

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra lesní těžby**



**Porovnání vlivu těžby na porosty borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)  
obhospodařované holosečným a podrovným způsobem**

**Bakalářská práce**

Vedoucí bakalářské práce: Ing Václav Štícha, Ph.D.

Autor práce: Barbora Kříčková

2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Barbora Kříčková

Lesnictví

Název práce

**Porovnání vlivu těžby na porosty borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) obhospodařované holosečným a podrostním způsobem**

Název anglicky

**Comparison of forest harvesting in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forest stands managed by clear-cut and shelter-wood system**

---

### Cíle práce

Zhodnotit vliv těžby v typových porostech borovice lesní obhospodařovaných holosečným a podrostním způsobem.

### Metodika

Příprava rešeršní části – porovnání charakteru porostů borovice lesní obhospodařovaných holosečným a podrostním způsobem. Terénní práce – zhodnocení konkrétních vlivů lesní těžby ve vybraných porostech.

**Doporučený rozsah práce**

30-40 stran

**Klíčová slova**

lesní těžba, borovice lesní, holosečný hospodářský způsob, podrovní hospodářský způsob

---

**Doporučené zdroje informací**

GULDIN, J.M. Experience with the selection method in pine stands in the southern United States, with implications for future application. *Forestry*. 2011, 84: 539-546.

MIKESKA, M. et al. Lesnicko-typologické vymezení, struktura management přirozených borů a borových doubrav v ČR. *Lesnická práce*. 2008, Kostelec nad Černými lesy, 447 s.

PRETZSCH, H. et al. Species mixing and productivity of forests. Results from long-term experiments. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*. 2013, 184(7/8):177-196.

Web of knowledge [online]. c2014, [cit. 2014-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://apps.isiknowledge.com>>.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra lesní těžby

---

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2015

**doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2016

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma: Porovnání vlivu těžby na porosty borovice lesní (*Pinus sylvestris L.*) obhospodařované holosečným a podrotním způsobem jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Václava Štíchy a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

---

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat všem, kteří mě podporovali a byli mi nápomocní během tvorby bakalářské práce. Především vedoucímu bakalářské práce za odbornou asistenci a konzultace.

## **ABSTRAKT**

Předložená práce shrnuje poznatky o těžbě v porostech borovice lesní. Hlavním cílem této bakalářské práce bylo porovnání vlivu těžby na lesní porost při obhospodařování způsobem holosečným a podrostrním. Pro získání potřebných dat byly provedeny terénní práce a sledování vzniku a míry poškození lesního porostu při těžbě borovice lesní. Případová studie zkoumá poškození porostů vlivem těžby.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** borovice lesní, těžba, holosečný hospodářský způsob, podrostrní hospodářský způsob, poškození porostu, sortimentace

## **ABSTRACT**

The presented paper summarizes the findings of logging in the Scots pine forest stands. The main objective of this work was to compare the impact of logging on the forests managed using clear-cut or shelterwood system. To obtain the data there were conducted fieldwork and monitoring of the occurrence and extent of damages of forest stand caused by logging the Scots Pine. The case study examines the damage to vegetation due to logging.

**KEYWORDS:** pine forest, logging, clear-cutting, coppice economic way of crop damage, sorting

## OBSAH

<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>13</b>
2.1	Cíle dílčího úkolu .....	13
<b>3.</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE.....</b>	<b>14</b>
3.1	Borovice lesní .....	14
3.2	Taxonomické zařazení .....	15
3.3	Vlastnosti a popis .....	15
3.4	Rozšíření .....	16
3.5	Ekologie .....	16
3.6	Vliv borovice na půdu .....	17
3.7	Porostní směsi .....	17
3.8	Přizpůsobení borovice lesní .....	18
3.9	Hospodaření s borovicí .....	18
3.10	Přirozená obnova borovice z výstavků .....	19
3.11	Ekologické podmínky přirozené obnovy borovice .....	19
3.12	Ekologická hlediska pro vytváření směsí .....	20
3.13	Borovice na území České republiky .....	20
3.13.1	Výchova borových porostů .....	20
3.13.1.1	Model vývoje borového porostu .....	21
3.13.2	Výchova borovice lesní .....	21

3.13.2.1	Model výchovy borovice lesní .....	23
3.13.3	Problémy s umělou výsadbou .....	23
3.14	Výzkum borovice lesní .....	24
4	LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ .....	25
4.1	Hospodaření .....	25
4.2	Způsob hospodaření .....	25
4.3	Výchova lesních porostů .....	26
4.4	Těžba dřeva .....	26
4.4.1	Rozdělení těžby .....	27
4.4.2	Postup při těžbě .....	27
4.4.3	Doba těžby .....	28
4.4.4	Těžební metody .....	28
4.4.5	Hospodářské způsoby těžby .....	29
4.4.5.1	Model holosečného lesa .....	30
4.4.5.2	Model výběrného lesa .....	31
4.4.5.3	Model podrostního lesa .....	32
4.5	Doprava dříví .....	32
4.5.1	Používané prostředky .....	33
4.5.1.1	Forwarder .....	35
5	OBNOVA .....	37
5.1	Typy obnovy .....	37



5.1.1	Přírozená obnova v České republice .....	38
5.2	Obnovní doba .....	39
5.3	Obmýtl .....	39
5.4	Hodnocení kvality dřeva .....	40
6	<b>DRUHY POŠKOZENÍ .....</b>	<b>41</b>
6.1.1	Poškození půdy .....	41
6.1.2	Poškození stromů .....	42
6.1.2.1	Škody na stromech způsobené provozem těžebních strojů .....	43
6.2	Nepříznivé vlivy na kořenové systémy .....	43
6.3	Škody viditelné .....	44
6.4	Škody skryté .....	45
6.5	Metody hodnocení poškození půdy .....	45
7	<b>METODIKA .....</b>	<b>46</b>
7.1	Metodika zjišťování míry poškození lesního porostu vlivem těžby .....	46
7.2	Aktivity v roce 2015 .....	47
8	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>49</b>
9	<b>DISKUZE A ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>

<b>11</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>59</b>
	<b>10.1 PŘÍLOHY .....</b>	<b>59</b>
<b>12</b>	<b>POUŽITÉ ZKRATKY .....</b>	<b>65</b>

# 1 ÚVOD

V současné době, v souvislosti s lesním hospodářstvím, k nejvíce diskutovanému tématu patří zdravotní stav našich lesů. Ten je přirozeně ovlivněn různými faktory, jak už abiotickými, tak i biotickými. Problémem dnešní doby je i činnost člověka od vlivu emisí až po samotnou těžbu.

V počátcích lesního hospodaření byl les jen zdrojem surovin. Těžba probíhala ručně, za pomoci jednoduchých nástrojů a koňského potahu. Už v té době bylo poškození porostů zřejmé, ale v mnohem menší míře.

Avšak doba jde kupředu a tak se i těžební technologie začaly zdokonalovat. Ruční nářadí nahradily motorové pily, koňské potahy se vyměnily za traktory a nakonec nastoupily těžké těžební stroje. Tím pádem se zvětšil i nárůst poškození těžných lesních porostů. Nejedná se jen o poškození stojících stromů, ale i o poškození půdy. Jakkoliv znehodnocené stromy jsou snáze napadány dřevokaznými houbami a dřevo následně ztrácí na kvalitě, což má vliv na celý porost, který ztrácí odolnost vůči kalamitám. Půda je vlivem dopravních prostředků znehodnocena a je náchylnější k půdním erozím. Tím přichází o důležitou svrchní humusovou část, která je nezbytná pro růst dalších generací porostu.

Vzhledem k dnešní situaci, cena dříví/ lidská práce, se dá předpokládat, že používání těžkých technologií bude nadále v lesním hospodářství rychle narůstat.

Les není jen zdrojem surovin. Důležitou úlohu hraje i v dalších odvětvích jako je například klimatická a rekreační funkce. Proto bychom se měli zaměřit na šetrnější způsoby těžby.

Teoretická část práce se věnuje především borovici lesní, jejímu rozšíření ve světě, ekologii, jaké porostní směsi především vytváří, jaké jsou problémy s umělou výsadbou. Dále přizpůsobení borovice lesní a vliv borovice na půdu. Další oblastí, na kterou se teoretická část zaměřuje, je těžba a obnova porostů, které jsou popsány nejdříve obecně a následně přechází do konkretizace přímo na borovici lesní. Na konci teoretické části se práce zaměřuje na poškození porostů, které vznikají při různých druzích těžebních metod, které jsou porovnávány s dalšími známými metodami v diskuzi.

V analytické části práce jsou využity výsledky z měření škod a sortimentace, které probíhalo na lokalitě Skelná hut' u Vojenských lesů a statků divize Mimoň. Na základě teoretických znalostí jsou posléze vyhodnoceny výsledky měření, které mají vyhodnotit tu metodu, která se nejméně účastní na poškozování porostů.

Hlavním cílem práce je porovnání míry vlivu těžby na porosty borovice lesní, měření za tímto účelem prozatím probíhalo půl roku ve Skelné huti. Hlavní je tedy získání poznatků pro porovnání rozdílů mezi holosečným a podrotním způsobem těžby. Práce byla vytvořena za účelem získání posouzení jednotlivých technologií při těžbách a mohla by být dále využívána pro lesnické hospodaření jak na daném území, tak i na dalších místech těžby.

## 2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je porovnání míry vlivu těžby na porosty borovice lesní. Hlavně tedy rozdíl mezi holosečným a podrovním způsobem. Těžební technologie pro účely přírodě blízkého pěstování borovice lesní.

### 2.1 CÍLE DÍLČÍHO ÚKOLU

Rámcový cíl zahrnuje analýzu těžebně dopravních technologií v porostech borovice lesní při uplatnění různých hospodářských způsobů. Účelem je stanovení optimální těžební technologie vzhledem k ekonomické náročnosti a minimalizaci škod v porostech, kde jsou využívány přírodě blízké hospodářské způsoby.

Dílčí oblasti výzkumu zahrnují hodnocení časové náročnosti různých těžebních technologií (technologie harvesterová, těžař s MP + traktor, těžař s MP + kůň, těžař s MP + harvester, apod.) vzhledem k objemu vytěženého a soustředěného dříví a dále hodnocení škod v porostu, způsobených těžebními technologiemi. Zhodnocení škod v porostech je omezeno na viditelná poškození stojících stromů a na poškození půdy.

### 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Vliv těžby a určení škod a následné zpracování dat je rozsáhlá problematika, která zahrnuje širokou škálu prací a měření. Cílem je popsat jednotlivé technologie a způsob jejich využití a následně zjistit, pomocí zjištěných dat a informací, který způsob je vůči poškození porostu nejméně destruktivní.

#### 3.1 BOROVICE LESNÍ

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je v dřevinné skladbě lesů České republiky zastoupena 16,5% (Zelená zpráva 2014) a je tak po smrku naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Pěstováním borovice lesní se zabývalo více autorů (MUSIL 1988, CHROUST 2001).

Výchova stejnověkých borových porostů byla u nás, podobně jako v Německu a Polsku, založena převážně na probírkách podúrovňového typu slabého až středního stupně, kterým ve stadiu mlazin až tyčkovin předcházely zásahy do úrovně za účelem odstranění netvárných předrostů (CHROUST, 2002). V poslední době se setkáváme i s koncepcí doporučující úrovnovou, případně strukturní výchovu založenou na pozitivním výběru (KOŠULIČ 2001). Názory na způsoby pěstování borovice jsou různé, je třeba je volit diferencovaně podle stavu porostu a pěstebního cíle (CHROUST, 2002).

Srovnání různých těžebních technologií se věnovali např. Hlaváčková a Šafařík, 2010. Z jejich výzkumu plyne, že použitá těžební technologie má jednak zásadní vliv na výši škod v porostech a dále, že náklady na těžbu se dle použitých technologií velmi liší. Ze zahraničních autorů se náklady na těžbu v podrovním hospodářském způsobu zabývali např. HÄNELL et al., 2000. Dle jejich závěrů jsou náklady na těžbu v podrovním hospodářském způsobu vyšší v porovnání se způsobem holosečným. Sortimentní metoda je k lesnímu prostředí obecně nejšetrnější a proto se hodí všude tam, kde hrozí větší rozsah škod, tedy v přírodě bližších hospodářských způsobech. Manipulace se zkráceným sortimentem je lehčí, dříví lze snadněji a s nižším poškozením dostat ven z porostu (SIMANOV 2000). Pěstování borovice lesní přírodě bližšími způsoby bylo v minulosti věnováno zatím málo pozornosti.

Studie, které by nějakým způsobem hodnotily dopad pěstování lesa na kvalitu dřeva z České republiky, mají však pouze lokální charakter (BARTOŠ et al. 2010),

komplexní pojetí problematiky pro borovici v našich přírodních podmínkách chybí.

### 3.2 TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: pinofyty (*Pinophyta*)

Třída: jehličnany (*Pinopsida*)

Řád: borovicotvaré (*Pinales*)

Sekce: *Pinus*

Čeleď: borovicovité (*Pinaceae*)

Rod: borovice (*Pinus*)

[http://vyuka.gymkc.cz/biowiki/index.php/Borovice\\_lesn%C3%AD](http://vyuka.gymkc.cz/biowiki/index.php/Borovice_lesn%C3%AD)

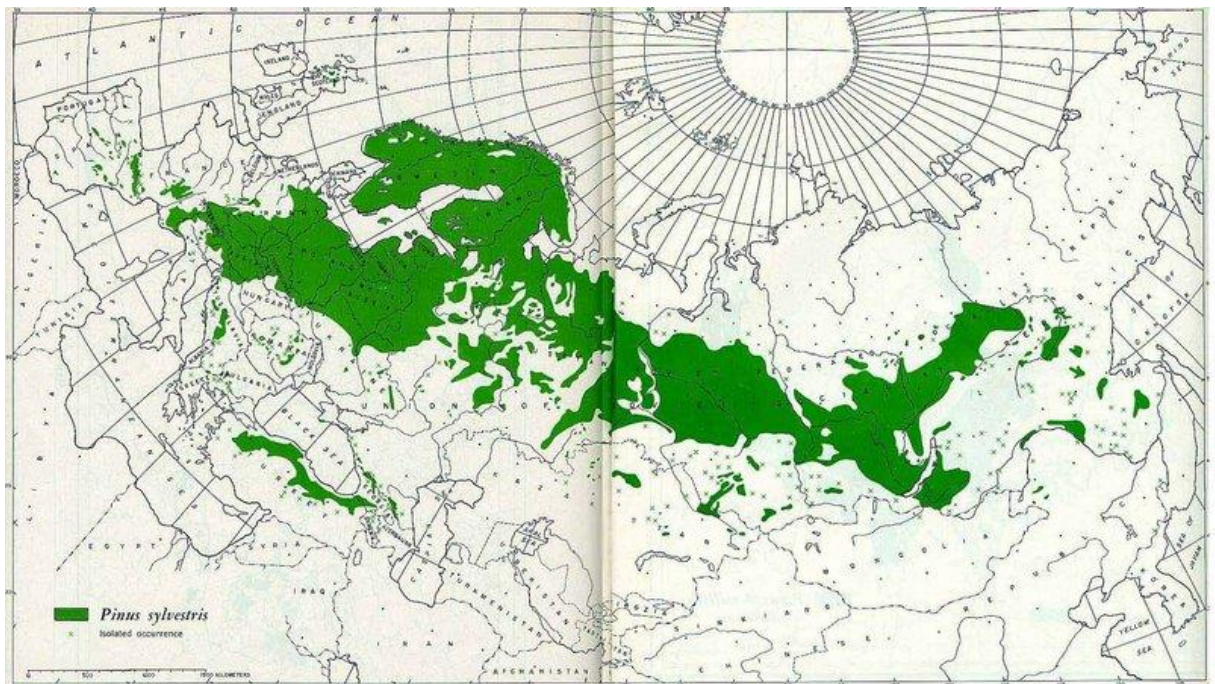
### 3.3 VLASTNOSTI A POPIS

Strom středního vzrůstu, dorůstající na ideálním stanovišti až do výšky 40 m s průměrem kmene cca do 1m sirky. Borovice mívá kmen přímý, válcovitý, ale na charakteristických extrémních lokalitách může borovice mít kmen různě rostlý až křivolaký s nevelkou výškou. Dosahuje stáří přibližně 300 let; na místech, kde chybí konkurence, se může BO dožít i 500 let. Koruna stromu bývá někdy pravidelná, kuželovitá, jindy nesymetrická, kopulovitá a deštníkovitá (ÚŘADNÍČEK, 2003).

Jehlice, rostoucí po dvou ve svazečcích na malých brachyblastech, vytrvávají cca 3 léta; na suchých to bývají jen leta 2; ve vyšších polohách vydrží jehlice 4 léta i více. Na volném prostranství plodí borovice již od 15. roku; v zápoji plodí až mezi 30. a 40. rokem. Samčí a samičí šištice bývají na stejném stromě nepravidelně rozděleny. Občas bývají mírně asymetrické. Kořenový systém borovice je charakteristicky hluboko sahajícím kulovým kořenem; i boční kořeny pronikají daleko. Borovice je proto v půdě velice dobře upevněna a netrpí na vývraty (ÚŘADNÍČEK, 2003).

### 3.4 ROZŠÍŘENÍ

Borovice je ze všech evropských druhů rodu *Pinus* nejvíce rozšířena a roste od Laponska až po Španělsko, na východě se objevuje až na Sibiři, z nížiny vystupuje až do výšek 1300 m. (KREMER, 1995) Většinou se vůbec neobjevuje v nížinách s oceánským klimatem (Dánsko, Irsko, ..), ve střední Evropě ji vůbec nenajdeme například v Maďarské nížině.



Areál výskytu *Pinus sylvestris*; převzato z <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Pine>

### 3.5 EKOLOGIE

Ekologické nároky borovice nebývají moc vyhraněné; jde výhradně o světlomilnou dřevinu. Je to strom velice dobře přizpůsobený na široký klimatický rozsah, který má vysokou toleranci k půdní vlhkosti. Může tedy působit jako stabilizační prvek porostů, a to zejména na horninách silikátových a písčítých. V rozlehlých porostech byla vysazována zejména na chudých písčích, kde následně docházelo ke vzniku neproduktivních kultur (MIKESKA et al. 2008).

Na mnohých stanovištích měla negativní vliv na kvalitu porostů nevhodná volba provenience, jinde se naopak vyvinuly hospodářsky cenné kultury (MUSIL,



HAMERNÍK 2007). Dobře snáší suchou a chudou půdu, proto roste například i na skalách nebo sutích. Při větru se zpravidla nevyvrací, ale láme.

Můžeme rozlišit 2 varianty:

a) chlumní neboli pionýrská

- nejčastěji roste v monokulturách, dokáže zmladit na minerálních půdách, na pasekách i na otevřených plochách. Je rychle rostoucí, celkem brzy plodí, a jakožto světlomilná dřevina nesnáší konkurenci jiných druhů.

b) náhorní neboli klimaxová

- ve vyšších polohách většinou roste ve směsích se smrkem, jedlí nebo bukem, ale sestupuje i do nižších poloh. Špatně snáší otevřená stanoviště. Do výšky přerůstá i smrk, který je jejím častým konkurentem. Má vysokou produkci dřeva.

### **3.6 VLIV BOROVICE NA PŮDU**

Přesto, že borovice rostoucí na chudých stanovištích přispívá svým opadem k recyklaci živin (TERAUDA, NIKODEMUS, 2006), opad je svým charakterem kyselý a může tak napomáhat okyselování půdy. V případě porostních směsí s převahou borovice dochází k míšení opadu jednotlivých dřevin, což může ovlivňovat dekompozici, vyplavování látek z půdy i aktivitu půdních mikroorganismů (BERGKVIST, 1987, BORKEN, BEESE, 2005). O vlivu jednotlivých dřevin již existují jisté poznatky, problematika vlivu porostních směsí na půdu však ještě není dostatečně probádána.

### **3.7 POROSTNÍ SMĚSI**

Dosavadní poznatky o porostních směsích s borovicí naznačují značný potenciál zvýšení produkce dřeva a vytvoření příznivější porostní strukturu ve srovnání s borovou monokulturou při zachování porostní stability (PRETZSCH et al. 2013). Poznatky se liší podle stanovištních a porostních podmínek. V našich podmínkách byla pozornost v

minulosti věnována zejména směsi smrku s borovicí (POLENO 1975). V současné době však chybí informace o porostních směsích borovice s listnáči. Detailní šetření potenciálu produkce a charakteru porostní struktury smíšených porostů v závislosti na stanovištních a porostních podmínkách přispějí k rozšíření dosavadních poznatků a jejich aplikaci v praxi lesního hospodářství.

### **3.8 PŘIZPŮSOBENÍ BOROVICE LESNÍ**

Borovice má v souvislosti s nižší dostupností světla i větší flexibilitu než např. smrk ztepilý (de CHANTAL et al. 2003); např. v morfologii jehlic (prodlužování s vyšší intenzitou světla) a ve větší listové ploše, umožňující větší konkurenceschopnost v rámci porostní mezery. Podobné změny mohou souviset s plochou asimilačního aparátu a jeho dalšími charakteristikami (NIINEMETS et al. 2002). Na druhou stranu semenáčky pěstované v podrostu mohou vykazovat i vyšší stres/vyšší vláhový deficit, který může současně snižovat toleranci k zastínění a stejně tak může dojít při zastínění ke změně produkce asimilátů a snížení poměru nadzemní a podzemní části mladých rostlin (RODRIGUEZ- CALCERADA et al. 2008), ale současně i snížení odolnosti k suchu. V aklimatizaci na sníženou dostupnost světla může hrát výraznější roli i dostupnost živin na stanovišti (NIINEMETS et al. 2002). Stres suchem obvykle vede ke snížení přírůstu, celkové velikosti semenáčků i snížení objemu kořenů (PERSON et al. 2013).

### **3.9 HOSPODAŘENÍ S BOROVICÍ**

Naprosto převažujícím hospodářským způsobem v porostech s dominancí borovice je pasečné hospodaření, zejména pak s využitím holosečného obnovního postupu. Jen omezená pozornost byla v minulosti věnována možnostem využití jemnějších postupů obnovy. V daleko větší míře je jemného podrostního hospodaření a výběrných principů využíváno u dřevin stín snášejících, zejména pak dřevin jehličnatých s monopodiálním růstem jako je jedle bělokorá a smrk ztepilý.

U dřevin světlomilných je nutným předpokladem pro úspěšnost výběrného hospodaření daleko výraznější snížení porostní zásoby, nicméně lze i zde očekávat pozitivní efekty tradičně spojované s přírodě blízkým způsobem hospodaření. K těm

patří zejména: využívání biologické automatizace, nižší vstupy, tedy vyšší ekonomická efektivnost hospodaření, vyšší stabilita porostů s nižším rizikem velkoplošného kalamitního rozpadu a posílení mimoprodukčních funkcí lesa včetně hlediska estetického, hlediska zvyšování biodiverzity a hlediska strukturální diferenciacce.

### **3.10 PŘIROZENÁ OBNOVA BOROVICE Z VÝSTAVKŮ**

Obnovní postup, u směsí s borovicí, na holině může být z výstavků, které se použijí jako osivo. Je nutná vhodná šířka, přibližně dvojnásobek střední výšky porostu, který je ponechaný při těžbě. Ponechaný porost se skládá z vitálních a zdravých stromů s kvalitními kmeny a vyvinutou korunou. Takových stromů se nechává 20 - 30 na ha. Jednotlivé a pravidelně rozmístěné stromy nejsou žádoucí, protože by mohlo docházet k vzájemnému opylování nebo k vývrátům kvůli větší náchylnosti na větrné podmínky. Z genetického hlediska je vhodnější ponechávat výstavky v hloučcích o několika jedincích v rozestupu 8 - 10 m (ŠINDELÁŘ, 2004).

### **3.11 EKOLOGICKÉ PODMÍNKY PŘIROZENÉ OBNOVY BO**

Přirozená obnova by neměla být samoúčelná, neměla by být podmíněna živelnými jevy ani souhrou příznivých okolností. Výsledek by měl být podmíněn systematickou činností při výměně generací porostu. Práce je jen doplněna o autoregulační schopnost lesa, proto je důležité zvolit správný obnovní způsob pro určité stanoviště.

Ekologické problémy, které jsou spojeny s přirozenou obnovou borovice, jsou například vztahy mezi počasím a produkcí semen. Velkou úlohu má podíl humusu a velikost vegetačního krytu v porostu nebo stupeň uvolnění porostu. Množství semen je závislé na stavu úrody, na počtu a rozmístění stromů nebo na odstupu od kraje porostu. Počasí hraje také důležitou roli, je nutná správná vlhkost a teplota vzduchu. Borovice se vyznačuje dobrou klíčivostí, takže hustota náletu bývá uspokojivá. Může jít až o několik set semen na jeden metr čtvereční (ROHRIG, GRUSSONE, 1990 in Šindelář, 2004).

Hlavním kritériem pro úspěšnou přirozenou obnovu je stav povrchových půdních vrstev a půdní vegetace. Například po požáru se daří borovici v přirozené obnově.

Ideální podmínky pro přirozenou obnovu borovice lesní představují lišejníkové a mechové porosty, z mechtů jde zejména o rod *Hypnum* aj. (ŠINDELÁŘ, 2004). Mechy ani lišejníky nepředstavují pro klíčení semen žádnou překážku. Borovice je dále schopna vyklíčit i na stanovištích středních a horších bonit. Pokud borovice vyklíčí na suchých a písčitých stanovištích, je pro ni velice důležitá kořenová konkurence mateřského porostu.

### **3.12 EKOLOGICKÁ HLEDISKA PRO VYTVÁŘENÍ POROSTNÍCH SMĚSÍ**

Podle Doležala (1956) má být trvale prosperující směs dřevin vytvářena ze dřevin stejných, anebo alespoň podobných ekologických nároků, když není toto pravidlo dodrženo je tento porost neperspektivní a velice náročný nákladově i finančně.

Při směsi dvou a více dřevin se stejnými nároky na světlo, ale s rozdílným průběhem růstu musí být dřeviny pěstované po skupinách. Tyto směsi mají větší náročnost na pěstování než monokultury. Při vytváření směsí je nejlepší pěstovat hlavní dřevinu, která bude tvořit alespoň 30% a k ní přidat dřeviny vedlejší.

### **3.13 BOROVICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY**

#### **3.13.1 VÝCHOVA BOROVÝCH POROSTŮ**

Jelikož má borovice lesní nízké nároky na vodu a živiny, tak je velice dobře přizpůsobivá a je schopna růst i v extrémních stanovištních podmínkách. Hospodářsky významné porosty jsou jen v některých oblastech ČR (např. jihočeská nebo severočeská oblast) (KANTOR, SLODIČÁK, NOVÁK, 2010).

Biologické vlastnosti borovice vyžadují jiný způsob výchovy než například smrk. Borovice reagují na zásahy mnohem pomaleji. Při větších zásazích může dojít ke zpomalení přírustu, a tím ke ztrátě objemové produkce (CHROUST, 2001). Správným výchovným zásahem ale lze pozitivně ovlivnit porost a zajistit dostatečný přísun srážek až na dobu pěti let. Cílem výchovy je zvýšení jejich kvality a odolnosti proti nepříznivým vlivům (KANTOR, SLODIČÁK, NOVÁK, 2010).

### **3.13.1.1 MODEL VÝVOJE BOROVÉHO POROSTU**

Jedná se o model stejnověkého borového porostu. Mezi základní veličiny, kterých Kupka (1987) využívá k predikci vývoje borového porostu, patří střední výška hlavního porostu, počet živých stromů na jednotku plochy a tloušťkovou strukturu porostu. K vyjádření těchto veličin ve značné míře využívá růstových tabulek ČSFR (1979) a vlastních měření.

Model charakterizuje reakce přírůstů na změny ve vnitřní struktuře porostů, jako je třeba náhlá změna počtu stromů a typu stanoviště, které mohou být podmíněny kalamitami, probírkami nebo odumřením stromů. Mezi další přírodní činitele patří silný vítr, mokrý sníh apod.

### **3.13.2 VÝCHOVA BOROVICE LESNÍ**

S ohledem na ekologické potřeby borovice je na přirozených stanovištích nutné vytvářet borové porosty nikterak diferencované. Výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin jsou u borovice velmi mírné. Podúrovňové zásahy jsou častěji po celou dobu výchovy. Do úrovně se zasahuje pouze výjimečně, a to v případě, že se musí nutně uvolňovat cílové stromy.

Při prvním výchovném zásahu se odstraňují pouze nežádoucí jedinci, kteří by mohli mít postupem času nežádoucí vliv na vývoj kvalitních jedinců. Jedná se hlavně o stromy přerostlé, stromy s abnormálním růstem a silnou větevnatostí. Snížením hustoty porostu se projeví zlepšení podmínek, zejména zvýšení úhrnu srážek. K prvním zásahům dochází mezi 7. a 9. rokem, na bohatších stanovištích dříve a na chudších později. V dalších zásazích se stromu předrůstavě odstraňují jen zcela výjimečně.

Pozitivní vliv na borový porost má výchovný zásah v mladém věku, kdy má

uvolnění stimulační vliv v na tloušťkový přírůst a statickou stabilitu porostů. Výchovné programy jsou rozděleny na dva výchovné modely výchovy: model pro porosty kvalitní a pro porosty nekvalitní. (NOVÁK, SLODIČÁK, 2007)

### **Kvalitní borové porosty**

První zásah se provede při výšce 5 metrů. Porost se rozčlení a odstraní se netvarné předrosty. Zásah by měl omezit výskyt jedinců na cca 5 500 jedinců na jeden hektar. Tento zásah si můžeme usnadnit a odstranit každou čtvrtou řadu kombinací s individuálním výběrem. (NOVÁK, SLODIČÁK, 2007) Další zásah provádíme při výšce cca 10 m přibližně po 6 – 10 letech, kdy se hustota sníží o dalších 500 stromů na jeden hektar. Další zásahy s tak zvaným negativním výběrem následují při výšce mezi 17 a 22 m v 10 – 15letých periodách. Těmito zásahy by nemělo dojít k výraznějšímu porušení zápoje.

### **Méně kvalitní borové porosty**

Méně kvalitní porosty je potřeba po celou dobu udržovat ve větší hustotě. Výchovný program předpokládá menší intenzitu výchovy a také má vyšší periody. V méně kvalitních porostech se první výchovný zásah provede podobně jako u kvalitních borových porostů, jen s tím rozdílem, že se odstraní každá třetí řada a stejně jako u kvalitních se následně provede ještě individuální výběr. (NOVÁK, SLODIČÁK, 2007) Hustota se hned po prvním zásahu sníží na cca 6 500 stromků na 1 ha. Další zásahy následují při výšce 15 a 25 m, cca po 15 letech. Hlavním kritériem selekce je kvalita a umístění stromů v porostu. Po zásazích zůstává v porostu více stromů než u kvalitního borového porostu.

### **Borové porosty s opožděnou výchovou**

Za zanedbanou výchovu se rozumí porost, kde nebyl proveden velký pěstební zásah do 10 m výšky a cca 15 let věku. V těchto porostech již nelze zápoj výrazněji rozvolňovat, aby nedošlo k poškození produkční základny. Pokud se vynechá první fáze výchovy, většinou dojde ke zhoršení kvality celého porostu. V takto zanedbaných porostech je nutné postupovat menšími podúrovňovými zásahy v intervalu 5 až 7 let. V

zanedbaných porostech, které jsou stále geneticky kvalitní, je možno při výšce cca 17 až 20 metrů a věku kolem 30 let, postupně uvolňovat zdravější jedince (NOVÁK, SLODIČÁK, 2007).

### **3.13.2.1 MODEL VÝCHOVY BOROVICE LESNÍ**

S ohledem na biologické vlastnosti borovice je z pěstebního hlediska jasné a nutné, vytvářet borové porosty věkově i výškově homogenní (KANTOR, SLODIČÁK, NOVÁK, 2010).

S ohledem na požadavek „čištění kmenů“ jsou výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin velmi mírné. Podúrovňové zásahy převažují v borových porostech po celé další období výchovy. Do úrovně se zasahuje pouze výjimečně v porostech, kde se pracuje kladným výběrem, a kde je případné nutné postupně uvolňovat cílové stromy (KANTOR, SLODIČÁK, NOVÁK, 2010).

První výchovné zásahy jsou zaměřeny zejména na odstranění nežádoucích jedinců, jejichž ponechání by mělo nepříznivý vliv na kvalitativní vývoj porostů. Společně s odstraněním těchto jedinců je také zasahováno do podúrovně. Snížená hustota porostů se příznivě projeví na podmínkách prostředí, zejména zvýšeným přísunem srážek pod porost. Doba prvních zásahu je vymezena na úsek, kdy lze v porostu rozpoznat nežádoucí jedince a kdy dochází k zapojování porostů, k tomu dochází ve věku 7-9 let. Další výchovné zásahy směřují především do podúrovně a stromy předrůstavé se odstraňují pouze ojedinele (KANTOR, SLODIČÁK, NOVÁK, 2010).

### **3.13.3 PROBLÉMY S UMĚLOU VÝSADBOU**

Problémy s umělou obnovou borovice souvisejí jak s lidským faktorem při výsadbě (opožděné rašení, špatný růst a vysoký úhyn po výsadbě vyplývají z nedostatečné morfologické a fyziologické kvality sadebního materiálu), tak i s podmínkami prostředí, což jsou v případě borového hospodářství často podmínky nížin, relativně vysokých teplot a nízkých srážek vedoucí k přisušku (MARTINCOVÁ, 1998). Současné jsou dokumentovány změny v Evropských lesích vedoucí až k postupnému

odumírání světlomilných (a relativně suchoodolných) dřevin jako je borovice a dub (*Pinus sylvestris* a *Quercus pubescens*) (MORÁN- LÓPEZ et al. 2014) pravděpodobně díky suššímu a teplejšímu klimatu v posledních dekádách. Možnosti přirozené obnovy borovice, zvláště v podmínkách nižších a teplejších poloh, pak z těchto důvodů zasluhují zvýšenou pozornost. Borovici lesní lze obnovovat i v mírném zástínu, ale reaguje celkem silně na různý přísun světla, výškou, přírůstem, nadzemní biomasou a listovou plochou.

### 3.14 VÝZKUM BOROVICE LESNÍ

Při testech (CREGG, ZHANG 2001; MATÍAS et al. 2014) se prokázalo, že suchoodolnější provenience (z centrální Asie, nebo z jižních částí areálu – jižní Evropy) se odlišují nižším přírůstem (patrně obecněji platné pravidlo), výraznějším přesunem biomasy směrem k podzemní části, a vyšší využitelností dostupné vody. Díky tomu tyto provenience snižují stres suchem a mají relativně vyšší přežití a vyšší přírůst v daném suchém období (než provenience suchu méně přizpůsobené, které mají přírůst naopak vyšší v obdobích příznivých). Díky výše uvedeným faktům hodnocení úspěšnosti obnovy jen podle velikosti přírůstu, nebo vytvořené nadzemní sušiny, nemusí být vždy postačující.

V posledních několika letech se pro účely lesního hospodářství začaly rozvíjet metody dálkového průzkumu Země (DPZ) založené na bezpilotních prostředcích, které nesou senzory pro sběr dat. Těmito senzory jsou nejčastěji tzv. RGB kamery, tedy fotoaparáty snímající ve viditelném spektru. Ke snímkům jsou zpravidla už na palubě připojovány GPS souřadnice. Fotografie se po přehrání do počítače spojí pomocí tzv. Structure from Motion algoritmu, kdy dochází k hledání společných objektů na několika fotografiích a pomocí jejich deformací jsou zrekonstruovány polohy jednotlivých kamer. Dále jsou snímky spojeny do jedné mozaiky, je vytvořen model terénu a ortofoto, šetřením podají lepší představu o prostorovém uspořádání a dimenzích jednotlivých stromů a světelných poměrech uvnitř porostu, a tedy i přesnější informaci o porostním uspořádání a jeho vlivu na porostní světelné klima, což jsou faktory se zásadním významem pro přírodě blízké pěstování lesů.



## **4 LESNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

Cílem lesního hospodářství je získat maximální množství výtěžků nejlepší kvality – hlavně dřeva. Přitom je nutno zachovat všestrannou ochranu lesa a vyhnout se rušivým zásahům do jeho produktivní podstaty půdní a porostní. Při těžbě dřeva je třeba dodržovat základní zákon v lesním hospodářství, který říká: „Ročně je možno těžít jen takové množství dřeva, které v lese skutečně přiroste“. Roční těžební výměrek neboli etát má tedy odpovídat ročnímu přírůstku dřevní hmoty. Jestliže by se kácelo více, zasahovalo by se tím již do podstaty lesa a takové vyšší těžby by bylo nutno v příštích dobách vyrovnat úsporami (JÍRŮ, LYSÝ, 1954). Lesní hospodaření je rozděleno do dalších disciplín, například výchova a obnova lesů, hospodářské úpravy lesů, těžby, dopravy a využití dříví atd., z nichž každá je velmi náročná a vyžaduje odborný přístup.

### **4.1 HOSPODAŘENÍ**

Aby lesy vzkvétaly, byly zdravé a plně funkční, je třeba, abychom se o ně řádně starali. Během vývoje se lidé postupně zaměřili na víceúčelové pojetí funkce lesa, proto se i obhospodařování lesů zaměřilo nejen na produkci dřeva, ale také ekologické a sociální funkce. A v neposlední řadě také na ochranu přírody.

Lesní hospodaření je rozděleno do více frakcí, například výchova a obnova lesů, hospodářské úpravy lesů, těžby a využití dříví atd., z nichž každá je velmi náročná a vyžaduje odborný přístup.

### **4.2 ZPŮSOB HOSPODAŘENÍ**

Lze rozlišovat hospodářský způsob pasečný (holosečný), podrostní a výběrný. Zvláštní formou je hospodářský způsob násečný, kde je hlavním atributem tvar a forma seče při realizované obnově. Ze zákona (Zákon č. 289/1995 Sb.) se nesmí při mýtní těžbě přesáhnout velikost 1 ha a její šíře na exponovaných hospodářských souborech jednonásobek, na ostatních souborech dvojnásobek průměrné výšky těžného porostu. Šířka holoseče není omezena při domýcení porostů o výměře do 1 ha.

Výjimku může povolit pouze orgán státní správy, a to na hospodářském souboru

přirozených borových stanovišť, který se objevuje na písčitých půdách a na hospodářském souboru přirozených lužních lesů, a to do velikosti 2 ha holoseče bez omezení šířky. Další výjimka se týká dopravně nepřístupných horských svahů, které jsou delší než 250 m, nejde-li se o exponované hospodářské soubory, rovněž do velikosti holoseče 2 ha.

Při použití podrovního způsobu se řídí podle pěstebních pravidel, tudíž nejsou v zákoně uvedena žádná omezení.

### **4.3 VÝCHOVA LESNÍCH POROSTŮ**

Jde o výchovu lesních porostů, což je ucelený pěstební soubor, který slouží k výchově především rostoucích a vyspívajících jedinců pěstebních opatření, týkajících se lesních porostů v období jejich růstu a vyspívání. Účelem výchovy je zakládat a usměrňovat porostní skladbu po stránce druhové, prostorové a věkové. Pro ovlivnění vývoje jak kvantitativního i kvalitativního vývoje porostu a dosažení postupného nebo konečného provozního cíle se nejčastěji používají výchovné seče. (KANTOR a kol.)

### **4.4 TĚŽBA DŘEVA**

Vlastník lesa je povinen upřednostňovat nahodilou těžbu, a to kvůli tomu, aby nedocházelo k vývinu, šíření a přemnožení škodlivých organismů (HLAVA V.). Pro správně provedenou těžbu dřeva je potřeba lesní hospodářský plán, který vymezuje rozsah i obsah těžby. Lesní hospodářské plány jsou dokumenty, které se zpracovávají zpravidla jednou za 10 let a upravují nakládání s lesem formou závazných ustanovení a doporučení. Kromě zvláštních případů nesmí být porost proředěn pod danou mez. Výjimky povoluje orgán SSL.

## 4.4.1 ROZDĚLENÍ TĚŽBY

Rozlišujeme:

- těžbu úmyslnou – řádnou (mýtní, předmýtní) a mimořádnou
- těžbu nahodilou

Mýtní těžba se koná každoročně v porostech nad 80 let. Předmýtní těžba jsou těžební zásahy v porostech do 80 let. Mimořádná těžba se smí provádět jen na zvláštní povolení.

Nahodilá těžba je získávání dřeva kalamitního (polomy, vývraty, napadení hmyzem nebo houbami). Můžeme zařadit i těžbu souší (stromů nastojato uschlých). Borovice netrpí moc na vývraty kvůli hlubokým kořenům, takže těžba nahodilá nebývá tak častá jako například u smrku.

## 4.4.2 POSTUP PŘI TĚŽBĚ

1. vyznačení těžby – pracovník vyznačí jednotlivé stromy barvou na kmenech nebo vymezení hranice těžené plochy
2. kácení stromů – při kácení se jako první určuje směr pádu, pak se upraví okolí a kořenové náběhy, na straně pádu se vyřízne klín s vodorovnou spodní základnou asi do jedné pětiny tloušťky kmene. Borovice zpravidla nemá kořenové náběhy, takže samotné kácení je mnohem jednodušší.
3. odvětvování – odřezávání větví, po kterém ze stromu vznikne surový kmen
4. měření vytěžené hmoty – změří se délka surového kmene a střední průměr bez kůry, naměřené hodnoty se vyznačí na čelo kmene a následně jsou zapsány do příslušného zápisníku (HAVRÁNEK, DAVID, 1964).

### 4.4.3 DOBA TĚŽBY

Podle ročních období se dělí na těžbu a přepravu:

- zimní – období vegetačního klidu – od 1. 10. do 31.3
- letní – období vegetační činnosti – od 1. 4. do 30.9.

Těžba dříví se provádí po celý rok podle těžebního plánu. Těžební plán se sestavuje podle požadavků spotřebitele, lesní hospodáři upřednostňují zimní období, které je výhodné kvůli příhodnému počasí. Nejlepší podmínky pro těžbu jsou v zimě, kdy sníh chrání dříví i půdu před poškozením těžební manipulací a je odolnější vůči možným škůdcům.

Letní těžba má ovšem také své výhody. Je lepší pro získávání vlákniny, protože v tomto období je loupání kůry mnohem jednodušší, hlavně díky dostatku vody v kůře. Kulatina se při letní těžbě musí rychle vyvézt z lesa a zpracovat, aby nedocházelo k poškození a dřevo se nestávalo zdrojem nákazy pro celý les.

### 4.4.4 TĚŽEBNÍ METODY

Podle stavu v jakém se dřevo nachází na odvozním místě, rozlišujeme následující těžební metody:

**1. Metoda sortimentační** – spočívá v pokácení, odvětvení a rozřezání stromu na sortimenty přímo na lokalitě. Tato metoda je historicky nejstarší. Hlavním důvodem jejich vzniku bylo používání koňské síly pro soustředování, proto bylo nutné vytěžené dříví pokrátit na kratší, fyzicky zvládnutelné kusy (SIMANOV, 2000). V našich poměrech ztratila význam s rozvojem technického soustředování a prosazováním těžební metody kmenové se sortimentní na manipulačních skladech (SIMANOV, 2000). V dnešní době se sortimentní metoda začíná pomalu vracet v podobě harvesterových technologií. U borovice platí omezení při výskytu křivých a silných kmenech, tato skutečnost omezuje, až limituje použití harvestoru v borových porostech. Sortimentní metoda je nejšetrnější k lesnímu prostředí a proto se hodí všude tam, kde se soustřeďuje a vyklizuje lesním porostem. Manipulace se zkráceným sortimentem je lehčí, dříví lze snadněji a s nižším poškozením dostat ven z porostu.

**2. Metoda kmenová** – pokácené stromy jsou u pařezu odvětveny a celé jsou dopravovány na odvozní místo. Tato metoda je mnohem produktivnější než předchozí metoda, ale k lesnímu prostředí méně šetrnější. Při manipulaci dochází k obrovskému poškozování povrchu půdy a stojících stromů. Použití kmenové metody je možné jen tam, kde rozestup stromů, umožňuje důsledné směrování a tím snižuje předpoklady pro poškozování porostu (SIMANOV, 2000).

**3. Metoda stromová** – na lokalitě pařez probíhá pouze kácení a na odvozní místo se dopravuje celý strom. Manipuluje se při ní s celým stromem, který je odvětven až na odvozním místě. Negativní účinky nejsou tak velké jako při kmenové metodě, protože koruna zvětšuje styčnou plochu a tím nedochází k tak velkému rytí do povrchu půdy a cest.

#### **4.4.5 HOSPODÁŘSKÉ ZPŮSOBY TĚŽBY**

Můžeme rozeznávat čtyři způsoby těžby: podrostní, holosečný, výběrový a násečný.

##### **Podrostní způsob**

Tento způsob těžby je charakteristický tím, že se odehrává pod mateřským porostem. Bývá rozdělen do několika částí, během kterých se postupně prosvětluje porost a následně, po určité fázi vývoje zmlazení se dotěží zralé stromy. Je tedy jasné, že je podrostní způsob více vázaný na zmlazení než na prosvětlování. Tento způsob více vyhovuje stínomilným klimaxovým dřevinám, takže je pro zkoumanou borovici nevhodný. Tento způsob odpovídá rámcově fázi rozpadu přírodního lesa s tím, že obmýtí se řídí přírůstovými poměry a kvalitativními požadavky na dřevo, nikoliv fyzickým dožíváním starých stromů. Na druhé straně podrostní způsob má i svá omezení. Nicméně by měl být podrostní způsob nejvíce upřednostňován, protože ve svých variantách umožňuje nepřetržitou existenci odolného lesa s odpovídající dřevinnou skladbou a plnící velmi dobře i svou ekonomickou funkci (ŠÁLEK, 2007).

## **Holosečný způsob**

Tento způsob je nejvíce rozšířený i navzdory největší kritice. Holosečí se rozumí absolutní vykácení a až poté je výsledná holina zalesněna, buďto náletem nebo uměle. Tímto způsobem je razantně změno prostředí, i když jen na krátkou dobu, zhruba do zajištění nové kultury. Dochází k silnému rozkladu humusu, změnám bylinného patra, rychlejšímu koloběhu vody, tím i většímu kolísání teplot a ke změnám mikroklimatu. Holoseč má samozřejmě nespornou výhodu a tím je časový faktor. Je vhodná pro světlomilné dřeviny, zejména pro borovici, proto se také pro borovici používá nejčastěji (ŠÁLEK, 2007).

## **Násečný způsob**

Tento způsob je kombinací holosečného a podrostního způsobu, od kterých se odlišuje světelnými podmínkami. Upřednostňuje se pro dřeviny se specifickými nároky, například pro dub nebo pro vytváření určitých směsí (ŠÁLEK, 2007). Největší uplatnění má v 6. a 7. LVS, kde lze pomocí násečného způsobu zvýšit statickou odolnost lesa proti abiotickým činitelům.

## **Výběrný způsob**

Podle Šálka (2007) jde o způsob nejvíce doporučovaný, ale vyžaduje nejvíce péče a v konečné fázi vyhovuje pouze jedli. Vyznačuje se zastoupením všech různých tlouštěk a porušením zápoje, který se může rychle narušit, když se nedodrží pravidelné prořezávání. Je vhodný pro stínomilné dřeviny, které si udržují růstovou dynamiku až do pozdějšího věku.

### **4.4.5.1 MODEL HOLOSEČNÉHO LESA**

Podle Hundeshagena (1826) a Heyera (1841) je nutné vyhovovat podmínkám:

1. počtu a rozloze věkových tříd

2. prostorovému uspořádání daných věkových tříd
3. aby přírůst odpovídal plnému zakmenění
4. odpovídající zásoba
5. odpovídající etát

Les vyhovující všem podmínkám se též nazývá lesem tabulkovým, protože jeho produkce odpovídá růstovým tabulkám. Dále se předpokládá, že je tvořen z porostů stejnověkových, stejnorodých a normálně zakmeněných. Tato představa je ideální, ale nedosažitelná, i přes to se některých prvků stále využívá, například pro normální zastoupení věkových stupňů.

Je nutné si uvědomit, že tento model se vztahuje pouze na velkoplošné hospodaření u stejnověkových a stejnorodých porostů. Uspořádání v těchto porostech je zaměřeno na ochranu proti větrným kalamitám. Za normální uspořádání věkových tříd je považováno takové uspořádání, při kterém není ohrožena odhalená porostní stěna porostu.

#### **4.4.5.2 MODEL VÝBĚRNÉHO LESA**

Tento model vznikl ve stejné době jako model holosečného lesa. Tato teorie je závislá na rovnovážném stavu lesa.

1. na plošném obsahu korun
2. na počtu stromů a jejich tloušťkové struktuře
3. na kruhové základně

Definice rovnovážného stavu lesa je založena na Liocourtově zákoně (LIOCOURT, 1898), z tohoto zákona je možné vyvodit, že křivky tloušťkových četností mají klesající rozdělení. Podle několika měření je jasné, že vytvoření takové křivky pro všechny typy výběrných lesů není možné.

### 4.4.5.3 MODEL PODROSTNÍHO LESA

Tento model vypracoval Korf (1963), ten vychází z toho, že podrostní způsob je kombinací holosečného a výběrného způsobu hospodaření.

## 4.5 DOPRAVA DŘÍVÍ

Soustředování je porovnáváno podle produktivity práce a podle podílu ruční práce, tímto způsobem se dělí na:

Manuální soustředování

gravitační soustředování

animální soustředování

mechanizované soustředování (úvazkové) - při tomto způsobu je využito fyzické práce, minimálně při uvazování dříví

komplexně mechanizované soustředování (bezúvazkové) - při tomto způsobu není využito lidské ruky, tedy jen za použití traktorového navijáku, hydraulické ruky nebo traktorů s klešťovými závěsy.

Dalším způsobem se soustředování dělí podle prostředí na pozemní a vynášením, které se děje bez kontaktu s půdním povrchem.

Zajímavým způsobem, který je nejvíce šetrný k porostům je vzdušná doprava, která je realizována vrtulníky, balóny nebo lanovými dopravními zařízeními. Jde o způsob plného zavěšení nákladu bez tažení po povrchu.

Dalším způsobem je doprava vodní, která je použitelná pouze pro omezenou část a to při dostupnosti vodních smyků nebo umělých vodních kanálů. Vodní doprava se tedy spíše používá jako sekundární doprava (SIMANOV, KOHOUT, 2004).



## 4.5.1 POUŽÍVANÉ PROSTŘEDKY

**Manuální soustředování** je nejvíce šetrný způsob dopravy dříví z porostu. Výhodou je, že nedochází k narušování půdního povrchu, ani ke znečišťování ovzduší emisemi. A v neposlední řadě je minimální hluchnost, při které nejsou rušena zvířata.

Pro soustředování v mladých porostech nebo v horských oblastech se využívá **animální síly**, především síly koňské. Při tomto způsobu nedochází k velké produkci oxidu uhličitého, ten je vyprodukovan pouze dýcháním.

Působením koně na půdu nedochází k výraznému zhutňování půdy, ani k vytváření kolejí. Negativně na půdu působí jen tažené břemeno, při čemž vzniká pouze jedna stopa. Poškození stromů je také minimální, protože sortimenty jsou krátké, kvůli malému tažnému výkonu. Díky malému poškození nedochází k častému napadení dřevokaznými houbami a k následnému snížení stability stromů.

Do způsobů soustředování můžeme dále řadit i **pásová přibližovadla**, což jsou stroje s pásovým podvozkem. Díky pásům je minimalizován tlak působící na půdu. Pásová přibližovadla mají též malý výkon, kterému je sortimentace přizpůsobena, a tudíž stejně jako u síly animální nedochází k velkému poškození okolních stromů taženými výřezy. Vliv na ovzduší je limitován podle § 4 odst. 2 písm. b) zákona o ochraně ovzduší § 4 odst. 2 písm. b) zákona o ochraně ovzduší.

**Univerzální kolové traktory** působí poškození porostu na přibližovací lince. Míra poškození je závislá na půdní vlhkosti a variabilitě terénu, při pohybu může docházet k prokluzování kol, a tím ke stržení vrchní vrstvy půdy. Největší poškození pak vzniká při tažení výřezů, které porušuje povrchovou humusovou vrstvu. Eliminace škod je možná při práci na suchých stanovištích a použití nízkotlakých pneumatik. Při tomto způsobu dochází ke znečišťování ovzduší, tento fakt se dá omezit jen kooperací a rychlejší prací.

U **speciálních kolových traktorů** dochází ještě k větším, ačkoliv podobným, poškozením a rizikům jako u traktoru kolového. Jediný a zároveň důležitý rozdíl je ve výkonu a hmotnosti. Stejně jako u kolových traktorů je nutné dodržovat § 17 zákona o

životním prostředí, protože každý je povinen se chovat tak, aby nedocházelo ke zbytečnému poškození přírody.

**Vyvážecí traktory** působí na okolí hlavně svou hmotností a poškozují půdu pojezdem vzniklými koleje a ztuhnutím půdy na vyvážecích linkách. Tento způsob je proto doporučován v zimním období, kdy je vegetace kryta sněhem. Snížení působení na půdu může být zprostředkováno pomocí pásů.

Vliv působení vyvážecích strojů se dá zmírnit použitím více náprav, kdy se náklad rozloží na větší plochu, přizpůsobení šířky linky, použitím nízkotlakých pneumatik nebo případným využitím pásů.

**Lanovky** se používají při velkém spádu terénu nebo na rovině, kde není možné použít jiných mechanizací. Jsou poháněny traktorem nebo nákladním automobilem.

V tomto případě nedochází ke ztuhnutí půdy. Jen v polozávěsu, kdy je část tažena po zemi, vznikají rýhy. Velký význam má směr soustředování. Při soustředování proti svahu nedochází k nebezpečí vzniku erozí. Dopravování v plném závěsu je považováno za nejméně destruktivní možnost přibližování.

Budování lanovek omezuje tvorbu přibližovacích linek a tím slouží k minimalizaci poškozování půdy a vodního systému. Dále je eliminována tvorba erozivních rýh, které jsou v horských oblastech velkým problémem.

Zajímavým způsobem, který je nejvíce šetrný k porostům je vzdušná doprava, která je realizována vrtulníky, balóny nebo lanovými dopravními zařízeními. Jde o způsob plného zavěšení nákladu bez tažení po povrchu.

**Vrtulníky** je možno použít v případě, že není možné využít jiné techniky. Tento způsob je velice šetrný k porostu, ale dochází k velké spotřebě paliva, a tím k narušování ovzduší produkcí emisí. V neposlední řadě je velkou nevýhodou nadměrný hluk, který ve výšce 50 m činí až 96 dB, což představuje obrovský stres pro zvěř.

**Lesní dopravní síť** je nezbytnou součástí každého lesního hospodářství. Síť slouží k využívání lesní produkce. Výstavba lesní sítě je založena na minimalizaci záboru lesní půdy podle § 4 vyhlášky MZe č. 433/2001 Sb., kterou se stanoví technické požadavky pro stavby pro plnění funkcí lesa.

Dalším způsobem je **doprava vodní**, která je použitelná pouze pro omezenou část a to při dostupnosti vodních smyků nebo umělých vodních kanálů. Vodní doprava se tedy spíše používá jako sekundární doprava (SIMANOV, KOHOUT, 2004).

Kůň- již v dávných dobách se v lesním hospodářství využívalo animální síly domestikovaných zvířat. Mimo koně se používal například volský potah. V dnešní době se animální síla používá jen při malých objemech nebo na nedostupných terénech pro těžkou techniku, především při nahodilých těžbách, kdy se nevyplácí nasazení strojů.

Možná jsou poranění kořenů, kořenových náběhů i půdy. Velkou nevýhodou je malá tažná síla

Vyklizovací navíjedla- dělíme na mobilní a imobilní. Mezi imobilní patří například malá lanovka a mezi mobilní patří například železný kůň, který se používá při soustředování na krátké vzdálenosti.

Balóny- stejné výhody jako u použití vrtulníku, ale u nás se tento způsob nevyžívá.

Traktory- můžeme dělit na kolové, pásové nebo vyvážecí na pásovém nebo kolovém podvozku. Traktory jsou doplněny jedním nebo dvěma navijáky. Vyvážecí traktory bývají doplněny o hydraulický jeřáb.

#### **4.5.1.1 FORWARDER**

Forwardery jsou vyvážecí traktory, které se používají pro vyvážení sortimentů o délkách mezi 2 - 6 m. Jsou opatřeny hydraulickou rukou, která má dosah 6 - 10 m a která je zakončena rotátorem a drapákem. Forwarder je vybaven rámových zlamovacím podvozkem, který slouží k otáčení předního rámu.

Forwardery se dělí na: malé- ty mají nosnost 4 - 6 t

střední - ty mají nosnost 8 - 10 t

velké - ty mají nosnost do 19 t

Pohonný systém hydrostatický. Hydrostatický přenos síly při úbytku otáček může působit i jako brzda. Brzdným systémem jsou mokré talířové brzdy. K zajištění vozidla slouží ruční brzda. Kola jsou v tak zvaných boogie nápravách, která jsou poháněna buď řetězem, nebo pomocí ozubených kol. Pneumatiky jsou široké a nízkotlaké, mají přibližně o 30% větší dotykovou plochu, než běžné pneumatiky a lépe přenášejí tažnou sílu kol na půdu.

Nevýhodou jsou především vysoké pořizovací náklady. Forwardery jsou používány při probírkách a přípravných mýtních těžbách (NERUDA a kol., 2005). U pásových vyvážecích traktorů výrobci uvádějí výrobci velmi nízký tlak na půdu a na málo zpevněných terénech se doporučují rošty z klestů, aby nedocházelo ke zbytečně velkému poškození půdy.

Pro zvýšení efektivity se ukládají sortimenty tak, aby se dalo uchopit drapákem více kusů najednou. Navíc je dobré, když operátor harvestoru ukládá sortimenty v porostu nebo podél linky (Neruda a kol., 2005).

Při dodržení podmínek technologické přípravy pracoviště je možno omezit při vyvážení vznikající škody.

## 5 OBNOVA LESŮ

Obnova lesů patří k základním úkonům každého lesníka, jedná se o proces nahrazování stávajícího lesa za nové generace lesních dřevin. Tím pádem nedochází ke zmenšování lesních porostů. Volbou vhodných dřevin a jejich rozmístěním v porostu je povinnost zvyšovat odolnost lesa a jeho stabilitu. Holinu je nutno řádně zalesnit během 2 let od jejího vzniku, do 7 let od jejího vzniku musí být následný porost řádně zajištěn. V zájmu dobrého zdravotního stavu porostu a budoucí produkce kvalitního dříví musí použitý reprodukční materiál splňovat několik zákonných požadavků. Použití reprodukčního materiálu z mateřského porostu lze jen za předpokladu, že je porost dostatečně kvalitní (Zákon č. 289/1995 Sb.). Vlastník lesa je povinen obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami. Vhodné dřeviny jsou ty, které jsou v daných podmínkách původní. Nejsou-li původní, pak jsou to ty, které nejlépe snášejí působení všech činitelů určujících kvalitu stanoviště.

### 5.1 TYPY OBNOVY

Obnova lesa může být přirozená, umělá nebo kombinovaná.

#### **Přirozená obnova**

Přirozená obnova probíhá za přímé účasti přírodních činitelů, a to náletem nebo opadem semen. Činnost člověka je omezena a spočívá pouze v odstranění dřevin, které jsou nežádoucích v obnově a které překáží úspěšné obnově. (ŠKÁRA, 1996) Přirozenou obnovou lesa se rozumí buďto obnova semenná nebo obnova výmladností, v obou má hlavní roli mateřský porost, a to prostřednictvím přirozených procesů.

Semenná obnova se uskutečňuje na nejbližší holinu nebo přímo pod mateřský porost. Semeno musí spadnout do ideálních podmínek pro růst, aby se mohlo uchytit. Les je k přirozené obnově od samého začátku připravován výběrem, tedy zanecháním nejsilnějších jedinců. Po celou dobu je upravováno zastoupení určitých dřevin, které se snažíme vychovat a následně zanechat v daném porostu.

Přirozenou obnovu výmladností rozdělujeme na pařezovou a kořenovou. Někdy se také uplatňuje výmladnost kmenová. Nejvyšší výmladností se vyznačují lípy, olše,

duby, jasany, jilmy a javory a slabou výmladností buk, bříza a ještě slabší osika. Zprvu rostou výmladky vysokou rychlostí, ale brzy růst ustává a zahnívají. Přirozená obnova výmladností není hospodářsky ani ekonomicky moc významná.

### **Umělá obnova**

Umělá obnova je častější než obnova přirozená. Je přímým výsledkem lidské činnosti. Provádí se výhradně sadbou sazenic ze školek. Volba vysazovaných dřevin nezávisí na mateřském porostu, vznikají kultury. Založené kultury jsou rovnoměrně rozmístěny, těžba dřeva je mnohem jednodušší než u přirozené obnovy. Samozřejmě i umělá obnova skrývá značné nevýhody. Na holinách je silně omezen růst stinných druhů, proto vznikají monokultury, což jsou stejnorodé a stejnověké porosty. Kultury jsou mnohem častěji poškozovány okusem. Umělá obnova je více finančně i časově náročnější.

### **Kombinovaná obnova**

Kombinovanou obnovou je kombinací dvou předešlých způsobů obnovy. Základem bývá obnova přirozeného rázu, která je kvůli neúplnému zaplnění doplňována umělou obnovou.

## **5.1.1 PŘIROZENÁ OBNOVA V ČR**

V České republice je obnova zaměřena především na obnovu umělou. Obnova přirozená má podíl malý, přesto stále vzrůstající. Stále více lesníků se snaží přizpůsobit obnovu přírodě bližšímu hospodaření, tím se podstatně zmenší i potřeba sazenic a osiva (ŠINDELÁŘ, 2000).

### **podmínky pro přirozenou obnovu**

Úspěšnost je ovlivněna spoustou faktorů, nejdůležitějšími z nich jsou stav zmlazení matečného porostu, příznivé prostředí lesa a vhodné půdní podmínky pro aktivní růst.

### **podmínky pro výběr porostů**

Úkolem každé obnovy je produkce kvalitních porostů, tudíž je důležitý výběr

stanoviště a geneticky vhodných jedinců. K přirozené obnově nelze přistupovat ve všech porostech a proto je výběr porostů prvořadým předpokladem pro správné provedení přirozené obnovy (PEŘINA, KADLUS, JIRKOVSKÝ, 1964).

Pro vývěr porostů je důležité přihlížet k vhodnosti dřeviny pro dané stanoviště a také k jejím genetickým vlastnostem, které jsou žádoucí pro další generace. Pokud jsou podmínky vhodné, dřeviny se vyznačují rychlejším růstem, vysokou hmotovou produkcí a dobrým zdravotním stavem, tím pádem i lépe odolávají biotickým i abiotickým činitelům (PEŘINA, KADLUS, JIRKOVSKÝ, 1964).

### **vhodnost stanoviště**

Pro posouzení stanovištní vhodnosti se používá ukazatel celkové hmotové produkce, roční výškový a tloušťkový přírůst. Takové porosty jsou schopné skvěle reagovat na pěstební zásahy- prosvětlení nebo uvolnění. Tyto znaky jsou stěžejní pro zjištění vhodnosti stanoviště (PEŘINA, KADLUS, JIRKOVSKÝ, 1964).

## **5.2 OBNOVNÍ DOBA**

Obnovní doba je doba, která uplyne od prvního do posledního obnovního zásahu. Je závislá na druhové skladbě porostu, stavu a způsobu obnovy. V některých lesích, jako je například les obhospodařovaný výběrným způsobem je obnovní doba neustálá.

Počátek lze stanovit dle výpočtu:

$s = (u+1) - 1/2 * o$ ..... pro sudé desetiletí doby obnovní

$s = (u-4) - 1/2 * o$ ..... pro liché desetiletí doby obnovní

## **5.3 OBMÝTÍ**

Obmýtí je stanovená produkční doba porostů v daném Hospodářském souboru. Uvádí se věkovým rozpětím zaokrouhleným na desítky let a blíží se kulminaci hodnotového průměrného přírůstku. Obmýtí se snižuje u jehličnatých porostů ohrožených emisemi, u porostů kalamitního rázu, u porostů napadených hnilobou a při

poškození loupáním zvěří a zvyšuje u dřevin s vysokou kvalitou.

Mýtní věk odpovídá potenciální optimální délce produkce. Což odpovídá bonitě dřevin. Při složité druhové skladbě porostu se vedle hlavní dřeviny zvažuje i přítomnost vedlejších druhů.

## **5.4 HODNOCENÍ KVALITY DŘEVA**

Problematika hodnocení kvality dřeva je předmětem zájmu v celosvětovém měřítku. Zdůrazňuje se především potřeba hodnotit kvalitu dřeva na základě jeho stavby a vlastností, jako jeden ze způsobů jak dosáhnout efektivního využití zásob dřeva (KURJATKO 2010). Kvalita je do jisté míry subjektivní pojem a musí být chápána vždy v příslušném kontextu. Většinou ji chápeme z pohledu vlastností, které jsou přínosné pro finální využití dřeva (JOZSA, MIDDLETON 1994). Dřevo jako biologický materiál vykazuje značnou variabilitu. Rozdíly je možné vysledovat nejen mezi rody i druhy, ale i mezi lokalitami, a dokonce i mezi jednotlivými stromy v rámci jedné lokality (PANSIN, DE ZEEUW 1980; ZOBEL, VAN BUITENEN 1989).

Charakteristické vlastnosti dřeva mohou být vrozené jednotlivým dřevinám, jsou ale do značné míry ovlivněny okolním prostředím, včetně výchovných zásahů (BARNETT, JERONIMIDIS 2003). Pěstování lesa a kvalita dřeva jsou v České republice v současnosti chápány jako oddělené, samostatně stojící problematiky. V zahraničí je však situace naprosto odlišná. Problematika hodnocení vlivu pěstebních opatření na vlastnosti dřeva je nejen v Evropě stále aktuální, a to i v lesnicky vyspělých zemích (PAPE 1999, ZUBIZARRETA GERENDIAIN et al. 2008).

Problematikou se zabývali v sousedních zemích jako je Polsko (JELONEK et al. 2008), Německo (HAPLA, KNIGGE 1985), nebo dokonce i v zemích jako je Anglie (MOORE et al. 2009). Studie, které by nějakým způsobem hodnotily dopad pěstování lesa na kvalitu dřeva z České republiky, mají lokální charakter (BARTOŠ et al. 2010), komplexní pojetí problematiky pro borovici v našich přírodních podmínkách chybí.



## 6 DRUHY POŠKOZENÍ

Těžební technologie se na porostu projevují poškozením. Může jít o poškození půdy, kořenů nebo samotných stromů.

### 6.1 POŠKOZENÍ PŮDY

Největší vliv na poškození půdy mají stroje, zejména na půdy jemnozrnné. Nejdůležitějšími faktory, které vedou k poškození půdy při práci s harvestorem nebo vyvážecím traktorem, jsou: stupeň zamokření, poměr jílu a velkých pórů v půdě. Narušení pórů mění celkovou strukturu půdy a zamezuje prodění plynu a vody, jak v horizontálním, tak ve vertikálním směru. Stroje působí na půdu statickým tlakem, ale také dynamikou neboli nárazy, které jsou pro půdu také velmi destruktivní. Při pojezdu dochází k deformacím půdy, tedy k vytváření kolejí. Hloubka této stopy má vliv na jízdni vlastnosti a rovněž na negativní vznik půdní eroze. Kromě zaboření trakčního ústrojí nebo taženého předmětu způsobuje velkou erozi i prokluz hnacích kol.

Při výchovných zásazích nebo při obnově pozorujeme nárůst mechanizačních prostředků, které jsou pro práci v lese podstatně bezpečnější než moto-manuální práce. Jejich používáním ale v lese vznikají značné škody, podle Beckera (1999) se tyto škody podílejí na více než 17% lesní produkce.

K poškození dochází i po jízdě po vyznačených cestách, a to na kořenových systémech blízkých stromů. Poškození je přímo úměrné četnosti pojezdů po drahách, hmotnosti projíždějících strojů, typu půdy, vlhkosti, teplotě a mnoho dalším aspektům. (McMAHON, 1995). Zatížení strojů je závislé na tlaku v pneumatikách, tím vznikají erozivní rýhy. Tlak se přenáší na půdu ve stykové ploše.

Pojezd mechanizačních prostředků způsobuje poškození kořenů- jak jejich mohutných kořenových partií, tak i nejtenčích kořenových částí a jejich absorpčních zón.

Dále může docházet ke změnám absorpčních schopností půdy, a to pro vodu, vzduch, příjem živin naopak i prostupnost kořenů a podobně. Na půdách hlinitých dochází k jejich zhutnění a zmenšení pórovitosti. Obecně vykazuje půdní prostředí menší změny a mírnější gradienty, než prostředí atmosférické, přičemž rostlina reaguje jako celek. Při mechanickém účinku větru na nadzemní systém se v krátkých časech

přenášejí změny tlaku a tahu na kořeny ( MOSBRUGGER, 1990).

**Pro minimalizaci škod platí:**

- volit co největší poloměry předního a zadního kola mechanizačního prostředku
- volit co největší šířky pneumatik
- tlaky v pneumatikách s ohledem na jejich konstrukci a počet pláten volit co nejnižší,
- těžební stoje provozovat v porostech při co nejmenší vlhkosti. (NERUDA a kol., 2005)

## **6.2 POŠKOZENÍ STROMŮ**

K narušení stromů dochází z důvodu konstrukčního řešení stroje a špatné technologické přípravy pracoviště. Tímto dochází k oděru kůry ve spodní partii kmene stromů. Borovice díky silné borce na oděry netrpí tolik jako například smrk. Vliv na poškození má nedostatečná technologická příprava pracoviště a nevhodně zvolený vyvážecí prostředek. Nelze opomenout, že většina škod je způsobena rovněž nedostatečnou kvalifikací či nevhodným přístupem obsluhy. Kořenové náběhy jsou nejčastěji poškozovány při úzkých vyvážecích linkách, nebo při objíždění překážky. Odření může také nastat při nevhodně uložených sortimentech podél linií. Kořenový systém stromů podél linií je nejvíce poškozován na vlásečnicích, které jsou rozprostřeny přímo pod půdním povrchem. Úměrně s mechanickým narušením půdního povrchu dochází také k přetrhání kořenového systému. Kromě správně volených technických vlastností pojezdového systému strojů může škodám zabránit dostatečně navrstvený klest (minimální tloušťka 25 – 30 cm). Řada autorů, kteří studovali poškozování lesních porostů v průběhu těžební činnosti, došla k závěru, že délka vlečených kusů dříví ovlivňuje počet poškození v daleko větší míře než vlastní způsob vlečení (NERUDA a kol., 2005).

## **6.2.1 ŠKODY NA STROMECH ZPŮSOBENÉ PROVOZEM TĚŽEBNÍCH STROJŮ**

Poranění stromů je při provozu těžebních strojů nejvíce spojováno s nasazením hydraulického jeřábu harvestoru, vyvážecího traktoru nebo kácecí hlavice. V těchto případech má hlavní roli těžař, respektive operátor těžebního stroje, který svou odpovědností, vyškoleností a pečlivou prací může škody alespoň částečně eliminovat.

Kořenové náběhy jsou nejčastěji poškozovány při špatném vytyčení vyklizovacích linií, které by měly být široké 3-4m (podle terénu). Poškození také může nastat při nevhodném uložení sortimentů podél těchto linií.

Kořenový systém podél linií je nejčastěji poškozován na vlásečnicích, které se nacházejí přímo pod půdním povrchem. Zároveň s mechanickým narušením půdního povrchu dochází k přetrhání kořenového systému. Mimo ideálně volených technických vlastností pojezdového systému může škodám zabránit dostatečně navrstvený klest, který by měl být až do výšky 25-30 cm. Více autorů došlo k závěru, že délka vlečených kusů kmenů přímo ovlivňuje poškození v daleko větší míře, než vlastní způsob tažení. Heik a Leek (1981) ve svých studiích uvádějí, že při soustředování při metodě stromové, dochází k 25 % poškození okolního porostu. Při metodě kmenové, kdy jsou vyváženy odvětvené kmeny, je procento poškození jen o něco málo menší, a to 22 %, avšak při metodě sortimentační, která je známá svou šetrností, dochází k poškození pouhých 5 % stromů ve vychovávaném porostu.

S obdobnými výsledky přišel i Ulrich a kol. (1999).

## **6.3 NEPŘÍZNIVÉ VLIVY NA KOŘENOVÉ SYSTÉMY**

Pro správný růst a funkci kořenů jsou důležité ideální podmínky, které se při použití technologií v lese dosti omezují a následně vznikají různá poškození. U borovice nedochází k razantnímu poškození kořenových systémů, protože je hluboko kořenící.

1. Mechanické poškození - Při použití těžké techniky jsou kořeny, ať jemné nebo i ty hrubší, silně mechanicky poškozovány (BECKER, 1999). Narušení kořenů znamená snížení absorpčních funkcí a poté i transpiračních schopností vodivého systému (SMITH, HINCKLEY, 1995). Jeho změny jsou zjizvitelné ve skeletových kořenech a

kmeni k těmto kořenům náležejících (NADYEZHINA, ČERMÁK, 1999). Poškozováním, zejména těm mechanickým, je věnováno velice málo pozornosti, i když je častým jevem při lesním hospodaření a oproti nadzemnímu systému při každém poranění ztrácí strom část kořenů, což na něj klade zvýšené energetické nároky na funkci. Změnou růstu musí znovu získat ztracenou vitalitu a rovnováhu.

2. Zhutnění půdy - Při použití pojezdných mechanizačních prostředků je nutné předpokládat zhutnění půdy a tím pro jemné kořeny náhlé, nárazové zvýšení tlaku, které může působit rozsáhlé poranění. Po delším používání těžkých strojů, se může pojezd promítnout do snížení dostupnosti volně pohyblivých látek, jako jsou O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, voda a další důležité živiny. Ke zhutňování půdy může docházet i prostřednictvím sešlapování nebo pohybem zvěři. Na zhutnění půdy stromy reagují zvýšením nároků na fotosyntázy (ZAERR, LAVENDER, 1974), ty jsou potřeba pro náročný metabolismus, který je nutný k překonání zvýšeného odporu půdy proti jejich dlouživému růstu.

3. Mechanický tlak - Mechanický tlak je neodmyslitelnou součástí při růstu kořenů v půdě. Pro protlačení kořenů skrze půdu je potřeba vyvinutí dostatečné síly, která bude větší než mechanická odolnost půdních agregátů. Mechanická odolnost půdy je též nazývána odpor půdy, a je ovlivněna mnoha faktory (skeletnanost nebo textura). Čím sušší a těžší je půda, tím větší je její odpor proti růstu kořenů (TAYLOR et al., 1969).

Rostoucí kořen musí překonávat axiální a radiální tlak a navíc velké tření, i když je vzájemný vztah těchto složek závislý na zrnitosti, kohezních a adhezních vlastnostech půdy, stále převládá axiální tlak (ABDALLA et al., 1991).

Mechanický tlak na kořenech vyvolává řadu fyziologických změn, například jde o snížení prodlužování kořenů (SARQUIS et al. 1991)

## **6.4 ŠKODY VIDITELNÉ**

Mezi škody viditelné patří vyjeté koleje a oděry stromů, způsobené vyvážením dříví.

## 6.5 ŠKODY SKRYTÉ

Tyto škody nejsou viditelné na první pohled a jejich měření vyžaduje speciální měřicí přístroje. Vznikají v hlubších vrstvách půdy, kde působí na kořenový systém a půdní podmínky.

## 6.6 METODY HODNOCENÍ POŠKOZENÍ PŮDY

### Metoda hodnocení podle Wilperta (1998):

Rozděluje na faktory, které mohou vést k odhadu škod na půdě, a ty můžeme rozdělit následovně:

#### Vlastnosti půdy:

1. vlhkost půdy (mokrý, čerstvý a suchý)
2. zrnitost půdy (jíl, hlína a písek)
3. obsah skeletu v půdě (bez kamenů, s malým počtem kamenů a s velkým počtem kamenů)
4. biogenní možnost agregace (nízká, střední a vysoká)

#### Technické parametry:

1. celková hmotnost stroje
2. výška klestu na dráze (do 10cm, 10-30 cm, nad 30 cm)
3. počet pojezdů po jedné trajektorii (1-2, 2-5, 5 a více)

Těchto sedm faktorů zobrazuje, jak komplexní musí být šetření. Z testů je dokázáno, že k největšímu poškození půdy pojezdem dochází mezi 1.-3. přejezdem.

### Metoda hodnocení podle Mc Nabba

Tato metoda byla vynalezena pro rychlý odhad škod při pojezdech. (MATTHIES, 1998)

1. půdní Struktura
2. vlhkost půdy
3. terénní reliéf

Hloubka kolejí značí poškození půdy, ale není vždy průkaznou veličinou, takže tato metoda je velice nepřesná a někdy zavádějící.

### **Metoda hodnocení podle McMahona:**

Tato metoda je založena na kvalitativním zkoumání poškození půdy, které bylo prováděno na Novém Zélandě a v Kanadě (McMAHON, 1995). V České republice toto měření zavedl Neruda (2000), Neruda a Valenta (2004) a Ulrich (1999, 2001).

Jde o odhad okem v měřících liniích, které jsou kolmé na přibližovací linky. Měří se po jednom metru v okruhu 30 cm a výsledné porušení se zanáší do příslušných formulářů. Je třeba zaznamenat alespoň 1000 bodů, aby byla statistická chyba co nejmenší. Tato metoda je jedna z nejpřesnějších a můžeme z ní vyvodit a srovnávat poškození od různých technologií.

### **Finská metoda hodnocení:**

Jako u předchozích metod jde o zjišťování porušení půdy po nasazení těžební techniky (METSATEHO, 1991). Touto metodou je porušení půdy posuzováno dle naměřené hloubky kolejnic. Poměruje se s místy nevytlačené zeminy a bere v potaz i další parametry jako je půdní typ, vlhkost, počasí a typ těžební technologie.

Dovolené poškození se rovná 5% celkové délky kolejnic a maximální hloubce 10 cm. Minimální počet měřených bodů se rozlišuje podle typy porostu: v homogenním minimálně 20 bodů a v nehomogenním minimálně 40 bodů. Vyhodnocením získáme dva druhy kvality práce, a to dobrou nebo špatnou.

### **Metoda hodnocení podle profesora Schlaghamerského:**

Metoda je založena na měření kolejí, stejně jako u předchozích metod, vzniklých pojezdem těžebních strojů. Je měřena délka a hloubka kolejnic, výskyt a vsak vody, vlhkost a počet průjezdů. Hloubka kolejí se měří po 20 krocích a je zapisována do zápisníků. Délka kolejí je 100%, ze kterých jsou pak v % vyjadřovány jednotlivé délky kolejí s různou hloubkou, a tím získáme přibližné poškození půdy. Tabulka viz přílohy.

## 7 METODIKA

Metodika popisuje sběr dat pro posouzení vlivu hospodářského způsobu a stanovištních charakteristik na dendrometrické parametry borovice lesní a na kvalitu sortimentu. Dále jde o zjišťování míry poškození lesního porostu vlivem těžby a o monitoring aktivit v roce 2015 ve zkoumaném porostu.

### 7.1 METODIKA ZJIŠŤOVÁNÍ MÍRY POŠKOZENÍ LESNÍHO POROSTU VLIVEM TĚŽBY

V porostech, kde doposud proběhla těžba (dokumentace viz přílohy), je pro hodnocení poškození půdy a porostu použita tzv. Německá metoda zkusných ploch. V této metodě se porost hodnotí podle míry poškození půdy i porostu na jednotlivých zkusných plochách. Zkusné plochy mají tvar kruhu o poloměru 12,6 metru (odpovídá ploše 0,05 ha), nebo tvar čtverce o délce strany 20 m (odpovídá ploše 0,04 ha), a to z praktických důvodů, kdy se čtvercová plocha v porostu mnohem snáze vytyčuje. Počet zkusných ploch ve zkoumaném porostu se určuje dle nomogramu (NERUDA et al., 2011), avšak u menších porostů, tj. porosty do 2 ha, se hodnotí jako celek. Zkusná plocha má vždy svůj střed ve středu vyvážecí linky. Rozestup mezi jednotlivými plochami na vyvážecích linkách se určuje dle délky vyvážecích linek a celkového počtu zkusných ploch.

Při zjišťování poškození půdy je měřena hloubka kolejí, a to vzhledem k původní úrovni povrchu nepoškozené půdy. Na základě těchto údajů se vypočítá průměrná hloubka kolejí. Hloubka kolejí se měří vždy v místě, kde kolej protíná obvod zkusné plochy, tj. na 4 místech u každé zkusné plochy.

Poškození stromů se stanovuje vždy dle největšího poškození, přičemž se za strom těžbou poškozený považuje ten, který má poškození větší jak  $10 \text{ cm}^2$ . Více malých poškození je však možné počítat (není-li mezi nimi pruh nepoškozené kůry širší než 10 cm (NERUDA et al. 2005, 2011)). Dále se zaznamenává výška poškození. Při tom je rozhodující, jestli se poškození nacházejí ve výšce do jednoho metru od povrchu země nebo výše, uvažuje se nejnížší místo zranění (NERUDA et al., 2005).

Z praktických důvodů je poškození zaznamenáno do jednotlivých tříd podle velikosti a to takto: poškození do  $10 \text{ cm}^2$ , do  $50 \text{ cm}^2$  do  $100 \text{ cm}^2$  a poškození s

velikostí větší než 100 cm<sup>2</sup>. V zápisníku jsou všechny poškození do výšky 1 metru zaznamenávány společně, zatímco poškození ve výšce nad 1 metr se zaznamenává zvlášť s uvedením konkrétní výšky. Do hodnocení je zahrnuto i viditelné poškození kořenů, ale jen do vzdálenosti jednoho metru od kmene. Do hodnocení jsou zahrnuty jen stromy s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Výsledkem je zjištění počtu poškozených stromů v %.

Doposud hodnocené porosty byly menších rozměrů (tj. do 2 ha), ve kterých se hodnotí poškození půdy i porostu na celé ploše provedené těžby (NERUDA et al., 2011). Proto bylo nutno upravit především způsob, kterým se vytyčí body na vyjetých kolejích, aby bylo možno měřit jejich hloubku. U zkusných ploch čtvercového tvaru jsou body na obvodu zkusné plochy od sebe vzájemně vzdáleny 20 metrů a z tohoto důvodu bylo rozhodnuto, že hloubka kolejí se bude měřit na všech kolejích v daném porostu a to ve vzdálenosti 20 metrů. První měřicí bod na začátku každé koleje byl vzdálen vždy 10 metrů od okraje porostu.

## **7.2 AKTIVITY V ROCE 2015**

Ve spolupráci s VLS divize Mimoň, byly vytipovány a vyznačeny porosty (Židlov, Skelná huť), kde bude probíhat těžba (clonná seč, holoseč) a byla vytvořena metodika sběru dat. Na dvou plochách bylo provedeno měření za účelem sortimentace, celkem bylo změřeno 80 jedinců. Dále bylo zahájeno měření škod způsobených těžbou a časové bilance výrobních fází těžby na vybraných výzkumných plochách (Židlov, Skelná huť).



## 8 VÝSLEDKY

Případová studie, která byla provedena ve Skelné huti u Mimoně, probíhala od září roku 2015. Tato studie je v začátcích, takže nejde o konečné výsledky.

V rámci této studie bylo změřeno poškození stromů, které obsahuje poškození do 1 metru výšky, poškození kořenů a poškození nad 1 metr výšky stromu, poškozené plochy byly rozděleny podle velikosti na: do 10 cm<sup>2</sup>, do 50 cm<sup>2</sup>, do 100 cm<sup>2</sup> a nad 100 cm<sup>2</sup>. Výsledky jsou vyjádřeny v procentech. Velikost výzkumné plochy je 0,5 ha a byl zde proveden těžební zásah za účelem prosvětlení porostu. Celkový objem těžby byl 40 m<sup>3</sup>.

Z následující tabulky vyplývá, že největší poškození do výšky 1 metru je ploše nad 100 cm<sup>2</sup>, a to 12,85 %, poškození kořenů je nejvíce na plochách do 100 cm<sup>2</sup>, a to 0,37% a poškození nad 1 metr na plochách nad 100 cm<sup>2</sup> 2,23%.

Lesní hospodářský plán pro danou oblast a snímky zkoumané plochy viz přílohy.

Při předběžném zhodnocení škod po doposud provedené těžbě na výzkumné ploše Skelná huť bylo dosaženo následujících hodnot:

Tabulka č. 1 – procentuální vyjádření poškození porostu na ploše Skelná huť

Poškození do výšky 1 metr				
Velikost poškození	do 10 cm <sup>2</sup>	do 50 cm <sup>2</sup>	do 100 cm <sup>2</sup>	nad 100cm <sup>2</sup>
%	0,74	0,56	1,30	12,85
Poškození kořenů				
Velikost poškození	do 10 cm <sup>2</sup>	do 50 cm <sup>2</sup>	do 100 cm <sup>2</sup>	nad 100cm <sup>2</sup>
%	0,00	0,19	0,37	0,19
Poškození do výšky nad 1 metr				
Velikost poškození	do 10 cm <sup>2</sup>	do 50 cm <sup>2</sup>	do 100 cm <sup>2</sup>	nad 100cm <sup>2</sup>
%	0,37	0,19	0,74	2,23
Celkové % poškozených stromů v porostu				18,63

## 9 DISKUZE A ZÁVĚR

Těžební technologie uplatňované v porostech borovice lesní vycházejí ze specifických vlastností borovice. Použití těžebních technologií vychází ze skutečnosti, že se jedná o světlomilnou dřevinu, pro kterou je vhodný holosečný způsob těžby. Dále jde nepřítomnost kořenových náběhů, tento fakt usnadňuje samotné kácení a následnou úpravu kmenů. A v neposlední řadě limitující elementy, což jsou křivé a silné kmeny se silnými větvemi, které brání použití harvesterové technologie.

Hlavní vliv těžebních technologií se projevuje především mírou poškození lesního porostu. Poškození borových porostů při holosečném a podrostrním způsobu hospodaření je v dnešní době ne příliš diskutované téma, ačkoliv se jím zabývalo hodně autorů, jako je například Schlaghamerský (2003) ve své práci „Zjišťování poškození půdy harvestory v probírkách“, Ulrich (2001) ve své práci „Kontrolní metody po probírkách provedených harvesterovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi a vyjádření škod na půdě a porostu“. Nebo obecněji pojaté práce například Šindeláře (2004), který zhotovil práci Přirozená obnova borovice lesní a práce Nerudy (2005) Metody pro zlepšení determinace poškození kořenů ve smrkových porostech vyvážecími traktory.

Pro zjištění poškození půdy bylo navrženo několik metod, které jsou již uvedeny v bakalářské práci. Jde o metody hodnocení podle Wilperta (1998), který rozdělil faktory, jejichž výskyt napomáhá nebo omezuje poškození. Jde o vlastnosti půdy (vlhkost, zrnitost, obsah skeletu a biogenní možnost agregace) a o technické parametry (celková hmotnost stroje, výška klestu na dráze a počet pojezdů po jedné trajektorii). Wilpert došel k závěru, že k největšímu poškození půdy dochází mezi 1. a 3. pojezdem stroje. Druhou metodou je hodnocení podle Mc Nabba (1998), tato metoda byla vymyšlena pro rychlý odhad škod při pojezdech. Mc Nabb bere v potaz jen tři faktory, kterými jsou půdní struktura, vlhkost půdy a terénní reliéf. Podle něj je průkaznou veličinou hloubka kolejí, což není moc přesná metoda, která má občas velice zavádějící charakter. Dalším typem hodnocení je metoda podle McMahona (1995), kterou v České republice používal například Neruda (2000), Ulrich (1999, 2001) anebo Neruda a Valeta (2004). Jde o velice přesnou metodu, při které se měří poškození alespoň na 1000 bodech. Toto měření má jasnou vypovídací hodnotu, kterou lze porovnávat různé technologie. Čtvrtou metodou je Finská metoda hodnocení, která se orientuje na

hloubku kolejnic. Počet měření se rozlišuje podle typu porostu. Z výsledků se vyhodnocuje jen kvalita práce. Pátou a poslední metodou je hodnocení podle Schlaghamerského, při které se hodnotí poměr hloubky kolejí na jednotlivé délky. Z této metody získáme přibližné poškození půdy.

Poškození stromů se u nás věnoval například Neruda, který vycházel ze studie Schlaghamerského atd., který studoval poškození porostů prostřednictvím vlečených kusů dříví. Došlo se k závěru, že délka tažených kusů je přímo úměrná počtu poškození. Čím delší kus, tím větší počet a rozsah poškození. Vlečení má větší vliv na škody než samotný způsob vlečení. Další vliv na poškození stromů mají samozřejmě nekvalifikovaní pracovníci a nedostatečná příprava okolního porostu, jako jsou například příliš úzké vyvážecí trasy nebo špatně zvolený mechanizační prostředek.

Dalším možným poškozením jsou škody vzniklé na kořenových náběžích a samotných kořenech. Nejčastěji vznikají škody na vlásečnicích, které se nacházejí přímo pod půdním povrchem podél vytyčených linií. Když nejsou linie dostatečně široké, může docházet i k poškozování kořenových náběhů. Mimo ideálně volených technických vlastností pojezdového systému může škodám zabránit dostatečně navrstvený klest, který by měl být až do výšky 25-30 cm. Více autorů došlo k závěru, že délka vlečených kusů kmenů přímo ovlivňuje poškození v daleko větší míře, než vlastní způsob tažení. Kromě mechanického poškození dochází i k přetrhání kořenových systémů. Důležitými faktory, ke kterým může během hospodaření docházet, jsou mechanická poškození. Podle Beckera (1999) jsou silně poškozovány hrubší i jemné kořeny, při použití pojezdných mechanizačních prostředků dochází i ke zhutňování půdy, což zamezuje pohybu látek i kořenů skrze půdu. Dalším faktorem je mechanický tlak, který podle Sarquise (1991) vede k řadě fyziologických změn.

Heik a Leek (1981) ve svých studiích uvádějí, že při soustředování při metodě stromové, dochází k 25 % poškození okolního porostu. Při metodě kmenové, kdy jsou vyváženy odvětvené kmeny, je procento poškození jen o něco málo menší, a to 22%, avšak při metodě sortimentační, která je známá svou šetrností, dochází k poškození pouhých 5 % stromů ve vychovávaném porostu.

S obdobnými výsledky přišel i Ulrich a kol. (1999).

Měření v lokalitě Skelná huť, kde celkové procento poškozeného porostu bylo 18,63 %, a kde byla provedena kmenová metoda soustředování, se příliš neliší od výsledků, které ve svých studiích uvádějí jak Heik a Leek (1981), kteří uvádějí 22% poškození okolního porostu, tak Ulrich a kol. ve svých studiích z roku 1999.

Výše uvedeným škodám se dá částečně vyvarovat odpovědnou prací, zaškoleným a zkušeným operátorem, správnou přípravou obhospodařovaného porostu a vhodnou volbou umístění sortimentů.

Z měření zjištěné výstupní hodnoty charakterizují vizuálně zjevné poškození a poranění porostu prostřednictvím těžebních strojů. Takto vzniklé škody mají dopad na snížení produkce v lesním porostu, a tím vedou i k finančním ztrátám, které jsou pro každé lesní hospodářství nepřijemnou součástí těžebních prací.

S ohledem na ekologické potřeby borovice je na přirozených stanovištích nutné vytvářet borové porosty nikterak diferencované. Výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin jsou u borovice velmi mírné. Podúrovňové zásahy jsou častěji po celou dobu výchovy. Do úrovně se zasahuje pouze výjimečně, a to v případě, že se musí nutně uvolňovat cílové stromy.

Volba technologie pak závisí na prostředcích, jak finančních, tak materiálních. Dalším důležitým faktorem je čas a výkon, což je v dnešní době stěžejní. Proto se, ačkoliv nejšetrnější způsob těžby, a to manuální způsob s pomocí animálních sil, nahrazuje za těžké těžební mechanismy, u kterých dochází k poměrně většímu znehodnocení okolního porostu.

V dnešní době není žádná mezinárodní norma, která by posuzovala porušení půdy a porostu, proto je volba způsobu zjišťování poškození založena na neoficiálních metodách, které jsou doplněny o vlastní zkušenosti měřících pracovníků.

I přes to, že se vývoj stále žene kupředu a mechanizační prostředky jsou stále více používané v lesním hospodářství, je lidský faktor neopomenutelný a stále stěžejní. Pracovníci jsou jednak přímo u samotné těžby, tak i při přípravě pracoviště a hlavně sami pracovníci volí vhodný způsob těžby a technologie při ní použité.

## 10 POUŽITÁ LITERATURA

- BARNETT J. R., JERONIMIDIS G. (2003): Wood Quality and its Biological Basis. Oxford: Blackwell Publishing. s. 226
- BARTOŠ J., SOUČEK J., KACÁLEK D. (2010): Porovnání vlastností dřeva padesátiletých smrkových porostů na stanovištích s různou historií využití půdy. ZLV 55(3): s. 195–200.
- BECKER G. Verfahrenstechnik und Arbatswiissenschaft nach dem Jahr 2000. Referát,
- Zusammenkunft der Sektion Forsttechnik, Freiburg, 1999
- BERGKVIST, B.: Leaching of metals from forest soils as influenced by tree species and management. Forest Ecology and Management, 22, 1987, č. 1-2, s. 29 – 56.
- BORKEN, W., BEESE, F.: Soil respiration in pure and mixed stands of European beech and Norway spruce following removal of organic horizons. Canadian Journal of Forest Research, 35, 2005, č. 11, s. 2756 – 2764.
- BRUNO P. KREMEN, 1995, Průvodce přírodou- Stromy- V Evropě zdomácnělé a zavedené druhy, Ikar Praha, s. 50
- de CHANTAL M., LEINONEN K., KUULUVAINEN T., CESCATTI A. (2003): Early response of Pinus sylvestris and Picea abies seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. Forest Ecology and Management 176: s. 321-336.
- CHROUST, L., LP 6/2001
- CHROUST, L. Jak dál ve výchově borových porostů? In: Borovice - semenářství, školkařství, pěstování. Sborník referátů z celostátního semináře. Mimoň, 25. června 2002. Sest. J. Janota. Praha, Česká lesnická společnost 2002, s. 47 - 51.
- CHROUST, L. Thinning experiment in a Scots pine forest stand after 40-year investigation. Journal of Forest Sci., 47, 2001, č. 8, s. 356 - 365.
- CREGG B.M., ZHANG J.W. (2001): Physiology and morphology of Pinus sylvestris seedlings from diverse sources under cyclic drought stress. Forest Ecology and Management, 154: s. 131-139.
- DVOŘÁK, J., NATOV, P., HRIB, M. – NATOVOVÁ, L., HOŠKOVÁ, P.,

BYSTRICKÝ, R., KOVÁČ, J., KRILEK, J., LIESKOVSKÝ, M. Využití harvestorových technologií v hospodářských lesích. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2012, s. 156

- HAPLA F., KNIGGE W. (1985): Untersuchung über die Auswirkungen von Durchforstungsmassnahmen auf die Holzeigenschaften der Douglasie. Frankfurt am Main: Sauerländer. s. 142
- HÅNELL, B., NORDFJELL, T., ELIASSON, L. Productivity and costs in shelterwood harvesting. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2000, 15.5: s. 561-569
- HAVRÁNEK K., DAVID S. *Nauka o materiálu.*, Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964, s. 47
- HLAVÁČKOVÁ, P., ŠAFARŽÍK, D. Ověření výsledků ekonomického hodnocení těžebních technologií v lesích se zvláštním statutem ochrany. ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU, SVAZEK 55, ČÍSLO 4/201.
- JELONEK T. , PAZDROWSKI W. , TOMCZAK A. , SZABAN J. (2008): The Effect of Social Position of a Tree in the Stand and Site on Wood Quality of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.). *EJPAU* 11(2), #10.
- JÍRŮ, P., LYSÝ, F. *Nauka o dřevě.*, 1954, Praha, s. 22
- JOZSA L. A., MIDDLETON G. R. (1994): A discussion of wood quality attributes and their practical implications. Vancouver: Forintek Canada Corp. s. 42
- KORF L., 1963, Globtree: an individual Tree Growth Model, s. 104
- KOŠULIČ, M. K úrovnové a podúrovnové výchově borového porostu. *Lesnická práce*, 80, 2001, č. 9, s. 417 - 419.
- KURJATKO S. (2010): Vlastnosti dreva jako parametre jeho kvality. In: Kurjatko S. Parametre kvality dreva určujúce jeho finálne použitie. Zvolen: TU., s. 11–23.
- MARTINCOVÁ J. (1998): Pokyny pro pěstování sadebního materiálu borovice lesní a metodika hodnocení jeho morfologické a fyziologické kvality., s. 5
- MATÍAS L., GONZÁLES-DÍAS P., JUMP A.S. (2014): Larger investment in roots in southern range-edge populations of Scots pine is associated with increased growth and seedling resistance to extreme drought in response to stimulated climate change. *Environmental and Experimental Botany*, 105: s. 32-

38.

- McMAHON S., Survey method for assessing site disturbance, New Zealand Logging Industry, 1995, s. 27-33
- MIKESKA M. et al. (2008): Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, s. 447
- MOORE J. R., LYON A. J., SEARLES G. J., VIHERRMAA, L. E. (2009): The effects of site and stand factors on the tree and wood quality of Sitka spruce growing in the United Kingdom. *Silva Fennica* 43(3): s. 383–396.
- MORÁN-LÓPEZ T., POYATOS R., LLORENS P., SABATÉ S. (2014): Effects of past growth trends and current water use strategies on Scots pine and pubescent oak drought sensitivity. *European journal of Forest research*, 133: s. 369-382.
- MUSIL, A. Racionální porostní výchova hlavních hospodářských dřevin. Brno, Jihomoravské státní lesy 1988., s. 47
- MUSIL I., HAMERNÍK J. (2007): Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: dendrologie I. Vyd. 1., Praha: Academia, s. 352
- MZe (2014): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013, Praha., s. 200
- NERUDA, J. (ed.). Metody pro zlepšení determinace poškození kořenů stromů ve smrkových porostech vyvážecími traktory. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. Lesnická a dřevařská fakulta, Brno, s. 11-14, 176
- NERUDA, J., VAVŘÍČEK, D., ULRICH, R., JANEČEK, A. Interakce stanoviště a těžebně dopravních strojů. Mendlova univerzita v Brně. Ediční středisko Mendlovy univerzity v Brně, Brno 2011, s. 91
- NIINEMETS U., CESCATTI A., LUKJANOVA A., TOBIAS M., TRUUS L. (2002): Modification of light-acclimation of *Pinus sylvestris* shoot architecture by site fertility. *Agricultural and Forest Meteorology*, 111: s. 121-140.
- NOUZOVÁ, J. Výkonové normy v lesním hospodářství. Vimperk 1998: Akcent, s.r.o., s. 137
- NOUZOVÁ, J. Výkonové normy v lesním hospodářství. Vimperk, 1995, s. 7-8
- NOUZOVÁ, J., NOUZA, J. Výkonové normy v lesním hospodářství. Praha: Silvaco, a.s., 2001., s. 7-8

- PANSHIN A. J., DE ZEEUW C. (1980): Textbook of wood technology. 4.ed. New York: Mc-Graw-Hill., s. 722
- PAPE R. (1999): Effects of Thinning Regime on the Wood Properties and Stem Quality of *Picea abie*. Scandinavian Journal of Forest Research 14(1): s. 38–50.
- PEŘINA, V., KADLUS, Z., JIRKOVSKÝ, V., (1964). Přírozená obnova lesních porostů. 1. vydání, Praha, SZN, s. 167
- POLENO, Z. (1975): Smíšené porosty smrku s borovicí. Lesnictví, 21, 1975, č.10, s. 899-912.
- POLENO, Z. – VACEK, S. a kol. (2009), Pěstování lesů III, Praktické postupy pěstování lesů, 1. Vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce ISBN 978-80-87154-34-2, s. 951
- PRETZSCH, H., BIELAK, K., BRUCHWALD, A., DIELER, J., DUDZINSKA, M., EHRHART, H. P., JENSEN, A. M., JOHANNSEN, V. K., KOHNLE, U., NAGEL, J., SPELLMANN, H., ZASADA, M., ZINGG, A. (2013): Species mixing and productivity of forests. Results from long-term experiments. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 184(7/8): s. 177-196.
- Prof. Ing. Petr Kantor, CSc. a kol., Pěstění lesů, skripta-učební text, s. 46
- ULRICH R., SCHLAGHAMERSKÝ A., ŠTOREK V., Použití harvestorové technologie v probírkách, 2003, s. 85
- SCHLAGHAMERSKÝ A., 2003, Zjišťování poškození půdy harvestory v probírkách, Lesnická práce č. 02/03
- SIMANOV V., KOHOUT V., Těžba a doprava dříví, Matice lesnická, Písek, 2004, s. 161
- SIMANOV, V. (2000): Těžba a soustředování dříví (přednášky-osnova).MZLU v Brně.
- SLODIČÁK, M., NOVAK, J., Výchova lesních porostu hlavních hospodářských dřevin, Lesnický průvodce, výzkumná stanice Opočno, 4/2007, s. 25-27
- STOLAŘÍKOVÁ, R. Tvorba lokálních sortimentačních tabulek pro dřevinu smrk ztepilý (*Picea abies* (LINNAEUS) KARSTEN). Praha 2014. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra hospodářské úpravy lesů.
- ŠÁLEK L., Hospodářské způsoby a tvary, jejich klady a zápory v rámci ÚSES, Brandýs nad Labem, 2007, s. 122- 125



- ŠINDELÁŘ J., 2004, Přirozená obnova borovice lesní, Lesnická práce, s. 420-426
- ŠKÁRA, I. Nauka o dřevě., 1996, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, s. 9-16
- TERAUDA E., NIKODEMUS O.: Element Inputs by Litterfall to the Soil in Pine Forest Ecosystems. Environmental Bioindicators, 2006, 1: s. 145–156
- ÚŘADNÍČEK L. 2003. Lesnická dendrologie I, MZLU, Brno, s. 70
- ULRICH R. a kol., 1999, Zjišťování škod ve smrkových probírkových porostech po harvestorech a vyvážecích traktorech, Brno, s. 23
- ULRICH R. a kol., 2001. Kontrolní metody po probírkách rovedených harvesterovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi. Vyjádření škod na půdě a porostu. Studie, MZLU v Brně., s. 18
- ZOBEL B. J., VAN BUITENEN J. P. (1989): Wood variation, its causes and control. Berlin: Springer-Verlag. 363 s.
- ZUBIZARRETA GERENDIAIN A., PELTOLA H., PULKKINEN P., IKONEN V. P., JAATINEN R. (2008): Differences in growth and wood properties between narrow and normal crowned types of Norway spruce grown at narrow spacing in Southern Finland. Silva Fennica 42(3): s. 423–437.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

<https://nazv.eagri.cz/Projekty/Tisk/FormTisk.aspx?id=3304>

[http://vyuka.gymkc.cz/biowiki/index.php/Borovice\\_lesn%C3%AD](http://vyuka.gymkc.cz/biowiki/index.php/Borovice_lesn%C3%AD)

<http://newworldencyclopedia.org>

<http://wikipedia.org>

<http://vulhm.opocno.cz/download/rv98dp03e1.pdf>

## LEGISLATIVNÍ DOKUMENTY

- HLAVA V., Hospodaření v lesích-lesní zákon, § 33,  
<http://zakony.centrum.cz/lesni-zakon/cast-1-hlava-5>
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a dopnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zpráva. 2008. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008. Praha, Ministerstvo zemědělství: s. 128
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky (Zelená zpráva). [online]. c2015, [cit. 2016-01-10]. Dostupná z WWW: <<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>>.

# 11 SEZNAM PŘÍLOH

- 1 LHP – Mimoň
- 2 Fotodokumentace porostu před zásahem
- 3 Fotodokumentace porostu po zásahu
- 4 Letecký snímek zkoumané oblasti
- 5 Turistická mapa zkoumané oblasti
- 6 Schlaghamerského tabulka poškození půdy

## 11.1 PŘÍLOHY

### Lesní hospodářský plán

Strana: **1** LO: **1** Severočeská pískovcová plošina a Český ráj LHC: **15** Platnost: **1.1.2014-** ORG\_U: **Ploužnic** Ploch **1** Oddělení **2**  
 Kategorie/překr: **10** Zvl. Pásmo ORG\_URI: **Mimoň** ORG\_U: **Dolní** Ploch **1** Dílec: **A**  
 Popis: **Mírné V a SV svahy s mělkým údolím v prostřední části. PHO 2.** Porost: **a**  
 Kód majet: **0**

Dřevina	zastoupení [%]	Výška [m]	U.L.T. [m³ b.k.]	Poškození	Zásoba [m³ b.k.]		Těžba výchovná		Těžba	Prořezávky	Zalesnění					
					Druh	% se	Nápl. na pl.et.	Souč. celk.			Nápl. h.	Nás. ob.	Plocha [ha]	Obj. em [m³]	Obj. na [ha]	Ploc. em [m³]
Porostní skupina: <b>09</b> Plocha por. sk.: <b>11</b> , Les. typ: <b>3</b> LV: <b>3</b> ORP: <b>5101 - Česká</b> Ter. Názve: <b>Ploužnice</b> pod																
Popis por. <b>Kmenovina. Vtr.: MD, BR, BK.</b>																
Etáž: <b>09</b> Parc. Skut. plocha Hosp. Věk: <b>859</b> Model. <b>0</b> Obmýtlí / <b>120</b> / Mel. a zpev.																
<b>BO</b>	<b>70</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1,</b>	<b>1</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>265</b>	<b>297</b>							
<b>SM</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0,</b>	<b>3</b>	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>136</b>	<b>153</b>							
<b>Celkem</b>	<b>100</b>							<b>401</b>	<b>451</b>							

## **Fotodokumentace porostu před zásahem**



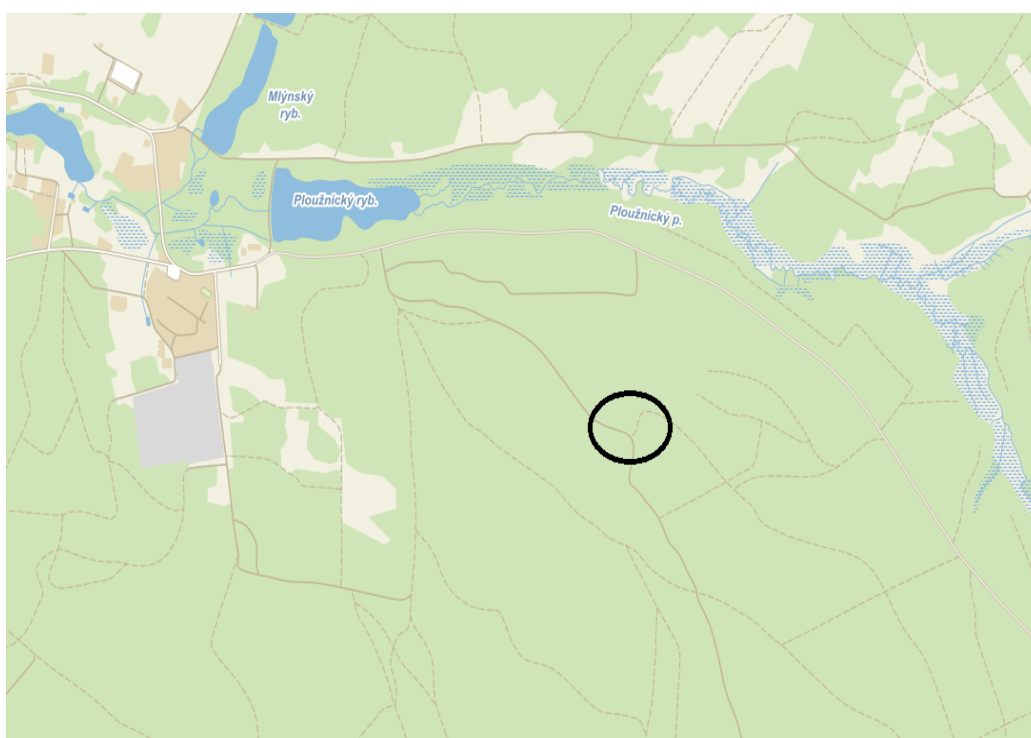
## Fotodokumentace porostu po zásahu



## Letecký snímek zkoumané oblasti



## Turistická mapa zkoumané oblasti



### Schlaghamerského tabulka poškození půdy

Třída	Hloubka kolejí cm	Porušení půdy	Vliv dodatečných faktorů, přípustná délka kolejí
A	do 7 cm	téměř žádné	pokryv povrchu drnem, borůvkou, surový humus částečně zatlačen
B	7 – 15 cm	malé až středně velké	proříznutí drnu, zatlačení klestu a humusu, u jílovitých půd možné podmáčení, přípustná délka kolejí do cca 20 %
C	15 – 25 cm	velké	vznik bláta, možná eroze, podmáčení kolejí se stojící vodou, počet jízd se zatížením omezit na 3 - 5, vytlačování půdy z kolejí, viditelné stlačení půdy, přípustná délka kolejí do 10 %
D	přes 25 cm	značně velké	obnažení minerálního podloží, značné erozivní ohrožení, vznik velkých odvalů vytlačení bláta, linka je značně deformována, voda stojí v kolejích a podmáčí půdu. Další jízdy s nákladem se nedoporučují. Přípustná délka kolejí do 3 %.

Zdroj: (ULRICH, SCHLAGHAMERSKÝ, ŠTOREK, Použití harvestorové technologie v probírkách, 2003, s. 85)



## **12 POUŽITÉ ZKRATKY**

**ČSFR - Morfogenetický klasifikační systém půd**

**SSL – Státní správa lesů**

**Mze – Ministerstvo zemědělství**