

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra pěstování lesů

Diplomová práce

Přirozená obnova smrku v nejmladších věkových třídách a
vliv podmínek pro její vývoj

Autor: Jan Milnařík

Vedoucí diplomové práce: Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

Praha 2009

Prohlášení:

Prohlašuji, že diplomovou práci, Přirozená obnova smrku v nejmladších věkových třídách a vliv podmínek pro její vývoj, jsem vypracoval samostatně a za použití literatury, uvedené v seznamu použité literatury.

V Kašperských Horách dne 27.03.2009

.....
Jan Milnařík

Abstrakt:

Tato diplomová práce je sepsána na téma: Přirozená obnova smrku v nejmladších věkových třídách a vliv podmínek pro její vývoj. Hodnotí stav přirozeného zmlazení v okolí Kašperských Hor jako charakteristického území předhůří Šumavy a 6. vegetačního pásu. Dále pak formuluje závěry o vlivu jednotlivých mikrostanovišť a dalších stanovištních podmínek na výskyt a přírůst zmlazení smrku ztepilého v nejmladších věkových třídách.

Z výsledků práce vyplývá, že stav zmlazení na lokalitě 1 Bílý potok je velmi dobrý. Ve druhovém složení dominuje smrk, ale velmi úspěšně se zde zmlazují i jiné dřeviny. Na druhé lokalitě 2 Hrad se zmlazení vyskytuje nepravidelně a je soustředěno do hloučků.

Je zřejmé, že nejméně vhodným substrátem pro přirozenou obnovu smrku je ve srovnání s borůvkám, mrtvým dřevem a mechem, smrkový opad. Zde semenáče dosahují nejmenších přírůstků. Naopak jako nejvhodnější se ukazuje, pro růst semenáčů, mrtvé dřevo. Velmi dobré výsledky byly zjištěny i na mikrostanovišti borůvků, které zřejmě chrání semenáče před nepříznivými vlivy (zimní silné mrazy, vysychání v létě). A na substrátu tvořeném směsí mechu se ukazují také velmi dobré výsledky. Z výsledků také vyplývá, že semenáče starší 4 let jsou již méně závislé na substrátu na kterém rostou.

Jako velmi důležitý pro zmlazení je zápoj korun nad plochami. Zde byly zjištěny rozdílné výsledky ve smyslu velmi kladném pro plochy které nebyly ovlivněné zápojem.

Abstrakt:

The subject of this thesis is: Spruce natural regeneration (first age class) and microclimatic conditions influence. It values the natural regeneration of *Picea abies* in first age class near Kašperské Hory as characteristic band of 6 vegetation zone in Šumava mountain. It formulates the results of microclimatic conditions influence of natural regeneration (growth, total height) of *Picea abies*.

Valuation of natural regeneration of first locality is very good. In species composition dominates *Picea abies*, but there are other wood species regeneration too. At second locality is natural regeneration not much good. The regeneration ranges irregular and in small accumulation.

The worst results were found on station spruce defoliate. There are growth and total height lowest. On the other side the best station look dead wood. High growth and total height has the regeneration in *Vaccinium myrtillus*. It looks that the *Vaccinium myrtillus* protects the regeneration against frost in winter or dry up in summer. Other result is that the older regeneration is not so dependent up microclimatic conditions influence and very important for natural regeneration is canopy closure in forest.

Poděkování:

Tímto děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za odborné vedení při tvorbě celé práce. Panu Ing. Danielovi Zahradníkovi, Ph.D. za statistickou analýzu dat. Panu Ing. Františkovi Zahradníkovi, řiditeli městských lesů Kašperské Hory a panu Ing. Danielovi Černému z NP Šumava.

1	Úvod.....	7
2	Literární přehled	9
2.1	Zhodnocení přírodních poměrů	9
2.1.1	Lesní majetek LHC Kašperské Hory	9
2.1.2	Přírodní lesní oblast	9
2.1.3	Geomorfologické poměry	9
2.1.4	Geologické a půdní poměry	10
2.1.5	Klimatické poměry	10
2.1.6	Hydrologické poměry	11
2.2	Současný stav lesů u LHC Kašperské Hory	11
2.3	Vliv člověka na lesy Šumavy.....	11
2.4	Přirozená, cílová a aktuální druhová skladba na území NP Šumava.....	12
2.4.1	Věková struktura porostů národního parku	12
2.4.2	Zastoupení hlavních dřevin porostů národního parku	12
2.5	Smrk ztepilý - <i>Picea abies</i>	13
2.5.1	Základní charakteristiky	13
2.5.2	Nároky na podmínky prostředí	16
2.6	Problematika obnovy lesa.....	18
2.6.1	Půda, půdní pokryv	19
2.6.2	Záření a teplota	19
2.6.3	Vzdušná vlhkost, půdní vláh.....	22
2.6.4	Vliv horizontálního zápoje na přirozenou obnovu	23
2.7	Vliv mikrostanoviště na zmlazení.....	24
2.7.1	Význam mrtvého dřeva.....	25
2.8	Mortalita semenáčů.....	28
3	Metodika	29
3.1	Výběr lokalit, zkusných ploch	29
3.2	Popis měření zmlazení	30
3.3	Popis vylišovacích mikrostanovišť	30
3.4	Popis lokalit	31
3.4.1	Lokalita 1-Bílý potok.....	31
3.4.2	Lokalita 2- Hrad.....	32
3.4.3	Klimatické poměry	33
3.5	Výskyt mikrostanovišť v jednotlivých porostech.....	33
4	Výsledky a diskuze	35
4.1	Výsledky měření na jednotlivých mikrostanovištích.....	35
4.1.1	Vyhodnocení průměrných přírůstků	35
4.1.2	Celková výška semenáčů	40
4.1.3	Ovlivnění zápojem	44
5	Závěr	46
6	Seznam použité literatury	48

1 Úvod

Před lidským osídlením byla Šumava zcela pokryta lesy. Po osídlení byly lesy po dlouhou dobu zdrojem obživy pro obyvatele Šumavy. Dřevo se stávalo žádaným artiklem a proto bylo s rozvojem průmyslu a sídel na Šumavě z lesa nekontrolovaně těženo. Takto intenzivní využívání lesa mělo velmi negativní důsledky. Proto se již v 18. a 19. století začalo s nápravou vzniklé situace. Výrazným obrat nastal koncem 18. století, kdy byly uplatněny nové právní předpisy. Od 40. let 19. století mají šumavské lesy periodicky vypracované lesní hospodářské plány, které stanovují nejen maximální výši těžeb, ale také způsob jejich obnovy a ochrany.

Národní park Šumava vznikl v roce 1991 vyjmutím nejcennějších lokalit z CHKO Šumava. Rozprostírá se na území Plzeňského a Jihočeského kraje při jihozápadní hranici s Německem a Rakouskem. Se svojí rozlohou 69 030 ha je největším národním parkem v ČR.

V současné době již na našem území a na území celé Evropy neexistují porosty, které by nebyly výrazněji ovlivněny člověkem, což má za následek dosti pozměněnou druhovou skladbu lesů. Proto se dá pouze odhadovat, jak by zde les vypadal, kdyby byl bez zásahu člověka ponechán svému vývoji již třeba už od poslední doby ledové. Existuje sice několik málo míst, které se podobají přírodnímu lesu i ty ovšem podléhají určitému vlivu člověka i když třeba jen nepřímo. Ty mohou připomínat situaci jak by vypadal les kdyby byl ponechán svému vývoji. Viz například Boubínský prales na Šumavě.

Cílem dnešního lesního hospodaření je vytvořit, případně zachovat a udržet stávající zdravé lesní ekosystémy. Je patrné, že k tomu je třeba zachovat všechny ostatní funkce ekosystému, jako je funkce ekologická, ekonomická a sociální. Pro zachování těchto funkcí a vytvoření trvale udržitelného lesního ekosystému je důležitá obnova lesů. Zejména potom v národních parcích je obnova porostů základním prvkem managementu a dalšího vývoje (Tesařová 1996).

Každá dřevina vyžaduje, zejména ve stádiu raného vývoje, určité stanovištní podmínky. Pokud jsou tyto a další předpoklady přirozené obnovy splněny je zajištěn další vývoj lesů.

Tématem této diplomové práce je přirozená obnova smrku ztepilého v nejmladších věkových třídách a vliv podmínek na její vývoj. Tato diplomová práce se také zabývá

určitými mikrostanovištními podmínkami a dalšími vlivy, které ovlivňují nejranější vývoj semenáčů smrku. Při měření a vyhodnocování celého zadaného tématu bylo cílem především: Inventarizace zmlazení a jeho vyhodnocení v okolí Kašperských Hor jako charakteristického území předhůří Šumavy a 6. vegetačního pásu. Dále pak formulace závěrů o vlivu jednotlivých mikrostanovišť a dalších stanovištních podmínek na výskyt a přírůst zmlazení smrku ztepilého v nejmladších věkových třídách. Dále zjistit stanovištní faktory s nejvýraznějším vlivem na přirozenou obnovu a zhodnocení možnosti využít tato zjištěná fakta pro zlepšení podmínek pro podporu přirozené obnovy smrku obecně.

2 Literární přehled

2.1 Zhodnocení přírodních poměrů

2.1.1 Lesní majetek LHC Kašperské Hory

Lokality, na kterých bylo prováděno měření se nachází pod správou LHC Lesy města Kašperské Hory. Lokalita 1 Bílý potok je součástí II zóny NP Šumava. Lokalita 2 Hrad je vedena jako les hospodářský.

Národní park Šumava vznikl v roce 1991 vyjmutím nejcennějších lokalit z CHKO Šumava. Rozprostírá se na území Plzeňského a Jihočeského kraje při jihozápadní hranici s Německem a Rakouskem. Se svojí rozlohou 69 030 ha je největším národním parkem v ČR. II zóna tvoří 83% z celkové plochy a tvoří jí převážně člověkem pozměněné lesní a zemědělské ekosystémy (URL 1).

2.1.2 Přírodní lesní oblast

Severní a severovýchodní část majetku (nad linií Kašperské Hory- Kavrlík- Žlíbek) je začleněna do přírodní lesní oblasti 12 Předhoří Šumavy a Novohradských Hor (zaujatá plocha porostní půdy činí 437,62 ha). Zde se nachází i druhá lokalita Hrad, na které bylo provedeno měření. Ostatní převládající části majetku Kašperské Hory se nachází v PLO 13 Šumava (zaujatá plocha porostní půdy činí 5428,56 ha). Zde se nachází lokalita 1 Bílý potok na LÚ (lesním úseku) Bílý potok. (LesInfo 2001).

2.1.3 Geomorfologické poměry

Lesy města Kašperské Hory náleží do geomorfologického celku Šumava, severovýchodní část oblasti (nad linií Kašperské Hory–Kavrlík-Žlíbek) do celku Šumavské podhůří. Jižní a jihovýchodní část tvoří okraj Kvildských plání. Povrch plání je převážně mírně zvlněný, potoční údolí jsou vesměs mělká a otevřená, mělké sníženiny vyplňují rašeliniště. Pláně směrem k severu sestupují do pahorkatinné oblasti. Ta je na převážné části tvořena spíše plochými hřebeny, táhlými svahy a hlouběji zaříznutými údolími. Poněkud odlišná SV část (hrad Kašperk- Lokalita 2) má charakter více členité pahorkatiny, s místy ostřejšími hřebeny, i když nadmořskou výškou se od střední části příliš neliší (LesInfo 2001).

2.1.4 Geologické a půdní poměry

Poměry geologické

V okolí Kašperských Hor se vyskytuje tzv. jednotvárná jednotka. Jedná se o základní geologickou jednotku, ze které se skládá Šumava (Anděra et al. 2003)

V celé oblasti lesů města Kašperské Hory zcela převládají moldanubické ruly, v malé míře se vyskytují magmatity (žuly, granodiority) (LesInfo 2001).

Hlavními minerálními složkami jsou plagioklasy a křemen, dále draselné živce a biotit (Anděra et al. 2003).

Poměry půdní, půdní typy

V celé oblasti Šumavy převažují půdy středně, až silně kyselé (Vacek 2003). Dle Anděra (et al. 2003) je to dáno především půdotvorným substrátem, tvarem reliéfu a klimatem. Tento autor zmiňuje také negativní projevy acidifikace srážek.

V severní a severovýchodní části oblasti převažuje kambizem, pseudoglejová kambizem a rankerová kambizem, mírně kryptopodzol. Ve střední části převažuje podzol humusový a pseudoglejový rašelinný, ve zbylých částech je zastoupena glej, ranker a v malé míře kryptopodzol rankerový a pseudoglejový (LesInfo 2001). Tyto půdy shrnuje Anděra et al. (2003) pod pojem hnědé půdy a uvádí, že patří mezi běžné půdy na Šumavě.

Zrnitostně převažují půdy lehčí, hlinitopísčité, menší zastoupení mají půdy středně těžké až těžké (Anděra et al. 2003)

Dle zastoupení skeletu převládají půdy kamenité až silně kamenité. Výraznou skupinou půd jsou horské půdy hnědé (oligotrofní a mezotrofní) vyjadřují průměrné podmínky poloh 750 metrů nad mořem. Menší podíl půd lze řadit do nižšího stupně degradovaných půd a druhotně zhoršenou produkční schopnost především v kyselé řadě 6. lesního vegetačního stupně (LesInfo 2001).

2.1.5 Klimatické poměry

Lesní majetek města je rozdělen do dvou klimatických okrsků. Převládající okrsek C1 mírně chladný, vyskytující se na celé ploše s výjimkou severozápadní části. Průměrná roční teplota Kvildské pláně 4°C , severní části 6°C.

Okrsek B10 severozápadní části území mírně teplý, velmi vlhký vrchovinný průměrná roční teplota 6°C. Roční úhrn srážek od 750mm v SV části (hrad Kašperk) až po 1200 mm Kvildské pláně na jihu. Průměrná délka vegetační doby 110 dnů na pláních, 140 dnů Rejštejn a Kašperské Hory (LesInfo 2001).

2.1.6 Hydrologické poměry

Z Kvildských plání v jižní části území je voda odváděna potoky do Vydry. Vydra se na severozápadě vlévá do Otavy a ta je povodím SZ části oblasti. Na jihovýchodě sbírá vodu potoků Losenice, do které se vlévá Bílý potok. Pokračuje severovýchodní částí národního parku Šumava a u Rejštejna se vlévá do Otavy (LesInfo 2001). Celkový odtok ze Šumavy 14,1 m³/s. Z tohoto množství odtéká 61% do Otavy.

2.2 Současný stav lesů u LHC lesy města Kašperské Hory

Obecně:

Rozloha pozemků určené k plnění funkce lesa Kašperskohorských městských lesů činí 6015,45 ha. Z toho je porostní půdy 5866,18 ha. Zásoba 1 761 246 m³ b.k. (LesInfo 2001).

Zastoupení dřevin:

Současné zastoupení dřevin ukazuje graf č. 1.

Skutečná plocha dřevin ve věkových stupních LHC lesy města Kašperské Hory:

Skutečnou plochu dřevin ve věkových stupních ukazuje graf č. 2.

Zastoupení LT a LO na LHC Lesy města Kašperské Hory ukazuje tabulka č.1.

Tabulka č.1: Zastoupení LT a LO na LHC Lesy města Kašperské Hory. Zdroj (LesInfo 2001).

LT	LO 12		LO 13		CELKEM	
	Plocha [ha]	Zast.%	Plocha [ha]	Zast.%	Plocha [ha]	Zast.%
6K1	24,99	5,71	53,70	0,99	78,69	1,34
5K1	61,40	14,03	2,29	0,04	63,69	1,09

2.3 Vliv člověka na lesy Šumavy

Před lidským osídlením byla Šumava zcela pokryta lesy. Po osídlení byly lesy po dlouhou dobu zdrojem obživy pro obyvatele Šumavy. Dřevo se stávalo žádaným artiklem a

proto bylo s rozvojem průmyslu a sídel na Šumavě z lesa nekontrolovaně těženo. Takto intenzivní využívání lesa mělo velmi negativní důsledky. Proto se již v 18. a 19. století začalo s nápravou vzniklé situace. Výrazným obrat nastal koncem 18. století, kdy byly uplatněny nové právní předpisy. Od 40. let 19. století mají šumavské lesy periodicky vypracované lesní hospodářské plány, které stanovují nejen maximální výši těžeb, ale také způsob jejich obnovy a ochrany.

Ve 40. letech 19. století vznikly na Šumavě obrovské souvislé plochy holin. Zaváděním holosečného hospodaření docházelo k úbytku původních dřevin (jedle, buk) a k nástupu smrku (Anděra et al. 2003).

2.4 Přirozená, cílová a aktuální druhová skladba na území NP Šumava

Studii tohoto tématu se zabývají například (Zatloukal 2006, 2001, 2000; Černý 2006; Pařez 2006) a Kupka (1999), který používá údaje z databáze správy NP Šumava v Kašperských Horách. Tyto údaje jsou k dispozici pro celou plochu lesů parku. Jedná se o data získané inventarizací lesů NP Šumava, které provedla instituce IFER.

2.4.1 Věková struktura porostů národního parku

Kupka (1999) zmiňuje důležitost věkové struktury šumavských porostů, neboť zní lze odvodit jak se bude vyvíjet obnova porostů. Dochází k závěru, že 40% celkové plochy lesů zaujímají věkové třídy nad 10 a 12 tj. porosty nad 120 let.

Za podstatnou považuje také věkovou strukturu rozlišenou podle vegetačních stupňů. Dochází k závěru, že věková struktura šestého a sedmého vegetačního stupně je velmi podobná a odpovídá i celkové věkové struktuře. Naproti tomu věková struktura osmého vegetačního stupně je výrazně nevyrovnaná a chybí zde porosty středního věku. Je zde zastoupen ve velké míře i nejmladší věkový stupeň. To uvádí jako důsledek omezení obnovní těžby.

2.4.2 Zastoupení hlavních dřevin porostů národního parku

Dle vegetačních stupňů rozděluje Kupka (1999) zastoupení hlavních dřevin do dvou výrazně odlišných pásem. Za první pásmo považuje porosty v šestém a sedmém vegetačním stupni a druhé je tvořeno horským lesem osmého vegetačního stupně, kde

uvádí zastoupení listnatých dřevin jako sporadické. Nejzastoupenější dřevinou v šumavských porostech je smrk. Zastoupení této dřeviny ukazuje tabulka č.2.

Tabulka č. 2: Zastoupení smrku v NP Šumava. Zdroj Kupka(1999).

SKLADBA	SM [%]
přirozená	54
cílová	75
reálná	80
skutečná	85

České inspekce životního prostředí na svých stránkách uvádí skutečné zastoupení smrku 82%. Zmiňuje také, že v minulosti zde byl smrk zastoupen 31% (URL2).

K nejmenším změnám v dřevinné skladbě došlo v nejvyšších polohách v 7. (buko-smrkovém) a 8. (smrkovém) lesním vegetačním stupni, v nadmořských výškách nad cca. 1 100 m n. m., kde jsou rozšířeny kyselé bukové smrčiny, kyselé smrčiny, rašelinné horské smrčiny, vrchovištní smrčiny, vrchovištní klečové porosty apod.. Směrem k nižším nadmořským výškám, kde byl les snadněji přístupný, pozorujeme oproti předpokládané přirozené dřevinné skladbě postupně větší změny (URL3).

2.5 Smrk ztepilý - *Picea abies*

2.5.1 Základní charakteristiky

Smrk ztepilý je jednoznačně nejvýznamnější hospodářskou dřevinou střední a severní Evropy. Uplatňuje se v mnoha odvětvích dnešního průmyslového světa. Například dřevařství, papírenský průmysl atd.. Z hlediska produkce dřeva je určitě na prvním místě a proto je hojně vysazován.. Rychle rostoucí, velké horizontální a vertikální rozpětí růstu této dřeviny z ní dělá nejpěstovanější dřevinu a to velmi často i mimo svůj areál přirozeného rozšíření (Musil 2003).

Stále zelený strom, který může dorůstat výšky okolo 40-60 metrů a dožívat se věku 200-300 výjimečně i 600 roků. Například: Střední výška hlavního porostu ve 100 letech na nejhorší a nejlepší bonitě v ČR je přibližně v rozmezí 16-36 metrů. Objem středního kmene ve 100 letech na nejlepší bonitě dosahuje až 2m³ (Musil 2003) V průměrných podmínkách tvoří kmen s průměrem od 1 do 1,5 metru (Pagan 1997).

Koruna je pyramidální, do vysokého věku špičatá, kuželovitá a pravidelně přeslenitá. Je však velmi variabilní a můžeme se setkat s mnohými přechody od širokým až k úzkým tvarům. Například na horských lokalitách, které jsou vystavené častým silnějším větrům, které vanou převážně z jednoho směru nebo v důsledku obrusu sněhem mohou vznikat na závětrné straně stromu jednostranné vlajkové koruny (Musil 2003).

Jehlice 15-30 X 1-1,5 mm jsou na průřezu kosočtverečné, tmavozelené, lesklé s nevýraznými pásy průduchů (Pagan 1997).

Kmen má štíhlý, přímý, válcovitý tvar a velmi často se u něj vyvíjí kořenové náběhy. Ty mohou být zapříčiněny i houbovou chorobou. Kůra je zpočátku světle hnědá, tenká a šupinatá, později šedá. Odlupuje se v tenkých, plochých šupinkách. Na spodní části kmene bývá často podélně rozpraskaná. Proměnlivost kůry a borky je značná a ještě se zvyšuje ze stářím stromu. Můžeme se setkat s typy, které mají borku tenkou s hladkým povrchem nebo naopak s borkou silnou a rozpraskanou (Musil 2003).

Dřevo smrku je bílé až slabě nažloutlé nebo žlutobílé. Jádro je nezřetelné (jádro je nezbarveno, dřevo je zralé uvnitř kolem dřene) Dřeň úzká (max. 0,5 cm), letokruhy dobře patrné a dobře vyznačené. Jarní dřevo neznatelně přechází do pozdního. Dřeňové paprsky jsou patrné pouze pod lupou. Pryskyřičné kanálky jsou drobné a na příčném řezu jsou patrné jako ojediněle rozseté póry, na podélném řezu je vidíme jako uzounké trhliny, vyplněné žlutou pryskyřicí. Příčný řez je bez lesku, podélné slabě lesklé (drobná zrcadélka). Špatně se leští. Čím širší letokruhy tím hrubší vlákno. Voní slabě pryskyřičně (Němec a kol.2005).

Tato dřevina má plochý kořenový systém, který je nedostatečně zakotven v půdě. Proto velmi často podléhá bořivým větrům, které většinou způsobují vývraty těchto stromů. Strom se většinou nezlomí avšak záleží na podmínkách ve kterých roste. Velmi ohrožené jsou smrkové monokultury na podmáčených půdách. Na promrzlých půdách trpí smrky spíše zlomem nežli vývraty. V některých případech se jedná až o povrchový kořenový systém takže strom prakticky na půdě jen stojí a vůbec v něm nekoření a strom vyčerpává pouze povrchovou vrstvu půdy. U kořenového systému smrku můžeme vylišit kořeny horizontální a vertikální. Při povrchu půdy jsou rozloženy silné, talířové kořeny, z nichž vyrůstají tenčí kořeny a kořenové výběžky, které prostupují svisle dolů pokud jim to podloží dovolí. Ovšem objevují se i případy typů smrku se srdcovým kořenovým systémem (prostupující do hloubky 2-4 metry) a dokonce i typy s kulovitě vyvinutými

hlavními kořeny. Vývoj kořenů je závislý i na stáří jedince. U jedno- až dvouletých jedinců se zpravidla setkáváme se dvěma typy kořenového systému: jeden kuželovitý, s krátkým hlavním kořenem a se silnými, směrem dolů se zkracujícími bočními kořínky a nebo druhý válcovitý, s dlouhým kořenem hlavním a s četnými kořínky bočními. Na vývoj kořenového systému má vliv mnoho faktorů. Především to jsou půdní podmínky lokality kde smrk roste. Důležitý je obsah kyslíku v půdě a sním související vodní poměry. Kořeny smrku se vyhýbají místům v půdě kde je nedostatek kyslíku. Nad vysoko položenou hladinou podzemní vody (zamokřené a podmačené půdy) se vytváří extrémně plochý, talířový kořenový systém, jen s krátkými postraními kořeny, které jsou dole rozvětvené. Naproti tomu na dobrých půdních podmínkách (například hluboké hlinité půdy, mohou svislé kořeny dosahovat až do hloubky 6 metrů. Zajímavé je že celková délka kořenů o vodorovné ploše 1m^2 u stromu ve věku 100 let je přibližně 100 metrů. Dalším faktorem, který značně ovlivňuje kořenový systém je obsah živin v půdě. Čím je půda bohatší na živiny tím bývá hustěji prokořeněná. Celková délka a dosah kořenů je ovšem větší u půd, které jsou chudší a totéž platí i pro půdy sušší. Zde se často setkáváme s tzv. vyhledávacími kořeny, které mohou dosahovat délky až 10 metrů. Nejvíce prokořeněné bývají svrchní humusové vrstvy, které obsahují nejvíce humusu a tak i živin. Na půdách bohatých na tuto vrstvu humusu pak kořenový systém zůstává plochý a nevytváří se svislé, dolů rostoucí kořeny, které strom upevňují v půdě. Tento podobný efekt docílíme i povrchovým hnojením. Nej hustěji prokořeněná nebývají místa pod půdorysem koruny, ale místa po obvodu půdorysu koruny, kam stéká srážková voda z okrajů koruny jako z deštníku. Při dotyku kořenů může dojít k jejich srůstům. U smrku se můžeme setkat i s tzv. chůdovými kořeny, které vznikají při růstu mladých smrků na trouchnivějším pařezu, který se postupem času rozpadá a kořeny zůstávají viset ve vzduchu (Musil 2003.)

Plodnost smrků začíná v porostech okolo 60 roku a v solitérách je to již v 30-40 letech. V nepříznivých podmínkách mladé kultury často plodí již v 15-20 letech a ve výjimečných případech někteří jedinci mohou kvést již v pátém roku. Semenné roky se opakují zpravidla v 3-5 ročních intervalech (Pagan 1997), ve vysokých polohách v poněkud delších a to 7-8 letých (Šimek 1993).

U horní hranice lesa plodnost ustává a objevuje se vegetativní rozmnožování. Smrk je jednodomý strom a kvete v průběhu dubna až do června (Musil 2003).

Samčí šištice jsou široce vejčité 20-25 X 10-15 mm, na stopce, složené z mnoha tyčinek, které mají dva pylové váčky (Pagan 1997). Jsou umístěny mezi jehlicemi jednoletých prýtů, obvykle v střední a dolní části koruny po obvodu (Musil 2003). Zprvu jsou nápadně červené, později žluté až zlaté od množství pilu. Pylové zrno má dva vzdušné váčky, které usnadňují přenos větrem.

Samičí šištice 40-55 X 20-25 mm velké, skoro válcovité, zužující se k vrcholu. Jsou tvořené semennými šupinami. Vyrůstají obvykle v horní části koruny. Mohou být zelené, narůžovělé až purpurové. Nejprve vzpřímené, po opylení převislé (Pagan 1997).

Semeny je 4-5 x 2-3 mm, vejcovité, tmavě- až černohnědé. Lžičkovité křídlo je 2-5 krát delší než semeno. Semeno se od křídla lehce odděluje a lehce se čistí. Hmotnost 1000 ks je okolo 8-9 gramů a v jednom kilogramu je asi 115000 kusů semen. Klíčivost je okolo 70-80% , kterou si zachovává po dobu 4-5 let (při dobrém uskladnění i více) (Pagan 1997). Tato dřevina dává velké množství semen Šimek uvádí v hojných letech až 100kg i více na 1 hektar což je cca. 20 milionů kusů.

Semenáčky mají 5-11 děloh či děložních lístků, které jsou 12-15 mm dlouhé, trojhranné, které následují několik primárních jehlic. Dělohy opadávají ve druhém roce a současně vyrůstají primární jehlice, které se liší od jehlic dospělého jedince. Již ve třetím roce se začínají tvořit přesleny. Smrk dobře klíčí na trouchnivějících pařezích, padlých kmenech (možnost vzniku chřadovitých kořenů). Na těchto místech například dříve taje sníh což je velmi výhodné například ve vyšších polohách (delší vegetační sezóna a její dřívější začátek) (Musil 2003).

Výškový přírůst se z počátku zvyšuje jen pozvolně a ze začátku je velmi pomalý, ale rychlejší než například u jedle. Zrychluje se až po 10 roku, kulminuje okolo 40 roku a končí přibližně ve 100 letech. Rozlišují se dva růstové typy smrku: 1 typ má rychlejší růst v mládí, s dřívější kulminací, následována rychlejším poklesem. 2 typ roste v mládí zvolna, kulminuje asi o 20 let později a další přírůst klesá jen velmi pomalu.

2.5.2 Nároky na podmínky prostředí

Oblast přirozeného výskytu smrku ztepilého je rozsáhlá a tomu odpovídají i rozmanité podmínky prostředí, ve kterém roste (Musil 2003). Zaujímá rozsáhlý areál celé Eurasie. Jeho rozšíření od jihu Evropy až po Ledové moře ukazuje na to, že je nenáročný na klima (Šimek 1993).

Je považován za dřevinu přizpůsobivou a to nejen klimatickým, ale i například půdním a ekologickým nárokům (Pagan 1997). Vyhovuje mu chladné kontinentální klima, avšak s dostatečným úhrnem srážek a to i v zimních měsících, kdy jsou sněhové srážky jediným zdrojem vody (Musil, 2003). Zaujímá jedno z prvních míst mezi dřevinami, které dobře snáší nízké teploty (Šimek 1993). Je to jedna ze dřevin, která velmi dobře snáší nízké teploty. Oproti tomu je citlivější na vysoké teploty, což je zřejmě hlavní důvod proč se nerozšířila i do jižních částí areálu (Pagan 1997).

V nárocích na světlo patří mezi polostínomilné, má však velkou schopnost přizpůsobit se různým světelným podmínkám. Někteří autoři ovšem uvádějí tento druh jako slunnou dřevinu (heliofyt) v mládí snášející zástín (Musil 2003).

Jeho zmlazení se často dokáže udržet ve stínu mateřského porostu po dlouhou dobu a to až 80 i více let (jako například jedle). Vytváří krátkou a širokou korunu a dokonce i s jinou anatomickou stavbou jehlic (Šimek 1993). Při postupném zlepšování situace v porostu může bez dalších problémů přejít k normálnímu růstu jako při normálních podmínkách. Tato schopnost je smrku velmi užitečná, protože mu umožňuje pronikat do porostů jiných dřevin, kde vyčkává na zlepšení podmínek a následně dokáže původní dřevinu vytlačit. (Musil 2003). Na druhé straně se také velmi hojně zmlazuje na místech s plným osluněním jako jsou například různé náspy nebo okraje porostů. Zde se vytváří slunný typ jehlic, které jsou anatomicky přizpůsobené plnému osvětlení (Šimek 1993).

Na teplo a světlo je smrk dřevinou víceméně nenáročnou a přizpůsobivou. Naproti tomu má velké nároky na půdní a vzdušnou vlhkost. V oblastech kde je slabá, krátko trvající sněhová pokrývka v zimě nebo s nedostatkem srážek během léta se nevyskytuje nebo roste velmi málo. Tímto by se dal vysvětlit ostrůvkovitý výskyt smrku nebo území úplně bez smrku například v jižním Polsku a dalších suchých oblastech (Musil 2003).

Uvádí se, že minimální roční srážky, které smrk potřebuje jsou okolo 600 mm za rok. Avšak nižší úhrn srážek se dá do jisté míry nahradit vyšší vlhkostí půdy. Převládá názor, že je odolnější na nižší vzdušnou než půdní vlhkost. Na půdách, které jsou lehké a propustné mohou v obdobích sucha odumírat i staré stromy, k čemuž jistě přispívá také řídký, povrchový, kořenový systém (Šimek 1993).

Na živiny je tato dřevina také dost nenáročná. Snáší dobře nižší obsah dusíku, vápníku, středně fosforu, ale zvýšené nároky má na hořčík. Opad tohoto stromu je klasifikován jako těžko rozložitelný (Musil 2003).

U nás se se smrkem setkáváme již od třetího, ale nejvíce v 5 až 7 vegetačním stupni. Neoptimálnější je 5 vegetační stupeň s nadmořskou výškou 800 m.n.m..

Smrčiny s největší produkcí najdeme na kyprých kambizemích, které mají pH spíše kyselé. Optimum je 5-5,5 (Pagan 1997).

2.6 Problematika obnovy lesa

Pro další existenci lesů je obnova lesních porostů důležitou podmínkou (Kupka 2000), zejména potom v národních parcích je obnova porostů základním prvkem managementu a dalšího vývoje (Tesařová 1996).

Obnovou porostů rozumíme celou soustavu hospodářských opatření od počátku obnovy až do její konečné fáze. Obnova lesních porostů patří mezi nejdůležitější činnosti v celém systému pěstování lesa (Poleno 1994).

V systému obnovy rozlišujeme několik druhů obnovy. Jsou to:

- přirozená obnova (generativní - semeny, vegetativní - výmladkovostí a zakořeňováním pletiv)
- umělá obnova (sídí a sadbou)
- kombinovaná (v rámci jednoho porostu využívá přirozenou i umělou obnovu)

Přirozená obnova je jedním z klíčových prvků při budování managementu lesního hospodaření v jednotlivých zónách národních parků a přírodě blízkému hospodaření v lesích. Přirozená obnova patří k zákonitým procesům biologie lesa (Šimek 1993). Pro preferování přirozené obnovy lesa hovoří i autoři jako například (Bače, Janda, Svoboda 2007; Jonášová, Prach 2004; Jonášová 2001; Szwagrzyk et al. 2001; Ulbrichová, Podrázský 1999; Malenovský, Cudlín, Zemek 1997; Tesař, Tesařová 1996; Poleno 1994; Šimek 1993; Koistinen et al. 1993; Hanell 1993; Korpel 1991). Dále se přirozenou obnovou zabývají na Šumavě (Zatloukal 2001 ; Podrázský 1999); v Krkonoších Šerá et al. (2000), v Alpách například Diaci et al. (2005).

Dle těchto autorů jsou výhody například: přirozený vývoj kořenového systému, zajištění genetického původu obnovovaných dřevin, dobré možnosti výběru při výchovných opatřeních v nárostech a mlazinách, zachování porostního mikroklimatu, stavu půdy a humusu v přirozeném stavu, dobré přizpůsobení náletu stanovištním podmínkám, nálety vzcházejí a rostou na místech, které druhům a jedincům dřevin nejlépe

vyhovují, nově vznikající porosty jsou chráněny před nepříznivými klimatickými vlivy a buření, nižší pořizovací náklady na vznik a zajištění nového porostu. Šimek (1993) uvádí úsporu na 1 ha okolo 50 000 Kč oproti obnově umělé.

Naopak za nevýhody jsou považovány: volba druhu dřevin je závislá na druhovém složení mateřského porostu, výsledky jsou závislé na mnoha faktorech jako jsou semenný rok, úroda semen, intenzita zabuření, stavu půdy, klimatické faktory v době kdy semena vzházejí.

Jen v některých případech lze dosáhnout plné přirozené obnovy. Je třeba jí co nejvíce využívat v kombinaci s umělou obnovou (Šimek 1993). I další autoři se přiklánějí k doplnění přirozené obnovy obnovou umělou. Hlavně ve vysokých horských polohách, kde je přirozená obnova poměrně slabá (Ulbrichová, Podrázský 1999). Při nedostatečné intenzitě přirozené obnovy, silných přírodních limitech a při vyloučení ekologické sukcese hrozí přerušení kontinuity lesního ekosystému a v důsledku toho řada ekologických rizik. Přirozená obnova je náročná na lidský faktor-vyžaduje odborný přístup lesního hospodáře. Je však výrazem vysokého stupně profesionality (Poleno 1994).

Přirozená obnova vzniká náletem semen na uvolněné plochy buď vedle mateřského porostu nebo na jeho okrajích, ale i uvnitř samotného porostu. (Šimek 1993). Nalétnutím semen není přirozená obnova ještě zdaleka zajištěna. Semeno musí mít příznivé podmínky pro vyklíčení a semenáček vhodné prostředí pro jeho růst (Jančík 2006)..

2.6.1 Půda, půdní pokryv

Poleno (1994) uvádí, že vyklíčení semen a vznik náletů je podmíněno vhodnými vlastnostmi půdního povrchu. Šimek (1993) uvádí velmi důležitým kritériem pro zdárný růst a klíčení vlhkou půdu s dobře se rozkládajícím humusem. Nálet smrkových semenáčků se velmi dobře ujímá na kyselých lesních půdách, pokud je nadložní humus příznivě vlhký a kořínky semenáčků mohou včas dosáhnout minerální země. Jako nepříznivou uvádí buřň, která zabraňuje semenům styk s půdou. Klíček záhy zasychá i když se mu podaří v buřni vyklíčit. Tento autor uvádí kromě přípravy půdy i další důležité faktory pro přirozenou obnovu: příprava porostů tj. časová a prostorová příprava.

2.6.2 Záření a teplota

Sluneční záření představuje energetický zdroj naprosté většiny všech procesů v atmosféře a na zemském povrchu. Jedná se o složené záření fotonů různých vlnových

délek (Podrázský 1999). Fotosynteticky aktivní radiace (FAR) dopadající na fotosyntetický aparát je hlavní veličinou řídící aktivitu reakcí fotosyntézy (Larcher 1988). Měření sluneční radiace v porostech lesních dřevin patří mezi významné charakteristiky mikroklimatu (Petrík et al. 1986) Poměrně malá pozornost je však věnována spektrálnímu složení sluneční radiace dopadající na porost a porostem procházející (Navrátil, Špunda 2003). Tito autoři uvádí základní rozdíly v diferenciaci fotosyntetického aparátu rostlin jako změny intenzity FAR během dne, vegetačního období a ve vertikálním profilu. Petrík et al. (1986) uvádí ještě rozdílné spektrum dopadajícího záření. Navrátil, Špunda (2003) se zabývali měřením spektra dopadajícího slunečního záření na porosty smrku v lokalitě Bílý kříž.

Podle Podrázský (1999) se v rámci porostů vytváří specifický radiační, tj. světelný režim. Množství světla pronikajícího do nitra porostu (porostního prostředí) je značně sníženo a je změněna jeho vlnová délka. V kmenovém prostoru se světelné podmínky výrazně nemění.

Pro úspěšné vyklíčení a růst semenáčů je sluneční záření nutné Korpel (1991). Brang (2005) uvádí ve svých výzkumech velmi dobrou schopnost semenáčů smrku klíčit a růst i v místech s velmi malým přímým osluněním. Uvádí to až u 50% semenáčů. Dále zmiňuje i schopnost některých semenáčů růst i v místech, kde je pouze difúzní záření. Míchal (1983) oproti tomu uvádí, že naprostá většina semenáčů se vyskytuje v porostních mezerách.

Také Diaci et al. (2005) se zabývá vlivem mezer v porostu na přirozenou obnovu. Dochází k závěru, že v mezerách o velikosti do 200 m² je hustota obnovy největší. Také dochází k závěrům, že průměrná výška semenáčů je největší v mezerách s plochou nad 600 m².

Množství světla pronikajícího do porostů jednotlivých dřevin uvádí následující tabulka 3.

Tabulka 3: Množství světla pronikajícího do porostů jednotlivých dřevin Zdroj: Podrázský (1999)

DŘEVINA	SVĚTLO V % VOLNÉ PLOCHY	
	Neolistěné	olistěné
BK	22 – 66	2 - 40
DB	43 – 69	3 - 35

JS	39 – 80	8 - 60
BR	-	20 - 30
JD	-	2 - 40
SM	-	4 - 40
BO	-	22 - 40

Tabulka 4: Vertikální ozáření ve smrkové mlazině (Baumgartner 1956 in Podrázský 1999)

VÝŠKA (M)	POROSTNÍ VRSTVA	DENNÍ ÚHRN (CAL.CM ⁻²)	%
10,0	nad porostem	565	100
5,0	vrchol korun	555	98
4,1	v zápoji	223	39
3,3	dolní koruna	36	6
0,2	nad půdou	35	6

Dle (URL 5) je teplota určována do značné míry zářením tj. radiačním režimem a tepelnými vlastnostmi prostředí. Vlastnostmi prostředí se rozumí například schopnost akumulace tepla, vyzařování, vedení atd.

Pro rostliny je teplota prostředí v němž žijí a jehož klimatické podmínky svou přítomností a životními ději spoluvytvářejí, jedním ze základních faktorů mikroklimatických poměrů (Kamerová 2002). Tato autorka se snaží charakterizovat teplotní poměry vrstvy vzduchu ovlivněné mladým smrkovým porostem.

Šimek (1993) uvádí teplo jako rozhodující činitel pro úspěšnou obnovu nejen ve vysokých polohách. Teplota je určována do značné míry právě zářením, tj. radiačním režimem a dále tepelnými vlastnostmi prostředí, jež spolu se vstupy a výstupy energie určují tepelný režim, daný pohlcováním, akumulací, vedením a vyzařováním energie. Sezónní a periodické změny teploty lokality jsou pak označovány jako teplotní režim. Teplota je jeden ze základních parametrů fyzikálního prostředí určující životní aktivitu a projevy organismů. Jednotlivé organismy, druhy a celá společenstva jsou vázány na určité rozpětí teplot, v němž mohou vegetovat a reprodukovat se, lze nalézt teplotu z určitého hlediska pro jednotlivé projevy optimální a stejně tak lze určit i extrémy, teploty limitní, stejně významné jako teploty pro daný projev života průměrné (Podrázský 1999).

Teplota má zásadní význam i pro intenzitu základních životních reakcí a projevů lesního ekosystému. Jako ekologicky významná je např. délka vegetační doby, označující počet dnů, kdy je denní průměrná teplota alespoň 10 °C. Pro existenci lesního ekosystému je nutná její délka alespoň 1 měsíc. Pro růst a vývoj lesních dřevin jsou významné i

extrémy, jako je například výskyt pozdních a časných mrazů, na které jsou různé dřeviny různě citlivé (Podrázský 1999). Lesní prostředí modifikuje výrazným způsobem teplotní poměry lokality (Chroust 1997). Larcher (1988) uvádí, že teplota je rozhodujícím činitelem určujícím počátek a intenzitu kambiální činnosti.

Tabulka 5: Průměrná týdenní teplota vzduchu a půdy mimo les a ve smrkové mlazině za bezoblačného a oblačného počasí (oC). (Podrázský 1999).

OBLAČNOST	0 – 3%		7 – 10%	
Měřiště	Louka	Mlazina	Louka	Mlazina
+ 10 cm	20,9	17,0	12,2	10,8
- 20 cm	15,4	14,3	12,0	11,5

Jako další faktory ovlivňující teplotu uvádí Podrázský (1999) druh dřeviny, hustota porostu a vliv člověka na strukturu porostu. Dle URL 6 spolu úzce souvisí faktory hydrické a vliv teploty. Uvádí se zde, že v níže položených a teplejších oblastech se častěji setkáváme s nedostatkem srážek a naopak ve vyšších a chladnějších polohách je srážek dostatek. To může mít výrazný vliv na produkci dřevin. Uvádí se zde snížení přírůstu smrku v závislosti na vyšší teplotě v nižších polohách a na opak kladná závislost ve vyšších polohách. Zde byly prokázány vyšší přírůsty. Opačná situace byla zjištěna u srážek. V oblastech s dostatečným množstvím srážek je produkce určována především teplotou a naopak v oblastech s vysokými teplotami jsou limitujícím faktorem srážky.

2.6.3 Vzdušná vlhkost, půdní vláha

Vzdušná vlhkost charakterizuje obsah vodních par v ovzduší. Vzdušná vlhkost má vzhledem k lesnímu ekosystému bezprostřední (ekologický) význam především svým vlivem na intenzitu výparu a tím i na další fyziologické pochody (transpiraci, fotosyntézu, respiraci). Naopak, lesní prostředí způsobuje výrazné relativní zvlhčení vzduchu pod úrovní korun právě snížením teplot, eliminací výsušného působení vzdušného proudění a větším výparem transpirací. Hustota porostu pak má na vlhkost vzdušného prostředí značný vliv, stejně tak i druhové složení porostu. Např. v jehličnatých porostech je při

jinak stejných vnějších podmínkách celoročně vyšší vzdušná vlhkost ve srovnání s porosty listnáčů. (Podrázský 1999)

Dalším faktorem, je půdní vláha. Šimek (1993) uvádí jak postupovat při obnově porostů, kde ročně spadne méně jak 600 mm srážek. Volí způsoby přirozené obnovy aby i slabé srážky pronikaly přímo k náletu. V těchto podmínkách uvádí Šimek (1993) jako nejvhodnější obnovní postup od severu, případně od severozápadu.

2.6.4 Vliv horizontálního zápoje na přirozenou obnovu

Zápoj významným způsobem určuje charakter a intenzitu světla, které proniká do porostu a na povrch půdy. Zabývá se jimi například (Kaufmann et al. 1996). I v porostu s neporušeným zápojem je v různých místech intenzita propuštěného světla rozdílná. Vyskytují se zde tzv. sluneční skvrny, které mohou zvyšovat světelný požitkem rostlin (Chazdon et al. 1991). Předmětem studia a tvorby různých modelů jsou právě tyto zákonitosti dynamiky a tvorby korunového zápoje. Tyto procesy jsou velmi proměnlivé, mají své zákonitosti a proto je složité vysledovat jak bude vypadat budoucí porost (Szwagrzyk et al. 2001). Tento autor sleduje i důležitost základny semenáčů. Tato banka semenáčů je velmi důležitá při náhlém uvolnění zápoje. Dojde k reakci semenáčů na zlepšení světelných podmínek a rychlému přirůstání, které je větší než u nově klíčících semenáčů. Sledováním reakce semenáčů na uvolnění zápoje se zabývají například (Hanell 1993; Koistinen et al. 1993). Dalšími autory, kteří se zabývají vlivem horizontálního zápoje a vliv průmětu korun mateřského porostu na přirozenou obnovu je Malenovský, Cudlín, Zemek (1997), kteří zjišťovali tyto vlivy v kombinaci s expozicí svahu a sklonem terénu v Krkonoších. Tito autoři prokázali některé závislosti a to například v průmětu korun a klíčivosti byla prokázána pozitivní závislost. Ostatní závislosti jako závislost sklonitosti svahu a klíčivosti nebo sklonem svahu s mortalitou se nepodařilo prokázat.

Na přežívání semenáčů má vliv mnoho faktorů a to zejména světelné poměry v porostu. Tyto faktory mají vliv na úmrtnost semenáčů, zejména těch nejmladších (Zatloukal 2000). Velmi významným vlivem na obnovu smrku v horských podmínkách je také světlo prostupující přes mezery v zápoji (Cunningham et al. 2006 in. Bače, Janda, Svoboda, 2007). Nároky zmlazení jednotlivých druhů dřevin na množství pronikajícího světla tak zásadně ovlivňují celou dynamiku lesa (Bače, Janda, Svoboda, 2007). Tito autoři se zabývali studiem vlivu horizontálního korunového zápoje na zmlazení dřevin ve

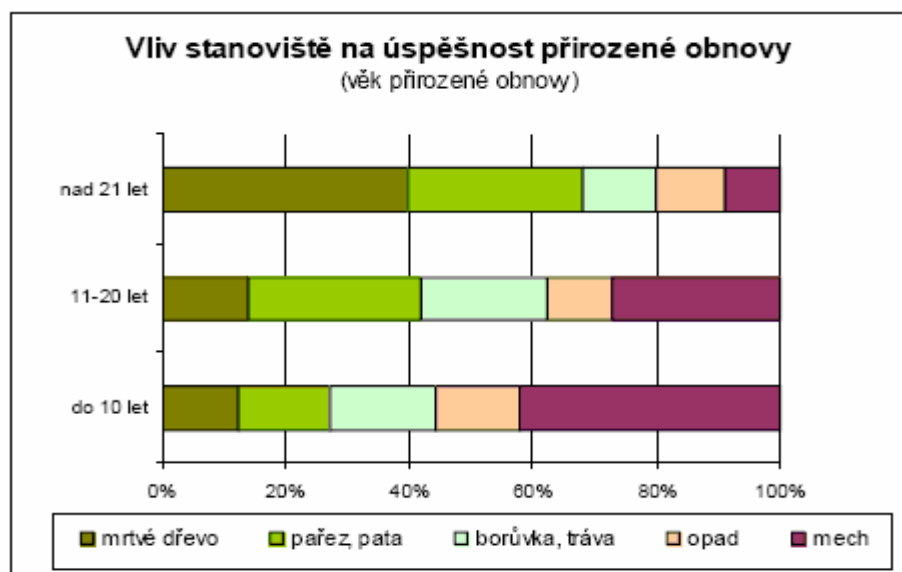
smrkovém horském lese v 1. zóně Trojmezná, NP Šumava. Také Diaci (2002) se ve své studii zabývá vlivem zápoje na přirůstání smrkového náletu. Věnuje se i dalším pokusům o vlivu světelných podmínek na růst semenáčů. Uvádí jako další autoři např. (Jonášová, Prach, 2004; Jonášová 2001) zhruba dvojnásobnou rychlost odrůstání semenáčů v porostech bez zápoje oproti plochám se zápojem.

2.7 Vliv mikrostanoviště na zmlazení

Vliv růstového substrátu na klíčení a přežívání semenáčů je široce diskutovaný problém, nejen na Šumavě, ale také například v Krkonoších a na Hrubém Jeseníku. Tímto tématem se zabývali (Kotrla at al. 2005; Jonášová, Prach, 2004; Zatloukal 2000; Šerá et al. 2000). Výsledky těchto šetření nejsou zcela jasné. Jonášová (2001) uvádí ve svém výzkumu na Šumavě za vhodné mikrostanoviště pro zmlazení smrku mechorosty, opad a hlavně tlející dřevo. Obrázek číslo 1 ukazuje počet semenáčů na jednotlivých mikrostanovištích ve studii této autorky přirozené obnovy smrkových porostů na Šumavě.

Jako nepříznivé rostliny uvádí Šimek (1993) příliš husté a vysoké porosty netykavek, devětsilů, starčeků, vrbovky úzkolisté a hasivky orličí. Za nejméně vhodné považuje husté porosty ostřic a trav, třtin a metlic.

Kotrla at al. (2005) ve svých měřeních v Hrubém Jeseníku osmého lesního vegetačního stupně uvádí výsledky vlivu půdního pokryvu na přirozenou obnovu v grafu č. 3.



Graf č 3. Vliv stanoviště na úspěšnost obnovy. Zdroj: Kotrla et al. (2005)

Je zřejmé, že semenáče do 10 let věku v měřeních tohoto autora preferují nejvíce mech a následně mrtvé dřevo.

O mikrostanovištích mech a opad jsou pouze sporadické informace a výzkumy byly zatím zaměřeny spíše komplexněji. Několik autorů se o významech těchto mikrostanovišť zmiňuje. Jsou to především (Jonášová, Prach, 2004; Zatloukal 2000; Šerá et al. 2000). Jonášová (2001) uvádí ve své práci na Šumavě výskyt velkého množství nejmladších semenáčků ve smrkovém opadu a mechorostech, jejich úbytek byl během tří let ale rychlejší než v tlejícím dřevě. Jonášová, Prach (2004) uvádí opad jako substrát, na kterém dochází k velmi rychlému úbytku semenáčků. Šimek (1993) uvádí i velmi dobré ujímání semen v bělomechu. Také Korpel (1991) uvádí jako velmi dobrý substrát pro obnovu směs mechorostů různých druhů. Zde zmiňuje, že pro úspěšnou obnovu smrku postačí 100 semen na 1m². Obnova je již horší pokud se mikrostanoviště skládá pouze z jednoho druhu mechu. Nejhorší případ uvádí směs mechů a trav. Brang (2005) uvádí mech o mocnosti do 1 cm jako vhodný substrát, protože si udržuje větší vlhkost než okolí.

Pro borůvčí jako substrát pro přirozenou obnovu smrku se uvádí různé a rozporuplné výsledky. Ulbrichová, Šimková (2007) uvádí borůvčí, pokud není příliš husté a vysoké, jako relativně dobrý substrát pro přirozenou obnovu smrku. To je názor i několika dalších autorů (Svoboda, 2005; Průša, 2001; Šerá et al., 2000). Šerá et al., (2000) uvádí mortalitu semenáčků v borůvčí okolo 40%. Autoři Mallik, Pellissier (2000) testovali klíčivost semen smrků na substrátech s borůvčím. Laboratorně se prokázala inhibiční vlastnost na kořeny rostlin výluhu z listů *Vaccinium myrtillus*. Tito autoři uvádí, že vzešlo 2% semen při výsevu na nenarušenou plochu. 3% na plochách kde bylo odstraněno borůvčí a při odstranění celé horní vrstvy humusu a borůvčí vzešlo 27% semen.

2.7.1 Význam mrtvého dřeva

Prospěšnost tlejícího dřeva pro uchycení a růst stromů je známá již delší dobu. (McCullough 1948; Maser et Trappe 1984 in Pouska 2005). Zatím málo autorů se zabývá významem tlejícího dřeva zevrubně. U nás například Vacek (1982) ,který zde shrnuje důvody zmlazování na tlejícím dřevě jako: na odumřelých ležících kmenech jsou semenáčky chráněny před ničivými účinky proudící povrchové vody, mají kratší dobu sněhovou pokrývku než okolní půda a zároveň se jim na těchto vyvýšených místech dostává více světla. Na tlejícím dřevě jsou pro klíčení a zmlazování smrku příznivější

teplotní poměry než na minerální půdě podzolů. Tento autor se také zabývá studiem závislosti druhu hniloby, stupně rozkladu dřevní hmoty a zmlazování smrku. Největší zastoupení stromů je na kládách s houbami bílé hniloby. Pravděpodobně to souvisí s poměrně pomalým rozkladem těchto klád – s tím, že se ani značně zetlelé klády nerozpadají (Pouska 2005). Vacek (1982) uvádí, že zmlazování nejúspěšněji začíná na kmenech až 20 let po odumření, když je v nich hnědá hniloba. Vysvětluje to příznivějším zásobením vodou, které je umožněno druhem pórovitosti. Ve dřevě s bílou hnilobou je údajně poměr rozdělení pórů méně příznivý, převládají hrubé póry, které mohou rychleji vysychat.

Svoboda (2007) považuje tlející dřevo v lese za jeden ze strukturálních znaků původních evropských lesů. Ukazuje na rozdíl mezi hospodářským lesem a přírodním lesem právě v přítomnosti mrtvého dřeva ve formě suchých stojících stromů nebo ležících kmenů. V hustém bylinném porostu představuje mrtvé dřevo jakousi konkurenční výhodu pro odrůstající zmlazení, jelikož se jedná o vyvýšené stanoviště. Tlející mrtvé dřevo může mít v porovnání s půdou relativně vysokou schopnost retence vody a v období s nedostatkem srážek může sloužit jako zásobárna vláhy. V tlejícím dřevě může být relativně vysoký obsah minerálních živin a také se tam mohou vytvářet různé symbiotické vazby, jež zlepšují výživu semenáčků. (URL 4) V hospodářském lese je podíl mrtvého dřeva minimální. Naproti tomu v přírodním lese se může nacházet až několik stovek m³ mrtvého dřeva. Velmi diskutovanou funkcí mrtvého dřeva je jeho vztah k biologické diverzitě různých druhů organismů. Podle některých studií je 30-40% všech organismů žijících v lesa závislých na tlejícím dřevě (Svoboda 2007).

Prostorová struktura smrkového zmlazení je v některých případech závislá na výskytu a typu mrtvého dřeva (Ulbrichová, Remeš, Zahradník, 2006; Svoboda 2005). Významem tlejícího dřeva se zabývá například Stevensová (1997). Tato autorka uvádí jako největší význam mrtvého dřeva: významný zdroj organické hmoty a živin v půdě, příznivý vliv na fyzikální a chemické vlastnosti půdy, ovlivňuje různorodost a strukturu biotopů v lesních ekosystémech a ovlivňuje biologickou diverzitu všech složek lesních ekosystémů; ovlivňuje tvar, funkci a strukturu vodních toků v lesních porostech a morfologii svahů, ovlivňuje dlouhodobě koloběh uhlíku v lesních ekosystémech. Tlejícímu dřevu je v Evropě kladena stále větší pozornost. Například ve Švédsku a ve Finsku je cílem lesnické politiky zvýšit podíl mrtvého dřeva v lese. (URL 4)

Právě na tlejícím dřevě se nejlépe uchycují další semenáčky. Pro zmlazení smrku je nejdůležitější členitý reliéf s mnoha vyvýšeninami, prohlubněmi, změtí klád a větví, tedy přesně ty podmínky, které se začínají tvořit několik let po odumření stromového patra. (Prach, Jonášová 2005). Svoboda (2007) uvádí dva základní cykly tlejícího dřeva

A: stav autoregulace, kdy se lesní ekosystém nachází ve stavu rovnováhy, tj. že odumírání a dorůstání biomasy je v relativní rovnováze i na malých plochách.

B: lesní ekosystém se nenachází v rovnováze ani na plochách desítek, stovek hektarů. Na těchto plochách dochází k tak rozsáhlým disturbancím, které nedovolí systému proces autoregulace. Množství mrtvého dřeva v lesích střední Evropy silně kolísá. Množství tlejícího dřeva ukazuje tabulka č.6.

Tabulka č.6: Množství mrtvého dřeva v lesích střední Evropy. Zdroj: Svoboda (2007)

Lokalita	Objem tlejícího dřeva ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)
Babí Hora (Polsko)	131
Beskydy (Česko)	132
Tatry (Slovensko)	159
Babí Hora (Slovensko)	147
Oravské Beskydy (Slovensko)	74–218
Babí Hora (Slovensko)	188–240
Šumava (Česko)	142
Krkonoše (Česko)	114
Tatry a Babí Hora (Polsko)	191

Svoboda (2007) uvádí dostupné informace z inventarizace tlejícího dřeva, které proběhlo na Šumavě v roce 1999. Dle těchto informací je objem tlejícího hroubí cca $47 \text{ m}^3/\text{ha}$. V počáteční stádiích rozkladu se nalézají cca $29 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ a z toho je asi $26 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ve formě stojících souší a pouze $3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve formě ležících klád. V pokročilém stádiu rozkladu se nalézají asi $18 \text{ m}^3/\text{ha}$ tlejícího dřeva. Nejvíce tlejícího dřeva se nachází v 8. lvs. Jonášová (2001) zmiňuje důležité pro zmlazení hlavně klády větších dimenzí, které tlejí pomaleji a ve srovnání s tenkými kmeny udržují vyrovnanější teplotní a vlhkostní podmínky a semenáčky jsou lépe chráněny před konkurencí vegetace. Význam tlejícího dřeva podle této autorky stoupá s nadmořskou výškou, na výše položených plochách byl zjištěn vyšší podíl semenáčků na trouchu. Zaznamenává i malé procento nejstarších semenáčů, které se nacházely výhradně na mrtvém dřevě, jejich procento na ploše bylo ovšem velmi malé.

2.8 Mortalita semenáčů

Sledování mortality se zabývalo několik autorů (Gubka 2006; Korpel 1991). Není ještě zdaleka jasné, co je hlavní příčinou mortality semenáčů. (URL 4). Gubka (2006) poukazuje na to, že dobrým předpokladem pro budoucí základnu lesa se ukazují být semenáče nad 20 cm výšky. Korpel (1991) uvádí semenáče nad 50 cm jako vhodné v počtu kolem 150 ks na hektar. Ovšem pro mortalitu a životaschopnost semenáčů je třeba brát v úvahu i jiné disturbanční procesy nebo vliv zvěře případně jiné nepříznivé faktory (Gubka 2006). Často dochází k poškozování mladých semenáčků mrazem, případně sněhem v zimních měsících a přívalovou vodou v jarních a letních měsících (Vacek 1991). Zdá se, že výzkumy které hodnotí mortalitu semenáčů a vztahují jednotlivé negativní činitele k odumírání semenáčů, jsou neucelené a rozporuplné. Jak uvádí Brang (2005) je třeba sledovat dlouhodobě jednotlivé plochy v jednotlivých semenných letech, jelikož místní podmínky na konkrétních lokalitách mohou mít zásadní vliv na vývoj semenáčů a semenné zásoby. Korpel (1993) zmiňuje jako hlavní vlivy na mortalitu zmlazení sněh a vítr. Vacek (1991) uvádí jako největší problém okus zvěří a to zvláště u starších semenáčů. Šerá et al., (2000) uvádí další nepříznivé vlivy na přirozenou obnovu a to klima a dlouhá perioda semenných let. Mortalitou semenáčků se dále zabývali Malenovský, Cudlín, Zemek (1997), kdy zjišťovali pomocí moderních metod závislost mezi sklonem svahu, hloubkou půdních horizontů, průmětem korun na plochu a mortalitou semenáčů. Závislost se nepodařilo prokázat. Těmto autorům se podařilo prokázat pozitivní závislost mezi mortalitou a délkou slunečního osvětlení.

3 Metodika

Při měření a vyhodnocování celého zadaného tématu byly stanoveny především tyto cíle. Inventarizace zmlazení a jeho vyhodnocení v okolí Kašperských Hor jako charakteristického území 6 lesního vegetačního stupně předhůří Šumavy. Vytyčení a výběr jednotlivých dočasných zkusných ploch. Zjištění základních klimatických charakteristik daného území. Dále praktická měření a zpracování naměřených dat. Formulace závěrů o vlivu jednotlivých mikrostanovišť a dalších podmínek na zmlazení smrku ztepilého v nejmladších věkových třídách.

Semenáče smrku byly rozděleny na dvě věkové třídy a to na semenáče starší než 4 roky tj. věková třída II a semenáče mladší 4let tj. v našem případě věková třída I..

Na jednotlivých lokalitách bylo změřeno celkem 2800 semenáčů smrku. Na každém z nich byly změřeny v první věkové třídě 2 přírůsty a u druhé věkové třídy celkem 4 přírůsty za minulá vegetační období. Dále pak u každého semenáče byla změřena celková výška.

3.1 Výběr lokalit, zkusných ploch

Výběr lokalit vhodných pro měření vycházel z aktuálního stavu porostů v okolí Kašperských Hor. Důležitým kritériem pro výběr byl výskyt zmlazení, které bylo dostatečné pro měření, výskyt jednotlivých mikrostanovišť, dřevinné složení, věk a dostupnost porostů. Po pochůzce po porostech byly na jednotlivých lokalitách vybrány mikrostanoviště, podle toho v jaké míře se zde vyskytovalo zmlazení.

V porostu byly pomocí kolíků vytyčeny menší zkusné plochy, kterých bylo 5 pro každé mikrostanoviště a pro každou jednotlivou věkovou třídu semenáčů. Případně pokud zmlazení nebylo dostatečné v jedné ucelené ploše (u mrtvého dřeva na pařezech, kládách) byly sečteny jednotlivé plochy pařezů, kmenů na kterých se zmlazení vyskytovalo. Celkem tedy 20-40 jednotlivých ploch na jedné lokalitě. Hranice plochy byly vyznačeny pomocí provázku. Každá plocha je označena velkým písmenem A,B,C,D podle jednotlivých mikrostanovišť na A-*Vaccinium myrtillus*, B-mech, C-opad, D-mrtvé dřevo. Dále pak jednotlivé plochy dostaly příslušné indexy od 1 do 5. Tedy A1-A5 atd.

3.2 Popis měření zmlazení

Měření lokality 1 Bílý potok probíhalo v roce 2007 a to koncem srpna a začátkem září, aby již u všech semenáčů byly ukončeny přírůsty a nedošlo ke zkreslení měření. Pro každé mikrostanoviště a věkovou třídu bylo změřeno 35 semenáčů s pěti opakováními.

U první věkové třídy tj. 1-4 roky byly přírůsty od sebe dobře odlišitelné. Jelikož se v této věkové třídě v porostech vyskytovaly převážně semenáče dvouleté byly změřeny přírůsty z let 2007 a 2006. U této třídy nebyla nijak omezena celková výška semenáče jelikož se jednalo většinou o semenáče maximálně 10cm vysoké.

U druhé věkové třídy jsme se zajímali o přírůsty maximálně 4 roky staré. Tj. 2007, 2006, 2005, 2004. Zde jsme již brali v potaz celkovou výšku semenáče. Aby nedocházelo ke zkreslení měření omezili jsme celkovou výšku na 25cm. Větší a starší semenáče se již nedaly považovat za vhodné k měření.

Roční přírůsty a celková výška jsou změřeny s přesností na milimetry pomocí pravítka.

Celková výška semenáče byla změřena přiložením pravítka jako vzdálenost vrcholového pupenu a povrchu substrátu na kterém semenáč roste.. U půdního pokryvu s mechem bylo měřeno k povrchu půdy.

Druhá lokalita Hrad byla měřena o rok později a to v červenci a srpnu. Jednalo se opět o přírůsty od roku 2007 tj. přírůsty počínaje druhým. Celková výška také měřena po předposlední přírůst.

Naměřená data byla statisticky zpracována v programu S plus a programu Microsoft Excel.

Dalším vyhodnocovaným kritériem byl zápoj korun. Předpokládá se ovlivnění náletu zapojením korun stromů nad danými plochami. Jednotlivé plochy byly rozděleny podle zapojení korun stromů nad nimi a to na plochy, které byly zcela nebo částečně zastíněny tj. zápoj ANO a plochy ve volném prostoru, které nebyly nijak ovlivněny tj. zápoj NE.

3.3 Popis vylišovacích mikrostanovišť

Mrtvé dřevo

Jednalo se především o trouchnivějící, ležící kmeny ať s kůrou nebo bez kůry, ponechané v porostech po těžbě, případně bylo možné využít i starých pařezů a jejich

bezprostřední okolí, na kterých se semenáče také uchytí. Dřevo většinou zetlelejší. Pro potřebu této diplomové práce nebylo nijak rozděleno do kategorií podle stupně rozkladu, bylo vybíráno pouze to na kterém už rostl nálet. V lokalitě 2 tj. lokalita Hrad bylo mrtvého dřeva poněkud menší množství, jelikož se jedná o více využívaný hospodářský les.

Opad

Opad s různě silnou vrstvou opadaného jehličí. Vyskytovala se spíše v malých celcích.

Mech

Jednalo se o směs různých druhů, o mocnosti maximálně 1cm.

3.4 Popis lokalit

3.4.1 Lokalita 1-Bílý potok



Obrázek 2: Mapa lokality 1, 1:5000, zdroj LesInfo 2001

Lokalita 1 se nachází na lesním úseku Bílý potok pod správou LZ Kašperské Hory. Jedná se o lesní oblast LO 13 Šumava. Tento porost je veden jako kategorie lesa národní park.

Popis porostu 51A8a: porost na hřebenu a prudkém západním svahu nad Pěnivým potokem. Jedná se o lokalitu, která se nachází v II zóně NP Šumava. Pásmo ohrožení D.

Plochy první lokality se nachází v oddělení 51. Plocha porostní skupiny je 1,39 ha. Věk 77 let. Lesní typ 6K1. Průměrný sklon 17°. Průměrný sklon většiny porostů v této lokalitě je kolem 45°. Nadmořská výška 720 m.n.m..

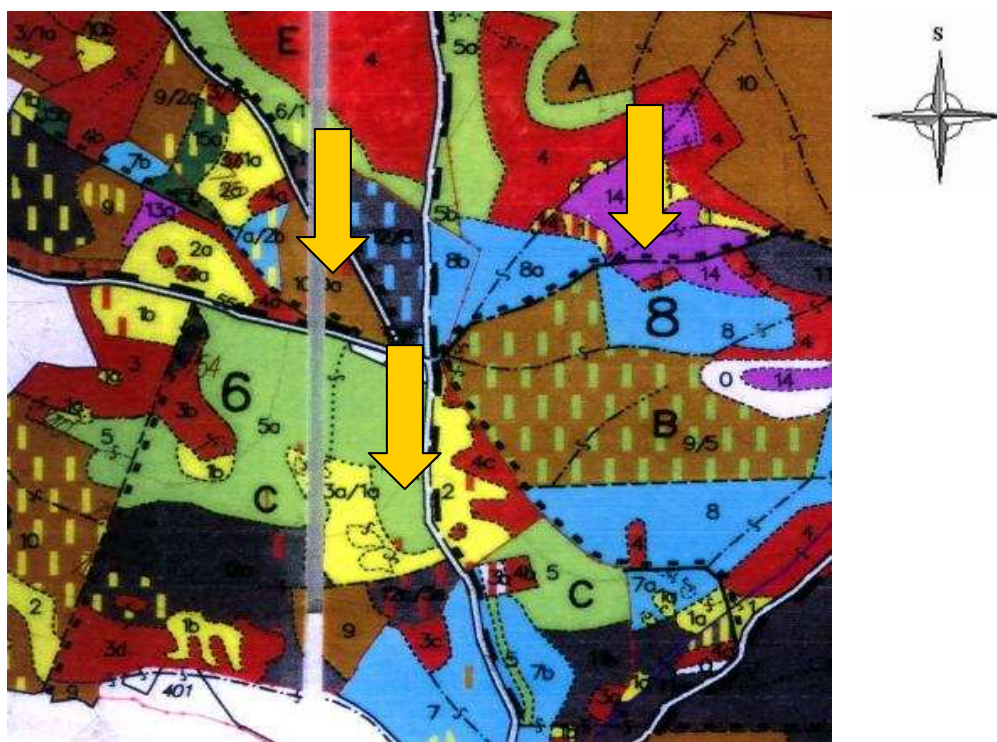
V dřevinné skladbě dominuje smrk 62%, borovice 18%, bříza 8%, buk 4%, jedle 8%. Na této lokalitě se nacházely všechny 4 mikrostanoviště. Zmlazení všech dřevin je velmi dobré i když zde do značné míry jako limitující faktor působí zvěť.

Klimatické poměry:

Do jisté míry ovlivněny lokálními podmínkami. Poloha a blízký potok snižují průměrnou roční teplotu. Lokalita je řazena do okrsku C1-mírně teplý.

3.4.2 Lokalita 2- Hrad

Měření probíhalo v několika porostech a to 6C5a, 8A14, 2B4a. Mikrostanoviště byly ve větších vzdálenostech od sebe neboť přirozená obnova v tomto porostu není příliš kompaktní. Lokalita se nachází na lesním úseku Hrad, pod správou LZ Kašperské Hory. Pásmo ohrožení D. Jedná se o lesní oblast LO12 Předhoří Šumavy a Novohradských Hor.



Obrázek 3: Mapa lokality 2, 1:5000, zdroj LesInfo 2001

Popis porostu 6C5a: Jedná se o velkou skupinu tyčoviny až slabé kmenoviny tloušťkového rozpětí 10-28 cm. Plocha porostní skupiny je 4,56 ha. Věk 51 let. Lesní typ 5K1. Dřevinná skladba je 100% smrk.

Porost 8A14. Jednotlivě smíšená, mírně uvolněná mýtná kmenovina. Plocha porostu 1,49 ha. Lesní typ 5K1. Dřevinná skladba smrk 90%, jedle 10%. Věk porostu je 144 let. Zakmenění 9.

Porost 2B4a. Nestejnověká smrková tyčovina s vtroušenou borovicí a bukem, na místy kamenitém hřebeni a mírných JZ svazích. Věk porostu je k tomuto roku 42 let. Druhové složení smrk 95%, borovice 3% a buk 2%. Zkamenění 10.

3.4.3 Klimatické poměry:

Lesní majetek města je rozdělen do dvou klimatických okrsků. Převládající okrsek C1 mírně chladný, vyskytující se na celé ploše s výjimkou severozápadní části.

Druhý okrsek B10 severozápadní části území mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinný, průměrná roční teplota 6°C. Roční úhrn srážek od 750mm v SV části (hrad Kašperk) až po 1200 mm Kvildské pláně na jihu. Průměrná délka vegetační doby je 140 dnů Rejštejn a Kašperské Hory (LesInfo 2001).

Tabulka č. 7 Klimatické poměry.

LOKALITA	POROST	POLOHA GPS	NADMOŘSKÁ VÝŠKA [M.N.M]	SVAŽI TOST	SLT	VĚK	ZÁPOJ
1	51A8a	49°6'40.911"N, 13°34'18.161"E	720	15°	6K1	77	9
2	6C5a	49°9'33.91"N, 13°33'18.179"E	720	6°	5K1	51	9
2	8A14	49°9'50.99"N, 13°33'24.398"E	740	6°	5K1	144	9
2	2B4a	49°9'44.907"N, 13°33'8.056"E	710	6°	5K1	42	10

3.5 Výskyt mikrostanovišť v jednotlivých porostech

Tabulka č. 8. Výskyt mikrostanovišť v jednotlivých porostech

Písmeno X označuje výskyt mikrostanoviště v daném porostu.

A- *Vaccinium myrtillus*, B-mech, C-opad, D-mrtvé dřevo

LOKALITA	POROST	VÝSKYT MIKROSTANOVIŠŤ A VĚKOVÝCH TRÍD							
		Věk. třída I				Věk třída II			
		A	B	C	D	A	B	C	D
1	51A8a	X	X	X	X	X	X	X	X
2	6C5a		X		X				
2	8A14			X			X	X	X
2	2B4a	X				X			

4 Výsledky a diskuze

Lokality, na kterých měření probíhalo jsou od sebe vzdáleny několik kilometrů, jsou zde ovšem patrný rozdíly nejen klimatické, ale především porostní odlišnosti. V potaz lze také brát jednotlivé vlivy místního charakteru. Při výběru jsme nicméně měli snahu o vyloučení jednotlivých extrémních vlivů v daných lokalitách.

Na první lokalitě byly zastoupeny všechny typy mikrostanoviště ve velmi těsné blízkosti (včetně mrtvého dřeva) a všechny se nacházely v jednom porostu. Podle výsledků měření se dá usoudit, že stav zmlazení v této lokalitě je více než dobrý. Počty semenáčů na ha byly ze zjištěných dat pouze odhadnutelné. Jednalo se o desítky tisíc kusů na hektar.

Na druhé lokalitě Hrad byl stav zmlazení horší. Počty semenáčů byly odhadem znatelně nižší a na větších plochách, které jsou od sebe vzdálenější, než u první lokality. To vyplývá i z počtu porostů, ve kterých muselo být měření uskutečněno. Hledání vhodných mikrostanovišť bylo složitější a mikrostanoviště mrtvé dřevo se v porostech nacházelo pouze ve formě starých pařezů, které vznikaly po těžbě.

K vyhodnocení výsledků je nutno přistupovat s vědomím, že se jednalo o krátkodobý výzkum na zkusných plochách, které nebyly nijak stabilizovány a sloužily především ke sledování daných cílů této práce. Jejich výběr a umístění statisticky nereprezentuje zastoupení rozdílných podmínek, které panují na jednotlivých lokalitách a plochách. Byly založeny především pro sledování a zachycení růstu přirozené obnovy ve vztahu k mikrostanovišti na dané lokalitě. Po dokončení měření byly plochy uvedeny do původního stavu.

4.1 Výsledky měření na jednotlivých mikrostanovištích

4.1.1 Vyhodnocení průměrných přírůstků

Věková třída I

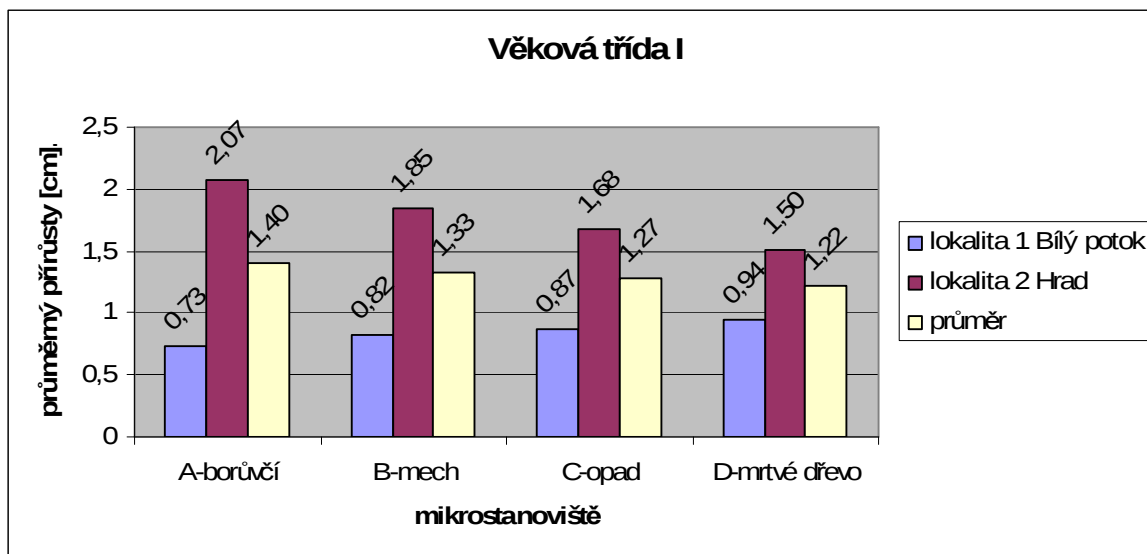
V první věkové třídě (tj. semenáče 1-4 roky staré) je patrná rozdílná tendence přirůstání mezi lokalitami 1 a 2. (Graf č.č). Je zřejmé, že na přírůsty semenáčů 1-4 roky staré nemá mikrostanoviště zásadní vliv. V průměru dosahovaly největších přírůstků semenáče na mikrostanovišti borůvčí (prům. 1,4cm). Na mechu a opadu byly zjištěny průměry 1,3 cm, tato stanoviště zřejmě nevysychají tak rychle. Nejnižší průměry byly

naměřeny na substrátu mrtvé dřevo (prům. 1,2cm). V průměru z měření na obou lokalitách, lze tvrdit, že pro intenzitu růstu semenáčů mladších 4let je substrát mrtvé dřevo méně vhodný, pravděpodobně v důsledku rychlejšího vysychání tohoto substrátu. To, že se odumřelé dřevo jeví jako vhodný substrát pro starší zmlazení, zatímco pro semenáčky vždy úplně vhodné není, se dá vysvětlit tím, že semena mohou vyklíčit i na dřevě, které ještě není rozloženo dostatečně do hloubky- a pak dojde k jejich uschnutí v nějakém klimaticky nevhodném období, zatímco starší obnova je už pouze na dřevě v optimálním stupni rozkladu, kdy dřevo funguje jako substrát velmi vhodný. Jedná se o rozdíl 0,2cm v prům. přírůstu.

Obecně lze tedy tvrdit, že semenáče mladší 4let přirůstají rychleji na substrátu borůvčí než na substrátu mrtvé dřevo. Borůvčí zde zřejmě působí jako ochrana před nepříznivými faktory (výkyvy teplot na jaře, silné zimní mrazy, vysychání, přímé sluneční záření). S tímto trendem se shodují i autoři (Ulbrichová, Šimková 2007; Svoboda 2005; Průša, 2001; Šerá et al. 2000). Když jsou semenáče starší, tím se celá situace mění.

Analýzou rozptylu se podařilo na těchto mikrostanovištích prokázat hypotézu, že rozptyly měření se sobě rovnají, kromě dvou substrátů a to mrtvé dřevo a borůvčí. Hodnoty zjištěné na těchto dvou stanovištích se statisticky významně liší.

Na druhou stranu jsou patrné značné rozdíly mezi oběma lokalitami. Jsou vidět naprosto opačné trendy přirůstání na lokalitě 1 a 2 (Graf č.4). Je pravděpodobné, že je tomu tak díky ovlivnění ploch zápojem korun. Zatímco na ploše 1 Bílý potok je ovlivnění zápojem značné, tak na druhé straně na lokalitě 2 Hrad byla většina typů mikrostanoviště, až na opad, zcela nezastíněná. Jednalo se o plochy především v porostních mezerách. Proto jsou zřejmě také přírůsty větší. Což je trend, který potvrzují i další autoři (Brang 2005; Korpel 1991; Míchal 1983) ve svých studiích. Zde je dobře vidět vliv porostních mezer na zmlazení. Zdá se přírůsty na těchto stanovištích jsou mnohem větší než u zastíněných ploch.



Graf č. 4: Průměrné přírůsty semenáčů smrku, Věková třída I

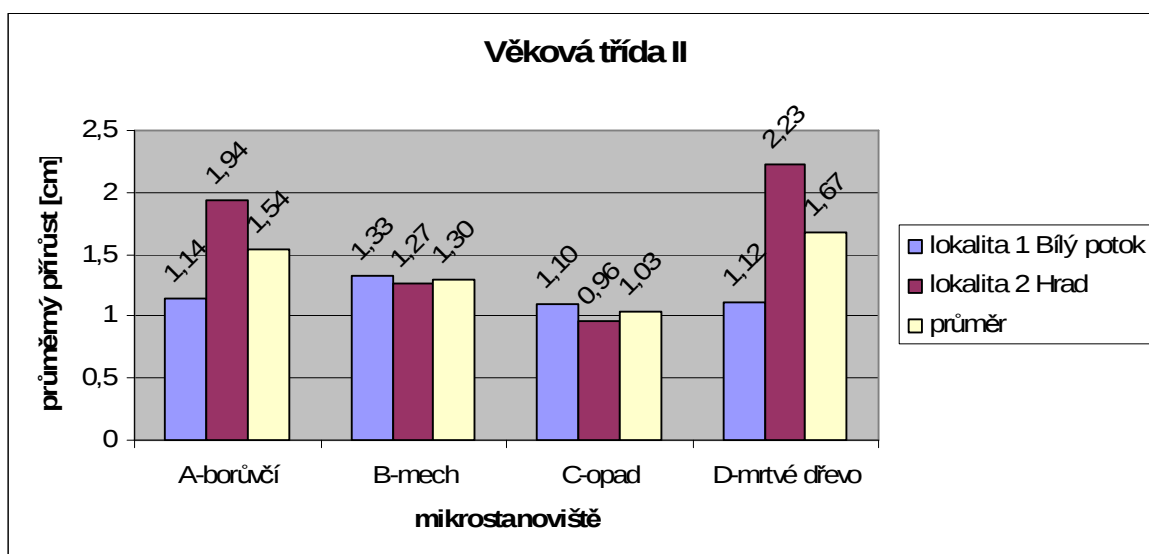
Věková třída II

Ve druhé věkové třídě (tj. semenáče starší 4 let) jsou výsledky zcela odlišné (graf č.5). Je zde vidět určitá preference některých mikrostanovišť. Velmi vysokých přírůstků dosahovaly semenáče na obou lokalitách v mikrostanovišti mrtvé dřevo (prům. 1,7cm) a také borůvčí (1,5cm). Na substrátu mech byl zjištěn průměr přírůstků 1,3cm. Naopak nejhorších výsledků dosahovaly semenáče na mikrostanovišti opad (prům. 1cm). Statisticky se ve II věkové třídě s pravděpodobností 0,05 hypotéza o rovnosti rozptylů zamítá. Mnohonásobným porovnáním Tukeyovou metodou jednotlivých rozptylů bylo zjištěno, že všechny skupiny se od sebe statisticky výrazněji liší.

Obecně lze tedy usoudit, že semenáče starší 4 let dosahují větších přírůstků krom borůvčí také na substrátu z mrtvého dřeva, což se shoduje s většinou autorů, kteří se touto tematikou zabývají: (Svoboda 2007; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982). Také se ukázalo, že i borůvčí může být vhodným substrátem pro růst semenáčů. S tím se shodují i autoři (Ulbrichová, Šimková 2007; Svoboda 2005; Průša, 2001; Šerá et al. 2000). Nejméně vhodné z hlediska intenzity růstu semenáčků II věkové třídy se ukázalo mikrostanoviště opad, kde byly přírůsty nejnižší.

Dalším obecným závěrem, který je možno konstatovat je, že přírůsty semenáčů II věkové třídy, na substrátu mech, není závislý na zápoji korun. Jak je vidět z grafu č.5 přírůsty na obou lokalitách jsou velmi podobné a to i přes to, že na lokalitě 1 je ovlivnění

zápojem 100% a na lokalitě 2 je to 0%. Zřejmě je to způsobeno schopností tohoto substrátu zadržovat vlhko i v sušších měsících.



Graf č. 5: Průměrné přírůsty semenáčů smrku, Věková třída II

Lokalita 1 Bílý potok

Na této lokalitě je zřejmé jak velký vliv hraje zápoj korun nad mikrostanovištěm. Jedná se o plochy, které jsou do značné míry zastíněné a proto jsou výsledky měření přírůstů o poznání nižší než u lokality 2. Vliv zástinu rovněž potvrzují (Diaci et al. 2005; Brang 2005; Jonášová, Prach, 2004; Jonášová 2001; Korpel 1991; Míchal 1983), kteří se zabývali vlivem slunečního záření na přirozenou obnovu. Dále zde zřejmě nepříznivě na přírůsty působí blízký potok, který může snižovat průměrné teploty.

V první věkové třídě se na této lokalitě byly zjištěny největší přírůsty na substrátu mrtvé dřevo, které bylo z 80 % ovlivněno zápojem. Vhodnost mrtvého dřeva jako substrát pro zmlazení uvádějí také autoři (Svoboda 2007; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982). Přírůsty se pohybovaly kolem 0,94 cm. Jako druhý nejvhodnější následuje opad, který byl také z 80% ovlivněn zápojem korun, kde hodnoty přírůstů dosahují 0,87 cm. Tento trend potvrzují i studie autorů (Svoboda 2007; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982). Zřejmě zde nedochází k takovému vysychání tohoto substrátu jako v jiných případech. Následuje mech a nejnižší přírůsty byly zjištěny v této věkové třídě v borůvčí, kde hodnoty přírůstů dosáhly hodnoty 0,7. Tento výsledek se do jisté míry shoduje s teorií o nevhodnosti borůvčí jako substrátu pro zmlazení. Mallik, Pellissier (2000). Ovlivnění zápojem bylo na tomto mikrostanovišti 40%.

Je možné, že tento substrát v již tak zastíněné lokalitě ještě více stíní semenáčům a tím nepříznivě ovlivňuje jejich přírůsty.

Ve druhé věkové třídě byly naměřené hodnoty zcela odlišné. Největší přírůsty byly změřeny na stanovišti mech, které jako velmi vhodné uvádí také (Brang 2005; Šimek 1993; Korpel 1991).

Zde byla zjištěna hodnota 1,3cm. Na mikrostanovišti borůvčí a mrtvé dřevo byly zjištěny velmi podobné hodnoty, proto tyto stanoviště považujeme za stejně vhodné. Hodnota přírůstu je 1,1cm. Nejnížší hodnoty byly zjištěny na substrátu opad, kde průměrný přírůst dosahuje 1,0cm. Statisticky se podařilo prokázat výrazný rozdíl pouze mezi stanovištěm B-mech a ostatními stanovišti, která jsou statisticky významněji neliší. Je pravděpodobné, že mezi těmito stanovišti není rozdíl, jelikož se jedná o zastíněné plochy. Proto zřejmě na stanovištích panují podobné podmínky pro růst.

Lokalita 2 Hrad

V první věkové třídě můžeme pozorovat zcela opačný trend než u lokality 1 Bílý potok. Nejmenší průměrné přírůsty byly zjištěny na mikrostanovišti mrtvé dřevo. Je možné, že je to důsledek nulového zápoje nad daným mikrostanovištěm. Jedná se o stanoviště s plným osluněním a proto zde dochází k rychlejšímu vysychání. Pořád se, ale ve srovnání s první lokalitou jedná o velmi vysoké přírůsty. Jsou to přibližně dvojnásobné přírůsty než u předchozí lokality. Takové trendy uvádí i (Svoboda 2007; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982). Hodnota přírůstu na substrátu mrtvé dřevo je 1,5 cm. Následují opad 1,7 cm, mech 1,85 cm a nejvyšší hodnoty byly změřeny na této lokalitě v první věkové třídě na substrátu borůvčí. To se shoduje i se studiemi (Svoboda 2005; Ulbrichová, Šimková 2007; Průša 2001; Šerá et al. 2000). Statisticky se podařilo prokázat odlišnost všech mikrostanovišť.

Ve druhé věkové třídě byly zjištěny nejvyšší přírůsty na substrátu mrtvé dřevo (prům. 2,3cm). Tento trend uvádí opět autoři (Svoboda 2007, 2005; Pouska 2005; Jonášová 2001; Průša 2001; Šerá et al. 2000; Stevensová 1997; Vacek 1982). Nejnížších přírůstů dosahují semenáče na substrátu opad, kde byla zjištěna hodnota průměrného přírůstu 0,96cm. To může být způsobeno velmi rychlým vysycháním stanoviště opad. Jedná se především o plochy, které nejsou zastíněné nebo jen s minimálním vlivem zápojem korun. Následuje mikrostanoviště mech s hodnotou 1,26cm. Velmi dobrý přírůst

měly semenáče na mikrostanovišti borůvčí kde byla zjištěna hodnota 1,9 cm i přes 100% zastínění plochy. Tento trend zjistili i (Svoboda 2005; Průša 2001; Šerá et al. 2000), kteří považují borůvčí za vhodný substrát. Pomocí analýzy rozptylu se podařilo prokázat odlišnost všech mikrostanovišť.

V celkovém pohledu na průměrný přírůst se ukazuje, že největší hodnoty byly zjištěny na druhé lokalitě Hrad, kde hodnota průměrného přírůstu přesahovala 1 cm. Kromě druhé věkové třídy na substrátu opad kde byla hodnota 0,96 cm. Největší hodnota byla zjištěna na mikrostanovišti mrtvé dřevo ve druhé věkové třídě a to 2,23cm. Velmi vysoké přírůsty byly změřeny také na substrátu borůvčí. Na lokalitě Bílý potok v první věkové třídě byly přírůsty na všech mikrostanovištích horší. Nejnižších přírůstů dosahovaly semenáče na substrátu borůvčí v první věkové třídě. Tento výsledek se do jisté míry shoduje s teorií o nevhodnosti borůvčí jako substrátu pro zmlazení. Mallik, Pellissier (2000). Velikosti přírůstů ukazuje tabulka č. 9

Tabulka č. 9: velikosti přírůstů semenáčů smrku na sledovaných lokalitách

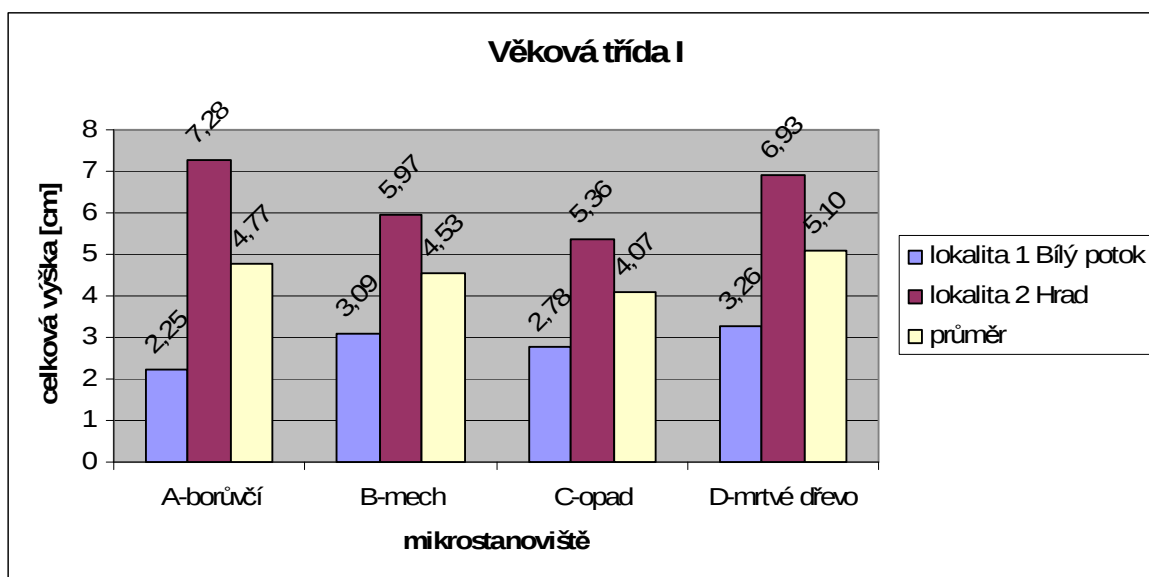
LOKALITA HRAD	MIKROSTANOVIŠTĚ	VĚKOVÁ TŘÍDA I		VĚKOVÁ TŘÍDA II	
		Prům. přírůst (cm)	Směr. odchylka	Prům. přírůst(cm)	Směr. odchylka
	A-borůvčí	2,07	0,961	1,935	1,327
	B-mech	1,85	0,409	1,268	0,668
	C-opad	1,68	0,786	0,96	0,548
	D-mrtvé dřevo	1,5	0,674	2,226	1,019
LOKALITA BÍLÝ POTOK	A-borůvčí	0,73	0,286	1,14	0,578
	B-mech	0,82	0,345	1,325	0,645
	C-opad	0,87	0,344	1,104	0,58
	D-mrtvé dřevo	0,94	0,495	1,119	0,577

4.1.2 Celková výška semenáčů

Celková výška semenáčů je závislá na průměrných přírůstech semenáčů. Nebylo ovšem možné přesně stanovit období, ze kterého semenáče pocházejí, vzhledem k tomu že ve vybrané oblasti není možné provádět destrukční analýzy (počítání letorostů semenáčů), takže nebylo známo celkové stáří měřených jedinců. To se týkalo hlavně II věkové třídy (tj. semenáče starší než 4 roky), proto nemusí celková výška těchto jedinců korespondovat s přírůsty. Tj. pokud za měřené 4 roky byly přírůsty daného semenáče nízké, může být celková výška vyšší, jelikož nejsou známy přírůsty v ostatních letech.

Celková výška věkové třídy I

Z grafu číslo 6 je opět vidět značné rozdíly v celkových výškách na lokalitě 1 a 2. Je zde vidět naprosto opačný trend. Zatímco na lokalitě 2 Hrad byly zjištěny poměrně vysoké celkové výšky (to vychází i z vysokých hodnot průměrných přírůstů), tak na lokalitě 1 je tomu naopak. Nelze však usuzovat jen z průměrných přírůstů, jelikož neznáme přesné stáří semenáčů. Je zřejmé, že se jedná opět o zásadní vliv zápoje nad jednotlivými lokalitami jehož význam potvrzují i (Diaci et al. 2005; Brang 2005; Korpel 1991; Míchal 1983). Také je možný vliv nízkých zimních teplot na lokalitě 1, kde do jisté míry hraje roli i blízkost potoka, který může snižovat průměrné teploty. Vliv teploty se shoduje s autory (Šimek 1993; Larcher 1988; URL 6). Množství srážek je na obou lokalitách velmi podobné. S pravděpodobností 0,05 můžeme ovšem tvrdit, že se od sebe neliší mikrostanořiště B, A a A, D.



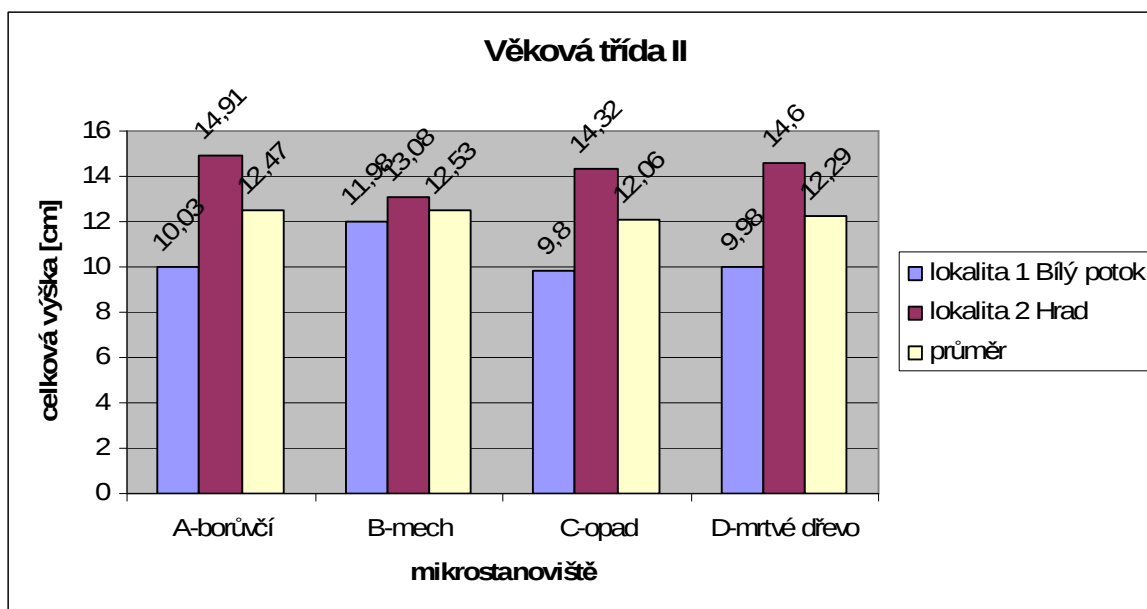
Graf č.6: Celková výška semenáčů, Věková třída I

Celková výška věkové třídy II

V celkovém pohledu je průměrná výška na všech mikrostanořištích ve II věkové třídě velmi podobná. Je ovšem třeba podotknout, že nebyla k dispozici data o přesném stáří daných semenáčů. Opět je vidět opačný trend mezi lokalitami 1 a 2. Zatímco na lokalitě Hrad byly plochy méně ovlivněné zápojem, což se projevilo většími přírůsty (Brang 2005; Diaci et al. 2005; Korpel 1991; Míchal 1983), tak na lokalitě 1 Bílý potok došlo

k ovlivnění větším podílem zastínění. S pravděpodobností 0,05 se potvrzuje hypotéza, že rozptyly naměřených dat se sobě rovnají.

Z grafu č.7 je patrné, že na substrátu mech jsou velmi podobné celkové výšky na obou lokalitách. To je v závislosti na průměrných přírůstech. Obecně je tedy patrné, že celkové výšky semenáčů II věkové třídy jsou vyšší u druhé lokality Hrad.



Graf č. 7 Celková výška semenáčů, Věková třída II

Lokalita 1 Bílý potok

V první věkové třídě se pohybuje celková výška semenáčů okolo 3cm. Nejmenší hodnotu průměrné výšky můžeme pozorovat na mikrostanovišti borůvčí, kde byla zjištěna hodnota 2,3cm. Naopak největší semenáče se nacházely na mrtvém dřevě. Tento trend potvrzují i studie (Svoboda 2007; Kotrla et al. 2005; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982). Substráty mech a mrtvé dřevo jsou statisticky neodlišitelné.

Ve druhé věkové třídě byly změřeny nejvyšší semenáče na substrátu mech, s hodnotou průměrné výšky 12,0cm. Vhodnost mechu uvádí Jonášová (2001) a Šimek (1993). Nejmenší potom na mikrostanovišti opad 9,8cm. To vyplývá i z nejnižších přírůstů na daném substrátu. Jde zřejmě o vliv rychlejšího vysychání tohoto stanoviště. Statisticky byla prokázána odlišnost pouze stanoviště B mech od ostatních substrátů. Hodnoty s průměrnou výškou ukazuje tabulka č. 10

Tabulka č. 10 hodnoty s průměrnou výškou

MIKROSTANOVIŠTĚ	VĚK. TŘÍDA/VÝŠKA SEMENÁČŮ (CM)	
	I	II
A-borůvčí	2,25	10,03
B-mech	3,09	11,98
C-opad	2,78	9,80
D-mrtvé dřevo	3,26	9,98

Lokalita 2 Hrad

V první věkové třídě zde můžeme pozorovat odlišný trend než u lokality 1. Největší průměrná celková výška byla na substrátu borůvčí. Vhodnost potvrzují i (Ulbrichová, Šimková 2007; Svoboda 2005; Průša 2001; Šerá et al. 2000; Šerá et al., 2000). Výška těchto semenáčů byla 7,28 cm. Nejmenší hodnoty byly zjištěny u semenáčů na substrátu opad, kde průměrná výška je 5,36 cm. Statisticky se nepodařilo prokázat odlišnost substrátů A a D. Mrtvé dřevo se tedy dá považovat za stejně vhodně jako borůvčí, což potvrzují i (Svoboda 2007; Kotrla et al. 2005; Pouska 2005; Jonášová 2001; Stevensová 1997; Vacek 1982).

Ve druhé věkové třídě jsou rozdíly mezi průměrnými výškami malé. Největší hodnota byly zjištěna u semenáčů rostoucích v borůvčí. Vhodnost potvrzují i (Ulbrichová, Šimková 2007; Svoboda 2005; Průša 2001; Šerá et al. 2000; Šerá et al., 2000). Je to hodnota 14,91 cm. Na druhé straně nejnižší průměrnou výšku mají semenáče rostoucí v mechu 13,08 cm. Statisticky se podařila prokázat pouze odlišnost stanoviště B. Ostatní substráty jsou statisticky neodlišitelné. Hodnoty s průměrnou výškou ukazuje tabulka č. 11

Tabulka č.11 hodnoty s průměrnou výškou

MIKROSTANOVIŠTĚ	VĚK. TŘÍDA/VÝŠKA SEMENÁČŮ (CM)	
	I	II
A-borůvčí	7,28	14,91
B-mech	5,97	13,08
C-opad	5,36	14,32
D-mrtvé dřevo	6,93	14,60

4.1.3 Ovlivnění zápojem

Dalším vyhodnocovaným kritériem byl zápoj korun nad jednotlivými zkusnými plochami. Vyhodnoceno v každé lokalitě na každém mikrostanovišti, v jednotlivých věkových třídách. Ovlivnění zápojem je na daných lokalitách velmi heterogenní. V následující tabulce je zobrazeno z kolika procent bylo jednotlivé mikrostanoviště zápojem. 100% znamená že mikrostanoviště bylo zcela zastíněno. Tj. zcela ovlivněno zápojem.

Z výsledků je zřejmé, že zápoj korun nad danými plochami, je značný. Tento trend uvádí také studie autorů (Brang 2005; Jonášová, Prach, 2004; Diaci et. al. 2002; Jonášová 2001; Korpel 1991; Míchal 1983).

Zápoj korun nad danými plochami ovlivňuje do velké míry jak přírůsty daných semenáčů a jejich celkovou výšku, ale také mikrostanoviště, na kterém semenáče rostou. Jde např. o vysychání daného substrátu nebo o ovlivnění teploty jak v průběhu dne tak v průběhu celého roku.

Dá se tvrdit, že na plochách, které nebyly zastíněné jsou přírůsty a tedy i celkové výšky větší (přibližně dvojnásobné) než u ploch pod zápojem. K starších semenáčů na substrátech mech a opad, kde byly přírůsty prakticky shodné. Na těchto stanovištích zřejmě nemá zápoj korun takový význam.

Lokalita 1 Bílý potok

Zde je vidět, že v obou věkových třídách je na této lokalitě velké ovlivnění zápojem. Všechny plochy byly nějak ovlivněny zápojem korun nad nimi.

V první věkové třídě bylo zcela zastíněno mikrostanoviště mech (100%) Následně 80% zastínění měly mikrostanoviště opad a mrtvé dřevo a borůvčí bylo ze 40% ovlivněno borůvčí.

Ve druhé věkové třídě byl zcela zastíněn opět mech, 80 % mrtvé dřevo, 40 % opad a 20% borůvčí. Ovlivnění zápojem korun ukazuje tabulka č.12

Tabulka č.12 ovlivnění zápojem korun

MIKROSTANOVIŠTĚ	VĚKOVÁ TŘÍDA/OVLIVNĚNÍ ZÁPOJEM (%)	
	I	II
A-borůvčí	40	20

B-mech	100	100
C-opad	80	40
D-mrtvé dřevo	80	80

Lokalita 2 Hrad

V této lokalitě není ovlivnění zápojem tak markantní jako u předchozí lokality. V první věkové třídě bylo z 60% ovlivněno stanoviště opad. Ostatní mikrostanoviště ovlivněné nebyly. Ve II věkové třídě bylo zcela zastíněno (100% zápoj korun) mikrostanoviště borůvčí a ze 40% stanoviště opad. Ovlivnění zápojem ukazuje tabulka č.13

Tabulka č. 13 ovlivnění zápojem korun

MIKROSTANOVIŠTĚ	VĚKOVÁ TŘÍDA/OVLIVNĚNÍ ZÁPOJEM (%)	
	I	II
A-borůvčí	0	100
B-mech	0	0
C-opad	60	40
D-mrtvé dřevo	0	0

5 Závěr

Předkládaná diplomová práce je sepsána na téma přirozená obnova smrku v nejmladších věkových třídách a vliv podmínek pro její vývoj. Cílem celé práce bylo především zjištění stanovištních podmínek, které ovlivňují nejranější vývoj semenáčů smrku ztepilého.

V roce 2007 a 2008 proběhlo měření na dvou lokalitách v okolí Kašperských Hor na Šumavě, nacházejících se pod správou LHC Lesy města Kašperské Hory. Lokalita 1 Bílý potok je součástí II zóny NP Šumava. Lokalita 2 je vedena jako hospodářský les.

Byly vytyčeny a vybrány jednotlivé zkusné plochy a lokality, které byly vhodné pro dané měření. Byly zjištěny základní klimatické charakteristiky daného území. Dále se jednalo o krátkou inventarizaci a popis zmlazení v daných lokalitách. Naměřená data byla vyhodnocena a byly formulovány závěry o vlivu jednotlivých substrátů na zmlazení smrku. Celkem bylo změřeno 2800 semenáčů smrku ztepilého. Ty byly pro vyhodnocení rozděleny do dvou věkových tříd dle jejich stáří.

Z výsledků práce vyplývá, že stav zmlazení na lokalitě 1 Bílý potok je velmi dobrý. Řádově se jedná o desítky tisíc jedinců na hektar. Ve druhovém složení dominuje smrk. Na druhé lokalitě Hrad se zmlazení vyskytuje nepravidelně a je soustředěno do hloučků.

Vzhledem k přírůstkům zmlazení sejevila vybraná mikrostanořiště následovně: Nejméně vhodným substrátem je v tomto případě ve srovnání s ostatními smrkový opad. Zde semenáče dosahují nejmenších přírůstků. Naopak jako nejvhodnější pro růst semenáčů se ukazuje mrtvé dřevo. Velmi dobré výsledky byly zjištěny i na mikrostanořišti borůvčí, které zřejmě chrání semenáče před nepříznivými vlivy (zimní silné mrazy, vysychání v létě). A na substrátu tvořeném směsí mechů se ukazují také velmi dobré výsledky. Výsledky pro obě lokality najednou nejsou bohužel tak průkazné, jako výsledky pro každou lokalitu zvlášť. Je tomu zřejmě proto, že obě lokality jsou dost stanovištně rozdílné, což zvyšuje rozptyl naměřených hodnot a snižuje statistickou průkaznost testů.

Jako velmi důležitý pro výsledky celého měření se zdá být zápoj korun nad plochami. Na osluněných plochách a plochách v porostních mezerách zmlazení přirůstá daleko rychleji (v průměru až dvakrát) než v zastíněných místech. Zápoj korun nad danými plochami ovlivňuje do velké míry nejen přírůsty semenáčů a jejich celkovou výšku, ale také mikrostanořiště, na kterém semenáče rostou. Do značné míry jde o vysychání dané

plochy a ovlivnění teploty jak v průběhu dne tak v průběhu celého roku. Z výsledků lze ovšem usoudit, že na substrátu mech přirůstají semenáče nezávisle na zápoji. Podařilo se zjistit, že semenáče na substrátu mech 100% zastíněné mají velmi podobné přírůsty jako semenáče zcela nezastíněné.

Zjištěné výsledky a formulované závěry je velmi těžké zobecnit, jelikož vlivů na mikrostanovišti, které ovlivňují přirozenou obnovu nejen smrku, je velmi mnoho. Jednotlivá stanoviště se od sebe mohou výrazně lišit i když se nacházejí velmi blízko sebe. Na každé ploše působí mikroklima, případně různé lokální vlivy, které jsou specifické pro každou lokalitu zvlášť a je velmi těžké je popsat. Při měření jsme měli ovšem snahu jednotlivé extrémní vlivy vyloučit.

V budoucnu je možné na tuto studii navázat v otázce vlivu zápoje korun na přirozenou obnovu, případně celou studii doplnit o výsledky spojené s výsevem na jednotlivých substrátech a sledování mortality a přirůstání semenáčů po výsevu.

6 Seznam použité literatury

Anděra, M., et al.(2003): Šumava, Baset 2003.800s. ISBN: 80-7340-021-9

Bače R., Janda P., Svoboda M.,(2007): Vliv horizontálního korunového zápoje na zmlazení dřevin ve smrkovém horském lese v 1. zóně Trojmezí, NP Šumava.In aktuality Šumavského výzkumu Srní 4-5.10.2007

Brang, P. (1998): Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps.Can. J. For. Res. 28(4): 626-639.

Diaci J. (2002): Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. - Forest Ecology and Management, 161: 27-38.

Diaci, J. Pisek, R., Boncina,A. (2005): Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. Eur J Forest Res (2005) 124: 29-36.

Gubka, K. (2006): Effects of the altitude change on the structure of the soil protective and anti-erosive function. In: Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity, Proceedings of conference in Opočno: 537-544.

Hanell B. (1993): Regeneration of *Picea abies* forests on highly productive peatlands - clearcutting or selective cutting - Scandinavian Journal of Forest Research, 8: 519-527.

Jančík J.,(2006): O hospodaření LS Kácov a pěstování smrku v nižších polohách.In Pěstování smrku v nižších a středních polohách. Sborník referátů ze semináře, Rataje nad Sázavou 2005.

Jonášová M. (2001): Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. In: Aktuality Šumavského výzkumu. - Vimperk : 161-164.

Jonášová M., Prach K. (2004): Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. - Ecological Engineering, 23: 15-27.

Chazdon R. L., Pearcy R. W. (1991): The importance of sunflecks for understory plants. - Oecologia, 69 p.

Kamlerová K., (2002): Teplotní poměry vrstvy vzduchu ovlivněné smrkovým porostem. XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2.-4. září 2002, ISBN 80-85813-99-8: 154-160.

Kaufmann M. R., Linder S. (1996): Tree physiology research in a changing world. - Tree physiology, 16: 1-4.

Koistinen E., Valkonen S. (1993): Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. - Silva Fennica, 27: 179-194.

Korpel, Š. (1993): Hospodárenie v lesoch horských oblastí. - VŠZ: Praha, 123 p.

- Korpel, Š. (1991): Pestovanie lesa. - Príroda: Bratislava, 472 p.
- Kotrla P., et al. (2005): Zásady obnovy lesa v 8.LVS Hrubého Jeseníku s přihlédnutím k vlivům mikroklimatických a živočišným poměrům stanoviště, Ekotoxa Opava
- Kupka I. (2000): Posouzení možností umělé a přirozené obnovy lesních porostů a potřeby reprodukčního materiálu v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, sborník konference ČZU, Kostelec n. Č.l., listopad 2000: 92-98.
- Larcher, W., (1988): Fyziologická ekologie rostlin Academia, Praha: 32 – 46.
- LesInfo (2001), Lesní hospodářský plán LHC Kašperské Hory, 2002-2012
- Malenovský Z., Cudlín P., Zemek F.,(1997): Vzájemné vztahy faktorů a složek horských smrkových ekosystémů v Krkonoších analyzované metodou miniGus, ? p
- Mallik, A.U., Pellissier, F. (2000): Effects of *Vaccinium myrtillus* on spruce regeneration: testing the notion of coevolutionary significance of alleopathy. Journal of Chemical Ecology, Vol. 26, No. 9.
- Míchal, I. (1983): Dynamika přírodního lesa I-VI . Živa 1-6: 1-6, 8-18, 48-53, 85-88, 163-168, 233-238.
- Musil, I., Hamerník, J., Leugnerová, G., 2003: Lesnická dendrologie 1.část Jehličnaté dřeviny, Praha, 177 p
- Navrátil M., Šprnda V.,(2003): Spektrální charakteristiky dopadající sluneční radiace na lokalitě Bílý Kříž, Seminář „Mikroklima porostů“, Brno, 26. března 2003, ISBN 80-86690_05-9: 94-104
- Pagan, J., 1997: Lesnícka dendrológia, TU Zvolen, 378 p.
- Petrík, M., Havlíček, V. a Uhrecký, I. (1986) Lesnícka bioklimatológia, Príroda, Bratislava: 31 – 64.
- Podrázský V., (1999): Dynamika a management lesních ekosystémů I, Ekologie lesa. Praha 1999.
- Podrázský V., Hamerník J., Leugner J., Kohlík V. (1999): Přirozené zmlazení rozpadajících se smrkových porostů na trvalých výzkumných plochách na území NP Šumava - předběžné výsledky. Silva Gabreta,3: 155-160.
- Pouska, V., (2005): Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezí hoře na Šumavě, JČU Biologická fakulta, Diplomová práce, 53 p
- Rumpf S., Pampe A. (2003): Investigations of the initial phase of natural regeneration of spruce [Untersuchungen zu Ankommen und Etablierung von Fichtennaturverjungung]. - Forst und Holz. 58(13-14): 384-389.

Svoboda M. (2005): Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezná. - Zprávy lesnického výzkumu, 50 p

Szwagrzyk et al. (2001): Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival. - Forest ecology and Management, 141: 237-250.

Šerá B., Falta V., Cudlín P., Chmelíková E. (2000): Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings. - Ekológia, 19: 420-434.

Šimek, J.,(1993): Přirozená obnova smrku. 2. vyd. Tábor: FRANK, 1993. 55 p. ISBN80-7084-056-0.

Tesař V., Tesařová J. (1996): Odrůstání smrku s jeřábem v mladých uměle založených porostech v Krkonoších. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku, sborník konference Opočno, duben 1996–. 201-209.

Ulbrichová I., Remeš J., Zahradník D. (2006): Development of the spruce natural regeneration on mountain sites in the Šumava Mts. - Journal of Forest science, 52: 446-456.

Ulbrichová I., Podrázský V.,(1999): Přirozené zmlazení lesních porostů v NP Šumava. Sborník z celostátní konference – Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy: 9-12

URL 1: www.sumavaregion.cz

URL 2: <http://www.cizp.cz>

URL 3: <http://www.npsumava.cz/vyzkum.php?idc=470>

URL 4: <http://lesprace.silvarium.cz/content/view/225/10/>

URL 5: http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/lesazareni/slunecnizareni.htm

URL 6: http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/produkce/produkce.htm

Vacek, S. et al., (2003): Horské lesy ČR. Mze ČR, Praha, 313 s

Vacek, S.(1982).: Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. Zprávy lesnického výzkumu, 2(27):

Zatloukal V. (2001): Předběžné vyhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy v NP Šumava v prostoru Mokrůvka-Špičnická-Březnická hájenka. In: Aktuality Šumavského výzkumu, (Srní, 2.-4.. 2001). - Vimperk.: 110-115.

Zatloukal V. (2000): Dynamika přirozeného zmlazení a umělých podsadeb v závislosti na stanovištních poměrech v horských lesích Šumavy. In: Konference Monitoring, výzkum a

management ekosystémů NP Šumava, 1.-2. 12. 1999, Kostelec nad Černými lesy. - ČZU, FLE: Praha : 74-78.

Zatloukal V., Černý M., Pařez J., (2006): Jedle bělokorá v NP Šumava v datech, Inventarizace lesů. Lesnická práce č. 3/2006

Zatloukal V., Kadera J., Černá J., Přílepková S. (2001): Předběžné vyhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy v NP Šumava v prostoru Mokřůvka – Špičník –Březnická hájenka. Aktuality šumavského výzkumu. Srní: 110-115.