	pod skalou - (porost <i>Oxalis acetosella</i> )
vývraty - 2x (starý a nový)	terénní sníženina - 2x
skála - 2x	terénní vyvýšenina
porost <i>Rubus fruticosus</i> agg.	borůvčí - 2x
	okraj souvislého lesa
	skupina <i>Picea abies</i> - 2x
	svah v otevřeném korunovém zápoji - 2x
	ležící kmen <i>Picea abies</i>

Malé čtverce byly založeny začátkem srpna 2001. Další měření semenáčků proběhlo opakovaně: v září 2001, v polovině května 2002, v začátku července 2002, začátkem srpna 2002 a v polovině října 2002.

### Velké čtverce

Pro postihnutí prostorového rozmístění vyklíčených a přežívajících semenáčků smrku (2001) bylo v zapojeném smrkovém lese vytyčeno pět čtverců 2 x 2 m a jeden 3 x 3 m.

Předpoklad pro výběr čtverců bylo zachování co největší homogenity uvnitř každého čtverce a mezi čtverci. Plocha čtverců má sklon do 15°, pokryvnost vegetace dosahuje max. 20 %. Všechny semenáčky uvnitř čtverců byly zaznamenány a změřeny jejich charakteristiky.

### Manipulační pokus

V říjnu 2000 bylo založeno šest pokusných bloků v rozvolněné části smrkového porostu mimo trvalou studijní plochu, aby byla zachována její neporušenost. Bloky byly umístěny: tři po levé a tři po pravé straně (ve vzdálenosti nejméně 5 m) od trvalé plochy. Pro umístění bloků byl hlavní předpoklad otevřené plochy s bylinnou vegetací bez velké vzdálenosti od zapojené hranice lesa, aby byla zachována pravděpodobnost kolonizace čtverců vypadanými semeny na jaře 2001.

Bloky byly umístěné ve svahu, s průměrným sklonem 25°, několik metrů od sebe, v malém rozpětí nadmořské výšky (1350 m n. m.).

Každý blok byl vybrán tak, aby si čtverce uvnitř bloku byly podobné složením vegetace a rovností povrchu. V každém bloku byly vytyčeny tři čtverce velikosti 1 x 1 m. Rozmístění čtverců v bloku ukazuje obrázek v příloze A4.

Ve dvou čtvercích každého bloku byly provedeny dva zásahy: 1. odstranění nadzemní biomasy, opad byl ponechán (STRÍH) a 2. odstranění nadzemní a podzemní biomasy (DRN). Třetí čtverec byl ponechán v původním stavu (KONTROLA).

Příslušné čtverce měly mezi sebou 40 cm mezeru a zásah byl vždy proveden ještě 10 cm za 1 m ohraničení, aby bylo vyloučeno zkreslení díky okrajového efektu. Zásah byl udržován po celou dobu sledování. Čtverce byly vytyčeny pomocí bílé natřených kolíků s provázky.

V každém čtverci byly zaznamenány a označeny všechny nově vyklíčené a starší semenáčky. Mimo čtverce byl také označen a změřen vyklíčený semenáček, vyskytoval-li se ještě v okrajové zóně zásahu. Sledování proběhla začátkem července 2001, začátkem srpna 2001, v polovině září 2001, v polovině května 2002, začátkem července 2002, v polovině srpna 2002 a v polovině října 2002.

Na podzim 2001 byl Kopeckého válečky odebrán z každého čtverce vzorek půdy. Tento vzorek byl po příjezdu zvážen, po té vysušen při teplotě 80° C po dobu 48 hodin a znovu zvážen. Hmotnostní rozdíl byl přepočítán na procenta a představoval procentuální podíl vody v půdě v době odběru – momentální vlhkost.

Ke zjištění případné variability uvnitř nebo mezi bloky byly změřeny ještě některé charakteristiky prostředí, vztahující se k blokům a čtvercům.

Změřena byla: vzdálenost bloku od souvislého smrkového lesa, vzdálenost bloku od bočního rozsáhlejšího zapojeného porostu, sklon čtverců, procento skeletovitosti ve čtvercích s odstraněným drnem na konci sezóny 2002.

Z vystříhaných čtverců byla v říjnu 2000 odebrána biomasa, která byla později rozříděna podle druhů a usušena při teplotě 80° C po dobu 24 hodin (Příloha A.3). Charakter složení vegetace ukazují dva fytoecologické snímky (Příloha: A.2).

### ***Charakteristiky prostředí, stanovištní podmínky***

U každého čtverce (malé čtverce, velké čtverce a manipulační pokus) byly měřeny tyto charakteristiky: nadmořská výška (výškoměr Thommen, Švýcarsko), sklon (Hypsometer Suunto, Finsko), odhad pokryvnosti v procentech (listí, jehličí, holá půda), odhad viditelné skeletovitosti v procentech, odhad vegetační pokryvnosti v procentech, odhad pokryvnosti dominujících rostlin v procentech, odhad pokryvnosti dalších prvků–kůra, šišky, kořeny, větve, zetlelé dřevo atd.. Sousední stromy a skutečnost, že se konkrétní čtverec nacházel ve volném prostoru nezapojených korun byla zaznamenána jako doplňující informace.

### ***Propuštěné sluneční záření stromovým a vegetačním krytem***

U všech přežívajících semenáčků na všech typech čtverců bylo v srpnu 2002 změřeno procento propuštěného slunečního záření korunovým zápojem a přízemní vegetací. Hodnoty byly nasbírány během dvou dnů. Obloha byla zatažena souvislou oblačností (převládalo difusním záření), odfiltrovaly se tak tvrdé stíny, které vznikají za jasného slunečního záření.

K tomuto účelu byly použity dva luxmetry (Metro Blansko). Prvním luxmetrem bylo měřeno dopadající sluneční záření na velké otevřené ploše nad hranicí zapojeného smrkového



porostu (kontrolní hodnoty) a druhým luxmetrem bylo měřeno propuštěné sluneční záření stromovým porostem a vegetačním krytem. Čidlo bylo umístěné těsně nad semenáček nebo položené na semenáček, dovovalo-li to reliéf.

Oba luxmetry odečítaly změřenou hodnotu ve stejnou chvíli, domluva probíhala pomocí zvukového signálu. Každý žijící semenáček byl změřen 10–15 krát, následně byl z nasbíraných hodnot vypočten průměr. Ze zprůměrovaných hodnot byla vypočtena procenta propuštěného slunečního záření pro každý semenáček (metodika doporučena ústně Janem Květem, BU Třeboň).

Nebyl-li na čtverci nalezen žádný semenáček, nebo počet semenáčků nedosahoval 10 jedinců, proběhlo měření v síti 25 bodů ve vzdálenostech po cca 20 cm a tyto naměřené hodnoty byly zprůměrovány na jednu hodnotu.

Pro výpočet průměrného dopadajícího slunečního záření na čtverec byly všechny změřené hodnoty u semenáčků zprůměrovány. Uvedené hodnoty pro čtverce jsou chápány jako orientační informace.

### *Semenáčky v porostu vegetace*

V rozvolněné smrkové části lesa v bylinném porostu s dominantní *Calamagrostis villosa* bylo vyhledáno šest semenáčků smrku, které vyklíčily v sezóně 2001. Každý byl označen kolíkem a dále byl sledován jeho vývoj a přežívání.

Totéž bylo provedeno v porostu s dominantním *Rubus idaeus* a *Senecio ovatus* na otevřené ploše korunového zápoje (ve smíšené části porostu). Sledované semenáčky v tomto porostu byly pouze dva smrky (2001) a dva starší buky, více semenáčků do vzdálenosti 5 m nebylo nalezeno.

### *Klima a hydrometeorologické údaje*

Na doplnění informace o dvou uplynulých letech byla získána některá hydrometeorologická data z blízké meteorologické stanice Chopok a některé údaje ze zařízení pro registraci teplotních a vlhkostních dat (Data Logger Hobo Proseries RH/Temp) ze studijní plochy. Data průměrných měsíčních teplot, měsíčního úhrnu srážek, výška průměrné sněhové pokrývky a měsíční průměr sněhových srážek, jsou uvedené v příloze A.7. Uvedeny jsou i některé dlouhodobé údaje o charakteru místního klimatu (A6).

# 4 Analýza dat

## 4.1 Charakteristika semenáčků

Výsledky týkající se popisu semenáčků, vývoje, mortality a fenologie jsou v této podkapitole popsány pomocí slovního popisu a grafů. Zjištěné charakteristiky dokreslují souhrnné tabulky s primárními daty, které jsou uveřejněny v příloze A1.

## 4.2 Stanovištní podmínky

Gradientová analýza vyjadřuje vztah mezi vegetací a faktory prostředí, který se odráží do rozmístění jednotlivých populací podél kontinuálně se měnícího gradientu (Lepš a kol. 1985).

Semenáčky ze souboru dat pro malé čtverce a dva ležící kmeny byly rozděleny na kategorie podle druhu a stáří: *Picea* (2001), *Picea* starší, *Fagus* (2002), *Fagus* starší, *Sorbus*, *Abies*, a *Acer*. Ostatní semenáčky nebyly zahrnuty do analýzy kvůli malému početnímu zastoupení. Vysvětlované proměnné byly počty semenáčků každé kategorie na všech čtvercích a ležících kmenech v srpnu 2001. Na ležících kmenech byla největší pozornost věnována úseku s největším zastoupením semenáčků. Z tohoto úseku byla vytyčena taková délková část, aby její obsah odpovídal obsahu malého čtverce.

Jako vysvětlující proměnné byly použity změřené faktory prostředí každého čtverce a ležících kmenů (nadmořská výška, sklon, odhad pokryvnosti listového opadu a opadu jehličí (%), odhad viditelné skeletovitosti (%), odhad mechového a bylinného patra (%), odhad pokryvnosti dominujících druhů (%), odhad pokryvnosti dalších prvků – kůra, šišky, kořeny, větve, zetlelé dřevo).

Pro vyhodnocení byly použity tyto analýzy:

- a) Korelace mezi popsányými kategoriemi byla otestována pomocí lineární analýzy PCA (principal component analysis).
- b) Enviromentální data a kategorie byly zpracovány lineární analýzou RDA (redundancy analysis) v programu *Canoco for Windows* (ter Braak a Šmilauer 1998).
- c) Vliv proměnných prostředí na počet vyklíčených semenáčků smrku (2001) v malých čtvercích byl testován pomocí mnohonásobné regrese (dále jen regresní analýza; např. Zar (1984), ze statistického balíku Statistica (6).
- d) Vliv faktorů prostředí na přežívání semenáčků smrku (2001) v malých čtvercích byl analyzován regresní analýzou. Vysvětlovanou proměnnou byl poměr přežívajících semenáčků *Picea* (2001): počet v září 2002 / počet v srpnu 2001. Data byla upravena pomocí arcsinové transformace.

Ostatní kategorie nebyly testovány pro nedostatek dat.

### 4.3 Vliv travinné vegetace – manipulační pokus

1) Počty semenáčků smrku (2001) ze čtverců v manipulačním pokusu byly vyhodnoceny metodou znáhodněných bloků. Počty semenáčků pocházejí z jednotlivých sledování za dvě sezóny. Do statisticky vyhodnoceného souboru byly zahrnuty také semenáčky nacházející se v těsné blízkosti čtverců, vyskytovali-li se ještě v okrajové zóně zásahu.

Semenáčky jiných druhů dřevin a semenáčky smrku vyklíčené z sezóny 2002 do pokusu zahrnuty nebyly.

K vyhodnocení dat byla použita Analýza variance pro opakovaná pozorování (Repeated Measure ANOVA).

Počty semenáčků byly logaritmicky transformované  $\log(x + 0,5)$  pro dosažení normality a homogenity variance dat. Po logaritmické transformaci souhlasí průkaznost mezi faktory s rozdíly v počtech semenáčků, kdežto interakce podmínek mezi konkrétními faktory a časem koresponduje s rozdíly v přežívání semenáčků. Jestliže je přežívání semenáčků nezávislé na zásahu, pak pro počet semenáčků v blocích při dalších měření, platí:

$$N_2 = pN_1$$

kde  $N_1$  a  $N_2$  jsou počty semenáčků v bloku v jednotlivých měřeních a  $p$  je společná pravděpodobnost přežití; pak:

$$\log N_2 = \log p + \log N_1$$

Následkem toho, jestliže je přežití semenáčků nezávislé na zásahu, faktory zásahu a času se sčítají bez jakékoli interakce. Odpovídající interakce podmínek odráží závislost přežití na zásahu (Prach a kol 1996).

2) K vyhodnocení procentuálního podílu momentální vlhkosti v půdě byla použita Analýza variance (ANOVA), kde jako nezávislá proměnná byl „zásah“ ve čtvercích, druhá nezávislá proměnná „bloky“, která byla použita jako proměnná s náhodným efektem.

3) Ke zjištění případné variability mezi bloky byla použita analýza kovariance s mnohonásobným opakováním, kterou byl analyzován vztah početnosti semenáčků při opakovaných sběrech na změřených charakteristikách čtverců (skeletovitost, množství odebrané biomasy atd.). Faktor BLOK nebyl zahrnut.



## 4.4 Prostorové rozmístění

Prostorové rozmístění pro počáteční počty vyklíčených semenáčků smrku (2001) bylo hodnoceno u všech velkých čtverců pomocí analýzy  $K$ -funkce (Cressie 1993).

Pravděpodobně nejčastěji používaným odhadem (Penttinen a kol. 1992, Haase 1995, Šťastná 2000) je:

$$\hat{K}(r) = \frac{A}{n^2} \sum_{i \neq j} w_{ij}^{-1} I_r(u_{ij}).$$

Sčítání probíhá přes všechny uspořádané dvojice různých jedinců, přičemž  $n$  jedinců je rozmístěno v ploše o obsahu  $A$ . Funkce  $I_r(u_{ij})$  nabývá hodnoty 1 pokud je eukleidovská vzdálenost  $u_{ij}$  mezi jedinci  $i$  a  $j$  menší nebo rovna zkoumané prostorové škále  $r$ ,

$I_r(u_{ij}) = 0$ , pokud  $u_{ij} > r$ .

Pro prezentaci a interpretaci výsledků byla  $K$ -funkce transformována na tzv.  $L$ -funkci. Výhodou této transformace je, že střední hodnota  $L$ -funkce je 0, nezávisle na  $r$  (za předpokladu platnosti nulové hypotézy o náhodnosti rozmístění), a také variance jejího odhadu  $\hat{L}(r)$  je pro všechny hodnoty  $r$  přibližně konstantní (Penttinen a kol. 1992).

Kromě velkých čtverců byla tato analýza použita prostorového rozmístění semenáčků *Fagus sylvatica* u dvou malých čtverců ve smíšeném porostu, kde bukový nálet dosahoval počtu nad 20 semenáčků. Pokryvnost vegetace na obou čtvercích byla do 10 %.

U velkého čtverce 3 x 3 m bylo  $K$ -funkcí zhodnoceno i početní zastoupení v srpnu 2002, u ostatních velkých čtverců poklesl počet semenáčků natolik, že jejich prostorová struktura nemohla být vyhodnocena.

Pomocí znakové  $K_{mm}$ -funkce (Pettinen a kol. 1992) bylo ve čtverci 3 x 3 m analyzováno prostorové rozmístění znaku „přežívající jedinec v srpnu 2002“ mezi všemi jedinci z počátečního počtu (srpen 2001). Přesnou definici  $K_{mm}$ -funkce lze nalézt v pracích Pettinen a kol. (1992) a Cressie (1993).

Pouze v jednom velkém čtverci bylo vyšší zastoupení starších semenáčků smrku a proto byl otestován vzájemný vztah mezi kategoriemi *Picea* (2001) a *Picea* starší pomocí  $K_{12}$ -funkce, která analyzuje vzájemné vztahy mezi zvolenými kategoriemi, na které lze usuzovat z jejich vzájemného prostorového rozmístění. Tyto vztahy mohou být pozitivní, negativní nebo neutrální. Při pozitivním vztahu lze předpokládat jistou toleranci, při negativním vztahu jakousi inhibici společného výskytu. Neutrální stav vypovídá o vzájemné nezávislosti a neovlivňování se.

$K_{12}$ -funkce je rozšířená  $K$ -funkce pro případ dvou proměnných, která charakterizuje míru přitažlivosti nebo nesnášenlivosti mezi skupinami. Je definována např. v práci Cressie (1993), přičemž použitý odhad je analogií odhadu  $K$ -funkce. Přesná podoba je uvedena např. v Šťastná (2000).

Program Kanal použitý pro analýzy  $K$ ,  $K_{12}$  a  $K_{mm}$  vytvořil L. Bérec (2000).

# 5 Výsledky

## 5.1 Charakteristika semenáčků

V této pod kapitole jsou slovně uvedeny některé charakteristiky semenáčků *Picea* (2001) a *Fagus* (2002), konkrétně se týkají doby vyklíčení, tvorby přeslenů pravých jehlic, terminálního pupenu, bočních pupenů a případného poškození. V této části je také zmíněn výskyt starších semenáčků a semenáčků vyklíčených v roce 2002 a semenáčků dalších druhů dřevin. Mortalita semenáčků je znázorněna grafem obr. 5.3.

Detailní popis stanovišť malých a velkých čtverců s početním zastoupením semenáčků podle kategorií demonstrují tabulky v příloze: A.1, které doplňují tuto kapitolu.

### *Picea abies*

#### *výskyt semenáčků na ploše*

Nejvíce semenáčků smrku bylo nalezeno v zapojeném i v rozvolněném smrkovém porostu.

Starší semenáčky se v rozvolněném smrkovém porostu vyskytovaly pouze na „ležícím kmeni“, v zapojeném porostu však rostly např. na vyvýšeném povrchu, pod skalním výstupem, ale i pod stromy na vrstvě jehličí bez vegetačního pokryvu.

Ve smíšeném porostu se vyskytovaly pouze na stanovištích bez opadu, např. vývraty, ležící kmeny a skály. V listovém opadu byly nalezeny výjimečně.

Semenáčky (2001) vyklíčily na většině typů stanovišť, několik jedinců i v opadu bukového listí, do roku 2002 však na mnoha stanovištích nepřežily.

#### *Semenáčky Picea abies (2001)*

Klíčení semenáčků probíhalo během celé vegetační sezóny 2001. Názorný průběh početních změn během vegetačních sezón je vidět na obr. 5.6 (kap. 5.3) ve čtvercích z manipulačního pokusu. Protože tento pokus byl založen na konci sezóny 2000, byla první data sebrána již začátkem července 2001. Z tohoto obrázku také plyne, že maximální počet vyklíčených semenáčků nastal v srpnu (2001).

Během prvního měření (srpen 2001) byly nalezeny ještě klíčící semenáčky v několika čtvercích. Např. v malém čtverci „na okraji souvislého lesa“ bylo ve stádiu klíčení ještě 18 % ze všech semenáčků na čtverci. Ještě koncem září klíčilo několik semenáčků, do sezóny 2002 jich však přežilo minimálně. Na klíčení mělo zřejmě příznivý vliv množství srážek spadlých během července (Příloha: A6).

Všechny semenáčky smrku měly prvním rokem vyvinuté děložní jehlice a různě velký terminální pupen. Na konci sezóny 2001 utvořilo jen několik semenáčků první přeslen pravých jehlic. Pět takových jedinců bylo nalezeno v rozvolněném smrkovém porostu, ale jen jeden semenáček v zapojeném smrkovém porostu. Zhruba čtvrtina nalezených semenáčků ve smíšeném porostu měla také vyvinutý přeslen pravých jehlic. Tvorba přeslenu pravých jehlic zřejmě závisí na určitém množství dopadajícího slunečního záření.

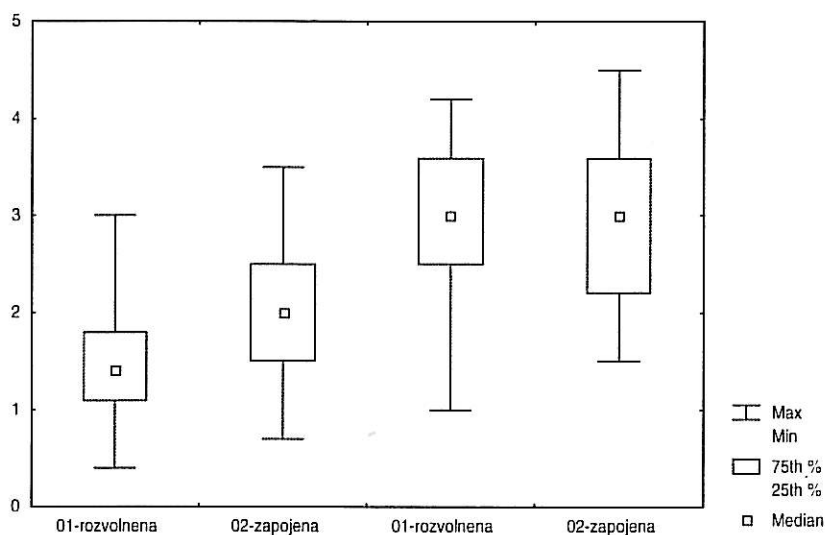
V polovině května 2002 byl terminální pupen u většiny semenáčků zvětšený, případně se již rozvíjel a koncem července byl rozvinutý.

Během sezóny 2002 vytvořilo boční větve jen 5 semenáčků. Z toho 3 semenáčky byly nalezeny na čtverci se strženým drnem z manipulačního pokusu (kap.5.3), dva na „ležícím kmeni“ smrku.

Stadium vývoje semenáčku jistě také souvisí s dobou vyklíčení a vlivem stanovištních podmínek. Nejpriznivější stanovištní podmínky byly zřejmě splněny na ležících kmenech a na jednom čtverci s odstraněným drnem z manipulačního pokusu (kap.5.3), kde se vyskytovalo hned několik jedinců tvořící přesleny pravých jehlic prvním rokem, postraní větve nasadily v druhém roce. Na těchto stanovištích byly zřejmě splněny požadavky dostatečné půdní vlhkosti a množství dopadnutého slunečního záření.

Porovnáme-li smrky (2001) ze všech tří částí plochy, jeví se semenáčky ze zapojeného smrkového porostu mírně zpožděné: tvorbou pravých jehlic a nasazením bočních větví, oproti semenáčkům z rozvolněného smrkového porostu a smíšené části lesa. Zřejmě to souvisí s množstvím propuštěného světla porostem.

Naopak semenáčky v zapojené části průměrně dosahovaly vyšších výšek v srpnu 2001 (obr.5.1) než semenáčky z rozvolněné části. V sezóně 2002 se výšky semenáčků z obou částí vyrovnávají.



Obrázek 5.1: Box graf výšek semenáčků smrku (2001) v srpnu 2001 a v září 2002, v rozvolněném a zapojeném smrkovém porostu. Čas měření: 01= v říjnu 2001, 02= v září 2002.

V roce 2002 vyklíčily ve všech čtvercích na trvalé ploše jen 4 nové semenáčky (2 na „ležících kmenech“, 2 ve čtvercích se strženým drnem v manipulačním pokusu). Může se jednat o semena z loňského roku, nemající v roce 2001 příhodné podmínky pro vyklíčení, nebo o semena pocházející z letošního náletu. Semenná banka v půdě však není zřejmě vytvořená.

#### Nalezené semenáčky v zapojeném travinném porostu

V srpnu 2001 bylo vyhledáno a označeno 6 semenáčků smrku (2001) v bylinné vegetaci s dominantní *C. villosa* v rozvolněném smrkovém porostu, (semenáčky se velikostně ani



vzhledově nelišily od jiných semenáčků ). Další měsíce byl sledován jejich vývoj. V květnu 2002 již nebyl nalezen žádný semenáček. Semenáčky *Picea abies* mohou vyklíčit v travinném porostu *C. villosa*, ale jejich vývoj je brzy ukončen nepříznivými podmínkami.

### Semenáčky buku (*Fagus sylvatica*)

Semenáčky buku se byly nejpočetněji zastoupeny na malých čtvercích „v podrostu smíšeného lesa“ s vrstvou listového opadu, kde převažovaly svým zastoupením nad dalšími druhy.

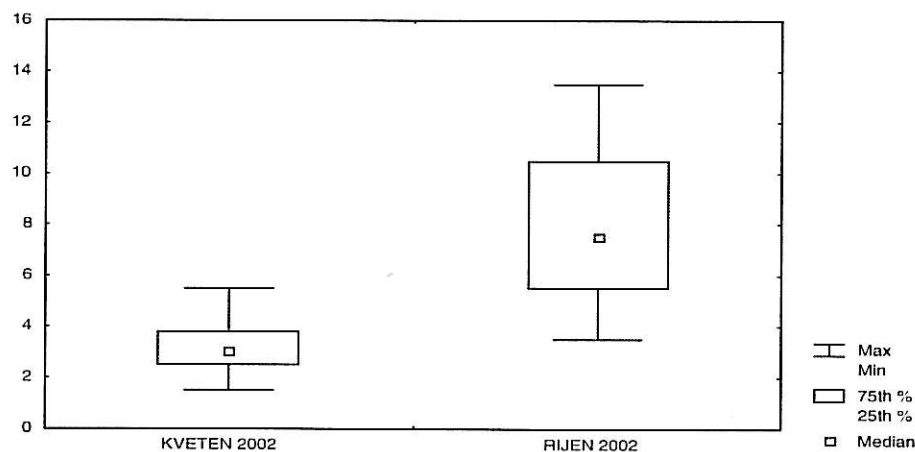
Naopak minimálně se semenáčky buku vyskytovaly ve smrkové části lesa a to vždy jen poblíž dospělých stromů. V malém počtu byly nalezeny i na stanovištích bez opadu (vývrat, skála), pouze jeden semenáček vyklíčil na ležícím kmeni.

### Semenáčky *Fagus sylvatica*(2002)

Nově vyklíčených semenáčků buku v roce 2002 bylo celkově méně než smrkových semenáčků v roce 2001. Semena vyklíčila poměrně brzy, v polovině května již měla většina semenáčků dva děložní listy a terminální pupen, ale některé teprve klíčily. Všechny semenáčky se vyvíjely v přibližně stejném časovém rozmezí. Začátkem července již vyrostly první pravé listy, během srpna opadávaly děložní listy a stonek dřevnatěl a rostl se do výšky. Později, v průběhu sezóny, se začaly podobat starším semenáčkům. Za první sezónu vytvořily maximálně dva pravé listy.

V srpnu a v září nevyklíčil žádný nový semenáček.

Do konce sezóny 2002 přežilo 50–80 % vyklíčených semenáčků buku.



Obrázek 5.2: Box graf výšek semenáčků buku (2002) v sezóně 2002.

### **Ležící kmeny: smrk a buk**

Zde je popsána stručná charakteristika ležících kmenů, které se přece jen odlišovaly svou strukturou od všech studijních čtverců.

Porovnáme-li rozmístění semenáčků na obou ležících kmenech, můžeme konstatovat, že pro vyklíčení není žádná strana kmene příznivější. Obě měly poměrně podobné početní zastoupení semenáčků (u smrku po a proti svahu, u buku východní a západní strana). Nejméně semenáčků vyklíčilo na středu kmene.

Počet přežívajících semenáčků na konci sezóny 2002 se mírně lišil na ležícím kmeni smrku, kde na straně po svahu dolů přežilo 85 % a na protilehlé 75 %. Na ležícím buku přežil přibližně stejný procentuální podíl semenáčků z původního počtu.

Vzdálenosti semenáčků od středu kmene byly variabilní, nejvíce přežívajících semenáčků však rostlo ve vzdálenostech 5 – 15 cm na ležícím smrku (průměr 35 cm) a 4 – 20 cm na ležícím buku (průměr kmene 60 cm).

Podíváme se na některé části kmene s největším zastoupením semenáčků.

Na ležícím smrku vyklíčilo nejvíce semenáčků v nejrozloženější části kmene, kde se vlhké dřevo rozpadá. Místy je tento úsek porostlý vegetací a mechem. Tato část smrku je zastíněná stojícím stromem. V těsné blízkosti roste vlhkomilná vegetace, např. *Athyrium distentifolium* a *Luzula sylvatica*. V této části také přežilo nejvíce semenáčků do roku 2002. Početné zastoupení semenáčků (2001) bylo i v části, kde je kmen nahnílý, zastíněný a mírně porostlý vegetací. Starší semenáčky byly nejpočetněji zastoupené v nahnilé nezastíněné části, která je porostlá *Calamagrostis villosa* (včetně opadu). Starší semenáčky tam zřejmě přežily z doby, kdy *Calamagrostis villosa* neporůstala ležící kmen v takové míře jako dnes.

U ležícího buku se žádná část kmene výrazně neodlišuje. Nejvíce semenáčků vyklíčilo v prvních deseti metrech od kořenové báze. V této části se kmen nachází částečně nad povrchem, je nahnílý, bez vegetačního porostu a mírně rozpadlý ve spodní části. Na tomto úseku též přežilo nejvíce semenáčků (2001) do roku 2002. Starší semenáčky byly také nejpočetněji zastoupené v této části.

#### *Nalezené semenáčky v zapojeném porostu *Rubus idaeus* a *Senecio ovatus**

V hustém porostu *Rubus idaeus* a *Senecio ovatus* ve smíšeném porostu byly nalezeny dva vyklíčené semenáčky smrku (2001) a dva semenáčky buku (u kterých nebylo možné určit přesné stáří). V květnu 2002 byly nalezeny oba semenáčky buku a na konci sezóny 2002 byl nalezen pouze jeden. Hustý vegetační porost byl svým zapojením natolik nepříznivý, aby v něm semenáčky přežily.

#### **Semenáčky ostatních dřevin**

V zapojeném a rozvolněném porostu horní části plochy se vyskytovaly v některých čtvercích semenáčky jeřábu *Sorbus aucuparia*. Ve smíšené části byly jeřáby nalezeny jen na skalních výstupech. Největší početní zastoupení jeřábu bylo však na velkých čtvercích v zapojené části smrkového porostu. Většinou se vyskytoval ve skupině několika jedinců, doprovázel svým výskytem semenáčky smrku a často se též šířil kořenovými výmladky.

Převážně v dolní části plochy ve smíšeném porostu bylo nalezeno několik semenáčků jedle *Abies alba*. Jedle byla nejhojněji zastoupená ve smíšeném porostu, ale vyskytla se i na hranici souvislého smrkového lesa, kde vyklíčila v roce 2002 ve dvou čtvercích.

Početní zastoupení jedle však nedosahovalo velkého počtu (1-2 jedinci na čtverci). Její nález byl většinou podmíněn výskytem dospělých jedlí do několika metrů.

Semenáčky javoru (*Acer pseudoplatanus*) byly nalezeny pouze v dolní části smíšeného lesa v malých čtvercích a pak v jednom velkém čtverci ve smrkové zapojené části. Tak jako u jedle, jednalo se pouze o pár jedinců a proto nebyly více hodnoceny.

### **Poškození semenáčků**

Poškození semenáčků bylo v obou letech minimální (pouze 3 % ze všech). Poškozen byl nejčastěji přeslen děložních a pravých jehlic okusem (ve většině případů semenáčky přežily), nebo měly zlomenou osu, což znamenalo zánik.

U několika nalezených starších jedinců smrku chyběl terminální pupen a jeho funkci převzala postranní větev.

Poškození semenáčků buku bylo minimální, některé starší semenáčky měly mírně poškozené listy okusem hmyzu. U několika semenáčků *Fagus* (2002) byla zaznamenána ztráta terminálního vrcholu, která však byla v blízké době nahrazena dvěma bočními pupeny (obr. Příloha A5).

### **Mortalita a přežívání semenáčků v průběhu vegetační sezóny 2001 a 2002**

Počty semenáčků byly sledovány na všech stanovištích ve všech typech čtverců a na obou ležících kmenech.

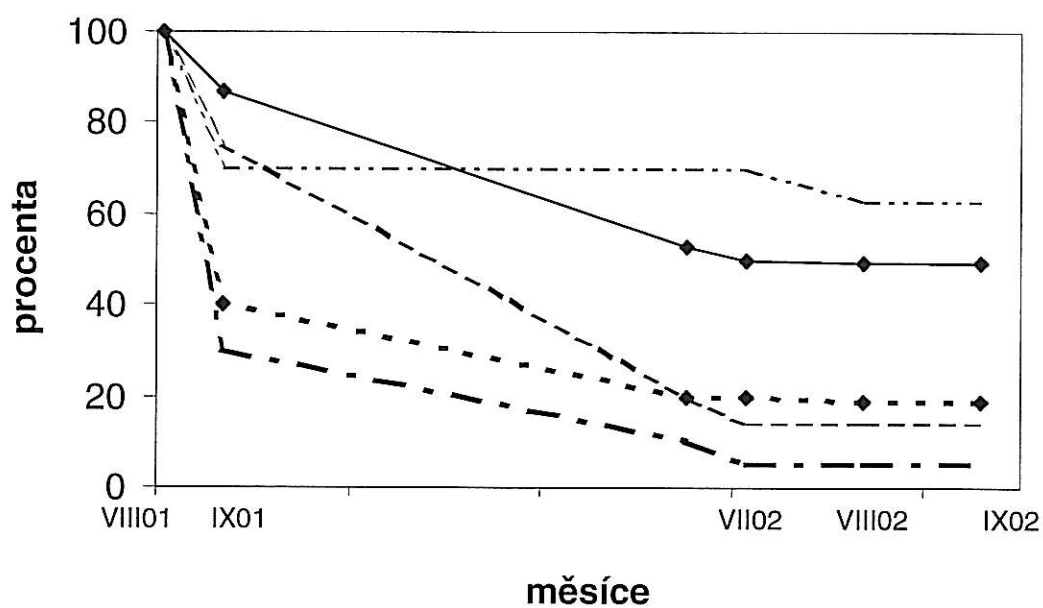
Obrázek 5.3 ukazuje pokles zastoupení semenáčků smrku (2001) v procentech v průběhu sezón 2001/2002, kde „zapojený smrkový porost s vegetací“ zahrnuje semenáčky z malých čtverců nacházející se v tomto typu porostu, „rozvolněný smrkový porost“ semenáčky z malých čtverců a z manipulačního pokusu. „Zapojený smrkový porost bez vegetace“ zahrnuje semenáčky z velkých čtverců. Smrkové semenáčky ze smíšeného porostu nebyly pro svůj malý počet zahrnuty.

V září 2001 došlo k výraznému početnímu snížení u semenáčků v zapojeném smrkovém porostu bez bylinné vegetace a ve čtvercích v rozvolněném smrkovém porostu. V ostatních typech stanovišť poklesl počet semenáčků na 70–90 %.

Po zimním období v polovině května 2002 bylo zaznamenáno výrazné snížení počtu semenáčků v zapojeném porostu s vegetací (až na 20 % z původního počtu). Na ležících kmenech smrku i buku poklesl počet na 50–70 % z původního počtu a v průběhu sezóny se výrazněji nezměnil. Počet semenáčků v zapojeném smrkovém porostu bez vegetace a na ležícím buku v průběhu sezóny poklesl až na 5 % z původního počtu. Další výraznější snížení početnosti již během sezóny 2002 nenastalo.

Do změny početního zastoupení se zřejmě promítají vlhkostní a teplotní poměry stanoviště.

Vymírání starších semenáčků smrku a dalších dřevin nebylo během sezón tak výrazné, dokumentují to souhrnné tabulku v příloze A.1.



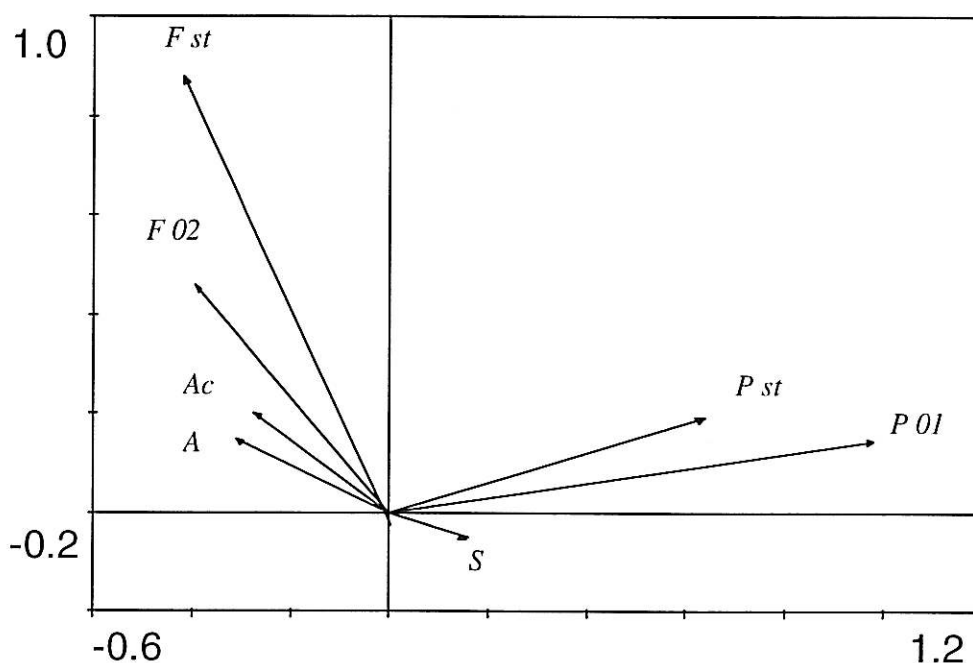
Obrázek 5.3: Vymírání semenáčků *Picea abies* (2001) v čase na vybraných typech stanovišť. Zastoupení semenáčků je uvedeno v procentech.

Vysvětlivky (v závorkách jsou uvedeny počty semenáčků z původního počtu): nepřerušená čára–ležící smrk (75); střídavá (dlouhé čáry)–zapojený smrkový p. s přízemní vegetací (165); střídavá (krátké čáry)–rozvolněný smrkový p.(100); čerchovaná (jeden bod)–zapojený smrkový p. bez přízemní vegetace (459), čerchovaná (dva body)–ležící buk (32).



## 5.2 Stanovištní podmínky

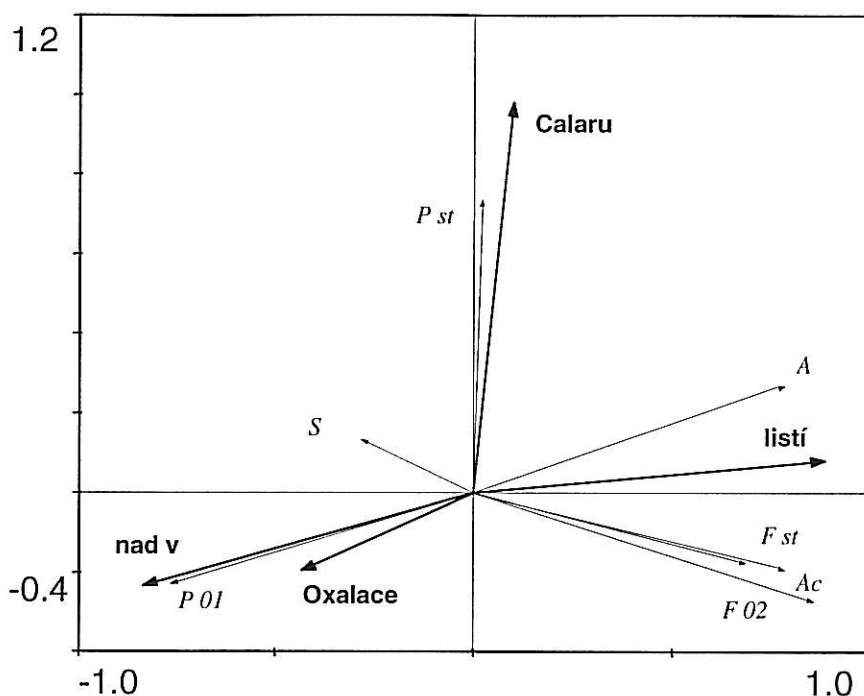
a) Obrázek 5.4 ukazuje vzájemné korelace jednotlivých kategorií semenáčků. Semenáčky kategorií *Fagus* starší, *Fagus* z roku 2002, *Acer* a *Abies* jsou spolu vzájemně korelovány. Na studijní ploše se vyskytovaly tyto kategorie z velké části ve smíšené části lesa. Druhou hlavní skupinu tvoří kategorie *Picea* starší a *Picea* z roku 2001, které nejčastěji rostly ve smrkové části plochy. S druhou skupinou je korelována kategorie *Sorbus*, též rostoucí ve smrkové části lesa.



Obrázek 5. 4: Výsledky analýzy PCA. Druhy byly rozděleny do kategorií podle druhu a stáří.  
kategorie: A=*Abies alba*, Ac=*Acer pseudoplatanus*, S=*Sorbus aucuparia*, P st=*Picea abies* starší,  
F st = *Fagus sylvatica* starší, P 01 = *Picea* z roku 2001, F 02 = *Fagus* z roku 2002.

Tabulka 5.1: Výsledky z analýzy PCA.

Osy:	1	2	3	4	Total var.
Charakteristické číslo:	0,664	0,228	0,093	0,008	1,000
Kumulativní procentuální variance kategoriálních dat:	66,4	89,3	98,5	99,4	
Suma všech charakteristických čísel:					1,000



Obrázek 5.5: Výsledek analýzy RDA. Druhy dřevin jsou rozdělené do stejných kategorií jako u obr. 5.4.. Charakteristiky prostředí jsou pokryvnosti *Oxalis acetosella* (Oxalace), *Calamagrostis arundinacea* (Calaru), listí a nadmořská výška.

Tabulka 5.2: Výstup z analýzy RDA.

Osy	1	2	3	4	Total var.
Charakteristické číslo:	0,473	0,128	0,0770	0,006	1,000
Korelace kategorie-prostředí:	0,922	0,818	0,690	0,376	
Kumulativní procentuální variance kategoriálních dat:	47,3	60,1	67,8	68,3	
Kumulativní procentuální variance vztahu kategorie-prostředí	69,2	87,9	99,1	100	
Suma všech charakteristických čísel					1,000
Suma všech kanonických charakteristických čísel					0,683

Test významnosti všech kanonických os: 0,683

$$F = 9,176$$

$$P = 0,001$$

b) V analýze RDA byly pomocí postupu „forward selection“ vybrány proměnné: pokryvnosti – listí, *Calamagrostis arundinacea*, *Oxalis acetosella* a nadmořská výška (obr. 5.5).

Kategorie „*Picea* starší“ je pozitivně korelována s pokryvností *Calamagrostis arundinacea*, která porůstala světliny. Neznamená to, že by semenáčky rostly přímo v trsu *Calamagrostis*, ale ta se často vyskytovala v blízkosti semenáčků na čtverci. Její trsy navíc byly rozvolněné a s mezerami.

Semenáčky *Picea* 2001, jsou pozitivně korelovány se stoupající nadmořskou výškou. Nejvíce jich vyklíčilo v horní části plochy. *Picea* 2001 je také výrazně korelována s výskytem *Oxalis acetosella*, který rostl nejčastěji ve světlínách ve smrkové zapojené části plochy.

*Abies*, *Fagus* starší, *Fagus* 02, *Acer* jsou negativně korelované s proměnnou „nadmořská výška“, vyskytují se nejvíce v dolní části studijní plochy a pozitivní vztah mají ke stoupající pokryvnosti opadaného listí. Pokryvnost opadaného listí byla nejvyšší v dolní smíšené části plochy.

*Abies*, se vůbec nevyskytovala v malých čtvercích ve smrkovém porostu horní části plochy, nalezena byla pouze na čtvercích ve smíšeném lese. Na obrázku 5.5 negativně koreluje s nadmořskou výškou. Neznamená to ale, že by se ve smrkové části vůbec nevyskytovala (viz např. kap.5.3 a Příloha: A.1).

*Sorbus* je negativně korelován s kategoriemi *Fagus*, *Acer* a *Abies*. V malých čtvercích se s nimi nevyskytoval. nejvíce semenáčků bylo zaznamenáno ve smrkovém rozvolněném a zapojeném porostu.

c) Regresní analýza počátečního počtu semenáčků smrku (2001) v malých čtvercích na proměnných prostředí (nadmořská výška, sklon, propuštěné světlo (%), pokryvnosti jehličí, listí, skeletovitosti, vegetačního pokryvu) nepřinesla průkazné závislosti. Tento výsledek neumožňuje zamítnout hypotézu, že na klíčení semenáčků nemají vliv naměřené faktory prostředí.

d) Poměry přežívajících semenáčků smrku (2001) v malých čtvercích byly otestovány pomocí regresní analýzy v závislosti na proměnných prostředí, které jsou uvedeny v odstavci c).

Na přežívání semenáčků (2001) v malých čtvercích má pozitivní vliv pokryvnost mechu a procento propuštěného světla, negativní vliv pokryvnost skeletu a pokryvnost listí (tab. 5.3). Tyto proměnné byly vybrány z regresního modelu pomocí postupu „forward selection“.

Tabulka 5.3: Mnohonásobná regresní analýza poměrů přežívajících semenáčků smrku (2001) v závislosti na proměnných prostředí.

	BETA	St. Err. of BETA	t(16)	p-level
Intercept			0,92286	0,369788
<b>pokryvnost mechu</b>	<b>0,82445</b>	<b>0,094067</b>	<b>8,78571</b>	<b>0,00000</b>
<b>pokryvnost skeletu</b>	<b>- 0,422371</b>	<b>0,092360</b>	<b>- 4,57312</b>	<b>0,000313</b>
<b>propuštěné světlo</b>	<b>0,277803</b>	<b>0,091713</b>	<b>3,02903</b>	<b>0,007981</b>
<b>pokryvnost listí</b>	<b>- 0,200834</b>	<b>0,091713</b>	<b>- 2,36691</b>	<b>0,030884</b>

R = 0,94798483  
F(4,16) = 35,477

$R_c = 0,89867524$   
p < 0,00000

upravené  $R_c = 0,87334405$

### 5.3 Vliv travinné vegetace – manipulační pokus

V manipulačním pokusu bylo pracováno s bloky, které obsahovaly čtverce (1 x 1 m). Čtverce v blocích byly nazvány podle typu zásahu: DRN–čtverce s odstraněnou nadzemí i podzemní biomasou, STŘIH–čtverce s odstraněnou nadzemní biomasou a ponechaným opadem, KONTROLA–čtverce bez zásahu.

Porovnáme-li počet vyklíčených semenáčků smrku (2001), uvnitř bloku, tak v pěti případech vyklíčilo nejvíc semenáčků na čtvercích DRN. Toto neplatilo pro jeden blok, kde vyklíčilo nejvíce semenáčků na čtverci KONTROLA, ale tento blok se odlišoval i dalšími charakteristikami od ostatních bloků (viz dále).

Čtverec KONTROLA zůstal, kromě jednoho bloku, u všech bloků po obě sezóny prázdný.

U všech bloků vyklíčil menší počet semenáčků na čtverci STŘIH než ve čtverci DRN.

V dalších měsících je u všech čtverců patrné vymírání a snižování původního počtu (obr. 5.6). Na konci sezóny 2002 přežilo nejvíce semenáčků na čtvercích DRN ve všech blocích.

V roce 2002 vyklíčily pouze 4 nové semenáčky a to jen na třech čtvercích DRN, jeden semenáček byl druhu *Abies alba*.

Pouze jeden blok se odlišoval svým druhovým složením vegetace a menším množstvím nadzemní biomasy od ostatních bloků. V tomto bloku obsahoval čtverec KONTROLA kromě semenáčků *Picea* vyklíčených v 2001 i starší semenáček *Fagus sylvatica* a tři starší semenáčky *Sorbus aucuparia*. Tento blok obsahoval nejvíce vyklíčených semenáčků na čtverci KONTROLA. Žádné další bloky neobsahovaly jakékoli semenáčky na čtverci KONTROLA.

V jednom z bloků umístěných v blízkosti zapojeného lesa na čtverci DRN byly zřejmě velice příznivé podmínky, neboť v něm byla nízká úmrtnost a 3 semenáčky vytvořily v sezóně 2002 postraní větve.

Podle prostorového rozmístění semenáčků ve čtvercích nelze říci, že by semenáčky preferovaly některé části čtverce víc než jiné, např. okraje, které jsou částečně zastíněné a ochráněné vegetací. Několik semenáčků vyklíčilo a přežilo mimo vytyčený čtverec v jeho okrajové zóně.

Po porovnání všech čtverců není možné říci, že by prostorové rozmístění ve vybraných částech čtverce souviselo s pravděpodobností přežití. Rozmístění většiny semenáčků ve čtverci vypadalo na náhodné až pravidelné.

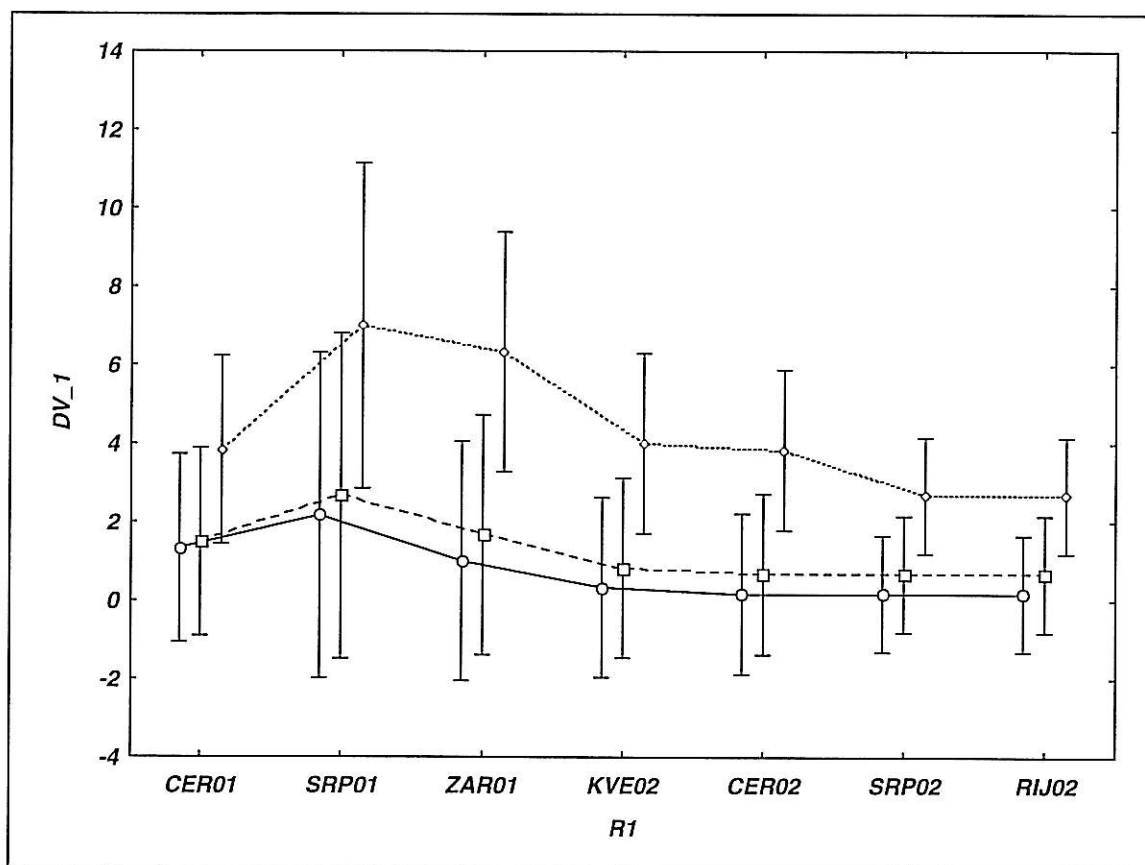
#### 1) Analýza variance s mnohonásobným opakováním pro počty semenáčků smrku v blocích (čtverce se zásahy STŘIH, DRN a KONTROLA)

Tabulka 5.4: Analýza variance s mnohonásobným opakováním, znáhodněné bloky. Použita byla logaritmická transformace dat.

faktory: 1–BLOK, 2–ZÁSAH, 3–ČAS

	df	MS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Error	Error		
1	5	10,11483	0	0,000000		
2	2	32,85770	10	5,201910	6,31647	0,016838
3	6	17,17117	30	0,826684	20,77114	0,000000
12	10	5,20191	0	0,000000		
13	30	0,82668				
23	12	1,89639	60	0,685046	2,76827	0,004641
123	60	0,68505				





Obrázek 5.6: Graf ukazuje průběh změny početnosti semenáčků v čase na jednotlivých čtvercích se zásahy K–kontrola (plná čára), S–sřih (čárkovaná čára), D–drn (tečkovaná čára). Vertikální osy ukazují 95 % rozpětí konfidenčního intervalu. (Počty semenáčků na obrázku jsou uvedeny bez logaritmické transformace.)

Analýza variance (tab. 5.4) ukázala, že početnost semenáčků byla významně ovlivněna zásahem ( $p < 0,0168$ ). Průkazně také vyšel faktor čas ( $p \leq 0,001$ ), během pozorovacího období se měnily počty semenáčků. Průběh změn počtů semenáčků na čtvercích během sledované doby ( $p \leq 0,005$ ) ukazuje obrázek 5.6. Z obrázku je vidět, že v červenci 2001 nebyly ještě všechny semenáčky vyklíčené. Maximální početnosti semenáčků dosahovaly všechny čtverce v srpnu 2001, potom dochází k postupnému snižování počtu. Po zimním období došlo k výraznějšímu snížení, které je nejvíce patrné z křivky pro čtverce DRN. K dalšímu méně výraznému vymírání dochází v průběhu vegetační sezóny 2002.

## 2) Porovnání momentální vlhkosti ve čtvercích (DRN, STŘIH, KONTROLA) uvnitř a mezi bloky

Tabulka 5.5: Analýza variance pro znáhodněné bloky, momentální vlhkost.  
faktory: 1-ZÁSAH, 2-BLOK

	df	MS	df	MS	F	p
	Effect	Effect	Error	Error		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>967,4868</b>	<b>10</b>	<b>100,9230</b>	<b>9,586385</b>	<b>0,004733</b>
2	5	247,3226	0	0,000000		
12	10	100,9230	0	0,000000		

V analýze variance (tab. 5.5) pro znáhodněné bloky, vyšla průkazně závislost momentální vlhkosti na zásahu ( $p < 0,005$ ).

Největší momentální vlhkost byla změřena ve čtvercích KONTROLA (34–75 %, průměr 57 %), nejmenší ve čtvercích DRN (26–41%, průměr 33 %). Čtverec STŘIH se obsahem momentální vlhkosti v půdě blížil KONTROLE (30–66 %, průměrně 51 %). Na zadržování vody v půdě má zřejmě největší vliv nerozložená biomasa.

## 3) Variabilita mezi bloky

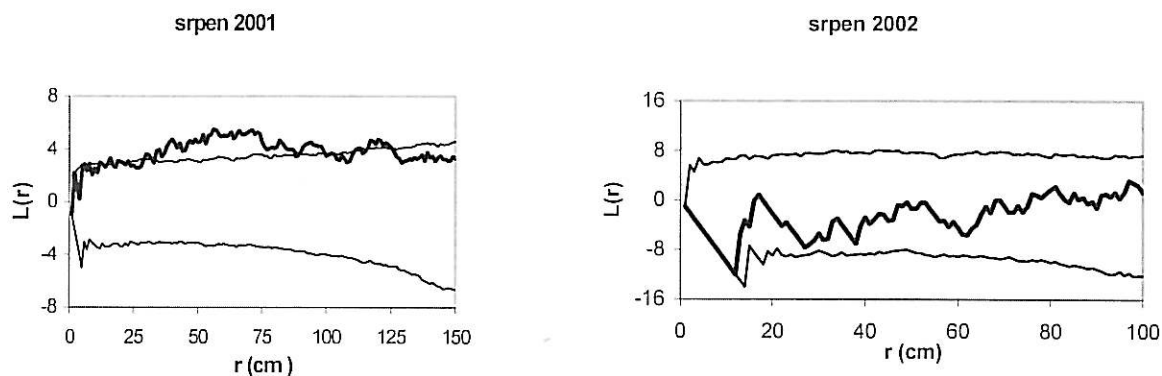
Analýzy variance s mnohonásobným opakováním testující vztah počtů semenáčků při opakovaných sběrech na změřených charakteristikách prostředí (vzdálenost bloku od souvislého smrkového lesa, vzdálenost bloku od bočního rozsáhlejšího zapojeného porostu, sklon čtverců, procento skeletovitosti), vyšly ve všech případech neprůkazně. Faktor BLOK nebyl zahrnut.

## 5.4 Prostorové rozmístění

Prostorové rozmístění vyklíčených semenáčků smrku (2001) v srpnu 2001 ve velkých čtvercích demonstrují grafy  $L$ -funkce na obrázku 5.8. Ze všech grafů vyplývá, že vyklíčené semenáčky jsou rozmístěny náhodně na všech prostorových škálách, pouze ve „čtverci 4“ jsou na 20–40 cm škále pravidelně rozmístěné.

Jak je zřejmé z obr. 5.3, v květnu 2002 byl zaznamenán výrazný pokles počtu semenáčků. Na velkých čtvercích zůstalo kolem 2–5 % z původního počtu, což je nedostatečné množství použitelné pro statistické zpracování. Prostorové rozmístění bylo analyzováno základním typem  $L$ -funkce.

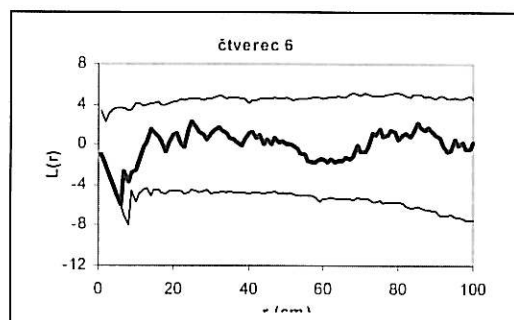
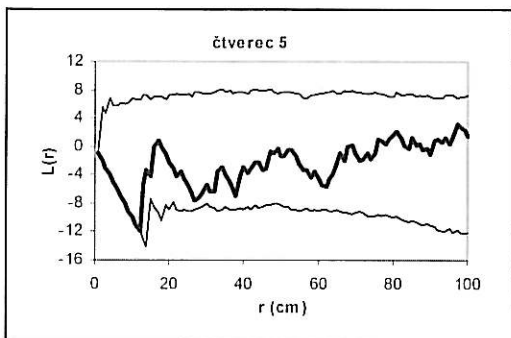
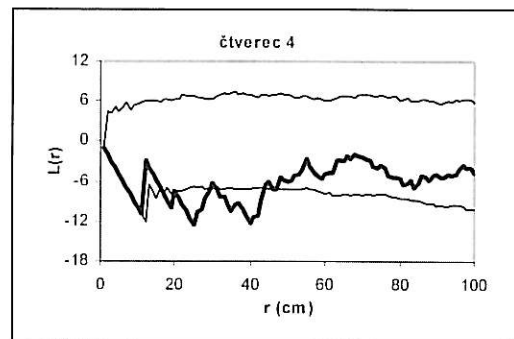
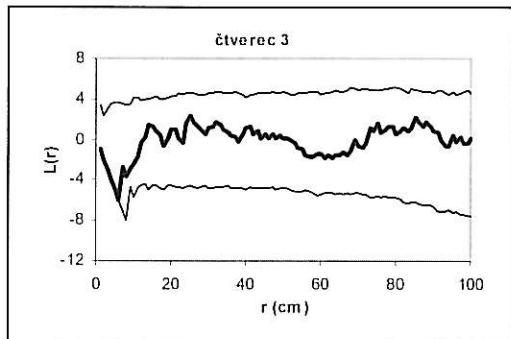
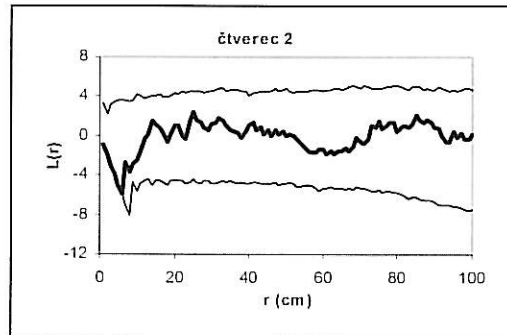
Rozmístění semenáčků v srpnu 2001 a v srpnu 2002 bylo analyzováno pouze u čtverce 3 x 3 m (obr. 5.7) ve kterém přežilo 10 % semenáčků. Hypotéza o náhodném rozmístění charakteristiky „přežívající semenáček“ (zbylé semenáčky v srpnu 2002) mezi všemi semenáčky počátečního stavu (srpen v 2001) otestována pomocí  $L_{mm}$ -funkce nemohla být zamítnuta. Výsledné náhodné rozmístění semenáčků je zapříčiněno značným snížením počtu semenáčků. (Výsledný obrázek



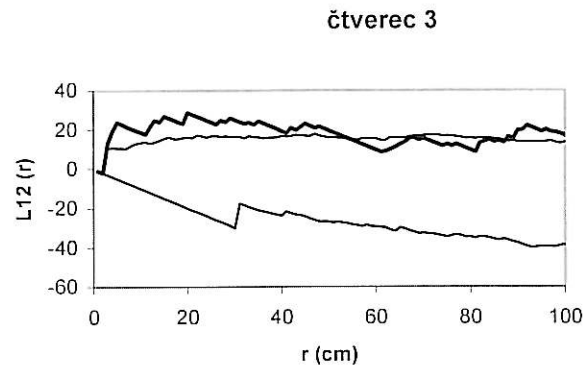
Obrázek 5.7:  $L$ -funkce semenáčků smrku (2001) ve čtverci 3 x 3 m.

Shlukovité uspořádání na obrázku vlevo je ovlivněno stojícím stromem (50 cm průměr) uprostřed čtverce. Semenáčky přežívající v srpnu 2002 jsou znázorněny na grafu vpravo. Z původního mírně shlukovitěho uspořádání semenáčků je po výrazném snížení počtu (na 10 %) v srpnu 2002 rozmístění semenáčků náhodné na všech délkových škálách.

Obrázek 5.8: prostorové rozmístění semenáčků smrku (2001) ve velkých čtvercích (2 x 2m), srpen 2001.







Obrázek 5.9:  $L_{12}$ -funkce prostorového rozmístění semenáčků smrku (2001) a starších semenáčků smrku.

Obrázek 5.9 demonstruje vztah starších semenáčků smrku a semenáčků smrku (2001). Pouze na jednom velkém čtverci bylo vyšší zastoupení starších semenáčků smrku (Příloha: A1), než ve zbylých velkých čtvercích. Podle vzájemného rozmístění se tento vztah jeví jako pozitivní na prostorové škále do 50 cm.

(s k á l a)



## 6. Diskuse

Přirozený lesní porost je svou strukturou mozaika různě velkých stejnověkových stanovišť, které se postupně vyvíjejí v čase (Pakham a kol. 1992). Stromy a keře se během vývoje doplňují procesem probíhající regenerace ze semen, kořenových a pahýlových výhonků (Peterken 1996). K tomu je však nutné splnění několika podmínek. Pro úspěšné vyklíčení musí být semena životaschopná (Malcolm a kol. 2001) a stanoviště by měla vytvářet svým komplexem faktorů vhodné podmínky pro vyklíčení a přežívání semenáčků. V prvé řadě tento proces ovlivňují faktory prostředí jako je teplota, dostupnost vody, provzdušnění, fyzikální struktura substrátu a stav živin v půdě (Driessche 1991).

### *Picea abies*

Na jaře 2001, po semenném roce, se objevilo velké množství vyklíčených semenáčků smrku na celé studijní ploše. Největší počet vyklíčených semenáčků se však vyskytoval v zapojené smrkové části. Pod korunovým zápojem je trvalejší dostupnost vody a menší riziko poškození mrazem (Nilsson a kol. 2002, Langvall a Löfvenius 2001). Zapojený smrkový porost také představuje největší zdroj diaspor.

Podle nálezů ze sezóny 2001 vyklíčily semenáčky na rozmanitých typech stanovišť, na místech bez vegetačního porostu, ale i v relativně hustě zapojené vegetaci. Na mozaikovitě rozptýlení vegetace v podrostu má vliv intenzita zastínění a rychlost dekompozičního obratu jehličí (Diaci 2002).

Semenáčky smrku byly na studijní ploše nalezeny i v hustě zapojeném porostu tvořeném např. *Vaccinium myrtillus*, *Adenostyles alliariae*. Nalezeny byly též v podrostu *Rubus fruticosus* agg. a *Rubus idaeus* které dominují v největší světlině na studijní ploše. Několik jedinců bylo schopno vyklíčit i v zapojeném travinném porostu s dominující *Calamagrostis villosa*. Zřejmě byly teplotní a vlhkostní podmínky začátkem a v průběhu sezóny velmi příznivé pro klíčení semenáčků.

Vliv světla na klíčení semenáčků je pravděpodobně minimální (Duncan 1954, Patten 1963), ale záření sekundárně ovlivňuje půdu, okolní teplotu a s tím související dostupnost vlhkosti pro úspěšné vyklíčení semenáčků.

V pozdějších stádiích vývoje se však u starších semenáčků zvyšují nároky na světlo, které se může později stát limitujícím faktorem (Malcolm a kol. 2001, Langvall a kol., Thevathasan a kol. 1999, Langvall a Löfvenius 2001, Polanský 1955, Oliver a Larson 1990 a další). Také na trvalé ploše semenáčky v hustě zapojených porostech většinou nepřežily déle než jednu sezónu.

Diaci (2001) studující lesní obnovu ve Slovinských Alpách zjišťuje příznivé stanovištní podmínky pro klíčení a vývoj semenáčků *Picea abies* a dalších druhů dřevin. Podrobněji si všímá vlivu vegetačního krytu na počty semenáčků. Uvádí, že poměrně méně zmlazujících semenáčků smrku bylo nalezeno ve starých světlinách se zapojeným vegetačním pokryvem. K negativnímu vlivu okolní vegetace došli i další autoři experimentálními metodami. Např. Thevathasan a kol. (1999), analyzovali zásobu půdního dusíku v různých hustotách vegetace a zjišťovali vliv několika hladin N v půdě na vývoj semenáčků *Picea mariana*. Došli k závěru, že semenáčky byly nejvyvinutější tam, kde vegetace dosahovala nejnižší hustoty, což zřejmě souvisí i s dostatečným příjmem vody, o kterou bylo nutno kompetovat v hustém vegetačním zápoji.

Diaci (2001) ve své práci ale dále dochází k závěru, že mírná přízemní vegetační hustota může být i příznivá pro regeneraci jehličnanů, které jsou schopné získat maximum z přímé

radiace brzy zjara a v pozdním podzimu, kdy přízemní vegetace není ještě plně vyvinuta, nebo již je rozložena.

Úspěšnost přežívání semenáčků v zapojeném porostu tedy zřejmě hlavně závisí na hustotě okolní vegetace, protože i na studijní ploše bylo nalezeno několik starších semenáčků v hustém porostu, např. *Rubus fruticosus* agg. nebo *Vaccinium myrtillus*. Zřejmě tento vegetační porost nebyl natolik zapojený, aby se v něm semenáčky nemohly přežívat. Uchytily se také asi v době, kdy okolní vegetace nedosahovala takové hustoty.

O vhodnosti podmínek konkrétního stanoviště velmi dobře vypovídá případný výskyt starších semenáčků.

Podíváme-li se však blíže na rostlinné druhy, které rostly společně nebo v blízkosti semenáčků smrku, tak to byl určitě *Oxalis acetosella*, který byl přítomen na mnoha stanovištích, kde se vyskytovaly především nově vyklíčené semenáčky smrku. *Oxalis acetosella* roste obvykle na vlhkých zastíněných a humózních místech (Futák a kol. 1982), tedy na místech vhodných i pro vyklíčení semenáčků. Ve své práci si tohoto vztahu již všimnul Klika (1940), který k regeneraci smrku v horských podmínkách uvádí, že smrk dobře zmlazuje ve šřavelovém porostu, ale z velmi početného náletu příštím rokem zůstává málo.

Přítomnost druhu *Calamagrostis arundinacea* byla v této práci pozitivně korelována s výskytem starších semenáčků smrku. Neznamená to však, že by semenáčky musely růst přímo v porostu *C. arundinacea*. *C. arundinacea* se totiž vyskytovala často v blízkosti starších semenáčků, netvořila hustě zapojené porosty, spíše roztroušeně porůstala světliny nebo vývraty. Trsy *C. arundinacea* byly místy velmi rozvolněné a umožňovaly případný růst semenáčků.

Kromě již zmiňovaného zapojeného smrkového porostu a světlin vyklíčily semenáčky i ve zbylých částech plochy. Podíváme-li se blíže na rozvolněný smrkový porost, tak nově vyklíčené semenáčky smrku byly nalezeny na vrstvě opadaného jehličí, která se vytvořila pod stromy tvořící skupiny, starší semenáčky tam však nalezeny nebyly.

Nejvíce semenáčků ale vyklíčilo a přežilo na tlejícím ležícím kmeni smrku, kde se také vyskytovaly starší semenáčky. Klika (1940) ve své práci uvádí poznatek, že ve vyšších polohách Tater jsou pro zmlazování vhodné porosty *Vaccinium myrtillus* proti třtinovým, hnojícím kmeny a pařezy. V práci Nakagawa a kol. (2001) také uvádějí důležitost dřevní hmoty. V jejich regenerační studii o *Picea jezoensis*, zjistili, že úspěšně zmlazuje pouze na rozpadlé dřevní hmotě, kdežto semenáčky *Abies sachaliensis* se uchytily i na holé zemi. Druhý typ stanoviště, kde semenáčky úspěšně vyklíčily a některé přežily do další sezóny byly čtverce se strženým drnem z manipulačního pokusu, tedy stanoviště bez vlivu okolní vegetace.

V tomto skupinovité uspořádaném smrkovém porostu je zřejmě jediný úspěšný způsob generativního rozmnožování vyklíčení na rozkládajících se kmenech a na narušených místech, neporostlých travinnou vegetací.

Ve smíšeném porostu dolní části studijní plochy vyklíčilo méně semenáčků smrku než v obou výše zmiňovaných částech, což odpovídá i menšímu zastoupení stromů *Picea abies*.

Na zemi v listovém opadu bylo nalezeno jen několik vyklíčených jedinců, kteří většinou ještě během první sezóny zahynuli. Starší semenáčky smrku se téměř nevyskytovaly v listovém opadu, jejich nález byl spíše výjimečný. Klíčení a přežívání smrku je zřejmě inhibováno silnou vrstvou listového opadu. Negativní vliv opadu *Calamagrostis villosa* se prokázal i manipulačním pokusem v rozvolněné části smrkového lesa.

Nový nálet se přesto hojně uchycoval na exponovaných místech s minimálním listovým opadem, např. na skalním výstupu, na vývratech, nebo na ležících kmenech. Na skalním výstupu však postupem času došlo ke značnému vymírání, zřejmě díky postupnému prosychání, které souviselo s nevhodnou orientací skalního výstupu a malou hloubkou půdy.

Exponovaná stanoviště s nenarušenou humusovou vrstvou můžou být velmi suchá pro vyklíčení a rozvoj semenáčků (Nilsson a kol. 2002).

Ve smíšeném porostu byl také studován rozkládající se ležící kmen buku, který semenáčky smrku také obsadily, ale v menším počtu než ležící kmen smrku v horní části plochy, což může souviset s menším množstvím přítomných semen, nebo s menší pokročilostí stadia rozkladu kmene. Do druhého roku jich však také přežila většina, tlející dřevo mělo v obou případech pozitivní vliv.

Na dřívě vzniklém vývratu, který byl porostlý vegetací, bylo nalezeno nejvíce starších semenáčků smrku. Na nově vzniklém vývratu (ještě bez porostu vegetace) se také uchytily a úspěšně přežily do další sezóny všechny nově vyklíčené semenáčky. Z práce Nilsson a kol. (2002) vyplývá, že semenáčky klíčící z malých semen jsou více závislé na přítomnosti holé půdy než semenáčky pocházející z větších semen. Holá minerální půda vzniklá mírným narušením velice často zvýší klíčivost a přežívání semenáčků. Také zřejmě snižuje vliv predace hmyzem a měkkýši. Odstraněním přízemní vegetace se sníží nároky na světlo, vodu, živiny, ale bohužel pozitivní efekt holé půdy vytrvává pouze několik let a s postupujícím časem klesá.

Drobyshev (2001) ve své studii v ruské tajze také dochází k závěru, že úspěšná kolonizace světlin semenáčky je závislá na způsobu vzniku světliny. Je-li vznik světliny zapříčiněn pádem stromu s narušením půdního profilu, je tím podpořena kolonizace semenáčků smrku na nově vzniklém mikrostanovišti s holou půdou. Později však může docházet i na tomto stanovišti ke zvýšení mortality vlivem konkurence s rychle rostoucí vegetací.

Další pozitivní vliv narušené půdy zaznamenal např. Langvall a kol. (1999) nebo Nilsson a kol. (2002), kteří uvádějí výsledky menšího mrazového poškození u semenáčků na holé půdě.

Žádný významný vliv efektu narušené půdy na růst a přežívání semenáčků nezaznamenal ve své práci Löf (2000). Na toto téma diskutuje s dalšími autory a dochází k závěru, že hlavní pozitivní vliv narušené půdy je v odstranění konkurence okolní vegetace a zvýšení vodního potenciálu v suchých letech, které se však v průběhu jeho pokusu nevyskytly.

Na trvalé studijní ploše byl také zaznamenán pozitivní vliv holé půdy, ať pozorováním přežívání semenáčků na nově vzniklém vývratu, nebo v manipulačním pokusu v rozvolněném smrkovém porostu, kde nejvíce semenáčků vyklíčilo a přežilo na čtvercích s odstraněnou podzemní i nadzemní biomasou. Čtverce se zapojeným bylinným patrem a čtverce s odstraněnou nadzemní biomasou (ale ponechaným opadem) byly pro vyklíčení a přežívání semenáčků méně příznivé až nevhodné.

Při porovnávání konkrétních sledovaných mikrostanovištních podmínek na trvalé ploše měla přítomnost mechu pozitivní vliv na přežívání semenáčků. Také větší procento propuštěného světla pozitivně ovlivnilo poměr přežívajících semenáčků, naopak velká pokryvnost listového opadu a skeletu negativně působila na přežívání. Některé poznatky se shodují i s prací Nixon a Blackhall (1993), kteří porovnávali hustotu semenáčků *Pseudotsuga menziesii* na různých typech stanovišť v průběhu čtyřicetiletého snímkování. Největší pozitivní vliv měly stanoviště s přítomností mechů, šterku, mírného opadu, holé země a vřesu. Negativní vliv projevovala stanoviště s travinnými společenstvy, porostem *Rubus fruticosus* agg., křovinné porosty (*Rhododendron ponticum*) a hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*).

Na závěr shrnutí, lesní půda, která nejvíce podporuje regeneraci jehličnanů je tvořená vrstvou jehličí, specifickými druhy mechů, rozkládajícím se dřevem, mělkým humusem, nebo půdními směsí organických a minerálních složek (Nakagawa a kol. 2000, Malcom a kol. 2001, Svoboda 1952).

U většiny druhů dřevin je dozrávání, vypadávání a následné vyklíčení semen odděleno v čase několika týdny nebo měsíci. To dává dostatečnou příležitost různým faktorům, které mohou



následně ovlivnit prostorové rozmístění rozptýlených semen a později klíčících a přežívajících semenáčků. Houle (1998) studoval prostorovou strukturu vypadávajících semen, semenné banky a semenáčků *Betula alleghaniensis* během čtyř let v horském temperátním lese severní Ameriky. Zjistil, že struktura semenného deště a vyklíčených semenáčků byla během těchto let velice proměnlivá, ale semenná banka si zachovávala trvalejší strukturu.

Oba studované druhy (buk a smrk) na trvalé ploše, zřejmě žádnou semennou banku nemají, protože semena buď vyklíčila, nebo nepřežila do další sezóny. V roce 2002 bylo nalezeno pouze několik nových semenáčků.

Clark a kol. (1998) dělí dřeviny podle strategie rozšiřování semen. První skupinu představují dřeviny s vysokou plodností, jejichž semena jsou rozšiřována větrem. Ty mají daleký dosah a vyznačují se nízkou shlukovací tendencí. Druhá skupina dřevin je naopak charakterizována nižší plodností a semena jsou rozšiřována převážně živočichy. Výsledná vzdálenost rozptýlení není velká, ale prostorové rozmístění je charakteristické vysokým stupněm shlukovitosti.

Na konečné místo transportu semene má v první řadě vliv vítr, tající sněhová pokrývka, sklon svahu a terénní překážky. Na studijní ploše byla analyzována prostorová struktura nově vyklíčených semenáčků smrku v zapojeném smrkovém porostu s minimálním pokryvem vegetace. Prvním rokem bylo zaznamenáno u všech testovaných semenáčků náhodné rozmístění. Prostorová struktura přežívajících semenáčků v druhém roce však nemohla být vyhodnocena, protože z původního počtu zůstalo pouze 2–10 % semenáčků.

Společný výskyt starších a jednoletých semenáčků zřejmě vypovídá o velkém množství uvolněných semen po semenném roce. Když bylo uvolněno mnoho semen, je velká pravděpodobnost vyklíčení nových semenáčků v blízkosti starších jedinců. Nebo tato skutečnost ukazuje na opakující se modely transportu semen.

Na počet a rozmístění semen smrku mohou mít vliv i takové faktory jako jsou hlodavci. Schreiner a kol. (2000) ve svém pokusu došli k závěru, že přírodní regenerace je negativně ovlivněna přítomností hustého porostu *Rubus fruticosus* agg., kde predace na semenech byla vyšší než na otevřené ploše.

Semena i klíčící semenáčky jsou vystaveny hned několika vlivům prostředí, jako je mráz, sucho, hmyz a houby, proto jsou semenáčky nejvíce zranitelné během prvního roku života. (Nillson a kol. 2002). Rozhodující vliv na klíčivost má také převládající počasí. Delší suché období může vyvolat vadnutí a pomalu snižovat počet vyklíčených semenáčků (Malcolm a kol. 2001). Klimatické podmínky během první vegetační sezóny (2001) na trvalé ploše však byly zřejmě velmi příznivé. Největší množství srážkového úhrnu spadlo během července (259 mm), klíčení semenáčků také probíhalo během srpna (při průměrné teplotě 14,5 °C) a několik jedinců klíčilo ještě koncem září. Žádné výrazné sucho nebylo zaznamenáno během vegetační sezóny 2001.

První výrazný pokles početnosti semenáčků však nastal již při druhém měření (konec září). Velká mortalita semenáčků byla zaznamenána u semenáčků v zapojeném smrkovém porostu a v rozvolněném smrkovém porostu. Semenáčky v obou typech porostu rostly na nenarušené humusové půdě a nebyly chráněny hustým vegetačním zápojem. Langvall a Löfvenius (2001) ve svém pokusu zjistili, že během jasných nocí byla minimální teplota až o 3,2 °C vyšší v nejhustší vegetaci ve srovnání s otevřenou plochou.

Podíváme-li se blíže na teplotní průběh vegetační sezóny 2001 (Příloha A.7), dochází během měsíce září k výraznému snížení teploty. Z průměrné srpnové teploty 14,5 °C klesla průměrná teplota (září) na 6,1 °C (tab. A.7.2). Při detailnějším pohledu na průběh teplot naměřených čidlem na studijní ploše (teploty byly měřeny po dvou hodinách) bylo vidět, že

některé hodnoty prudce klesly během několika dní na 2–3 °C, (několik hodin dosahovala teplota i 0 °C). Relativní vlhkost se pohybovala kolem 95 % při průměrné zářijové teplotě.

Větší vliv na mortalitu semenáčků mělo tedy spíše náhlé snížení teploty než nedostatek vlhkosti. Jistě však záleželo i na pokročilosti vývoje konkrétního semenáčku, čase vyklíčení a trvání růstu a zda proběhla dostatečná akumulace živin. Přežívání jistě ovlivnil i genetický předpoklad jedince a mikrostanovištní podmínky.

Druhé velké snížení početnosti bylo zaznamenáno po zimním období na všech typech stanovišť. Začátkem druhé vegetační sezóny bylo celkem nalezeno 2–63 % z původního počtu semenáčků podle jednotlivých typů stanovišť. Malcolm a kol. (2001) ve své práci uvádí procenta přežívajících semenáčků *Picea sitchensis* z několika studií, které se druhým rokem pohybovaly v rozmezí od 50–0,2 % z původního počtu.

Výrazné snížení počtu přežívajících semenáčků se i na této lokalitě dalo očekávat, negativně se zřejmě projevíly mrazové teploty a další klimatické faktory.

Podle naměřených hodnot půdního teploměru umístěného na trvalé ploše, promrzala půda v některých obdobích i na teplotu kolem –10°C. Suttinen a kol. (1999) zkoumal mrazuvzdornost na semenáčcích *Pinus sylvestris* a došel k závěru, že adaptace kořenového systému na mraz probíhá daleko pomaleji než u nadzemních částí. Přežití do další sezóny tedy také závisí na načasování vytvoření dostatečně vysoké sněhové pokrývky (Chroust 1997).

Z tabulky A.7.1 je patrné, že dostatečná sněhová pokrývka průměrné mocnosti 63,1 cm se v roce 2001 vytvořila až v prosinci, ale průměrná teplota v říjnu již dosahovala záporných hodnot (–2,3 °C, tab.A.7.2, A.7.1).

V průběhu druhé vegetační sezóny již nebyla mortalita semenáčků tak výrazná a významněji se nepromítla do početnosti. Celkově je vegetační sezóna 2002 mírně teplejší během níž spadlo méně srážek než v předchozí sezóně (viz A.7). Semenáčky jsou také ve svém druhém roce podstatně odolnější, než semenáčky jednoleté (Tranquillini 1979).

Nejmenší procentuální úbytek semenáčků byl zaznamenán na ležícím kmeni smrku a buku. Tato stanoviště se zřejmě vyznačují příznivým komplexem stanovištních podmínek pro přežívání a vývoj semenáčků. Nízká mortalita a nejvíce vyvinuté semenáčky během obou vegetačních sezón byly také zaznamenány na čtverci z manipulačního pokusu s odstraněným drnem, který se nacházel v blízkosti zapojeného lesa v rozvolněném porostu.

Toto stanoviště i oba zmiňované ležící kmeny se vyznačovaly trvale zvýšenou vlhkostí a otevřeným prostorem pro dopadající sluneční záření. Na jaře v rozvolněné části vytrvává zřejmě sněhová pokrývka dostatečně dlouho, což ukazuje i zimní měření (příloha A.8) a nálezy vlhkomilné vegetace.

Semenáčky ze zapojeného porostu byly opožděné tvorbou přeslenu pravých jehlic a postraních větví oproti semenáčkům ze smíšeného a rozvolněného smrkového porostu. Průměrně vyššího vzrůstu však v prvním roce dosahovaly semenáčky ze zapojeného porostu, zřejmě to je důsledek snahy o dosažení lepších světlostních podmínek.

Zpožděné byly také semenáčky *Picea abies* v hustě zapojeném porostu oproti semenáčkům na otevřené ploše rozvíjením pupenů v pokusné práci (Langvall a kol. 2001).

### *Fagus sylvatica* a další stromové dřeviny

Semenáčky buku byly převážně nalezeny ve smíšeném porostu v dolní části studijní plochy. Tento porost je prosvětlenější s častějším výskytem světlin a větších otevřených ploch v korunovém zápoji. V horském smíšeném jedlo–bukovém porostu jsou pro rozvoj semenáčků nejpříznivější rozptýlené světliny v korunovém zápoji (Diaci 2002).

V tomto porostu byla také dostatečně vyvinutá vrstva listového opadu. Ammer a kol. (2002) ve svém pokusu přímého výsevu semen buku do čistě smrkového porostu došel k závěru, že pokusná skupina semen přikrytých listím klíčila sice o trochu déle, ale

vyklíčilo v ní nejvíce semen. Druhý zásah vápnění půdy, které mělo zvýšit pH z kyselé reakce rozkládajícího se jehličí a třetí skupina, která byla bez zásahu, neměly na úspěšnost klíčení výrazný vliv. Úspěšné vyklíčení semenáčků buku je tedy zřejmě závislé na udržení určité vlhkosti a vrstva listového opadu působí pozitivně snížením evapotranspirace.

Semena buku nemají vyvinuty šířící mechanismy a padají na zem díky gravitaci. Ve studii Akashi (2001), s *Fagus crenata* ve smíšeném lese západního Japonska bylo nejvíce semen nalezeno v blízkosti mateřských stromů.

Rozmístění semenáčků na svahu na trvalé ploše je z velké části podmíněno excentrickým vyvinutím korun dospělých buků, sklonem povrchu a vlivem semenožravých živočichů. Bukový nálet rostl na ploše jednotlivě i ve skupinkách, většinou bez většího výskytu bylinné nebo křovité vegetace. V blízkosti největší otevřené plochy byly vidět starší různě velké skupiny nárostu s přibližně stejně vysokými jedinci a různou hustotou na metr čtverečný (viz příloha, A9).

Na větší prostorové škále však nebyly semenáčky podrobně studovány, ale i ve výsledných grafech čtverců 80 x 80 cm (obr. 5.11, kap. 5.4) mají semenáčky spíše tendenci vytvářet mírné shluky, což je s největší pravděpodobností dáno profilem terénu. Konkurenční vliv mezi semenáčky se v tomto stádiu ještě neprojevuje.

Semenáčky buku však nebyly nalezeny jen ve smíšeném porostu. Několik se jich vyskytlo i v horní části plochy na hranici zapojeného smrkového porostu. Semenáčky ale byly vždy nalezeny ve vzdálenosti několika metrů od dospělých stromů, které tam na několika místech rostly a zřejmě tedy byly plodné. Nadmořská výška a s ní spojené negativní klimatické faktory na této lokalitě nebrání částečnému výskytu buku i v rozvolněném pásu hranice lesa, kde bylo také nalezeno několik starších jedinců keřovitého vzhledu. Berger a Hager (2000) uvádějí, že fyzikální vlastnosti horní vrstvy půdy (0–8 cm) v čistě smrkových porostech nesnižují klíčivost a zakládání smíšených porostů. (Chemické změny v poměru živin však nebyly cílem této studie.)

Také v hustém vegetačním porostu s např. *Rubus idaeus* a *Senecio ovatus* bylo nalezeno několik velikostně menších semenáčků, u kterých nebylo možné určit stáří. Jak uvádí Madsen (1994), světlo je pravděpodobně největším limitujícím faktorem v porostu s uzavřeným zápojem, projevující se zvýšeným příjmem vody a živin. Nejsou-li tyto podmínky splněny, dochází k uhynutí.

Nově vyklíčené semenáčky v sezóně 2002 (po semenném roce) se objevily ve zvýšeném počtu. Tento počet však nedosahoval takových hodnot jako počet nově vyklíčených semenáčků smrku. Procento přežívajících vyklíčených jedinců však dosahovalo koncem sezóny ještě 50–80 % z původního počtu, což je výrazně vyšší poměr než u semenáčků smrku.

Nezanedbatelný vliv na počet semenáčků v počátku i v průběhu dalšího vývoje měly zajisté obratlovci, hlavně hlodavci a semenožraví ptáci, tento faktor však v této práci nebyl studován. Akashi (1997) studující regeneraci *Fagus crenata* zaznamenal nejvyšší mortalitu v prvním stádiu klíčení, zejména díky predaci obratlovci na semenech i semenáčcích. Dále uvádí, že v časovém průběhu se úmrtnost lišila s vývojovými stádii semenáčků, přičemž se prostorově vztahovala k aktivitě predátorů. V jeho studii nebyla nalezena žádná souvislost mezi přežitím a vzdáleností od nejbližšího dospělého stromu.

Na studijní ploše se kromě hojně zastoupených semenáčků smrku a buku vyskytovaly i semenáčky dalších dřevin, které však pro své malé početní zastoupení nebyly hodnoceny.

Semenáčky jeřábu (*Sorbus aucuparia*) se vyskytovaly v zapojeném a rozvolněném smrkovém porostu horní části plochy, doprovázející svým výskytem semenáčky smrku. Semenáčky jedle (*Abies alba*) a javoru (*Acer pseudoplatanus*) se vyskytovaly převážně v dolní části plochy spolu se semenáčky buku.

## 7 Závěr

Cílem této práce bylo sledovat a popsat regeneraci semenáčků *Picea abies* a *Fagus sylvatica* na trvalé studijní ploše Velký Gápeř po semenných letech (smrk 2000 a pro buk 2001).

V této práci byla snaha o postihnutí a popsání co největšího množství mikrostanovišť, kde jsou semenáčky schopné vyklíčit, sledovat jejich vývoj a přežívání do dalšího roku v průběhu dvou vegetačních sezón. K popsání jednotlivých typů stanovišť byly měřené určité faktory prostředí. K zaznamenání vývoje semenáčků byly měřené a pravidelně sledované určité charakteristiky semenáčků. K vyhodnocení naměřených hodnot byly použity analýzy ANOVA s mnohonásobným opakováním, RDA a PCA analýza, analýza a test mnohonásobné regrese, *K*-funkce a slovní hodnocení. Ze získaných výsledků vyplývá:

- 1) Prvním rokem semenáčky *Picea abies* vyklíčily ve velkém množství na nejrůznějších typech stanovišť, do dalšího roku jich však přežilo 2–63 % podle konkrétního stanoviště. Jako nejvhodnější stanoviště pro přežívání a vývoj se jevila tlející dřevní hmota ležících stromů a holá půda bez humusové vrstvy a vrstvy opadu. Semenáčků *Fagus sylvatica* vyklíčilo po semenném roce méně než semenáčků smrku. Největší početní zastoupení měly v opadu bukového listí ve smíšeném porostu dolní části plochy.
- 2) Příznivý vliv na přežívání semenáčků smrku mají stanovištní podmínky: pokryvnost mechu, větší procento propuštěného slunečního záření okolní vegetací a tlející dřevní hmota. Negativní vliv na přežívání vykazovala pokryvnost listového opadu a skeletovitost.
- 3) Zapojená travinná vegetace v rozvolněné části smrkového porostu má negativní vliv na přežívání semenáčků svou nadzemní biomasou i opadem. Semenáčky smrku úspěšně přežívaly pouze na místech s odstraněnou podzemní i nadzemní vegetací.
- 4) Prostorová struktura vyklíčených semenáčků *Picea abies* v zapojeném smrkovém porostu bez vegetačního pokryvu měla náhodné rozmístění. Prostorové rozmístění druhým rokem nebylo hodnoceno pro výrazně nízký počet přežívajících semenáčků. Semenáčky *Fagus sylvatica* byly ve smíšeném porostu rozmístěny shlukovitě.
- 5) Fenologicky se odlišovaly semenáčky *Picea abies* ze zapojeného a rozvolněného smrkového porostu. Semenáčky ze zapojené části byly fenologicky mírně opožděné, avšak v prvním roce dosahovaly větší průměrné výšky.
- 6) Semenáčky *Abies alba* a *Acer pseudoplatanus* se vyskytovaly se semenáčky *Fagus sylvatica* ve smíšeném porostu, *Sorbus aucuparia* byl nalezen nejvíce ve smrkovém porostu.



# Literatura

- Akashi, N. 1997. Dispersion pattern and mortality of seeds and seedlings of *Fagus crenata* Blume in a cool temperate forest in western Japan. *Ecological research* 12: 159-165.
- Ammer, Ch., R. Mosandl a H. El Kateb. 2002. Direct seedling of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands—effect of canopy density and fine root biomass on seed germination. *Forest Ecology and Management* 159:59-72.
- Anonymus. 1988. Přehľad mapových listů: Lesný hospodarský celok Ďumnier. LZ Čierny Barlog.
- Arno, S. F. a R. P. 1984. Timberline, Mountain and arctic forest frontiers—The mountaineers. Seattle: 304p.
- Ballon, L., P. Forgáč a F. Molnár. 1964. Počasie na území Slovenska za typických poveternostných situácií. hydrometeorologický ústav, Praha.
- Bérec, L. 2000. Program Kanal,  $K$ ,  $K_{12}$  a  $K_{mm}$ -funkce. ENTÚ AV České Budějovice.
- Berger, T. W. a H. Hager. 2000. Physical top soil properties in pure stands of Norway spruce (*Picea abies*) and mixed species stands in Austria. *Forest Ecology and Management* 136:159-172.
- Berndzki, E., L. Bolibok, B. Brzezicki, J. Zajackowski a H. Zybur. 1998. Compositional dynamics of natural forests in the Bialowieza National Park, northeastern Poland. *Journal of Vegetation Science* 9: 229-238.
- Blatný, T. a T. Šťastný. 1959. Prirodzené rozšírenie lesných drevín na Slovensku. Slovenské vydavateľstvo podohospodárskej literatúry, Bratislava: 402p.
- Clark, J. S., E. Macklin a L. Wood. 1998. Stages and spatial scales of recruitment limitation in southern Appalachian forests. *Ecology* 68 (2): 213-235.
- Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. J. Wiley & Sons, New York.
- Dai, X. 1996. Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. *Forest Ecology and Management* 84: 187-197.
- Diaci, J. 2002. Regeneration dynamics in Norway spruce plantation on a silver fir–beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management* 168: 149-161.
- Doležal, J. 1996. Analýza vegetace podél gradientu nadmořské výšky v Nízkých Tatrách. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Bakalářská práce.
- Doležal, J. 1998. Druhová a prostorová struktura temperátního a boreálního lesa. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Magisterká diplomová práce.
- Doležal, J. a M. Šrůtek. 2002. Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians. *Plant Ecology*, 158: 201-221.
- Dreslerová D. a J. Sádlo. 2000. Les jako součást pravěké kulturní krajiny. *Archeologické rozhledy*, 2: 330-346.
- Driessche, R. van den. 1991. Mineral nutrition of conifer seedling. CRC Press, Boston: 274p.
- Drobyshev, I.V. 2001. Effect of natural disturbances on the abundance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) regeneration in nemoral forests of southern boreal zone. *Forest Ecology and Management* 140: 151-161.
- Duncan, D. P. 1954. A study of some of the factors affecting the natural regeneration of tamarack (*Larix laricina*) in Minnesota. *Ecology* 35: 498-521.
- Facelli, J. M. 1994. Multiple indirect effects of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. *Ecology*, 75:1727-1735.
- Fiala, K. a V. Zelená. 1995. Stand structure and aboveground biomass partitioning in three populations of *Calamagrostis arundinacea*. *Preslia*, Praha 66: 323-335.



- Futták, J. a kolektiv. 1982. Flóra Slovenska III. Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied: 606p.
- Günter, D., 2000, Encyklopedie počasí, Euromedia Group k.s.- Knižní klub, Praha:293p.
- Haase, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's *K*-function: introduction and methods od edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6: 575-582.
- Hančinský, Ladislav. 1972. Lesné typy Slovenska. Príroda, vydavateľstvo Bratislava: 307p.
- Hladík, M., Š. Korpel', T. Luskáč a V. Tesař. 1993. Hospodárenie v lesoch horských oblastí. VŠZ-lesnícká fakulta Praha a Matice lesnícká Písek. 123p.
- Holý, Dušan. 1993. Hodnotenie klimatických pomerov Nízkých Tatier. Jasná 100 Demänovská Dolina, monografie:128p.
- Houle, G. 1998. Seed dispersal and seedling recruitment of *Betula alleghaniensis*: spatial inconsistency in time. *Ecology* 79: 807-818.
- Chroust, Luděk. 1997. Ekologie výchovy lesních porostů. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno: 271p.
- Jeník, J. 1976. O vegetativním rozmnožování smrku *Picea abies* (L.) Karsten. Studie o ihličnatých drevinách. Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava: 281p.
- Jeslík, R. 1970. Květena alpských holí Nízkých Tater v západní části. Knihovna AV botanický ústav Průhonice, Praha-Průhonice. Magisterká diplomová práce.
- Klika, J. 1940. Lesnictví, stručná encyklopedie lesnické vědy a praxe, díl 1. Přírodní základy lesa. Matice lesnícká v Písku: 319p.
- 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 práce.
- Konšel, J., 1931. Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí. Česká matice lesnícká v Písku: 552p.
- Korpel', Š. a B. Vinš. 1965. Pestovanie jedle. Slovenské vydavateľstvo podohospodárskej literatúry, Bratislava: 340p.
- Kubát, K. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha: 927p.
- Langvall, O., U. Nilsson a G. Örlander. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings-influence of site type. *Forest Ecology and Management* 141: 223-235.
- Langvall, O. a M. O. Löfvenius. 2001. Effect of shelterwood on nocturnal near-ground temperature, frost injury risk and budburst date of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 168: 149-161.
- Lepš, J., K. Prach a J. Slavíková. 1985. Vegetation analysis along the elevation gradient in the Nízké Tatro Mountains (Central Slovakia). *Preslia*, Praha 57:299-312.
- Löf, M. 2000. Influence of patch scarification and insect herbivory on growth and survival in *Fagus sylvatica* L. Karst. and *Quercus robur* L. seedlings following a Norway spruce forest. *Forest Ecology and Management* 134: 111-123.
- Lokvenc, T. 1971. Vliv rostlinných společenstev na růst kleče. *Opera Concorctica*, Praha 7-8:125-140.
- Madsen, P. 1994. Effect of soil water content, fertilization, light, weed competition and seedbed type on natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecology and Management* 72: 251-264.
- Malcolm, D. C., W. L. Mason, G. C. Clarke. 2001. The transformation of conifer forests in Britain- regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management* 151: 7-23.
- Michalko, J. a kol. 1986. Geobotanická mapa ČSSR- Slovenská socialistická republika, Brezno (1: 200 000). Veda - vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava: 160p.

- Mitchell F. J.G. a E. Colle. 1998. Reconstruction of long-term successional dynamics of temperate woodland in Bialowieza Forest, Poland. *Journal of Ecology*, 86: 1042-1059.
- Nakagava, M., A. Kurahashi, M. Kaji a T. Hogetsu. 2001. The effect of selection cutting on regeneration of *Picea jezoensis* and *Abies sachalinensis* in the sub-boreal forest of Hokkaido, northern Japan. *Forest Ecology and Management* 146: 15-23.
- Nilsson, U., P. Gemmel, U. Johansson, M. Karlsson, T. Welander. 2002. Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 161: 133-145.
- Nixon, C. J., a S. Blackhall. 1993. Natural regeneration-Douglas fir. Report, Forest Research, Edimburg: 24p.
- Oleksyn, J. J. Modrzyński M.G. Tjoelker R. Zytkowski P.B. Reich a P. Karolewski. 1998. Growth and physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. *Functional Ecology*, 12: 573-590.
- Oliver, C.D. a B.C. Larson. 1990. *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill, Inc., NY: 467p.
- Otruba, Ján. 1964. *Veterné pomery na Slovensku*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava: 280p.
- Packham, J. R., D. L. Harding, G. Hilton a R. A. Stuttard. 1992. *Functional ecology of woodlands and forests*. Chapman & Hall, London.
- Petterken, G. F. 1996. *Natural woodland*. Cambridge University Press: 522p.
- Pettinen, A., D. Stoyan a H. M. Henttonen. 1992. Marked point processes in forest statistics. *Forest Science* 38: 806-824.
- Polanský, B. a kol.. 1955. *Pěstění lesů*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 371p.
- Prach, K., J. Lepš a J. Mihálek. 1996. Establishment of *Picea abies* seedlings in a central European mountain grassland: an experimental study. *Journal of Vegetation Science* 7: 681-684.
- Pyšek, P. 1990. The influence of *Calamagrostis villosa* on the species diversity of deforested sites in Krušné hory Mts.. *Preslia*, Praha 62: 323-335.
- Pyšek, P. 1993. What do we know about *Calamagrostis villosa*? - A review of the species behaviour in secondary habitats. *Preslia*, Praha 65: 1-20.
- Randuška, D. a kol.. 1959. *Prehľad stanovištných pomerov lesov Slovenska*. Slovenské vydavateľstvo podohospodárnej literatúry, Bratislava: 258p.
- Runkle, J. R. 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern north America. *Ecology* 63(5): 1533-1546.
- Sapožnikova, S. A. 1952. *Mikroklima a místní klima*. Praha, Brázda.
- Sillinger, P. 1933. *Monografická studie o vegetaci Nízkých Tater*. Knihovna pro výzkum Slovenska a Podkarpatské Rusi při Slovanském ústavu v Praze, 6. 339 p.
- Soukupová, L. 1996. Víceletá dynamika rozvoje *Calamagrostis villosa* v acidifikovaných horských smrčínách středních Sudet. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, výzkumná stanice Opočno. 350p.
- Stanová, V. a M. Valachovič (eds.). 2002. *Katalóg biotopov Slovenska*. Daphne-Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava: 225p.
- Stoutjesdijk, P. a J. J. Barkman. 1992. *Microclimate vegetation and fauna*. Oppulue Press AB, Sweden: 216p.
- Suttinen, M. L., T. Holappa, A. Ritari, K. Kujala. 1999. Seasonal changes in soil temperature and snow-cover under different simulated winter conditions: Comparison with frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris*) roots. *Chemosphere: Global Change Science* 1: 485-492.

- Svenson, J. S. a J. K. Jeglum. 2001. Structure and dynamics of an undisturbed old-growth Norway spruce forest on the rising Bothnian coastline. *Forest Ecology and Management* 151: 67-79.
- Svoboda, P. 1952. *Nauka o lese. Přírodovědecké nakladatelství, Praha.*
- Szwagrzyk, J. a Czerwczak. 1993. Spatial patterns of trees in natural forests of East-Central Europe. *Journal of Vegetation Science* 4: 469-476.
- Šrůtek, M. a J. Lepš. 1994. Variation in structure of *Larix olgensis* stands along the altitudinal gradient on Paektu-san, Changbai-san, North Korea. *Arctic and Alpine Research* 26: 166-173.
- Šťastná, P. 2000. Změna druhové a prostorové struktury horského temperátního lesa podél gradientu nadmořské výšky v Národním parku Ordesa, Pyreneje, Španělsko. Společná knihovna AV ČR a BF JČU, České Budějovice. Bakalářská práce.
- ter Braak, C. J. F. a P. Šmilauer. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination (version 4). Centre for Biometry, Wageningen.
- Thevathasan, N.V., P.E. Reynolds, R. Kuessner a W. F. Bell. 1999. Effect of controlled weed densities on soil nitrate accumulation, spruce growth, and weed growth. *Forest Ecology and Management* 133: 135-144.
- Tranquillini, W. 1979. *Physiological Ecology of Alpine Timberline.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, NY: 137p.
- Tůma, I. 1999. Decomposition of organic matter on deforested areas in the Moravian-silesian Beskydy Mts.. Academy of Sciences of the Czech Republic. Institute of Botany, Průhonice.
- Vacek, S. T. Lockvenc. a J. Souček. 1996. Zkušenosti s hřížením smrku v Krkonoších. Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, výzkumná stanice Opočno. 350p.
- Vinš, B. 1956. Studium struktury a vývoje porostů. Výzkumný ústav lesního hospodářství, Zbrazlav-Strnady.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis.* 2 edn, Prentice-Hall, New York.
- Zelená, V. 1994. Předběžné shrnutí výsledků výzkumu pasečných společenstev beskyd.- Zpravodaj Beskydy, „Vliv imisí na lesy a lesní hospodářství Beskyd“, ed. LDF VŠZ Brno 6: 155-158.

# A Příloha

## A.1 Tabulky k jednotlivým typům stanovišť

### Vysvětlivky k tabulkám – Malé čtverce (80x80 cm) a velké čtverce (2x2 a 3x3 m)

Tabulky jsou vždy vytvořeny pro jeden nebo dva čtverce, nacházely-li se ve stejném typu stanoviště. V první části tabulky je popis sledovaných charakteristik čtverce, v druhé části počty semenáčků. V prvním sloupci s označením „2001“ je uvedeno procentuální zastoupení kategorie z celkového výchozího počtu. V druhém sloupci „2002“ je v závorce uvedeno procento přežívajících semenáčků (z výchozího počtu) na konci sezóny 2002, podle kategorií.

**Kategorie:** *Picea* (2001), *Picea* (2002), *Fagus* (2002), *Acer* (2002), *Sorbus* (2002) – kategorie s uvedeným rokem vylíčení; *Picea* starší, *Abies* starší – kategorie vyklíčené před 2001, *Sorbus*, *Fagus*, *Acer* – kategorie vyklíčené před nebo na začátku sezóny 2001 (v srpnu 2001 již nebyly zachované děložní lístky, proto nebylo možné přesně určit, jak starý semenáček skutečně je.

**Charakteristiky prostředí:** procentuální rozsah uvedený u jednotlivých proměnných:

„pokryvnost vegetace“ - v průběhu sezóny se pokryvnost měnila.

„propuštěné světlo“ - propustnost slunečního záření vegetací v rámci čtverce byla variabilní (od – do uvedených hodnot).

„mocnost listů, jehličí“ - proměnlivá hodnota v rámci čtverce.

### I. Rozvolněná smrková část hranice lesa

V rozvolněném smrkovém porostu horní části studijní plochy byly vytyčeny dva malé čtverce v polykormonech smrků, označen jeden padlý smrkový kmen a jeden čtverec na hranici souvislého lesa.

Tab.A.1.1: Čtverce 80 x 80 cm v polykormonech smrku.

	první čtverec		druhý čtverec	
Nadmořská výška:	1372 m n. m.		1372 m n. m.	
Sklon:	20°		30°	
Skeletovitost:	0		0	
Propuštěné světlo:	50%		10%	
Pokryvnost vegetace:	5 cm		2 cm	
Mocnost jehličí:	0 - 0,1 %		3 - 5 %	
Pokryvnost jehličí:	100 %		100%	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	8 <i>Picea</i> (2001) (89 %) 1 <i>Sorbus</i> (11 %)	2 <i>Picea</i> (2001) (25%), 1 <i>Sorbus</i> (100 %)	13 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	0 <i>Picea</i> (2001) —

Tab.A.1.2: Čtverec 80 x 80 cm na hranici souvislého smrkového porostu.

Nadmořská výška:	1355 m n. m.	
Sklon:	13°	
Skeletovitost:	0 %	
Propuštěné světlo:	10 – 90 %	
Mocnost jehličí:	0 -1 cm	
Pokryvnost vegetace:	30-50 % <i>Vaccinium myrtillus</i> 10 % <i>Oxalis acetosella</i>	
Pokryvnost jehličí:	95 %	
Pokryvnost kořeny:	10 %	
Pokryvnost dřevo:	20 %	
sezóna	2001	2002
semenáčky	22 <i>Picea</i> (2001) ( 96 %) 1 <i>Sorbus</i> ( 4 %)	3 <i>Picea</i> (2001) (13 %) 1 <i>Sorbus</i> (100 %)

### Ležící kmen *Picea abies*

1360 m n.m. (azimut od báze k vrcholu 115°), leží rovnoběžně s vrstevnicí, sklon je minimální. V jeho blízkosti se nachází strom *Picea abies* (asi 18 m vysoký), který svou korunou ležící kmen částečně zastínuje. Ležící kmen je dlouhý 20,5 m. Nerovnoměrně se dotýká země a v různých částech je v různém stádiu rozkladu\*.

Asi 0,5 m nad bází stromu je strom zlomen (průměr kmene je v této části 35 - 40 cm), tato část je trvale nad zemí, opírá se o nezlomenou část.

*Pro lepší orientaci je rozdělen celý kmen na charakteristické části*

(ve zlomu je počátek měření):

- 1) 0 - 3,7 m: nahnilý kmen se nedotýká země (nejvíc však 30cm nad zemí), porostlý je lišejníky a mechy, v 3,7m se kmen láme.
- 2) 3,7 - 7,1 m: kmen se dotýká země, je nahnilý, porostlý lišejníky, zastíněný, bez vegetace.
- 3) 7,1 - 9,4 m: kmen je nejvíce rozložený, dřevo se rozpadá, mírný nárůst vegetace, tato část je v zástínu stojícího stromu, místy i okolní vegetace.
- 4) 9,4 - 10,9 m: kmen je nahnilý, zastíněný, mírně porostlý vegetací, v okolí kmene hojná vegetace, kmen průměr kolem 30cm.
- 5) 10,9 - 18,8 m: nahnilý kmen je nezastíněn stromem, porostlý *Calamagrostis villosa* a jejím opadem (průměr kmene se zmenšuje, až na 8 cm).
- 6) 18,8 - 20,5 m: kmen je zarostlý ve vegetaci a téměř zazeměn.

\*Stav kmene byl popsán podle definice pojmů Vrška a kol. (2002):

*tvrdé* – lze poznat druh dřeviny, zpravidla ještě s borkou a relativně zdravým, tvrdým dřevem,

*nahnilé* - druh dřeviny lze zpravidla ještě identifikovat, dřevo již není v celé délce kompaktní - často hnije např. jádro nebo naopak vnější plášť dřeva u stromů (u stromů, které padly zdravé např. větrem a jsou v kontaktu s půdním prostředím), opadávající borka.

*Rozpadlé* - dřevo v pokročilém stádiu hniloby, nelze identifikovat druh dřeviny, kopnutím lze kmen porazit, často již jen „hrobečky“ s pomístní vegetací.



Tab.A.1.3: Ležící kmen *Picea abies*. Tabulka procentuálního zastoupení kategorií a procenta přežívajících jedinců. Část kmene (1,2,3,..) se vztahuje k rozdělení kmene, viz výše.

semenáčky celkem počet	sezóna 2001		sezóna 2002	
	PICEA 2001 68 (68 % z všech)	PICEA STARŠÍ 32 (32 % z všech)	PICEA 2001 33 (49 % přežilo z všech)	PICEA STARŠÍ 28 (88 % přež. z vš.)
část kmene	ZASTOUPENÍ KATEGORIE (počet a procenta)		PŘEŽILO (počet a procenta) DO KONCE SEZÓNY 2002	
1	7 (58 %)	5 (41 %)	4 (57 %)	2 (40 %)
2	6 (100 %)	0	5 (83 %)	—
3	32 (82 %)	7 (18 %)	20 (65 %)	4 (57 %)
4	15 (46 %)	17 (53 %)	5 (33 %)	16 (94 %)
5	15 (68 %)	7 (32 %)	2 (13 %)	6 (86 %)
6	0	0	—	—

## II) Zapojený smrkový les

V zapojené části smrkového lesa byly vytyčeny 2 malé čtverce v terénní sníženině, 1 čtverec na terénní vyvýšenině, 2 v porostu borůvčí, 2 v otevřeném korunovém zápoji, 1 na skále a 1 pod skálou. Pro tuto část lesa je charakteristický poměrně hustý korunový zápoj, blízkost stromů k vytyčeným čtvercům (potencionální zdroj diaspor).

Tab.A.1.4: Čtverce 80 x 80 cm v terénní sníženině.

	čtverec 1		čtverec 2	
Nadmořská Výška:	1350 m n. m.		1352 m n. m.	
Sklon:	8°		8°	
Skeletovitost:	0 %		0 %	
Propuštěné světlo:	13 - 30 %		45 %	
Mocnost jehličí:	3 - 5 cm		1 - 2 cm	
Pokryvnost vegetace:	15 - 20 % <i>Oxalis acetosella</i> <i>Adenostyles alliariae</i>		1-5 % <i>Vaccinium myrtillus</i>	
Pokryvnost jehličí:	100 %		100 %	
Pokryvnost listí:	50-80 %		10 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	15 <i>Picea</i> (2001) (71 %) 3 <i>Picea</i> starší (14 %) 1 <i>Fagus</i> (5 %) 2 <i>Sorbus</i> (10 %)	0 <i>Picea</i> (2001) — 3 <i>Picea</i> starší (100%) 0 <i>Fagus</i> — 2 <i>Sorbus</i> (100%)	10 <i>Picea</i> (2001) (91 %) 1 <i>Fagus</i> (9 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (10%) 1 <i>Fagus</i> (100%)

Tab.A.1.5: Čtverec 80 x 80 cm na terénní vyvýšenině.

Nadmořská výška:	1350 m n. m.	
Sklon:	3°	
Skeletovitost:	5 %	
Propuštěné světlo:	70 %	
Mocnost jehličí:	1 - 2 cm	
Pokryvnost vegetace:	5 - 10 % <i>Calamagrostis arundinacea</i>	
Pokryvnost jehličí:	98 %	
Pokryvnost listí:	20 %	
Pokryvnost dřevu:	10 %	
sezóna	2001	2002
semenáčky	18 <i>Picea</i> (2001) (51 %) 10 <i>Picea</i> starší (29 %) 7 <i>Sorbus</i> (20%)	3 <i>Picea</i> (2001) (17 %) 10 <i>Picea</i> starší (100 %) 7 <i>Sorbus</i> (100 %)

Tab.A1..6: Čtverce 80 x 80 cm v porostu *Vaccinium myrtillus*.

	čtverec 1		čtverec 2	
Nadmořská výška:	1351 m n. m.		1358 m n. m.	
Sklon:	20°		30°	
Skeletovitost:	0 %		0 %	
Propuštěné světlo:	cca 22 %		15 - 20 %	
Mocnost jehličí:	1 - 2 cm		1 - 2 cm	
Pokryvnost vegetace:	50 - 90 % <i>Vaccinium myrtillus</i>		70 - 90 % <i>Vaccinium myrtillus</i>	
Pokryvnost jehličí:	90 %		100 %	
Pokryvnost listí:	0 %		30 - 50 %	
Pokryvnost dřevu:	0 %		10 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	6 <i>Picea</i> (2001) (85 %) 1 <i>Picea</i> starší (15 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (17%) 1 <i>Picea</i> starší (100%)	14 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (7 %)

Tab.A.1.7: Čtverce 80 x 80 cm v otevřeném korunovém zápoji smrkového lesa.

	čtverec 1		čtverec 2	
Nadmořská výška:	1328 m n. m.		1330 m n. m.	
Sklon:	40°		40°	
Skeletovitost:	5 - 8 %		5 - 8 %	
Propuštěné světlo:	cca 36 %		cca 20 %	
Mocnost jehličí:	0,5 - 1 cm		0,5 - 1 cm	
Pokryvnost vegetace:	50 - 70 % <i>Adenostyles alliariae</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i>		15 - 45 % <i>Adenostyles alliariae</i> <i>Oxalis acetosella</i>	
Pokryvnost jehličí:	80 %		80 %	
Pokryvnost listí:	0 %		0 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	27 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	2 <i>Picea</i> (2001) (7 %)	7 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	0 <i>Picea</i> (2001) -

Tab.A.1.8: Čtverec 80 x 80 cm na skále a pod skálou v zapojeném smrkovém porostu.

	čtverec na skále		čtverec pod skálou	
Nadmořská výška:	1335 m n. m.		1335 m n. m.	
Sklon:	55°		ve 4/5 - 35°, v 1/5 - 15°	
Skeletovitost:	40 %		0 %	
Propuštěné světlo:	cca 25 %		28 - 38 %	
Mocnost jehličí:	0 - 3cm		1 - 2 cm	
Pokryvnost vegetace:	40 % <i>Polytrichastrum formosum</i> 30 - 50 % <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Dryopteris dilatata</i> , <i>Oxalis acetosella</i>		50 - 70 % <i>Adenostyles alliariae</i> <i>Oxalis acetosella</i>	
Pokryvnost jehličí:	50 %		98 %	
Pokryvnost listí:	0 %		0 %	
dřevo:			5 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	29 <i>Picea</i> (2001) (96 %) 1 <i>Sorbus</i> (4 %)	0 <i>Picea</i> (2001) - 1 <i>Sorbus</i> (100 %)	39 <i>Picea</i> (2001) (93%) 2 <i>Picea</i> starší (5 %) 1 <i>Sorbus</i> (2%)	6 <i>Picea</i> (2001) (15 %) 2 <i>Picea</i> starší (100 %) 1 <i>Sorbus</i> (100 %)

Tab. A.1.9: Čtverce 2 x 2 m a 3 x 3 m v zapojeném smrkovém porostu.

	2001	2002
čtverec 3 x 3 m	160 <i>Picea</i> (2001) (95 %) 2 <i>Sorbus</i> (1 %) 6 <i>Picea</i> starší (4 %)	16 <i>Picea</i> (2001) (10 %) 1 <i>Sorbus</i> (50 %) 5 <i>Picea</i> starší (83 %) 1 <i>Acer</i> (2002)
čtverec 2 x 2 m – 2	68 <i>Picea</i> (2001) (80 %) 1 <i>Sorbus</i> (1%) 17 <i>Picea</i> starší (19 %)	2 <i>Picea</i> (2001) (3 %) 1 <i>Sorbus</i> (100 %) 16 <i>Picea</i> starší (94 %)
čtverec 2 x 2 m – 3	58 <i>Picea</i> (2001) (72 %) 4 <i>Sorbus</i> (5 %) 19 <i>Picea</i> starší (23 %)	3 <i>Picea</i> (2001) (5%) 4 <i>Sorbus</i> (100 %) 10 <i>Picea</i> starší (53 %) 1 <i>Sorbus</i> (2002)
čtverec 2 x 2 m – 4	47 <i>Picea</i> (2001) (78 %) 2 <i>Sorbus</i> (4 %) 11 <i>Picea</i> starší (18 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (2 %) 2 <i>Sorbus</i> (100 %) 10 <i>Picea</i> starší (91 %)
čtverec 2 x 2 m – 5	64 <i>Picea</i> (2001) (88 %) 8 <i>Sorbus</i> (11 %) 1 <i>Picea</i> starší (1 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (2 %) 6 <i>Sorbus</i> (75 %) 1 <i>Picea</i> starší (100 %)
čtverec 2 x 2 m – 6	62 <i>Picea</i> (2001) (94 %) 3 <i>Sorbus</i> (5 %) 1 <i>Picea</i> starší (1 %)	0 <i>Picea</i> (2001) 3 <i>Sorbus</i> (100 %) 2 <i>Sorbus</i> (2002) 1 <i>Abies</i> (2002)

### III. Smíšený porost

V části smíšeného lesa byly vytyčeny malé čtverce: 2 na jedné skále v otevřené ploše, 1 v hustém porostu ostružiní, 2 na vývratech (1 starý, 2 nově vzniklý), 3 ve smíšeném stromovém porostu. Čtyři semenáčky smrku a buku byly nalezeny v hustém vegetačním zápoji (*Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus* agg., *Senecio ovatus*, *Cicerbita alpina*).

Tab.A.1.10: Čtverce 80 x 80 cm na skále ve smíšeném stromovém porostu, otevřená plocha v korunovém zápoji.

	1 čtverec na skále		2 čtverec na skále	
Nadmořská výška:	1310 m n. m.		1306 m n. m.	
Sklon:	40°		65°	
Skeletovitost:	0 %		40 %	
Propuštěné světlo:	cca 22 %		cca 24 %	
Mocnost jehličí:	3 - 5 cm		0 - 1 cm	
Pokryvnost vegetace:	10 - 40 % <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus fruticosus</i> agg.		30 % <i>Dicranum scoparium</i> 15 - 30 % <i>Rubus idaeus</i> <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i>	
Pokryvnost jehličí:	100 %		40 %	
Pokryvnost listí:	5 %		0 %	
Pokryvnost větve:	10 %		0 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	6 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (17 %)	2 <i>Picea</i> (2001) (50 %) 2 <i>Picea</i> starší (50 %)	0 <i>Picea</i> (2001) — 1 <i>Picea</i> starší (50 %)

Tab.5.1.11: Čtverec 80 x 80 cm v zapojeném porostu s dominantním druhem *Rubus fruticosus* agg..

Nadmořská výška:	1295 m n. m.	
Sklon:	30°	
Skeletovitost:	5 %	
propuštěné světlo:	29 %	
Mocnost jehličí:	1 cm	
Pokryvnost vegetace:	50 - 95 % <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Gentiana asclepiadea</i>	
Pokryvnost jehličí:	80 %	
Pokryvnost listí:	0 %	
sezóna	2001	2002
semenáčky	2 <i>Picea</i> (2001) (50 %) 2 <i>Picea</i> starší (50 %)	0 <i>Picea</i> (2001) — 2 <i>Picea</i> starší (100 %)



Tab.A.1.12: Čtverce 80 x 80 cm na vývrstech, otevřená plocha v korunovém zápoji. Stanoviště „nový vývrst“ vzniklo v zimě 2001, u „starého vývrstu“ není známá doba vzniku.

	nový vývrst		starý vývrst	
Nadmořská výška:	1223 m n. m.		1230 m n. m.	
Sklon:	40°		55°	
Skeletovitost:	30 - 40 %		1 %	
Propuštěné světlo:	87 - 93 %		28 - 38 %	
Mocnost jehličí:	0,1 cm		0 - 1 cm	
Pokryvnost vegetace:	3 - 5 % <i>Oxalis acetosella</i> , 80 % domin. <i>Polythrichastrum formosum</i>		20 - 40 % <i>Luzula sylvatica</i> <i>Calamagrostis arundinacea</i>	
Pokryvnost jehličí:	0 %		0 %	
Pokryvnost listí:	5 %		40 - 60 %	
Kořeny:	10 %		0 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	7 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	7 <i>Picea</i> (2001) (100 %)	1 <i>Picea</i> (2001) (4 %) 20 <i>Picea</i> starší (83 %) 2 <i>Abies</i> starší (8 %) 1 <i>Fagus</i> (4 %)	0 <i>Picea</i> (2001) — 20 <i>Picea</i> starší (100 %) 2 <i>Abies</i> starší (100 %) 0 <i>Fagus</i> —

Tab. A.1.13: Čtverce v podrostu smíšeného lesa. Stanoviště mezi stromy, ale velmi prosvětlený korunový zápoj.

	čtverec 1		čtverec 2	
Nadmořská výška:	1275 m n. m.		1228 m n.m.	
Sklon:	25°		35°	
Skeletovitost:	2 %		5 %	
Propuštěné světlo:	53 – 63 %		cca 67 %	
Mocnost jehličí:	1 - 2 cm		1 - 2 cm; 3 - 4 cm na podzim	
Pokryvnost Vegetace:	0 – 3 %		40 - 70 % <i>Rubus fruticosus</i> agg., <i>Rubus idaeus</i> , <i>Prenantes purpurea</i>	
Pokryvnost jehličí:	0 %		0 %	
Pokryvnost listí:	90 – 100 %		90 %	
sezóna	2001	2002	2001	2002
semenáčky	4 <i>Fagus</i> (2002) (8 %) 1 <i>Picea</i> (2001) (2 %) 47 <i>Fagus</i> (90 %)	1 <i>Fagus</i> (2002) (25 %) 0 <i>Picea</i> (2001) – 46 <i>Fagus</i> (98 %)	8 <i>Fagus</i> (2002) (47 %) 6 <i>Fagus</i> (35 %) 1 <i>Abies</i> starší (6 %) 2 <i>Acer</i> (12 %)	6 <i>Fagus</i> (2002) (75 %) 6 <i>Fagus</i> (100 %) 1 <i>Abies</i> starší (100 %) 2 <i>Acer</i> (100 %)

Tab.A.1.14: Čtverec ve smíšeném porostu. Stanoviště mezi stromy, ale velmi prosvětlený korunový zápoj.

## čtverec 3

Nadmořská výška:	1205 m n. m.	
Sklon:	45°	
Skeletovitost:	30 %	
Propuštěné světlo:	cca 77 %	
Mocnost listí:	0 - 3 cm	
Pokryvnost vegetace:	2 - 10 % <i>Prenantes purpurea</i> ,	
Pokryvnost jehličí:	0 %	
Pokryvnost listí:	30 - 70 %	
sezóna	2001	2002
semenáčky	5 <i>Fagus</i> (2002) (15 %)	4 <i>Fagus</i> (2002) (80 %)
	16 <i>Fagus</i> (50 %)	12 <i>Fagus</i> (75 %)
	3 <i>Acer</i> (9 %)	3 <i>Acer</i> (100 %)
	1 <i>Acer</i> (2002) (3 %)	1 <i>Acer</i> (2002) (100 %)
	4 <i>Abies</i> starší (12 %)	2 <i>Abies</i> starší (100 %)
	2 <i>Picea</i> (2001) (6 %)	0 <i>Picea</i> (2001) —
	1 <i>Picea</i> starší (3 %)	1 <i>Picea</i> starší (100 %)

**Ležící kmen *Fagus sylvatica***

1280 m n.m.- kořenová část, délka kmene je 19,7 m, průměr 55 - 60 cm.

Orientace kmene je (od kořenů po terminální vrchol) po svahu dolů (azimut 315°). Nachází se v největší otevřené ploše korunového zápoje. Zastíněn je mírně v 17 - 19,7 m dalším stojícím bukem. Kmen je u báze zlomený a podle styku se zemí se nachází v různém stádiu rozpadu. Podle charakteristických částí se dá rozdělit na tyto části:

- 1) 0 - 2,7 m: kmen ve vzduchu, nahnílý
- 2) 2,7 - 11 m: ohnutý a nahnílý, stále se dotýká země, v 2,7 m zlom o kámen
- 3) 11 - 14 m: kmen 13 cm nad zemí, nahnílý, ve 14 m krátká vylomená větev, taky měřená
- 4) 14 - 15 m: rozpad kmene na víc částí
- 5) 15 - 18,5 m: 18 cm na povrchem, v 16,5-17 m větev pod kmenem, v 18,50 m se kmen rozdvouje, nahnílý
- 6) 18,5 - 19,7 m: kmen se dále větví, 20 cm nad povrchem, nahnílý

Tab.A.1.15: Ležící kmen *Fagus sylvatica*. Tabulka procentuálního zastoupení kategorií a procenta přežívajících jedinců. Části kmene (1,2,3,..) se vztahuje k rozdělení kmene, viz výše.

semenáčky	sezóna 2001		sezóna 2002	
	<i>Picea</i> (2001)	<i>Picea</i> starší	<i>Picea</i> (2001)	<i>Picea</i> starší
počet P v 2001	32 (76% z všech)	8 (19 % z všech)	20 (63 % přež. z všech)	6 (75 % přež. z vše.)
počet nových P a F v 2002	1 <i>Fagus</i> (2002) 1 <i>Picea</i> (2002)			
část kmene	PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ SEMENÁČKŮ NA KMENI		PŘEŽILO (do konce sezóny 2002)	
	<i>Picea</i> (2001)	<i>Picea</i> starší	<i>Picea</i> (2001)	<i>Picea</i> starší
1	8 (66 %)	4 (33 %)	5 (63 %)	4 (100 %)
2	17 (81 %)	4 (19 %)	2 (59 %)	2 (50%)
3	4 (100 %)	0 %	2 (50 %)	—
4	3 (100 %)	0 %	0	—
5	0 %	0 %	—	—
6	0 %	0 %	—	—

## A.2 Fytocenologické snímky z rozvolněné části smrkového porostu

Snímky byly pořízeny v blízkosti horní části studijní plochy začátkem července 2001, velikost snímků byla 5 x 5 m (1350 – 1375 m n. m).

Z obou snímků je patrné největší procentuální zastoupení *Calamagrostis villosa* (45 % a 50 %). Dále je hojně zastoupena *Calamagrostis arundinacea* (10 %, 20 %). Další druhové dominanty se mírně odlišovaly v obou snímcích: *Rubus idaeus* dosahuje ve snímku 1 až 40 % pokryvnosti, *Luzula luzuloides* ve snímku 2 20 %, *Rumex acetosella*, v 1. snímku pokrývá 15 %. Ostatní druhy se vyskytují v pokryvnosti pod 5 %.

### Snímek č. 1

nalevo od studijní plochy  
celková pokryvnost: 98%

<i>Rubus idaeus</i>	40 %
<i>Calamagrostis villosa</i>	45 %
<i>Rumex acetosella</i>	15 %
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	10 %
<i>Luzula luzuloides</i>	4 %
<i>Gentiana asclepiadea</i>	3 %
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3 %
<i>Athyrium distentifolium</i>	2 %
<i>Hypericum maculatum</i>	2 %
<i>Luzula sylvatica</i>	1 %
<i>Milium effusum</i>	1 %
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1 %
<i>Homogyne alpina</i>	0,5 %
<i>Poa chaixii</i>	0,5 %
<i>Polygonatum verticillatum</i>	0,5 %

### Snímek č.2

vpravo od studijní plochy  
celková pokryvnost: 90%

<i>Calamagrostis villosa</i>	50 %
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	20 %
<i>Luzula luzuloides</i>	20 %
<i>Picea abies</i>	5 %
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	3 %
<i>Rumex acetosella</i>	2 %
<i>Luzula sylvatica</i>	2 %
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1 %
<i>Silene dioica</i>	1 %
<i>Veratrum lobelianum</i>	1 %
<i>Gentiana asclepiadea</i>	1 %
<i>Senecio ovatus</i>	0,5 %
<i>Hypericum maculatum</i>	0,5 %
<i>Polygonatum verticillatum</i>	1 %
<i>Avenella flexuosa</i>	1 %
<i>Rubus idaeus</i>	1 %
<i>Ranunculus platanifolius</i>	0,5 %
<i>Adenostyles alliariae</i>	0,5 %
<i>Senecio hercynicus</i>	0,1 %
<i>Viola lutea</i>	0,1 %



### A.3 Odebraná biomasa – manipulační pokus

Biomasa byla odebrána v říjnu 2000. Opad z rostlinných částí, které nebylo možné více rozebrat, tvořil u většiny bloků největší podíl z celkové hmotnosti (blok 1,2,3,4,5). Toto množství opadu bylo pouze přineseno s vystříhanou biomasou. Opad ležící při zemi byl na čtverci zachován. Druhou největší hmotnostní složku tvořila kategorie: „*C.villosa* a lipnicovité“.

Lipnicovité rostliny byly z důvodu sběru biomasy na konci vegetační sezóny ve stavu, kdy přesné rozřídění nebylo možné. Byla proto vytvořena tato kategorie.

Bloky se mezi sebou lišily hmotností usušené nadzemní biomasy ( $\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### Plocha 1– vlevo dole

opad: 527,1g

*Calamagrostis villosa*  
(a další lipnicovité druhy) 269,9 g  
*Rubus idaeus* 53,3g  
*Gentiana asclepiadea* 30,4g  
*Hypericum maculatum* 2,6 g  
**celkem: 883,3 g**

#### Plocha 2 – vlevo střed

opad: 396,9 g  
šišky (*Picea abies*): 13,8 g

*Calamagrostis villosa*  
(a další lipnicovité druhy) 363,7 g  
*Luzula sylvatica* 70,9 g  
*Rumex acetosella* 1,0 g  
*Soldanella carpatica* 0,4 g  
*Rubus idaeus* 79,6 g  
*Athyrium distentifolium* 32,7 g  
*Vaccinium myrtillus* 153,2 g  
**celkem: 1112,2 g**

#### Plocha 3 – vlevo nahoře

opad: 893,1 g

*Luzula sylvatica* 160,6 g  
*Vaccinium myrtillus* 219 g  
*Soldanella carpatica* 0,5 g  
*Luzula luzuloides* 42,1 g  
*Calamagrostis villosa*  
(a další lipnicovité druhy) 234,3 g  
*Rubus idaeus* 6,3 g  
**celkem: 1555,9 g**

#### Plocha 4 – vpravo nahoře

opad: 134,1 g  
šišky (*Picea abies*): 27,7 g

*Calamagrostis villosa*,  
*Avenella flexulosa*  
(a další lipnicovité druhy) 126,3 g  
**celkem: 288,1 g**

#### Plocha 5– vpravo střed

opad: 344,7 g  
šišky (*Picea abies*): 13,5 g

*Calamagrostis villosa*  
(a další lipnicovité druhy) 238,7 g  
*Luzula sylvatica* 7,7 g  
*Rubus idaeus* 12,6 g  
*Gentiana asclepiadea* 1,4 g  
*Athyrium distentifolium* 14,5 g  
*Hypericum maculatum* 0,3 g  
**celkem: 633,4 g**

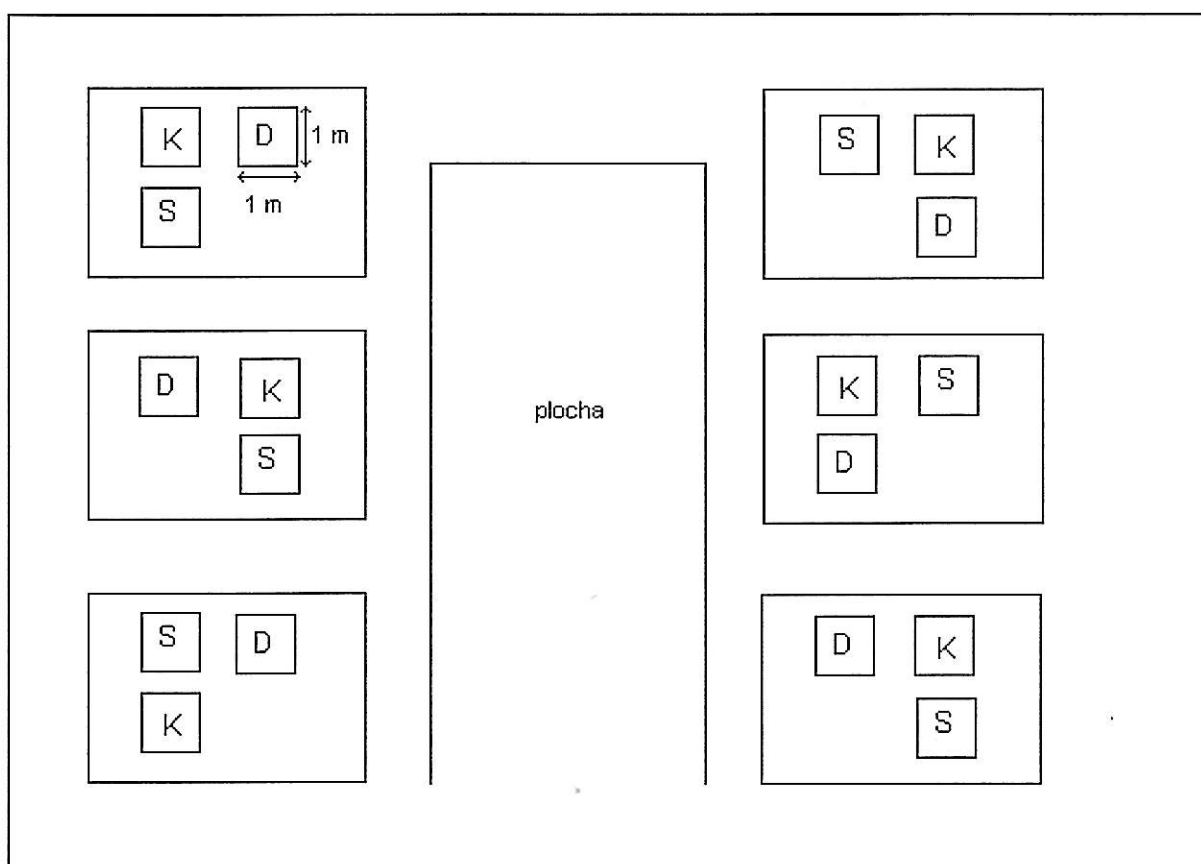
#### Plocha 6 – vpravo dole

opad: 64,4 g

*Vaccinium myrtillus* 55,6 g  
*Calamagrostis villosa*,  
*Avenella flexulosa*  
(další lipnicovité druhy) 164,1 g  
*Homogyne alpina* 0,1 g  
*Gentiana asclepiadea* 2,9 g  
**celkem: 287,1 g**

## A.4 Manipulační pokus

Schéma manipulačního pokusu v rozvolněném smrkovém porostu. Bloky byly rozmístěné po obou stranách trvalé studijní plochy. Mezi bloky byla vzdálenost 3–5m, čtverce uvnitř bloku mají velikost 1 x 1 m. Ve čtvercích byly provedené zásahy: S–střih (odstranění nadzemní biomasy), D–drn (odstranění nadzemní i podzemní biomasy), K–kontrola (bez zásahu).



## A.5 Semenáčky dřevin– obrazová příloha

*Abies alba*–jednoletý semenáček

*Abies alba*–dvouletý semenáček

*Acer pseudoplatanus*–1 rok



a)



b)



*Fagus sylvatica* vývoj během jedné sezóny: a,b–květen 2001, c–srpen 2001, d–ztráta terminálního pupene je nahrazena dvěma bočními.



a)



b)



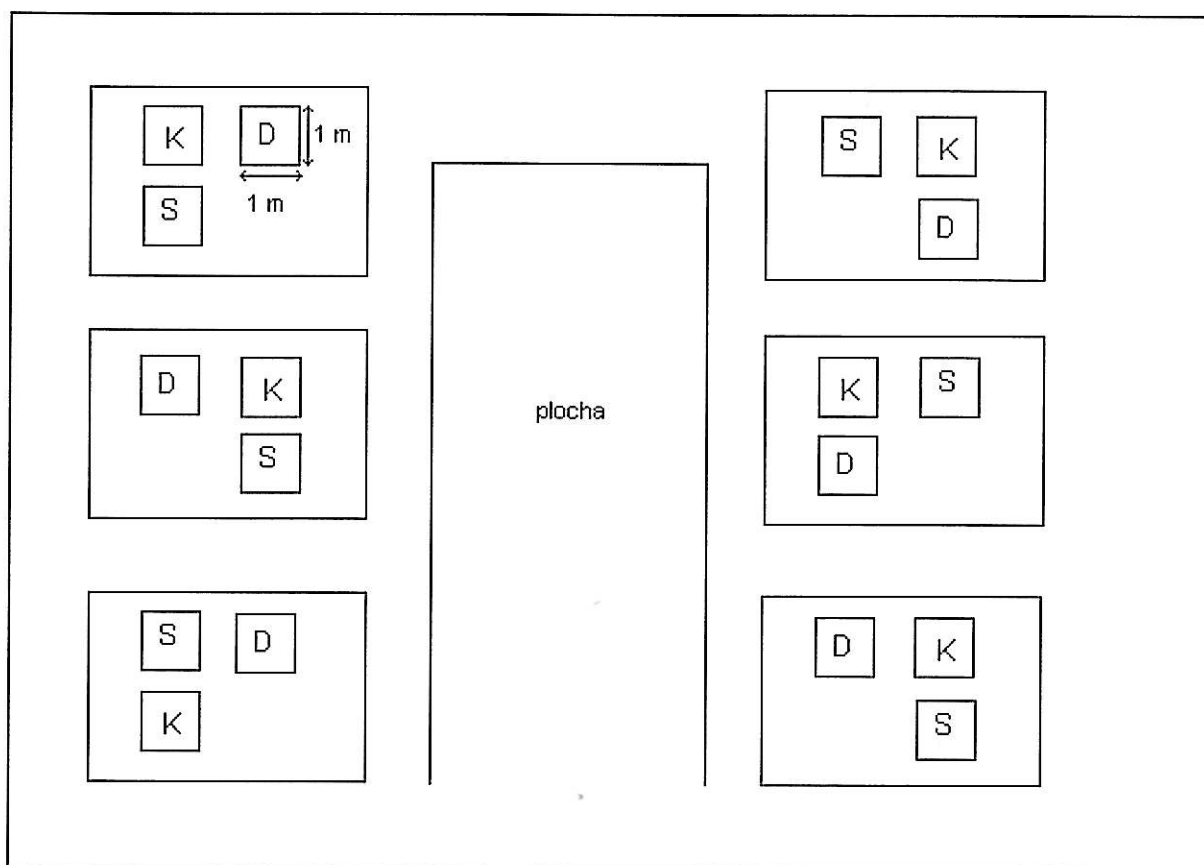
c)



d)

## A.4 Manipulační pokus

Schéma manipulačního pokusu v rozvolněném smrkovém porostu. Bloky byly rozmístěné po obou stranách trvalé studijní plochy. Mezi bloky byla vzdálenost 3–5 m, čtverce uvnitř bloku mají velikost 1 x 1 m. Ve čtvercích byly provedené zásahy: S–střih (odstranění nadzemní biomasy), D–drn (odstranění nadzemní i podzemní biomasy), K–kontrola (bez zásahu).

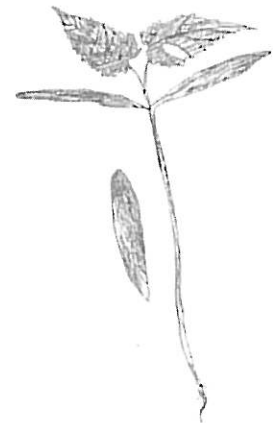
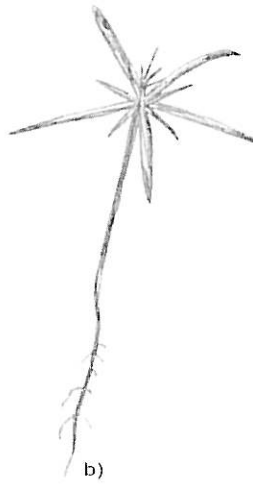


## A.5 Semenáčky dřevin– obrazová příloha

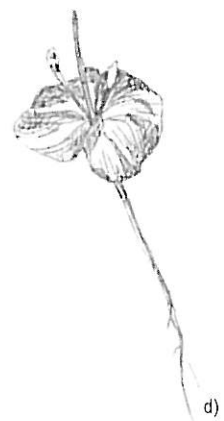
*Abies alba*–jednoletý semenáček

*Abies alba*–dvouletý semenáček

*Acer pseudoplatanus*–1 rok

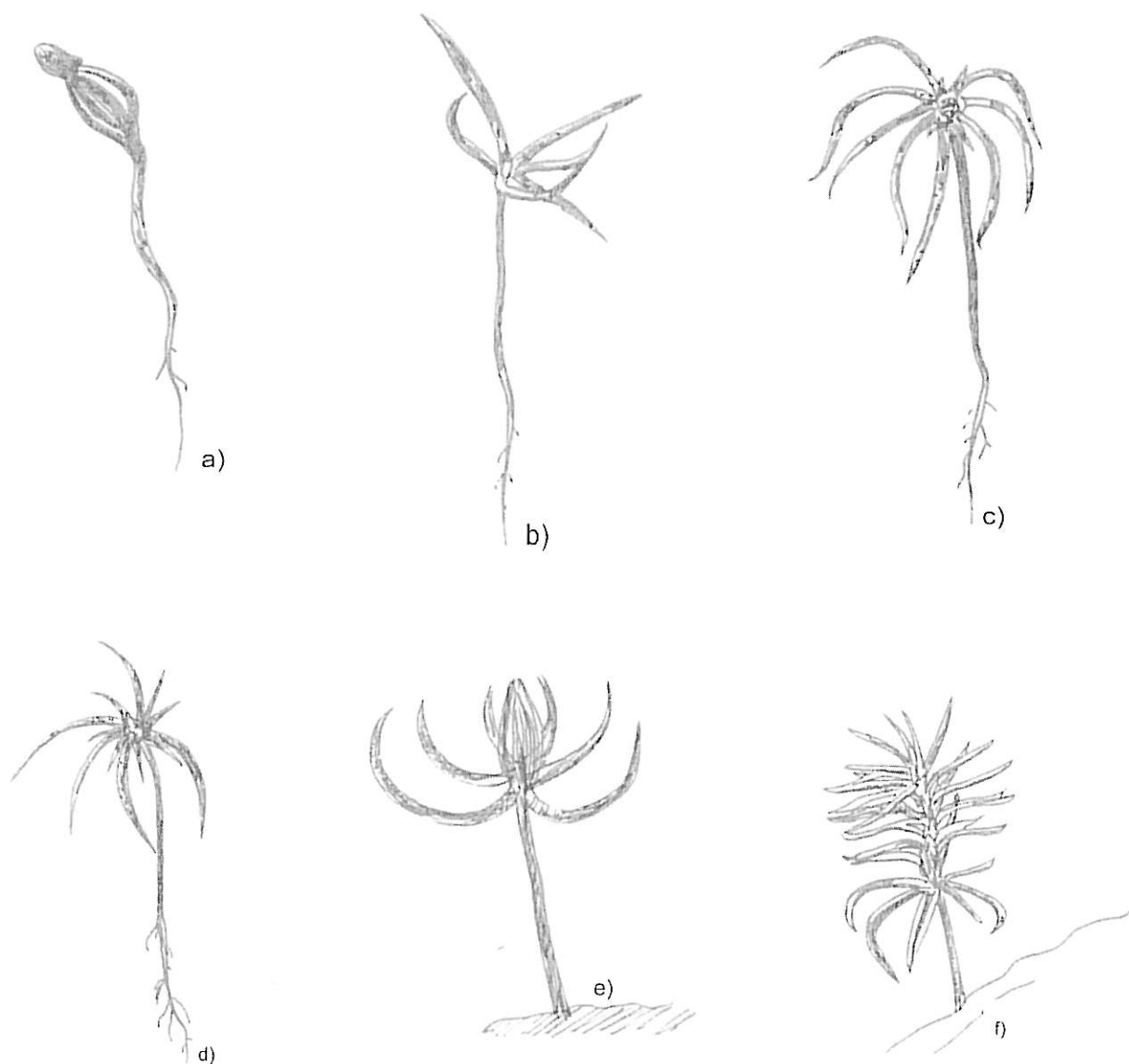


*Fagus sylvatica* vývoj během jedné sezóny: a,b–květen 2001, c–srpen 2001, d–ztráta terminálního pupene je nahrazena dvěma bočními.





*Picea abies* vývoj semenáčků během 2 vegetačních sezón. a,b–červenec a srpen 2001, c–srpen 2001, d– září 2001, e–květen 2002, f– srpen 2002.



*Sorbus aucuparia* –1 rok



## A.6. Klimatické poměry Nízkých Tater

V této kapitole jsou nastíněny některé specifické klimatické faktory a zvláštnosti této oblasti. Kapitola se může zdát nepřiměřeně rozsáhlá, ale podle mého názoru vhodně doplňuje poznatky z předchozích i současných studií na Velkém Gápfu.

Specifické klimatické podmínky ovlivňují vývoj vegetace, převážně první vývojová stadia semenáčků jsou klimatickými podmínkami více ovlivněny než dospělé stromy.

Podařilo se mi získat některé meteorologické informace a materiály. Myslím si, že by byla škoda, alespoň některé informace blíže nezpracovat např. pro případné budoucí diplomanty provádějící výzkum na této trvalé ploše nebo kdekoli jinde v Nízkých Tatrách.

Klimatické poměry v Nízkých Tatrách popisuje nejlépe monografie Holého (1993), která shrnuje několikaleté měření (za období 15 let, 1973-1987). Tato monografie je prvním komplexním zhodnocením podnebí Nízkých Tater v různých výškových polohách a expozicích. Ačkoli průběh sledování není dostatečně dlouhý na stanovení dostatečně reprezentativního klimatického normálu pro některé prvky meteorologického měření, práce ukazuje alespoň na lokální zvláštnosti hodnoceného území.

V této práci byly použity některá data a poznatky na dokreslení celkového charakteru klimatických podmínek studované oblasti. Pozornost byla zaměřena převážně na data z nejbližších menších meteorologických stanic: Srdiečko (1209 m n. m.) a Kosodrevina (1490 m n. m.) a potom na vrcholovou profesionální stanici na Chopku (2008 m n. m.).

Stanice Srdiečko a Kosodrevina se nacházejí na jižních svazích (studovaná plocha je na svahu JV), v sousední dolině Bystré, na severozápad od Velkého Gápfu, třetí stanice severně na vrcholu Chopok.

Počasi na Slovensku při různých povětrnostních situacích detailně popisuje Ballon (1964).

V tomto stručném přehledu je pozornost zaměřena na pozorování v oblasti výše zmiňovaných meteorologických stanic a klimatický dějů na jižních svazích N.T..

### *Teplota*

Teplota je jedním z nejvýznamnějších růstových faktorů, neboť limituje nejen aktivní růstové procesy v průběhu vegetační doby, ale i biochemické změny probíhající v meristematických pletivech v době vegetačního klidu. Výšky teplot ve fázi vegetačního růstu a dormance s délkou doby jejich působení jsou specifické pro druhy dřevin a klimatická pásma. (Chroust 1997).

Teplota vzduchu ubývá se stoupající nadmořskou výškou. Úbytek teploty pro ČSR je na každých 100 m výšky v létě (červenec) průměrně 0,76 °C a v zimě (leden) 0,33 °C (Randuška 1959). Průměrný roční gradient úbytku je přibližně 0,6 °C na 100 m, ale pokles teploty s nadmořskou výškou vlivem místních podmínek není vždy pravidelný.

Podle Holého (1997) je na svahových polohách maximální teplotní gradient evidován v průběhu května. Na jižních svazích mezi Srdiečkem a Kosodrevinou se hodnota pohybovala 0,9 °C /100 m. Minimálních hodnot dosahuje gradient v prosinci, 0,34 °C/100m na jižních svazích (měřeno Srdiečko-Kosodrevina). Průměrný roční vertikální gradient teploty vzduchu je 0,64 °C /100m.

Nejstudenějším měsícem roku je v Nízkých Tatrách leden, nejteplejším v nižších polohách červenec, ve vyšších polohách srpen (Holý 1997).

Tab. A. 6.1: Průměrné hodnoty teplot ve vegetačním období (duben–říjen) a roční průměrná teplota.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	rok
Srdiečko	2	8,2	11,3	12,4	12,7	9,7	5	4
Kosodrevina	- 0,4	5,6	9,8	9,9	10,4	7,8	3,2	2,1
Chopok	- 3	1,6	5,5	6,9	6,9	3,9	0,6	-1,2

Tab. A.6.2: Průměrné teploty v období vegetačního klidu.

	I.	II.	III.	XI.	XII.
Srdiečko	- 5,3	- 3,5	- 0,7	- 0,4	- 3,7
Kosodrevina	- 6,4	- 5	- 2,3	- 1,9	- 4,7
Chopok	- 9,3	- 9	- 6,9	- 4	- 7,3

Charakteristickým znakem vysokohorského klimatu je teplejší podzim než jaro. Rozdíl teploty mezi měsíci listopad a duben je na Kosodrevině až 3,6 °C; na Srdiečku 3 °C; na Chopku 4,4 °C.

Důležitým faktorem, který ovlivňuje zvýšený rozdíl teploty vzduchu mezi kotlinovými a horskými polohami v jarních měsících je vytrvávající sněhová pokrývka. Část tepla se spotřebovává na roztátí sněhu, který se v nejvyšších polohách udrží často až do května (Holý 1997).

Průběh teplot vzduchu v kotlinových a vrcholových polohách má svůj pravidelný průběh, s nejnižšími teplotami o 7 hodině, po čas celého roku. Jiný průběh má teplota vzduchu na svahových, hlavně jižně exponovaných místech.

Mrazových dní (limitujícím faktorem je minimální denní teplota -0,1 °C a méně) je evidováno v ročním průměru na Srdiečku 158 (43% ze všech dní v roce), na Kosodrevině 188,9 (52 %) a na Chopku 233,1 (64 %).

Ledových dní (limitujícím faktorem je maximální denní teplota -0,1 °C a méně) je evidováno v ročním průměru na Srdiečku 67 (18 %), 86,2 (24 %) a na Chopku 165,4 (45 %).

Počet dní se silným mrazem s minimální denní teplotou -10°C a méně je podobně jako u mrazových a ledových dní nižší na jižních svazích než na severních svazích.

Letní dny s denní teplotou vzduchu vyšší 25 °C jsou evidované na Kosodrevině 0,1 dne; Srdiečku 2,7 dne a ve vyšších horských polohách se letní dny vůbec nevyskytují.

Na průběh teploty má značnou míru i množství oblačnosti. Z měsíčního chodu vyplývá, že zatímco ve vyšších horských polohách mají jasné dny vyšší teplotu ve všech měsících roku, v relativně nižších horských polohách (Jasná, Srdiečko) důsledku častějších inverzí v zimních měsících, je teplota vzduchu po čas jasných dní nižší, než u dní zamračených.

Inverzi teploty vzduchu zaznamenáváme na svazích N.T. téměř v polovině dní roku. Početnost dní s inverzí je vyšší na jižních svazích ve všech výškových polohách, dokládají to všechny hodnocené ukazatele: min., max. a průměrná teplota (Holý 1997).

### *Fenologie, vegetační sezóna*

Průměrná délka hlavního vegetačního meteorologického období na Slovensku v nadmořské výšce 200 m je asi 183 dní (od 15.4.–14.10.). Úbytek na 100 m výšky je kolem 8 dní, nad 1000 m n.m. asi 16 dní.

Na probuzení vegetace na jaře je potřeba, aby teplota vzduchu vzrostla na průměrnou denní teplotu 6–8 °C a teplota půdy byla kolem 4 °C za určité délky dne a intenzity osvětlení (Randuška 1952).

Vegetačním obdobím se rozumí doba, kdy průměrná denní teplota je větší nebo rovna 10 °C. Tato doba se s nadmořskou výškou zkracuje a okolo 1000 m trvá pouze tři měsíce (Randuška 1952)..

Ve výšce, kde průměrná denní teplota nedosahuje 10 °C, končí přibližně hranice lesů. Celkově je na Slovensku typická velká proměnlivost teplotních poměrů jejich, hlavně vlivem střídání tlakových útvarů a tím způsobené časté výměny vzduchových hmot (Randuška 1952).

V hlavní hřebenové části na jižních svazích začíná rozvoj vegetace kolem 1. května, v severních svazích průměrně 1. června. Ukončení vegetace přichází s prvními mrazivými dny, průměrně kolem 21. září. Všeobecně končí vegetační sezóna do poloviny října (Jeslík 1970).

### *Sněhová pokrývka*

V zimním období je přízemní teplota vzduchu a půdy silně ovlivňována sněhovou pokrývkou, která v důsledku vysoké odrážecí schopnosti a malé tepelné vodivosti působí jako termoizolátor. Tento izolační účinek sněhu a jeho vliv na teplotu půdy je významný zejména při extrémě nízkých teplotách (Chroust 1997).

Není však jednoduché definovat závislost teploty v různých hloubkách sněhové pokrývky na její mocnosti, neboť záleží nejen na stratifikaci a hustotě sněhu, respektive na jeho tepelné vodivosti, ale i na délce působení nízkých teplot a řadě dalších faktorů (Sapožnikova 1952). Proto ani teplotu půdy a její promrzání nelze jednoznačně spojovat jen s výškou sněhu (Chroust 1997).

Promrzání půdy v lese i mimo něj je rozhodující mírou určováno dobami, kdy se dostaví mrazové teploty a kdy se vytvoří souvislá a trvalá sněhová pokrývka. Teprve v druhé řadě vstupuje do procesu promrzání půdy vliv výšky sněhu, její stratifikace a hustota. Promrzne-li půda dříve než je pokryta sněhem, zůstává promrzlá i poté, kdy napadne sníh. Naopak začne-li se tvořit sněhová pokrývka současně s mrazovými teplotami, nemá půda možnost promrznout do větší hloubky a zůstává nepromrznutá po celou zimu i přesto, že v jejím průběhu poklesne teplota vzduchu i pod -15 °C. Vrstvy sněhu představují současně mohutnou zásobárnu vody, která postupným roztáváním vyrovnává případný deficit vody v jamách měsíců (Chroust 1997).

Podíl tuhých srážek na území N.T. v závislosti na výškových lokalitách představuje 20–60 % z celkového množství srážek. Ve vyšších polohách okolo výšky 1200 m n.m. se jedná o 46–49 % těchto dní, na Kosodrevině o 54–57 % a ve vrcholovém území Chopka až o 66 % srážkových dní. První den sněžení připadá v polohách okolo 1200 m n. m. na začátek října, v 1500–1600 m n. m. na třetí dekádu září a ve vrcholové poloze na třetí dekádu července. Poslední den sněžení připadá v polohách okolo 1500–1600 m n. m. na třetí dekádu května a ve vrcholové poloze na třetí dekádu června (Holý 1997).

Počet dní s trvalou sněhovou pokrývkou se pohybuje od 60 dní (v kotlinových polohách) po 183 dní (na vrcholových územích). Nástup těchto dní je ve vysokohorských polohách od druhé dekády listopadu. Poslední den s trvalou sněhovou pokrývkou připadá v průměru na kotlinové polohy na konec února, ve vrcholových partiích na polovinu května (Holý 1997).

Tab. A.6.3: Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou.

poloha	10 cm a víc	20 cm a víc	50 cm a víc
kotlinová (do 750 m n. m.)	50-60 dní	25-35	1- 4
vyšší horské p. (750-1500 m n. m.)	125-170	116-156	130
vysokohorské (více jak 1500 m n. m.)	180	160	135

Intenzita sněžení je v oblasti N.T. relativně nízká, průměrně bylo nejvíce nového sněhu zaznamenáno na Kosodrevině, kde celková výška sněhu za zimní období v průměru dosahuje výšky až 563 cm.

Nerovnoměrné rozložení sněhové pokrývky je charakteristický znak každého horského území. Kromě orografických poměrů a vlivu vegetačního krytu je to především vítr, díky jehož účinkům není množství srážek vyvolané meteorologickými procesy identické s množstvím sněhu uloženého na půdě.

Méně výrazně se projevuje vliv teploty vzduchu při sněžení, i když vlhký sníh, relativně těžší, padající při teplotách blízkých bodu mrazu, vykazuje větší soudržnost s vrstvami starého sněhu a nepodléhá v takovém rozsahu přemísťovacím procesům, jako lehký prachový sníh padající při relativně nižších teplotách vzduchu (Holý 1997).

Sníh intenzivně kumuluje na jižních svazích. Příčinou tohoto rozložení je převládající severní vítr, který při sněžení přemísťuje sněhové srážky z návětrných severních svahů na závětrné jižní svahy. Ve vrcholových polohách až 41,7 % srážek za zimní období přemístí severozápadní vítr. Pouhých 19,9 % přemístil za sledované období jižní vítr. Převládající severní vítr při sněžení přináší taky ochlazení, v důsledku současného přílivu arktického vzduchu. Sněžení za těchto podmínek představuje lehký prachový sníh, k jehož přemísťování dochází i při relativně slabším větru.

Prakticky každé sněžení je v horských podmínkách provázené silnějším větrem. Na základě hodnocení můžeme konstatovat, že se zvyšující se intenzitou sněžení se zvyšuje i rychlost větru.

K dalšímu faktoru, který podporuje intenzivnější ukládání sněhu na jižních svazích patří konfigurace terénu. Zatímco reliéf severních svahů ve střední a západní části N.T. modelovaný glaciální činností je ve vyšších polohách charakteristický členitými skalnatými svahy, jižní svahy mají převážně mírný charakter s menší členitostí, bez skalnatých útvarů. Celkově jižní svahy vytváří pro ukládání sněhu vhodnější podmínky, než svahy severní (Holý 1997).

Zřejmý je pozitivní vliv lesa na ukládání sněhových zásob. Dobře zapojené porosty chrání sněhovou pokrývku před jejím přemísťováním větrem. Na severních svazích končí pravidelné přibývání výšky sněhové pokrývky v nadmořské výšce asi 1400 m n. m., tedy při horní hranici lesa. Náhlý přechod pásma lesů do pásma holí, bez rozsáhlejších porostů kosodřeviny zapříčiňuje náhlý úbytek sněhu a jeho intenzivnější přemísťování do bočných depresí.

Jiná je situace na jižních svazích území. Horní hranice lesa končí v nadmořské výšce asi 1500 m n. m. a přechází postupně do rozsáhlých ploch kosodřevinného pásma, což se projevuje pravidelnějším přibýváním vrstvy sněhové pokrývky až do cca výšky 1700 m n.m. (Holý 1997).

### *Srážky*

Rozdělení srážek se zpravidla řídí vztahem, že s nadmořskou výškou přibývá srážek, ale pohoří tvoří tak složitou soustavu návětrných a závětrných stran, že místa ve stejných nadmořských výškách mají většinou rozdílné množství srážek (Randuška 1952).

Srážková činnost v části Západních Karpat nacházejících se na území Slovenska souvisí především se západním prouděním směřujícím do vnitrozemí od Atlantického oceánu. Na rozdíl od volné atmosféry však jak orientace hlavního hřebene N.T., který se táhne ve směru východo-západním, tak i přilehlé doliny, táhnoucí se v poledníkovém směru, vytváří v přízemní vrstvě ovzduší optimální podmínky pro meridiální proudění. Převládající západní vítr se postupně orograficky stáčí, mění svůj směr a proudí převážně ze severních, respektive jižních směrů. Toto proudění přináší v konečné fázi nejen největší počet dní se srážkami, ale především nejvydatnější srážky (Holý 1997).

Hodnocení, proběhlo v 15letém měření. Vzhledem na velkou proměnlivost srážek, není toto měření dostačující na stanovení klimatického normálu, ukazuje nám však na lokální zvláštnosti tohoto menšího regionálního celku. Měření ukázalo na značné rozdíly v tvaru a množství srážek v závislosti na výškové poloze a expozici jednotlivých pozorovaných objektů (Holý 1997).

V ročním průměru mají více srážek vyšší polohy, než polohy kotlinové. Jižní svahy– Srdiečko 1240,9 mm, Kosodrevina má 1394,1 mm, ale vrcholová stanice Chopok má pouze 1139 mm (Holý 1997).

Maximum srážek je v oblasti rozsoch Kotliska-Skalka, Polana–Bory a vlastním hřebenu Ďumbieru. Vlivem těchto hřebenových překážek vláhonosným větrům od JZ–Z, SZ–S směrů, se nalézá východní část od V. Gápl'a po Lajstroch v částečném dešťovém stínu (Jeslík 1970).

Procentuální podíl srážek ve formě deště byl z celkového množství zaznamenan na Kosodrevině 55 %, na Srdiečku 65 % a na Chopku 46 %. V horských polohách (od asi 1200 m n. m.) se jedná o 211–220 dní se srážkami, což je asi 60 % dní v roce. (Srážkovým dnem se myslí takový den, kdy se vyskytly srážky v jakémkoli množství a v jakémkoli intervalu). Maximální denní srážky byly



zaznamenány převážně v podzimním období. Minimální měsíční srážky byly zaznamenány výlučně v zimních měsících (Holý 1997).

V hřebenové části je klima studené, perihumidní. Průměrný úhrn srážek je ve vegetačním období (IV–IX) přibližně 700 mm, v zimním (X–III) 500 mm (Jeslík 1970).

Intenzita srážek v oblasti Nízkých Tater je všeobecně nízká. Nejvíce dní (49–58 %) se srážkami bylo zaznamenáno při intenzitě 1–9,9 mm/24h a to v prosinci. Početnost dní se srážkami 10 mm a víc za 24 hod dosahuje v ročním průměru 12–21 %, nejvíce těchto dní bylo zaznamenáno v letních měsících převážně v průběhu měsíce července (Holý 1997).

V létě množství srážek zvyšují bouřkové lijáky, při západní cyklonální situaci. V zimě se bouřky nevyskytují, na podzim jen ojediněle, nejvíce bouřek bývá v létě. V denním chodě bouřek není zjevná pravidelnost, ukazuje se však, že pravděpodobnost výskytu se zvyšuje v odpoledních hodinách (Ballon 1964).

Srážkové průměry ukazují, že nejméně srážek spadne v zimních měsících (únor) a nejvíce v létě (červenec), hlavně v oblasti Tater. Maximum je dvojité, hlavní v létě a podružné na podzim. (Hlavní srážkové maximum je ukazatelem kontinentality klimatu, vedlejší je výsledkem jadranského vlivu a je nejvýraznější na jižním Slovensku (Randuška 1959).

Tab.A.6.4: Průměrné měsíční úhrny srážek za období 1951-1980, meteorologická stanice Chopok.

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	rok
mm	87	76	81	75	96	156	139	113	89	59	76	92	1139

### *Oblačnost, mlhy, sluneční svit*

Nejvyšší měsíční průměr oblačných dní v ročních chodě byl zaznamenán na všech hodnocených lokalitách v listopadu a nejméně oblačnosti bylo v průběhu srpna, září a října.

Zatímco v horských polohách se vyskytuje maximální oblačnost v důsledku intenzivní termické konvekční činnosti v poledních hodinách, v nižších polohách se vyskytuje většinou v ranních hodinách. Nejmenší množství oblačnosti je zaznamenáno ve všech výškových polohách ve večerních hodinách. Největší počet jasných dnů (průměrná oblačnost je nižší 20 %) má podzim, nejmenší květen a červen. Sluneční svit podobně jako oblačnost, má v horách a nížinách opačný chod. Zatímco velká letní oblačnost, podmíněná ve vysokých polohách zvýšenou termickou konvekcí, znamená menší počet hodin slunečního svitu, v kotlinových polohách zaznamenáváme nejméně slunečního svitu v zimním období. Maximální svit evidujeme v horských polohách na podzim, v kotlinách v létě (Holý 1997).

Mlh rozlišujeme více druhů. V nížinách převládají radiační mlhy, ve vyšších polohách mlhy dynamického původu, tvořící se při výstupovém proudění na horské hřebeny. Relativně vysoký počet dní s mlhou se vyskytuje i na jižním úpatí N.T., hlavně v podzimním období (Holý 1997).

### *Vlhkost vzduchu, námraza*

Usazování námrazy podstatně ovlivňují větrné poměry. Plochy orientované vůči převládajícímu proudění mají větší výskyt námrazy než plochy závětrné. Vliv větru na usazování námrazy je zřetelný na volně stojících tyčích. Při povrchu země, resp. sněhu je vrstva námrazy slabší a zvětšuje se se vzdáleností od povrchu v souladu s tím v jaké výšce vzrůstá síla větru. Všeobecně můžeme předpokládat, že námraza v oblasti N.T. se váže na vlhkostní poměry vzduchu, které jsou v horských oblastech značně složité. Nepřetržitým vypařováním a kondenzací, přemísťováním v důsledku konvekce a turbulační výměny, jako i advektivní přenos vzduchových hmot způsobuje stále časové i prostorové výkyvy obsahu vodních par v ovzduší (Holý 1997).

Relativní vlhkost (poměr množství vodní páry nacházející se ve vzduchu k množství vodní páry při nasycení vzduchu, vyjádřená v procentech při dané teplotě) v letním období má vcelku jednoduché rozložení – se vzrůstající nadmořskou výškou se hodnoty zvyšují (Holý 1997).

V zimním období jsou její vlhkostní poměry složitější. V nižších polohách – kotlinách, kam často stéká studený vzduch, dosahuje vlhkost vzduchu vyšší hodnoty. Ve vysokých polohách, kde

v souvislosti se sestupným pohybem vzduchu v anticyklónách dochází v zimním období k vyjasňování, dosahuje relativní vlhkost nižší hodnoty (Holý 1997).

Charakteristickým jevem vysokohorských oblastí je výskyt námrazy. Tyto horizontální srážky tvořící se za mlhy na předmětech a objektech vystavených proudění vzduchu, mohou svojí vahou deformovat i pevné konstrukce. Námraza se tvoří převážně v zimním období a její intenzita se všeobecně zvyšuje jak se zápornou teplotou vzduchu přibližující se teplotě 0 °C, tak i se zvyšující se rychlostí větru. Krystalická námraza je složená z ledových krystalů, které se vytvářejí na předmětech při mlze sublimací vodní páry, zrnitá námraza vzniká zamrznáním prochlazených kapek mlhy na povrchu předmětů (Holý 1997). Ovlivňuje nejvíce výškovou polohu asi 1700 m n. m. a výše. V nižších polohách je výskyt námrazy možný, ale dosahuje minimálních hodnot (Holý 1997).

### Větrné poměry

Zjišťování přímého vlivu větrných poměrů na studovanou plochu je velmi složité a vyžádalo by si dlouhodobé specifické měření, jistě ale není zanedbatelné (Holý 1997).

Jaké rozdíly mohou vzniknout rozdíly díky orografickému vlivu na větrný systém ukazuje např. Otruba (1964): po porovnání tří vrcholových tatranských meteorologických stanic (v rozsahu nadmořských výšek 1998–2634 m n. m.) vlivem rozdílné polohy (mezi sebou vzdálené pouze 20–50 km) vykazovaly podstatné rozdíly. Z tohoto hlediska některé charakteristiky větru z našich nejvyšších stanic není možné neomezeně aplikovat na širší okolí.

Vzhledem ke své poloze Slovenska v mírném pásu, je co do směru i rychlosti celkově charakteristická proměnlivá cirkulace s převládající západní složkou proudění. Při porovnání severní a jižní složky na většině území převládá severní složka (Otruba 1964).

Na vegetaci má největší vliv přízemní vítr, který je tvořen několika faktory. Výslednou průměrnou složku přízemního proudění uvažovaného místa vytvářejí tři složky: barická složka větru: závislá na rozdělení tlaku vzduchu, terénní složka větru: vytvářená deformací proudění terénem a termická složka: závislá na rozdílném ohřívání nebo ochlazování přízemního vzduchu ve sledovaném místě a v okolí. (Barická a termická složka podléhá časové proměnlivosti). Směr přízemních větrů je silně modifikovaný vlivem směru celých pohoří, kotlin, místně pak výrazným údolím a expozicí svahu (Randuška 1959).

V jednotlivých ročních obdobích převládají v N.T. větry určitých kvadrantů:

Jaro :      převažují J– JV větry nad západními  
Léto:      převládají Z nad J a S– SZ  
Podzim:    převaha větrů JZ  
Zima:      převládají čisté Z větry (Jeslík 1970).

V různých oblastech Slovenska se v důsledku orografických účinků vyskytují charakteristické místní větry: sestupné a vzestupné údolní větry, v některých závětrných oblastech závětrné proudění charakteru bóry a nebo s fénovým účinkem. Časový výskyt těchto místních pohybů, jejich početnost, směr a rychlost jsou v jednotlivých oblastech specificky charakteristické (Otruba 1964, Günter 2000).

Reliéf Nízkých Tater tím, že tvoří homogenní překážku (formou hlavního hřebene a přilehlých dolin) proudění vzduchu, vytváří optimální podmínky pro místní větry, které můžeme všeobecně zařadit do třech skupin:

1. Místní větry vznikající orografickým stáčením všeobecného proudění vzduchu.
2. Místní větry vznikající orografickým zesilováním a nebo zeslabováním všeobecného proudění.
3. Místní termické větry vyvolané insolací nebo vyzářováním.

Orientace hlavního hřebene, jako i směr přilehlých dolin táhnoucích se v severojižním směru (respektive jiho–severním), deformuje všeobecně převládající západní proudění v tom smyslu, že prakticky na celém území N.T. se převládající složkou stává vítr severního, respektive jižního směru.

Značný význam při posuzování směru větru mají místní termické větry vyvolané insolací a vyzářováním. I zde rozhodující složku zastává severní a jižní vítr (Holý 1997).

Na jihovýchodním svahu Velkého Gápl'a byl pozorován za pěkného počasí údolní vítr stoupající pozdě dopoledne vzhůru (převážně v podzimním období) a brzo z večera byl pocíťován sestupující chladný vítr (s maximálním zastoupením v letních měsících) vanoucí ze severu, z hřebene hor. Někdy se též během dne vytvořila kupovitá oblačnost, která se během dne rozpustila.

Podobný průběh sestupného a vzestupného větru také popisuje Holý (1997) na jižním svahu, na stanici Kosodrevina. Denní kolísání směru větru dosahuje největší intenzitu na jižních svazích, menší na severních a minimální ve vrcholové části.

Místní větry se projevují vedle změn směru i kolísáním rychlosti větru. Naproti stálým změnám má však i rychlost větru při víceletém zhodnocení určitý pravidelný chod.

Průměrná rychlost větru se s přibývajícím nadmořskou výškou zvyšuje bez ohledu na směr proudění (Holý 1997).

Tab.A.6.5: Průměrná rychlost větru na stanici Kosodrevina a Chopok.

stanice	průměrná rychlost větru [m/s]
Kosodrevina (1480m n. m.)	2,1
Chopok (2012m n. m.)	9,6

Největší průměrnou rychlost dosahuje vítr na jednotlivých lokalitách v zimním období, jen na jižních svazích, na Kosodrevině, dosahuje největší rychlost v jarním období.

Nejmenší početnost dní s bezvětřím mají svahové polohy, lokalita Kosodrevina pouhých 1,3 % všech dní (Holý 1997).

Průměrný roční úhrn srážek: 2001: 1649 mm; 2002- 1137 mm

měsíční srážkový úhrn (mm)	2000	2001	2002
leden		66,8	24,1
únor		83,6	56,3
březen		95,9	86,8
duben		95,2	25,3
květen		53	84,5
červen		170	125,5
červenec		259	175
srpen		101	261,2
září		172,3	87,7
říjen	52,5	363,1	108,7
listopad	89,1	97,7	48,2
prosinec	80,9	91,9	54

Průměrný roční úhrn sněhových srážek: 2001- 554 cm; 2002- 361cm

měsíční úhrn sněhových srážek (cm)	2000	2001	2002
leden		59	23
únor		85	61
březen		90	89
duben		77	46
květen		3,0	
červen		10	
červenec			
srpen			
září		19	10
říjen		23	63
listopad	40	99	48
prosinec	69	89	21

Průměrná sněhová pokrývka za sněhové měsíce: 2001- 65,61 cm; 2002- 33,49 cm

měsíční průměrná sněhová pokrývka (cm)	2000	2001	2002
leden		58,7	82,2
únor		97,8	47,5
březen		160,2	71,5
duben		161,0	52,4
květen		85,8	25,7
červen		3,4	3,4
červenec			
srpen			
září		3,7	
říjen		1,0	10,2
listopad	9,1	21,4	21,7
prosinec	10,3	63,1	20,3

## A.7 Meteorologická data 2000/2002

V této části je přiblížena pomocí nejdůležitějších veličin meteorologická situace za oba roky 2001 a 2002. Počátek této práce na studijní ploše začal v říjnu 2000, proto jsou k oběma letům ještě přiřazeny hodnoty z října až prosince 2000.

Tabulky A.7.1: Průměrné měsíční teploty, měsíční úhrn srážek, měsíční suma hodin s mlhou, průměrná výška sněhové pokrývky a měsíční úhrn sněhových srážek za období říjen 2000–prosinec 2002, meteorologická stanice Chopok (2023 m n.m.).

Roční průměrná teplota: 2001: - 0,8 ° C; 2002: + 0,4 ° C

průměrná měsíční teplota °Cels	2000	2001	2002
leden		- 7,6	- 5,8
únor		- 8,4	- 5,2
březen		- 4,8	- 4,7
duben		- 2,6	- 2,5
květen		+ 3,7	+ 5,1
červen		+ 3,9	+ 7,0
červenec		+ 8,5	+ 9,5
srpen		+ 9,3	+ 8,8
září		+ 2,3	+ 2,9
říjen	+ 4,1	+ 4,3	- 1,2
listopad	- 1,3	- 6,8	- 2,9
prosinec	- 4,3	- 11,1	- 6,7

Průměrná roční suma dní s mlhou: 2001- 4867,8 hod; 2002- 4480,4 hod

měsíční suma hodin s mlhou	2000	2001	2002
leden		389,8	274,6
únor		405,5	396,6
březen		455,2	365,6
duben		409,6	333,5
květen		262,1	327,0
červen		462,0	292,7
červenec		427,7	247,4
srpen		226,3	357,6
září		611,8	407,2
říjen	378,2	363,1	560,2
listopad	568,7	454,5	550,5
prosinec	395,4	400,2	367,5



Tab. A.7.2: Průměrné měsíční teploty a průměrná relativní vlhkost uvedená při průměrných měsíčních teplotách (horní tabulka). Stanice V.Gápeř za období od 10. října 2000 do 16. září 2002, zařízení pro registraci dat (data logger HOBO Proseries RH/Temp) umístěný v polykormonu smrků 3 m nad zemí, 1370 m n. m., na trvalé studijní ploše. Čidlo měřilo hodnoty po dvou hodinách. (U relativní vlhkosti přestalo fungovat čidlo v květnu 2002). Uvedená průměrná hodnota měsíců říjen 2000 a září 2002 není průměr ze všech dnů v měsíci.

Průměrná roční teplota 2001: +3,3 °C; pro 2002 nebyla spočtena.

teplota °Cels	2000	2001	2002
leden		- 4,5	- 3,3
únor		- 4,3	- 1,4
březen		- 1,7	- 0,4
duben		+ 1,8	+ 2,4
květen		+ 9,5	+ 10,3
červen		+ 8,6	+ 11,8
červenec		+ 12,7	+ 14,2
srpen		+ 14,5	+ 13,3
září		+ 6,1	+ 11,0
říjen	+ 11,7	+ 7,0	
listopad	+ 2,4	- 2,8	
prosinec	- 0,9	- 7,3	

Průměrná relativní vlhkost je uvedena při průměrné teplotě – viz horní tabulka.

Průměrná relativní vlhkost %	2000	2001	2002
leden		70,3	70,2
únor		73,6	79,8
březen		100,3	66,2
duben		73,7	59,6
květen		46,9	nefunguje
červen		72,6	nefunguje
červenec		77,2	nefunguje
srpen		56,8	nefunguje
září		95,4	nefunguje
říjen	58,8	79,1	nefunguje
listopad	102,3	82,0	nefunguje
prosinec	81,7	74,1	nefunguje

Z obou tabulek stanice Chopok (2023 m n. m., tab. A 7.1) a ze stanice V. Gápel' na trvalé ploše (1370 mn.m., A.7.2) je zřejmá výrazná odlišnost obou vegetačních sezón 2001/ 2002.

Porovnáme-li stanice mezi sebou, tak měsíční teplotní průměry na stanici Chopok jsou nejčastěji o 3–4,5 °C nižší než průměry na V. Gápl'i (pozn.: na stanici V. Gápel' říjen 2000 a září 2002 nebyly průměry z celého měsíce, a proto nebyly tyto dva měsíční průměry porovnávány se stanicí Chopok).

Z tabulek vyplývá, že vegetační sezóna (duben–září) byla v jednotlivých měsících v obou letech teplotně rozdílná. Na V.Gápl'i byla naměřená nejvyšší průměrná teplota pro rok 2001 v srpnu (14,5 °C) a pro rok 2002 v červenci (14,2 °C). Stejně měsíce s nejvyšší průměrnou teplotou vyšly i na Chopku: srpen 2001 (9,3 °C) a červenec 2002 (9,5 °C).

Podle dlouhodobého průměru (A.6.1) jsou tyto dva měsíce nejteplejší. Vezme-li v úvahu i ostatní měsíční průměry z obou vegetačních sezón, tak můžeme konstatovat, že v sezóně 2002 jsou celkově měsíční teplotní průměry vyšší než v roce 2001. Toto platí na obou stanicích.

Odlišná situace za oba roky je i v průměrném srážkovém úhrnu. Na stanici Chopok je roční úhrn srážek za rok 2001 vyšší (1649 mm) než za rok 2002 (1137 mm; tato druhá hodnota se blíží dlouhodobému ročnímu průměru (tab.6.4)).

Nejdeštivějším měsícem v roce 2001 je říjen (363,1 mm), v roce 2002: srpen (261,2 mm). Nad 100 mm srážek měly v obou letech měsíce: červen, červenec a srpen, což odpovídá dlouhodobým srážkovým průměrům (tab.6.4). Srážky nad 100 mm měl také v roce 2001 měsíc září a říjen, v roce 2002 jen říjen.

Naopak nejméně srážek bylo zaznamenáno v roce 2001 v květnu (53 mm) a v roce 2002 v lednu (24,1 mm) a v dubnu (25,3 mm). Z toho 51 % průměrného měsíčního úhrnu srážek spadlo ve vegetační sezóně 2001 (duben–září) a 67 % v sezóně 2002.

Sněhové srážky tvořily roční úhrn 554 cm v roce 2001 a 361 cm v 2002. Rok 2001 byl na sněhové srážky bohatší. Sněhová pokrývka vytrvala déle v roce 2001 déle než v roce 2002 (viz tab.A.6.6).

Průměrná měsíční výška sněhové pokrývky dosahovala v roce 2001 nejvyšších hodnot v březnu a dubnu (160,2 cm a 161 cm). V roce 2002 byly hodnoty celkově nižší a maxima dosahovala v lednu (82,2 cm). Sníh na studijní ploše roztál koncem dubna.

Za rok 2002 (na Chopku) vykazoval průměrně nejvíce mlžných hodin měsíc říjen (560,2 hod) a listopad (550,5 hod), nejméně červenec (247,4 hod).

Nejvíce mlžných hodin měly v roce 2001 měsíce září (611,8 hod) a březen (455,2 hod), nejméně květen (262,1 hod).

Na V. Gápl'i byly pomocí „data logger HOBO“ odečítány procenta relativní atmosférické vlhkosti. Nejvyšší průměrné procentuální hodnoty v roce 2001 dosahoval měsíc březen (100 %) a září (95 %) (stejně měsíce vyšly u porovnání počtu mlžných hodin na stanici Chopok). Nejméně procent relativní vlhkosti vykazoval květen (46,8 %), ostatní hodnoty se pohybovaly kolem 70 %. Hodnoty relativní vlhkosti z roku 2002 byly získány jen z prvních pěti měsíců, pak přestalo čidlo fungovat.

## A.8 Zimní měření – Velký Gápl'

Zimní měření proběhlo ve dvou termínech: 4. března 2001 a 3.–6. března 2002. Druhý termín se uskutečnil v rámci kurzu zimních ekologických měření pořádaných katedrou botaniky Jihočeské univerzity.

Cílem obou měření bylo:

1. Postihnout rozdělení sněhové pokrývky na studijní ploše a na JV svahu V. Gápl'a.
2. Zjistit, zda se odlišuje charakter sněhového profilu v různých částech studijní plochy.
3. Porovnat teplotní rozdíly v různých typech stanovišť na výškovém gradientu svahu V. Gápl'a (vrchol, klečové porosty, porost horní hranice lesa, zapojený smrkový porost a smíšená část lesa).

*Sněhový profil a výška sněhové pokrývky* byly měřené pomocí: kopaných sněhových profilů, měření odporu jednotlivých sněhových vrstev pomocí kladivové sondy, měření výšek sněhové pokrývky vpichem na transektu od dolní strany studijní plochy po vrchol V. Gápl'a.

*Teplotní údaje* byly získány z pěti stanic s minimovými teploměry umístěnými ve výšce 120 cm a 5 cm nad sněhovou pokrývkou a z kontinuálních digitálních čidel měřících teplotu po půl hodině ve výšce 5 cm nad sněhovou pokrývkou.

Pět stanic bylo rozmístěno na JV svahu V. Gápl'a:

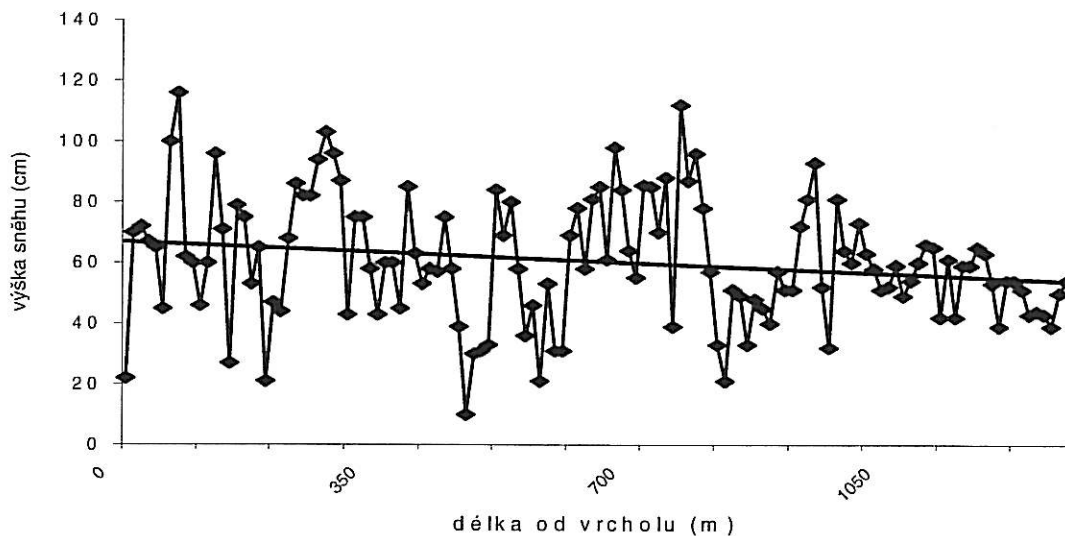
1. stanice na vrcholu Velkého Gápl'a (1776 m n. m.)
2. stanice v klečovém porostu u skály (1650 m n. m.)
3. stanice v rozvolněném, převážně smrkovém, porostu horní hranice lesa (1410 m n. m.)
4. stanice v souvislém zapojeném smrkovém porostu, na studijní ploše (1330 m n. m.)
5. stanice ve smíšeném listnatém porostu, na studijní ploše (1280 m n. m.)

Výsledky a závěry jsou zde pouze stručně shrnuty. Tabulky výsledků a grafy nejsou v této práci uvedeny, protože se přímo nevztahují k tématu.

Zimní období 2001 dosahovalo celkově menšího úhrnu sněhových srážek než je v N.T. obvyklé, zimní sezóna 2002 se vyznačuje výjimečně nízkým úhrnem sněhových srážek a malou výškou sněhové pokrývky, která byla až o 1 m nižší než je normál.

### Rozložení sněžové pokrývky, sněžové profily a teplotní rozložení na svahu V. Gápl'a

Výška sněžové pokrývky 4. 3. 2003



Obrázek A.7.1: Výška sněžové pokrývky na transektu na JV svahu Velkého Gápl'a (počátek měření délkových metrů je na vrcholu (1776 m n. m.)), výška sněhu vpichem byla měřena po 10 m.

Z obr.A.7.1 je patrná velká variabilita sněžové pokrývky. V terénu je tato rozdílnost dána především díky terénním útvarům, působení převládajícího větru a rozdílné doby a intenzity slunečního záření na konkrétním místě. Celkově je výška sněžové pokrývky v dolní části svahu nižší než v horní části transektu.

Získané hodnoty výšek sněhu byly rozděleny do kategorií: bezlesí – bylinná vegetace alpinské a subalpinské části, porost borovice kleče, rozvolněná část smrkového porostu hranice lesa, zapojená část smrkového porostu a smíšený porost. Délkové metry od vrcholu nejsou u jednotlivých kategorií uvedeny, protože se některé kategorie vyskytovaly na více místech na transektu (pro každou kategorii byl udělán detailnější graf sněžových výšek, ale tyto grafy v této práci nejsou uvedeny, pouze stručné slovní shrnutí).

Kategorie „bezlesí – porost bylinné vegetace“ se nachází v okolí vrcholu a v klečových porostech. Je zde patrný trend mírného klesání sněžové pokrývky od vrcholu směrem dolů. První vyšší hodnoty byly naměřeny pár desítek metrů za vrcholem, zřejmě se zde ukládá sníh vlivem větrného proudění, dále po svahu se výška sněhu snižuje.

V „porostu kleče“ je patrný nárůst výšky sněžové pokrývky. V klečovém porostu se sníh akumuluje, to dokládá i ve své práci Holý (1997). Tato část již není vystavena silnému vlivu větrného proudění. Nejvyšší průměrná výška sněžové pokrývky na celém transektu byla naměřena právě v tomto porostu (sklon 25 – 30°).

V rozvolněné smrkové části svahu výška sněžové pokrývky velmi kolísala. Je zřejmě dáno velkou heterogenitou reliéfu. V této části svahu se nachází velké množství sníženin a vyvýšenin (zazeměné vývraty; polykormony stromů rostou většinou na terénních vyvýšeninách). Výškové rozdíly sněžové pokrývky mezi konkrétními místy jsou také dány vlivem odlišného zastínění skupinami stromů a otevřené plochy. Průměrný sklon se pohybuje kolem 20°.

Blízkost zapojeného lesa zřejmě ovlivňuje výšku sněžové pokrývky delší dobou zastínění souvislým porostem (S a SZ směr). Vítr tuto část svahu ovlivňuje méně než svah ve vyšších polohách, (sněžové žlaby nebo jiné stopy působení větrného proudění nebyly na sněžové

pokrývce viditelné). Většina větrného proudění vane ze SZ směru a zřejmě vlivem působení větru ve vyšších polohách, se v této části svahu sněh akumuluje. Při hranici zapojeného lesa zřejmě vytrvává sněh nejdéle v době tání. V polovině května 2002 v těchto místech kvetly rozsáhlé kolonie *Crocus heuffelianus*, což je druh rostoucí na vlhkých a humózních půdách (Dostál 1989). Průběh odtávání sněhu na jaře však nebyl na trvalé ploše pozorován.

V zapojeném smrkovém porostu se průměrná výška sněhové pokrývky ještě mírně zvyšuje s klesající nadmořskou výškou. Korunový zápoj smrkového lesa zřejmě brání intenzivnějšímu průniku slunečního záření a tak sněh zůstává chráněn zástínem. Sklon je mírný, pohybuje se kolem 20 – 25°.

Ve smíšeném lese se výška průměrné sněhové pokrývky výrazně snížila.

V porovnání se smrkovou částí byla zaznamenána značná prostupnost slunečního záření skrze neolistěné koruny stromů. Rychlejší odtávání sněhu je urychleno, kromě vlivu dopadajícího slunečního záření, zvýšeným sklonem (cca 30–35°) a nižší nadmořskou výškou. Keřovitý porost, který by mohl zadržovat sněh, tvoří pouze lokálně *Rubus idaeus* a *Rubus fruticosus* agg.. Může se zde výrazněji uplatňovat i efekt plazivého sněhu.

Porovnáme-li ještě strukturu sněhových profilů provedených na všech stanicích, můžeme konstatovat jejich velkou rozdílnost. Obě zimy měly odlišný průběh, proto se sněhové profily mezi sebou odlišovaly strukturou sněhových vrstev, počtem ledových pláští\* a dalšími krystalickými změnami. V hrubých rysech však zůstávaly zachovány určité stejné charakteristiky.

Můžeme říci, že sněhový profil ve smíšeném porostu nesl začátkem března v obou letech stopy intenzivního a častého roztávání a mírného promrzání pouze vlivem nočního ochlazení. V celém profilu převládal hrubozrnný firn, sněhové vrstvy měly velice malou tvrdost. Ani v jednom roce se ve sněhovém profilu nevytvořily zřetelné ledové plástve.

Naopak ledové plástve (až 1 cm silné) se vytvořily u stanic nad zapojeným porostem (tj. v rozvolněném smrkovém porostu, v porostu kleče a na vrcholu V. Gápľa). Na těchto profilech bylo znát rozmrzání pouze během několika teplotních událostí. V nelesní části svahu se na ochlazení sněhové přikrývky podílí i vliv působení větru.

Sněhový profil v zapojeném smrkovém porostu měl vytvořenou ledovou vrstvu pouze v roce 2001, v březnu 2002 se zřejmě na struktuře sněhového profilu projeví abnormálně vysoké teploty během února. Svou strukturou zrn se podobal profilu ve smíšené části.

Z hlediska naměřených hodnot teplotního minima je vrchol Velkého Gápľa považován za nejstudenější místo na transektu. S klesající nadmořskou výškou stoupaly hodnoty minimálních teplot. Ranní inverze, která jeden den zasahovala oblast kolem obce Brezna, se neprojevila teplotním zvratem na nejnižší stanici. Studijní plocha již zřejmě nebyla inverzí ovlivněna.

\* Ledová plástev vzniká když nepřechlazené dešťové kapky nebo kapky mrholení ihned zmrznou po dopadnutí na povrch, při silném oteplení (částečném roztátí sněhové pokrývky) a následně prudkém ochlazení, nebo postupnou diagenesí sněhových vrstev (Vrba 1954).



## A.9 Obrazová příloha

Text k následujícím obrázkům:

**Obrázek 1** Smrkový zapojený porost s vtroušeným *Sorbus aucuparia*. Na obrázku je vytyčený jeden z velkých čtverců (2 x 2 m), bílými kolíky jsou označeny semenáčky *Picea abies* vyklíčené v roce 2001.

**Obrázek 2** Pohled do smíšeného porostu v dolní části trvalé plochy. Nový vývrát vzniknul pádem dvou stromů *Fagus sylvatica*.

**Obrázek 3** Rozvolněný smrkový porost s otevřenými plochami porostlými bylinnou vegetací.

**Obrázek 4** Ukázka malého čtverce (80 x 80 cm) ve smíšeném porostu dolní části plochy. Hliníkovými štítky jsou označeny semenáčky *Fagus sylvatica*.

**Obrázek 5 a 6** Zmlazování *Fagus sylvatica* ve světlinách.

Zmlazující porosty *Fagus sylvatica* se nacházely ve smíšeném porostu dolní části trvalé plochy v menších světlinách a při okraji velké otevřené plochy o rozloze asi 130 m<sup>2</sup>. Vnitřní část velké otevřené plochy porůstaly dominantní byliny a dřeviny, převážně *Rubus fruticosus* agg., *Rubus idaeus*, *Senecio ovatus*, *Cicerbita alpina* nebo *Calamagrostis arundinacea*.

Bukový nálet (výškově do 30 cm) tvořil různě velké skupiny v podrostu porostu. V jednom případě např. porůstal plochu cca 10 m<sup>2</sup> v hustotě 50–60 jedinců/1m<sup>2</sup>.

Bukový nárost byl velice výškově rozrůzněn a také porůstal různě velké plochy, např. 0,5–4 m vysoké stromy (hustota: na 1 m<sup>2</sup>/ 5 jedinců) porůstaly plochu 5 x 3 m, nebo v jiná skupina 1–4 m vysokých stromů rostla na 10 m<sup>2</sup> (hustota na 1/ m<sup>2</sup> až 40–50 jedinců).

Na průřezu kmenů bylo podle letokruhů spočteno stáří: u 5 cm v průměru–kolem 40 let, 1,4 cm v průměru–18 let a 0,9 cm v průměru–cca 10 let, u kmenů s 5 cm a 1,4 cm již byla vyvinuta výrazná excentricita středu. Bohužel o historii a trvání světlin na trvalé ploše nevíme téměř nic.

**Obrázek 7** Jednoletý semenáček *Picea abies* (srpen 2001) v porovnání se špendlíkem.

**Obrázek 8** Dvouletý semenáček *Picea abies* (srpen 2002).

**Obrázek 9** Jednoletý semenáček *Fagus sylvatica* (červenec 2002).

**Obrázek 10** Ležící kmen *Picea abies* v rozvolněném smrkovém porostu horní části trvalé plochy.

**Obrázek na straně 2** Je celkový pohled do porostu na přechodu smíšeného a smrkového porostu.









