

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb

Škody v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) způsobené těžbou

Bakalářská práce

Autor: Tomáš Majer

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

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Majer

Lesnictví

Název práce

Škody v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) způsobené těžbou

Název anglicky

Damages in stands of Scots pine caused by logging

Cíle práce

Popsat škody v porostech borovice lesní při použití různých těžebních technologií.

Metodika

Příprava rešeršní části – škody v porostech borovice lesní na základě studia odborné literatury. Terénní práce – sběr dat ve vybraných porostech borovice lesní. Zpracování dat, výsledky, diskuse, závěr.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

lesní těžba, borovice lesní, škody v porostu

Doporučené zdroje informací

- GULDIN, James M. Experience with the selection method in pine stands in the southern United States, with implications for future application. *Forestry*, 2011, 84.5: 539-546.
- MÄKINEN, Harri; HALLAKSELA, Anna-Maija; ISOMÄKI, Antti. Increment and decay in Norway spruce and Scots pine after artificial logging damage. *Canadian Journal of Forest Research*, 2007, 37.11: 2130-2141.
- MCKEE, William H.; HATCHELL, Glyndon E.; TIARKS, Allan E. Managing site damage from logging. Southeastern Forest Experiment Station, 1985.
- MIKESKA Miroslav, et al. Lesnicko-typologické vymezení, struktura management přirozených borů a borových doubrav v ČR. *Lesnická práce*. 2008, Kostelec nad Černými lesy, 447 s.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2017

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Škody v porostech borovice lesní (Pinus sylvestris, L.) způsobené těžbou* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Václava Štíchy, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, 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

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Ing. Václavu Štíchovi, Ph.D. za pomoc při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petru Javůrkovi za pomoc při výběru metodiky. Práce byla vytvořena v rámci řešení projektu NAZV QJ1520037: Zvyšování adaptability borového hospodářství v podmínkách České republiky.

Abstrakt

Bakalářská práce „Škody v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L.) způsobené těžbou“ se zabývá vlivem těžebně-dopravní činnosti na zdraví porostu po jeho provedení. Porovnává jednotlivé těžební technologie v závislosti na riziku vzniku škod na půdě a zbylých stromech. Poznatky získané z vědeckých publikací jsou následně srovnány s výsledky vlastního výzkumu. Výzkum probíhal v pěti lokalitách na území ČR. Na dvou z nich byla úspěšně měřena i velikost škod na půdě. Při těžbě bylo použito třech různých mechanizačních prostředků. Nejvíce zastoupená byla těžba za pomoci harvesterového uzle, dále byla použita moto-manuální práce s využitím koně, UKT a LKT. Výsledky jsou značným způsobem ovlivněny lidským faktorem převážně u harvesterového uzle. I přesto výsledky jasně podporují využití přírodě blízkých těžebních technologií. Ukazuje se, že je potřeba rozlišovat počet škod a jejich vážnost.

Klíčová slova: borovice lesní, škody v porostu, lesní těžba

Abstract

The thesis „Damage in the Scots pine stands caused by logging“ deals with impact of logging and hauling activity on stand health. It compares different logging technologies depending on risk on soil and residual trees damage. Knowledge, obtained by scientific publication are compared with results of own research. Research was conducted in five locations in the Czech Republic. In two of them it was also measured soil damage. During the logging operations were used three different logging technologies. Most represented was logging by harvester technology. It was used also horse, forest tractor and farm tractor. Results were affected by a human factor, mainly during logging by harvester technology. For all that, the results clearly support using nature friendly logging technologies. As it turned out that is important to differentiate amount of damage and their severity.

Key words: Scots pine, stands damage, logging

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce	11
3	Borovice lesní	11
3.1	Výskyt v ČR	11
3.2	Zařazení do LVS.....	11
3.3	Odolnost.....	12
3.3.1	Odolnost vůči houbovým patogenům	13
3.3.2	Odolnost vůči hmyzím škůdcům.....	13
3.3.3	Odolnost vůči zvěři	14
3.3.4	Odolnost vůči imisím	14
3.4	Výchova.....	14
4	Těžba.....	16
4.1	Těžební metody	16
4.1.1	Sortimentní metoda	16
4.1.2	Kmenová metoda.....	16
4.1.3	Stromová metoda.....	17
4.2	Mechanizace	17
4.3	Soustředování dříví	18
5	Problematika ochrany porostů při těžebně-dopravní činnosti.....	19
6	Škody v porostu	19
6.1	Rány.....	20
6.1.1	UKT a SLKT	21
6.1.2	Harvestorový uzel	22
6.1.3	Vyvážecí minisoupravy.....	23
6.1.4	Soustředování navijákem a LDZ	23
6.1.5	Soustředování koněm.....	24
6.2	Škody na půdě	25
6.2.1	Příprava porostu	26
6.2.2	Eroze.....	27
6.2.3	Terénní typ	28
6.2.4	Technologická typizace.....	31
6.2.5	Únosnost půdy.....	32
6.2.6	Překážky	33
6.2.7	Náprava škod.....	33

7	Metodika	34
7.1	Měření škod na půdě.....	34
7.2	Měření škod na stromech.....	35
8	Výsledky	36
9	Diskuze	41
10	Závěr.....	43
11	Zdroje	44

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obrázek 1. Sestava strojů při základních technologických typech strojového těžebního procesu (DOUDA a kol., 1974).....	17
Obrázek 2: Poškození kmene způsobené manipulací s jeřábem.....	39
Obrázek 3: Množství poškozených stromů na hektar podle jejich umístění.....	39
Obrázek 4: Průměrná plocha poškození stojících stromů v cm ²	40
Obrázek 5: Poškození kmene způsobené kontaktem kola.....	41
Tabulka 1. Charakteristiky terénních typů v terénní klasifikaci „Lesprojekt 1980“	28
Tabulka 2: Technologická typizace „Lesprojekt 1980“.....	29
Tabulka 3: Charakteristika terénních typů podle terénní klasifikace „Macků, Popelka, Simanov 1992“	30
Tabulka 4: Terénní a technologická typizace OPRL- PLO6, lokalita Špankov.....	31
Tabulka 5: Plocha poškození na lokalitě Swamp	36
Tabulka 6: Množství poškozených jedinců na hektar.....	39

Seznam použitých zkratk

LDZ-lanové dopravní zařízení

LHP-lesní hospodářský plán

LKT-lesní kolový traktor

UKT-univerzální kolový traktor

OPRL-oblastní plán rozvoje lesů

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá škodami způsobenými těžbou a následným soustředěním dříví z porostu borovice lesní (*Pinus sylvestris*). V posledním desetiletí se odborná společnost začala intenzivně věnovat negativním faktorům na porost způsobenými těžbou dřevní hmoty. Jedním z důvodů se zdá být stále větší tlak společnosti na lesníky, aby více brali v potaz ekologickou stránku lesa. Dřevo však na své důležitosti nijak neztrácí. Je proto důležité najít rovnováhu mezi produkčními a mimoprodukčními funkcemi lesa. Uvědomit, že nešetrné obhospodařování lesa má v konečném důsledku negativní vliv na produktivitu lesa a tím ovlivňuje i jeho ekonomickou funkci.

Technologie značným způsobem postoupila kupředu a nevyhnulo se to ani tak náročnému a nehomogennímu prostředí, jako je les. Proto je třeba porovnat negativní vliv těžebně-dopravní činnosti v závislosti na vybraném technologickém prostředku.

Škody na porostu mohou být dvojího charakteru. Za prvé škody vzniklé pojezdem strojů po lesní půdě, díky nimž se mění její struktura. Druhým typem škod je oděr zbylých jedinců v jakékoliv jejich části. Tyto dva typy jsou na sobě nezávislé, ale je třeba je uvádět společně. Pro zhodnocení škod na stromech určených k ponechání v porostu se práce zaměřuje na podrostní způsob hospodaření a výchovné zásahy. Předmětem práce proto není holosečný způsob.

Podíl borovice z celkové plochy porostní půdy v ČR za rok 2016 činí 16,4 %. Jako jedna z mála dřevin na našem území má doporučené zastoupení vyšší, než je současný stav, přestože její přirozené zastoupení činí pouze 3,4 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2016). Význam borovice jako ekonomicky velmi důležité dřeviny je stále vysoký. Důvodem je její nenáročnost na prostředí a tím přináší finanční ohodnocení i na stanovištích, kde by ostatní dřeviny měly spíše efekt melioračních a zpevňujících dřevin.

2 Cíl práce

Cílem práce je za použití odborné literatury představit problematiku těžebně-dopravní činnosti na zdraví, stabilitu a produktivitu porostu. Zhodnocení jednotlivých technologií využitých na výzkumných porostech borovice lesní, jejich vliv na porost a návrh opatření, která by mohla snížit riziko vzniku škod. Kompilace bude porovnána s výsledky vlastní práce na několika stanovištích za použití odlišných těžebních technologií.

Tato práce může přispět k ucelení této problematiky a k rozhodování o aplikování některého ze způsobu těžby v porostech borovice lesní.

3 Borovice lesní

3.1 Výskyt v ČR

Jak již bylo řečeno v úvodu, v roce 2016 činil podíl borovice lesní v našich lesích 16,4 %. Přírozená druhová skladba je kolem 3,4 %. Tato čísla nám ukazují, že borovice je hojně hospodářsky využívanou dřevinou a řadí ji to na druhé místo za smrk. Přesto, že ve většině případů se má doporučená skladba lesů přiblížit přírozené, u borovice je tomu naopak. Podíváme-li se na vývoj procentuálního druhového složení lesů od roku 2000 až po rok 2016, má tendenci klesat (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2016).

Stejný trend můžeme pozorovat i v množství vytěžených kubických metrů. Od roku 2010, kdy dosáhlo svého maxima 2 082 837 m³, množství vytěženého borového dřeva postupně klesá, až se dostalo na jednu z nejnižších hodnot za poslední dekádu (ČSÚ, 2017).

Více vyrovnané hodnoty se ukazují na číslech z ČSÚ v oblasti zalesnění a přírozené obnovy. U zalesnění stále, až na pár drobných výkyvů, bilancuje těsně nad hranicí 2000 ha umělé a 350 ha přírozené obnovy. Přes to všechno se stále jedná o druhou nejtěžnější dřevinu na našem území. Tato čísla nám ukazují, že se s borovicí lesní i nadále počítá jako s důležitou hospodářskou dřevinou.

3.2 Zařazení do LVS

Hlavní výhodou borovice je její nenáročnost na prostředí. Jelikož se borovice vymyká z tradičního zařazení lesních vegetačních stupňů podle nadmořské výšky, množství srážek a průměrné roční teploty, vytvořil se pro bory nultý vegetační stupeň, který je dále rozdělen na 13 souborů lesních typů.

Dělíme je na dealpínský bor (0X), reliktní bor (0Z), skeletový a roklinový bor (0Y), chudý (dubový) bor (0M), kyselý (dubový – bukový) bor (0K), smrkový bor (0N), hadcový bor (0C), svěží jedlodubový bor (0O), kyselý jedlodubový bor (0P), chudý jedlodubový bor (0Q), chudý březový bor (0T), podmáčený smrkový bor (0G), rašelinný bor (0R) a plošným zastoupením důležitá borová doubrava (1M) (ÚHÚL, 2003).

V ostatních lesních souborech se vyskytuje převážně jako příměs. Největší procentuální zastoupení v ČR za rok 2001 měla v kyselých borech, kde dosahovala 2,13 %. Druhým souborem s největším zastoupením borovice je borová doubrava. Tento lesní soubor tvořil 0,64 % plochy v ČR. Celkově největší zastoupení můžeme pozorovat v kyselé ekologické řadě, jež výrazně převyšuje zbylé stanovištní ekologické řady (MIKESKA, 2003).

Přirozenou dominanci si borovice stále drží na půdách písčitých sedimentů a hadců, dále na vápencových a rašelinných extrémních stanovištích a na výchozech kyselých hornin (MIKESKA, 2008).

3.3 Odolnost

Borovice lesní musí čelit mnoha abiotickým a biotickým škodlivým činitelům. Její odolnost vůči těmto činitelům však značným způsobem ovlivňují zásahy tvořící stejnověké porosty. Negativní vliv mají také porosty geneticky nepřipravené na dané prostředí, které jsou velmi náchylné hlavně k biotickým škůdcům, které mohou tvořit velké škody až kalamitního rozsahu (MIKESKA, 2008).

Odolnost borovice lesní je na rozdíl od ostatních dřevin velmi různorodá. Důvodem je závislost ekotypu na prostředí, v němž se jedinec vyskytuje. Nejvíce přizpůsobené jedince nalezneme v areálech jejího přirozeného rozšíření (MIKESKA, 2008). Tomuto faktu příliš nepomohly pokusy o introdukci dřevin odolávajícím sypavkám, například borovice vejmutovky (*Pinus strobus*) a nahrazováním tak původního porostu borovice lesní (KAŇÁK, 2004).

Odolnost borovice lesní v poslední době velkou měrou ovlivňuje střídající se extrémní výkyvy počasí a srážkový deficit, dalším faktorem může být zavlečení borovice mimo její přirozený výskyt. Právě na srážkový deficit je borovice lesní více náchylná a těžko konkuruje dřevinám s mělkým kořenovým systémem (PEŠKOVÁ, 2016).

3.3.1 Odolnost vůči houbovým patogenům

Rozsáhlejší škody na porostech v posledních letech způsobila z velké části houba *Cenangium ferruginosum*, která se prosazuje hlavně na oslabených jedincích borovice lesní. Tento příležitostní parazit je však v posledních letech v důsledku sucha a nízké hladiny spodní vody stále častější. Pro zamezení dalšího rozšiřování je nezbytné včasné smýcení a likvidace těžebních zbytků. Dlouhodobou obranou je pak snaha o zlepšení hospodaření s vodou (SOUKUP, 2004).

Na některých místech našeho území byl v roce 2016 hlášen zvýšený výskyt sypavky borové (*Lophodermium pinastri*). Oproti roku 2015 byl nárůst hlášení výskytu sypavky borové o 222 ha (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2016). Tento houbový patogen působí velké škody hlavně ve školkách. V důsledku ochranných opatření se situace stabilizovala a větší výkyvy nastávají převážně vlivem počasí (PEŠKOVÁ, 2015).

Jednu z možných obran proti houbovým patogenům objevil SCHÜTT (1957). Zjistil, že v napadeném porostu (sypavkou) se často objevují jedinci zdraví nebo napadení jen slabě. Z těchto jedinců odebral klonový materiál a zjistil, že po infikování těchto klonů vykazují stejné vlastnosti jako stromy původní (MIKESKA, 2008).

3.3.2 Odolnost vůči hmyzím škůdcům

V oblasti podkorního hmyzu nepozorujeme u borovice výrazný nárůst napadených jedinců. Za rok 2016 tak množství napadeného borového dříví činilo 14,7 tisíc m³ (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2016). Mezi již tradiční hmyzí škůdce můžeme zařadit například lýkožrouta vrcholkového (*Ips acuminatus*), který napadá převážně korunovou část stromu, kde je dřevina chráněna pouze slabou kůrou. Ve stavu normální početnosti napadá hlavně oslabené a poraněné jedince. Zdravé jedince je schopný napadnout lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*), jehož vstupní branou je rozpraskaná silná borka, ve které je schopen i přezimovat. Navíc je doprovázen parazitickými houbami, které strom ještě více oslabí (PEŠKOVÁ, 2016).

Stejně jako u houbových patogenů je hlavní příčinou napadení oslabení v důsledku teplotních výkyvů, převážně suchem a nedostatkem srážek.

3.3.3 Odolnost vůči zvěři

Mezi hlavní problémy ve výchově borových porostů na našem území patří loupání a ohryz, způsobené spárkatou zvěří. Těmto škodám se lze vyhnout, nebo je alespoň zmírnit. Zdálo by se, že příčinou nárůstu škod způsobených ohryzem a loupáním je hlavně trvale vyšší početní stav spárkaté zvěře. Myslivci by se proto měli snažit hlavně snížit početní stav odstřelem a zvýšit potravní nabídku. Ovšem ještě důležitějším faktorem je klid zvěře. I v situaci, kdy má zvěř dostatek potravy, je ale často vyrušována zaznamenáváme nárůst škod na porostu. Dlužno podotknout, že intenzivní odstřel klidu nepřidává. Pro snížení těchto škod je tedy důležitá vhodná edukace jak myslivců a lesníků, tak turistů, kteří často svým neohleduplným chováním napomáhají rušení zvěře (VODŇANSKÝ, 2001).

Ačkoliv je rozsah napadení stromu velký, nemusí nutně vést ke změně kvality růstu stromu. Problém nastává ve chvíli, kdy je jedinec vystaven nepříznivým růstovým podmínkám. V tu chvíli se snižuje jeho schopnost zacelit ránu a výrazně se zvyšuje šance, že strom bude napaden houbovým patogenem (MIKESKA, 2008).

3.3.4 Odolnost vůči imisím

Znečištění ovzduší výrazně ovlivňuje mnoho funkcí a vlastností stromů. Zvýšená koncentrace SO₂ je jednou z příčin ochabování lesů na území Střední Evropy a způsobuje odlistění v oblastech se zvýšeným znečištěním ovzduší (KURCZYŃSKA, 1997).

Klíčivost pylu po zasažení SO₂ se podle MEJNARTOWICZE, LEWANDOWSKI (1985) sníží o polovinu. Zvláštností je, že tento efekt je stejný u citlivých i tolerantních jedinců. Jednou z metod, jak zvýšit odolnost borovice lesní proti imisím, je výběr geneticky odolnějších jedinců. Tato metoda však byla mnoha autory zavrhnuta. Genetická rozmanitost je jedním z předpokladů odolnosti celého druhu. Je proto nutné snažit se vychovávat geneticky různorodé jedince a ke klonování přistupovat pouze v těch nejvážnějších případech a za určitých podmínek (MIKESKA, 2008).

3.4 Výchova

Stanoviště porostu borovice lesní velkým způsobem ovlivňuje její stavbu. V příznivých podmínkách tvoří borovice lesní zpravidla kůlový kořen, který je mohutně větven. Podíváme-li se však na méně příznivá stanoviště s výše položenou hladinou spodní vody, je kůlový kořen

nahrazen dlanitým kořenovým systémem (MIKESKA, 2008). Na takovýchto půdách se zvyšuje riziko poškození kořenového systému pojezdem kolových souprav.

Pro úspěšnou obnovu borovice je nutná příprava půdy. Na silně zabařených půdách není schopná se přirozeně obnovit. Oproti tomu v jehličnatých lesech, kde je půda porostlá mechem, se borovice přirozeně obnovuje poměrně úspěšně (MIKESKA, 2008). Přirozené obnovy bychom se měli snažit docílit hlavně v případě, pokud chceme produkovat kvalitní sortiment. Pro zvýšenou kvalitu sortimentů se doporučuje vyšší hustota porostu a stejnověkost (respektive stejná výška porostu). Touto metodou snížíme riziko vzniku suků (ÚHÚL, 2001). Naproti tomu MIKESKA (2008) doporučuje hustotu porostu snížit a při zakládání se pohybovat pod 10 000 sazenic. Probírku učinit silnou již ve stádiu tyčoviny. Výjimkou jsou porosty, kde hrozí napadení rzí borovou. V takovém porostu necháme hustotu vyšší a zároveň ponecháme podúrovňové přimíšené stromy, které v případě prosvětlení po napadení porostu zaplní mezery. Ve druhé polovině doby obmytí se dělají jen slabé zásahy, jelikož silnější by mohly mít negativní efekt na přírůst.

Výchovné zásahy nemají obvyklý charakter snížení hustoty, ale spíše se jedná o negativní výběr jinak rostlých jedinců, jako například „předrostlíků“ (jedinec vyznačující se předrůstavostí porostu) a „obrostlíků“ (jedinec s výrazně rozložitou korunou), u kterých zásah probíhá formou setnutí vršku. Tito jedinci omezují růst okolních stromů. Předrostlík, jeli dobrého tvaru kmene, se nechává. Uvolnění je ideálně prováděno v mladém věku, nejlépe mezi 7. a 10. rokem. S postupem věku je borovice na uvolnění náchylnější.

Probírka, jako klíčový zásah v borových porostech, má efekt nejen na produktivitu, ale zároveň na podrost, faunu porostu a celkovou půdní ekologii. Prosvětlením se zároveň zvyšuje teplota a mění se hospodaření porostu s vodou. Tím se může rapidně změnit i oběh CO₂, což v důsledku ovlivňuje půdní organizmy a jejich aktivity (MARCHI a kol., 2014).

Obnovu porostu je ve většině případů vhodné zajišťovat holosečně s následnou přirozenou obnovou z boku. Výjimkou jsou porosty s chudou či extrémně kyselou půdou, kde není tak velký nárok na silný sortiment. Zde se preferuje hospodářský způsob podrostoní (PLÍVA, 1980 in MIKESKA, 2008). Holosečným způsobem bychom extrémní stanoviště ještě ztížili a zvyšuje se riziko neuchycení semenáčků.

4 Těžba

Podle lesnického naučného slovníku z roku 1995 je těžba lesní definována jako rozsáhlá lesnická činnost zahrnující kácení stromů, jejich opracování, dopravu, manipulaci v porostu nebo na skladech i expedici. Zahrnuje také přidruženou vedlejší těžbu, která je definována jako získávání a doprava jiných materiálů, než je dřevo z lesa nebo z lesní půdy. Těžba dříví je dále rozdělena podle ročního období na letní a zimní. Tento slovník však pojem lesní těžba a těžba dřeva nestaví do stejné roviny (STANĚK, 2002). Je proto důležité nezaměňovat pojem těžba s procesem kácení, k čemuž často dochází.

V zákoně o lesích (289/1995) s aktuálním zněním z 1. 1. 2018 není přesně definovaný pojem těžba. Lze ho pouze parafrázovat z §2, který vymezuje pojmy a odstavce „d“, jako jednu z činností zabezpečující plnění funkce lesa.

Nejvíce škod na porostu vzniká v důsledku transportu dříví. Je proto výlučným tématem této práce.

4.1 Těžební metody

4.1.1 Sortimentní metoda

V současné době se v praxi používají tři těžební metody. Tou nejstarší je metoda sortimentní, a to z důvodu snížení hmotnosti soustředěvaného dříví v době, kdy bylo možno použít výhradně animálních prostředků na transport dříví z porostu. Dříví bylo kráceno na výřezy přímo na lokalitě pařez. Postupem času při nahrazování animální tažné síly traktorem se sortimentní metoda posouvala do ústraní a byla nahrazena kmenovou metodou. V současnosti můžeme pozorovat zvýšené užití sortimentní metody v důsledku stále častějšího nasazování harvesterových uzlů (MAZAL, 2007). Hydraulický jeřáb na forwarderu umožňuje snadnější manipulaci při nakládání dřeva a těžba harvestorem snižuje škody při kácení (DVOŘÁK, 2011).

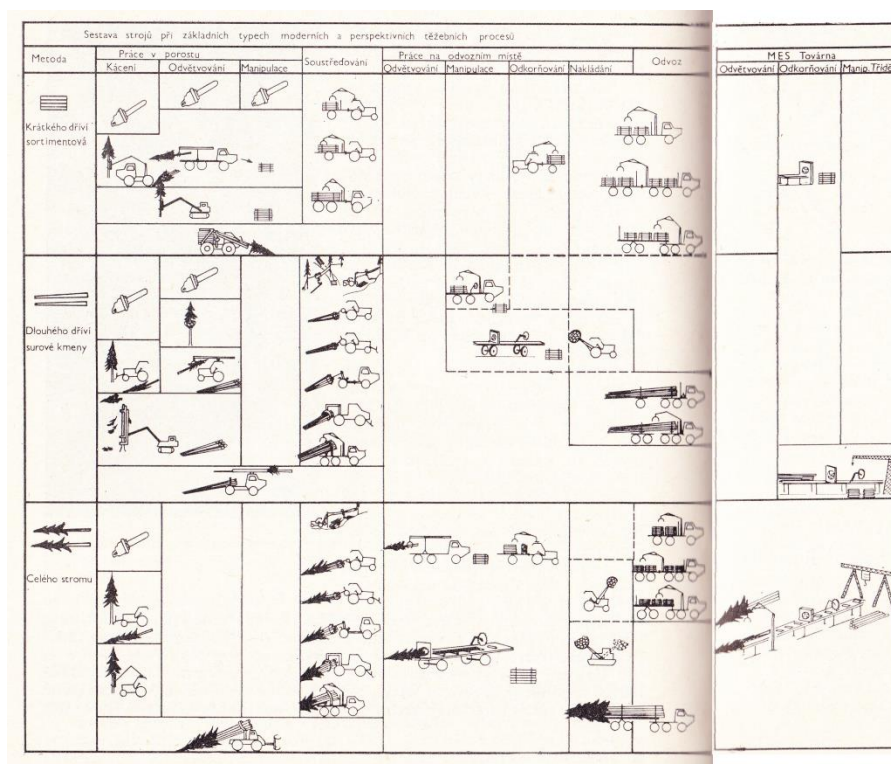
4.1.2 Kmenová metoda

Při této metodě je strom odvětven a transportován v celých délkách. To může mít za následek větší riziko vzniku škod oproti metodě sortimentní (CUDZIK, 2017). Sortimentace dříví na skladech zároveň umožňuje přesnější zařazení do jakostních tříd a současně je tím podpořena hygiena práce. Je však nutné dbát na prevenci poškození porostu a nasazovat kmenovou metodu v porostech, které svým zakmeněním a terénní klasifikací umožňuje pojezd těžkých prostředků pro soustředování. Těžební stroje a jejich jednotlivé operace při užití různých těžebních metod znázorňuje obr. 1.

4.1.3 Stromová metoda

Stromová metoda je na výkonost technologických prostředků pro soustředování dříví nejnáročnější. Je třeba držet se podobných zásad pro transport dříví jako u kmenové metody. Na rozdíl od kmenové metody však stromová metoda může způsobovat méně škod vzniklých oděrem od vlečeného stromu. Zároveň je oprostěna od časově i fyzicky náročného manuálního odvětvování na lokalitě pařez. Tím se zároveň se dřevní hmotou vyklizuje i klest, což umožňuje jeho pozdější zpracování těžebních zbytků (MAZAL, 2007).

Obrázek 1. Sestava strojů při základních technologických typech strojového těžebního procesu (DOUDA a kol., 1974).



4.2 Mechanizace

Mechanizací se rozumí nahrazování ruční práce člověka prací strojů. Můžeme ji dělit na dílčí a komplexní mechanizaci. Při dílčí mechanizaci je práce člověka nahrazena pouze částečně. Především základní operace jsou vykonávány strojem a pomocné operace fyzickou prací. Komplexní mechanizace nahrazuje fyzickou lidskou práci mechanizovanou prací úplně, to znamená včetně pomocných operací. Dělník při tomto typu mechanizace figuruje pouze jako obsluha strojů (DOUDA a kol., 1974).

Dalším stupněm technického vývoje je automatizace. Tu můžeme dělit na poloautomatizaci, při které výrobní procesy fungují z části bez přičinění člověka a řídí se samočinně. Technologicky vyspělejší je komplexní automatizace. Na rozdíl od poloautomatizace (též částečné automatizace) je komplexní řízena zcela bez řízení člověka. Ten zde slouží jako kontrola fungování a případné odstranění závad (DOUDA a kol., 1974). Kombinací výrobních faktorů získáme výrobní postup neboli technologii. Technologie je klíčovým faktorem pro růst ekonomiky společnosti. Patřičnou technologií můžeme zvýšit produktivitu práce a zároveň tím zvyšujeme účinnost výrobních faktorů (VŠEOBECNÁ ENCYKLOPEDIÉ V OSMI SVAZCÍCH, 1999).

Hlavním důvodem pro zavádění zvýšeného podílu mechanizace a automatizace je její finanční výhodnost a úspora času. V posledních letech se cena pracovní síly výrazně zvýšila a cena na koupi a provoz mechanizačních prostředků se naopak stále snižuje. Proto se i v tak náročných podmínkách, jaké vykazuje lesní hospodářství, upouští od lidské práce.

V důsledku sezónnosti jednotlivých výrobních procesů v lesnictví byl převážně v minulosti často kladen důraz na univerzálnost strojů. To znamená používání takových strojů, které je možné využít i v jiném oboru než jen v lesnictví (jako je univerzální kolový traktor Zetor). V současnosti je trend používání víceoperačních strojů, které ovšem využívají takové specifické funkce, které ve většině případů nelze použít v jiném odvětví.

4.3 Soustředování dříví

Jedná se o proces, při kterém se dříví přepravuje na odvozní místo. Dělíme jej na tři operace, které mohou být prováděny různě s použitím odlišných strojů, nebo mohou být jednotlivé operace spojeny a práce je tak vykonávána jedním strojem (DOUDA a kol., 1974). Jak již bylo řečeno dříve, soustředování je částí těžby, ve které je největší riziko vzniku škod na půdě i na porostu.

Vyklizování je první operací soustředování, ve které se vytěžené dříví dopravuje z lokality, kde bylo zmýceno až k přibližovací lince. Při vyklizování se používají jednoduché pomůcky, jako je například vlečení navijákem, potahem nebo v případě sortimentační metody ručním vlečením (DOUDA a kol., 1974). V současnosti je vyklizování při použití harvesterové technologie je vyklizování prováděno současně se sortimentací dříví. Jedná se o jednu z nejšetnějších metod použitelných v tomto procesu. Harvester lze použít i v případě pozdní probírky. Harvester zde

může fungovat pouze jako prostředek pro vyklizování, kácení zajišťuje těžař s jednomužnou motorovou pilou.

Přibližování je proces, při kterém se dříví po přibližovací lince dopravuje na místo vývozní. Dříví se může přibližovat i ve větších svazcích. V takovém případě je potřeba větší tažná síla, či nosnost (DOUDA a kol., 1974).

Vyvážení je poslední proces soustřeďování. Touto činností je dříví přepravováno z vývozního místa na odvozní místo. Přibližování a vyvážení se často spojí do jedné operace při použití vyvázečích souprav. V takovém případě není potřeba plánovat lokalitu vývozního místa (DOUDA a kol., 1974).

5 Problematika ochrany porostů při těžebně-dopravní činnosti

S přibývajícimi zkušenostmi v oboru lesnictví zjišťujeme, že mimoprodukční funkce lesa je nedílnou součástí lesního hospodaření. Při špatné těžebně-dopravní činnosti je z mimoprodukčních funkcí lesa nejvíce ohrožena funkce půdochranná. To však v důsledku ovlivňuje i funkci produkční. Škody na porostu totiž velkým dílem ovlivňují jeho stabilitu. Nestabilní porost snáz podléhá disturbancím vzniklým ať biotickými či abiotickými faktory. V současnosti, kdy je stabilita porostu výrazně oslabena suchem, které nás sužovalo v minulých letech, je důležité brát vážně škody na půdě, které situaci mohou ještě zhoršit. Stejně tak se zaměřit i na škody způsobené přímo na jedincích, které mohou mít za následek napadení biotickým parazitem.

6 Škody v porostu

Škody způsobené těžebně-dopravní činností můžeme rozdělit na dvě části. Ta první se zabývá škodami na půdě, respektive změně její struktury. Ty jsou způsobeny přílišným tlakem na půdu, který má za následek tvorbu kolejí. Tyto škody můžeme velkou měrou ovlivnit výběrem vhodných technologických prostředků v závislosti na odolnosti stanoviště. V případě použití ekologicky šetrnějších postupů na ochranu půdy při těžební a dopravní činnosti však mohou vzrůst časové a momentální finanční náklady. Proto se stát podílí podpůrnou finanční pomocí na ekologické a přírodě šetrné technologie při hospodaření v lese.

Stát přispívá podle nařízení vlády č. 30/2014 Sb. na přibližování a vyklizování v lesním porostu lanovkou, koněm a železným koněm. Dále pak přispívá na likvidaci klestu štěpkováním a drcením za předpokladu, že je následně rozprostřen po obnovovaném porostu a přibližování stroji do 10 tun sortimentní metodou bez vlečení (Nařízení vlády č.30/2014 Sb.). V případě, že

nezvolíme přírodě šetrnou technologii, neznamená to, že nutně musí vzniknout škoda. Finančně náročnému ozdravování půdy, popřípadě finančním ztrátám za snížení produkční funkce lesa, lze předcházet, a to kvalifikovaným posuzováním terénního typu, zvolení správného těžebně-dopravního prostředku a správnou přípravou linek.

Nejvíce škod vzniká při soustředování dřeva mezi lokalitami pařez a odvozní místo. Škody na stromech se ve většině případů pohybují v oblasti kořenového systému, kořenových náběhů a na kmenech do výšky 1 m. Poranění vzniklá na kmenech ve výšce větší než 1 m jsou nejčastěji zapříčiněna pádem stromu (CUDZIK, 2017).

Za předpokladu, že odborná lesnická veřejnost skutečně buduje udržitelné hospodaření s lesy, redukce škod způsobenými těžbou a následným soustředováním by měla být jedním z hlavních priorit (MARCHI a kol., 2014).

Ovlivnění půdy je dvojího typu. V první řadě je to utužení půdy. To vede ke zvýšení objemové hmotnosti a dalších fyzikálních vlastností půdy, které velkou měrou ovlivňují schopnost dřevin získat z půdy vodu a živiny. Druhým typem ovlivnění půdy je narušení půdního krytu. To, a proudící voda ve vyjetých kolejkách, má za následek zvýšenou půdní erozi (VAVŘÍČEK a kol., 2014). Změny půdních vlastností pojezdem těžké mechanizace mohou negativně ovlivnit produkci, a to i o více jak 17 % (NADEZDHINA a kol., 2006).

Druhá část se zabývá škodami, které jsou způsobeny na nadzemní části. Do této části spadá i poškození kořenového systému.

6.1 Rány

Vznik oděrů při probírce na zbylých stojících stromech je zapříčiněn několika faktory. Především se jedná o charakter prostředí včetně porostu, stupeň zvolené mechanizace a zkušenosti a schopnosti operátorů. Především dovednosti operátora a stupeň zakmenění nejvíce ovlivňují, zda se frekvence a míra oděru minimalizuje. Důležitým se zdá být i časový faktor probírkové činnosti. Nejvíce náchylné jsou mladé porosty počátkem jara. Nicméně všechny těžebně-dopravní technologie mají určitý potenciál ke vzniku škod, který nelze zcela odstranit. (MARCHI a kol., 2014) Částečně je můžeme redukovat záměnou kmenové metody za sortimentní a využití efektivní harvesterové technologie. Na poškození stromů se 25 % podílí stromová i kmenová metoda. Při dopravě dříví pomocí sortimentní metody můžeme snížit zastoupení poškozených stromů na 5 % (SIMANOV, 1999).

Stejně jako u škod na půdě se analýzy často zabývají převážně ekologickými škodami na porostu. Tato šetření však nejsou v praxi zcela upotřebitelná, poněvadž nedávají komplexní přehled o dané problematice a často nezahrnují ekonomický faktor. Ovšem při snaze snížit dopad způsobený těžebně dopravní činností je potřeba přicházet s relevantními alternativami, které zahrnují i finanční analýzu, jež je pro zadavatele prací často klíčová. Dalším mnohdy opomíjeným faktorem je, jak již bylo řečeno, schopnost zaměstnanců (HORODNIC, 2015).

Na rozdíl od posuzování vhodnosti terénu, které umožňuje přehledná terénní a technologická typizace, chybí podobná typizace pro posuzování vhodnosti použití různých těžebně-dopravních prostředků v závislosti na porostu. Jak již bylo zmíněno, jeden z nedůležitějších faktorů je zakmenění. Záleží proto na dodavateli těžebních prací, aby správně odhadl zakmenění vzniklé po probírce a porovnal ho se schopností zaměstnanců, kteří budou těžebně-dopravní činnost provádět.

6.1.1 UKT a SLKT

Podobně jako u ostatních mechanizací je hlavním kritériem vzniku škod na porostu po výchovných zásazích hlavně délka soustředěvaného dříví. Až jako sekundární se zdá být volba přibližovacího prostředku (SIMANOV, 1999). To ovšem neplatí u vlivu na poškození půdy. Zde je potřeba rozlišit konkrétní traktory a zároveň brát v potaz jejich konstrukční opatření, především počet kol a jejich tlak huštění (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Stejně jako u harvesterového uzle vzniká při vlečení dříví traktorem nejvíce poranění na zbylých stromech stojících u tras pro lesní dopravu. Škody jsou způsobeny pojezdem těžebně-dopravních prostředků a vlivem vlečení dlouhých kmenů. Traktory tak způsobují oděry častěji, než při použití harvesterů a forwarderů. Zároveň se tím zvětšuje ekologický stres a utužení půdy v porostu (CUDZIK, 2017). V porovnání se soustředěváním krátkých výřezů vyvážecími soupravami a forwardery mají traktory, soustředěvané dříví v celých kmenech vlečením, menší vliv na zhutnění půdy v kolejích, a to jak ve srovnání s kolovým, tak i pásovým podvozkem. Důvodem je menší váha naloženého prostředku. Naopak vlečení dříví způsobuje větší kompresi v oblasti mezi kolejemi (ALLMAN a kol., 2015). Problém při vlečení dříví může být také způsoben nezodpovědností obsluhy stroje. Vlečením příliš velkého množství kmenů nad schopnosti traktoru a obsluhy se poškození půdy zvětšuje.

Soustředěvání UKT je ve srovnání se soustředěváním koněm, LKT či LDZ nejvíce produktivní metodou. Při jejich nasazení však vyvstávají technické a enviromentální problémy, které značně omezují jejich použití (YU a kol., 2017). Možnou metodou je kombinace koně a univerzálního,

či lesního kolového traktoru. V případě, že váha vyklizovaného dříví nepřevyšuje tažnou sílu koně, se tato kombinace zdá být ekonomicky přijatelnou. Nevýhodou je nutnost přerušení soustředování při změně dopravního prostředku, což může způsobit navýšení finančních nákladů. Těmto ztrátám lze zamezit vyklizování dříví navijákem traktoru. To však může způsobit navýšení škod na okolních stromech (DVOŘÁK a kol., 2011).

6.1.2 Harvestorový uzel

Vývojem nových technologií se stále více při soustředování upřednostňuje vedení dříví nad jeho vlečením. Tím se mění i druh poškození půdy a více hrozí vznik kolejí pojezdem. Harvestory a forwardery nabízí značnou variabilitu v použitých prostředcích. V případě snahy o snížení možných škod je vhodné použít stroje s nízkotlakými pneumatikami, což jsou pneumatiky o šířce 600 a 700 mm s měrným tlakem ve stopě do 100 kPa. Nejvhodnější jsou zdvojené nápravy. Zatížení kol by nemělo přesahovat 5,0 t. Počet kol je pro ochranu půdy naprosto stěžejní. O trochu méně významný je tlak huštění pneumatik, který se podílí 35 % na významu konstrukčních opatření. Pouze 15 % význam má šířka pneumatik. V případě nízké únosnosti, vysokého sklonu či podmáčení terénu je vhodné použít kolopásky (VAVŘÍČEK a kol., 2014). Při nasazení strojů s pásovými podvozky se sníží zhutnění půdy až o 25 % (ALLMAN a kol., 2015). Obecně určit míru poškození porostu u harvestorového uzle nelze z důvodu jeho variabilnosti. Rozhodujícím faktorem tak zůstávají rozměry stroje, počet kol a dovednosti jejich operátorů.

Při užití harvestorového uzle jsou nejvíce poškozovány kořenové systémy kontaktem trakčního ústrojí či vyvážecího prostředku. Následkem toho se zvyšuje riziko vniku houbových patogenů (ULRICH a kol., 2000). Pro předcházení škod je vhodné vyznačit trvalé linky, po kterých se harvestor a vyvážecí technika bude pohybovat a vymezit tak pracovní pole o přibližně dvacetimetrové šířce. Tato pole vyžadují délku výložníku 10 m, což ovšem malé harvestory mnohdy nemají a musí vjíždět do porostu. V tom případě je potřeba dbát zásad bezpečného pohybu harvestoru v porostu a dodržovat dostatečný odstup od kmenů. Zároveň je třeba hlídat hustotu porostu (počet stromů na hektar). Nejčastěji používané harvestory u nás nemají dostatečně malé rozměry na využití u výchovných zásahů do 40 let věku v případě výložníku nedosahujícího do vzdálenosti 10 m (ÚHÚL, 2007). Výjimku tvoří kombinovaná těžba jednomužnou motorovou pilou a následné odstranění z porostu harvestorem. Je však potřeba zkušeného těžaře, který bude kácet stromy směrem k harvestoru a zároveň kvalifikovaného operátora, schopného odstranění celých stromů z porostu bez zapříčinění velkého počtu škod. Tato metoda je právě pro velké požadavky na kvalitu personálu velmi riskantní.

Jak již bylo zmíněno, nejvíce poškozené části stromu při pojezdu hlavně kolových souprav jsou kořeny a kořenové náběhy. Při odvětvování soustřeďuje operátor klest na linky, zakrývá s ním kořeny a kořenové náběhy, které vstupují do technologických linek. Tím se razantně sníží tlak na půdu, riziko porušení svrchní vrstvy půdy včetně vegetačního krytu. Zároveň se tím snižuje ohrožení poškození kořenového systému (DVOŘÁK a kol., 2011). Škody na zbylém porostu jsou při užití harvesterové technologie podstatně nižší než při použití moto-manuální těžební práce. Důvodem je výborná úroveň ovladatelnosti stroje, který je schopný pohybovat dřívím ve svislé poloze, díky čemuž se snadněji vyhnout poškození (ÚHÚL, 2007). Pokud je poškozena vrchní část dostatečně tlustého kmene a vztah k okolním jedincům v porostu to dovoluje, je poškozený strom pokácen (DVOŘÁK a kol., 2011). Vznik oděrů je u forwarderů způsoben nejen pojezdem kol, které mohou způsobit oděr, ale také hydraulickým jeřábem při nakládání dříví. V borovém porostu tak FRODING (1992) odhadl poranění na 4 % zbylých stojích stromů (CUDZIK, 2017).

6.1.3 Vyvážecí minisoupravy

Vyvážecí minisoupravy se používají hlavně při sortimentní metodě, kdy jsou výřezy buď soustřeďovány v polozávěsu, nebo jsou plně nesený. K tomu je využito oplenu, který však není hydraulický. Minisoupravy mohou být vybaveny pásy i koly. (ÚHÚL, 2007). Železný kůň, jak je také minisouprava označována, může být opatřena pevným ramenem. To značným způsobem ovlivňuje dimenze dříví, které je minisouprava schopná nést (MAZAL, 2007).

Vybaven pásy má železný kůň velmi dobrý záběr, tažnou sílu, jednoduchou manipulovatelnost (MAZAL, 2007). Jeho měrný tlak ve stopě činí pouze 10 kPa, což je jednoznačně nejméně ze všech v praxi použitelných prostředků na soustřeďování (VAVŘÍČEK a kol., 2014). Jedná se však pouze o alternativu především u předmýtní těžby, protože má mnoho omezení na dimenze soustřeďovaného dříví a na charakteristiku terénu. Důvodem je horší stabilita a hrozí převrácení. V případě soustřeďování v polozávěsu je riziko vzniku škod na půdě velmi podobně jako například u LDZ v polozávěsu a soustřeďování dříví trakčním navijákem. Půda a půdní povrch včetně vegetace jsou narušovány a hrozí vznik rýh. Tomu se dá zabránit použitím přívěsného vozíku. Tím se také sníží přetížení zadní části stroje a jeho nadzvedávání. V případě soustřeďování dlouhých výřezů se snižuje manipulovatelnost a vzrůstá nebezpečí poškozených zbylých stromů v porostu (ÚHÚL, 2007).

6.1.4 Soustřeďování navijákem a LDZ

Pro bezpečné a efektivní soustřeďování na strmých svazích (více jak 30%) doporučuje MARCHI a kol. (2014) přitahování kmenů navijáky traktorů či využití LDZ (lanové dopravní

zařízení). Tyto metody jsou z pohledu vzniku škod preferovány před užitím těžké pozemní mechanizace. Jejich šetrnost k prostředí spočívá v tom, že stroje nevjíždí přímo do porostu, tudíž škody způsobené jejich pojezdem jsou soustředěny výhradně na lesní cesty.

Při soustředění LDZ se nejčastěji užívá tažení v polozávěsu, které má negativní vliv na půdní povrch a narušuje ho. V důsledku tažení mohou vzniknout rýhy. Pokud se tomu chceme vyhnout, je třeba umístit nosné lano vysoko tak, aby se ve svisu kmen nedotýkal země. Variantou také může být zkracování výřezů. V takovém případě změna výšky umístění nosného lana závisí na délce výřezu. Alternativou může být horizontální nesení v plném závěsu. Toho lze docílit použitím dvou lanovkových vozíků, což technologie nemusí vždy umožňovat (ÚHÚL, 2007).

MARCHI a kol. (2014) se zabývali možnostmi využití navijáku traktoru a LDZ při soustředění dříví na příkrých svazích. Bylo využito čtyř metod. Soustředění dříví navijákem neseným na UKT s použitím kladek pro snazší manipulaci s tahaným dřívím, soustředění dříví navijákem neseným na UKT bez použití kladek, soustředění dříví za využití LDZ s poloautomatickým vozíkem, který umožňuje přitahování dříví k vozíku nezávisle na navijáku traktoru a soustředění dříví LDZ s kladkovým vozíkem, který přitahuje dříví k vozíku zároveň s přitahováním vozíku. U všech metod bylo dříví soustředěno do svahu. Výsledky ukázaly, že nejrizikovější fází vzhledem k poškození mladých jedinců je otáčení kmene. Poškození se objevovalo mezi kořenovým krčkem a 1 m výšky. Při navijení UKT bez kladkového systému následně odumřelo až 50 % mladých jedinců. Tato metoda se jeví jako nejvíce poškozující zbylý stojící porost. Je to zapříčiněno velkou plochou, kterou se kmen při soustředění dotýká půdy a zároveň nízkou manipulovatelností při otáčení kmene. Nejmenší riziko poškození vykazují LDZ, především s poloautomatickým vozíkem, který umožňuje vertikální manipulaci s kmeny nezávisle na posouvání vozíku. Ostatní škody na půdě, její stlačení, snížení pórovitosti se nijak razantně nelišily. MARCHI a kol. (2014) doporučuje soustředění navijákem na kratších vzdálenostech. Od 80 m má lepší výsledky LDZ.

Instalace lanových systémů je však oproti užití trakčních navijáků dražší a méně mobilní (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

6.1.5 Soustředění koněm

Stejně jako použití LDZ a navijáku traktoru se doporučuje použití koňské síly v případě soustředění dříví z porostu s velkým sklonem svahu a to nad 30 % (MARCHI a kol., 2014).

Použití koně se preferuje hlavně v těch porostech, kde je velké zakmenění převážně při probírce. Předností koně je oproti UKT relativně dobrá manévrovatelnost. Kůň je schopný bezpečně soustředit dříví ve velmi hustých porostech za vzniku malých škod na zbylém porostu. V porovnání s použitím traktoru způsobuje kůň až polovinu škod. Hlavní rozdíl je však ve vážnosti vzniklých škod. Oproti traktoru způsobuje kůň škody třetinového rozsahu, a to jak na zbylých jedincích, tak i na půdě (MAGAGNOTTI, 2011).

Jeho nevýhodou oproti LDZ a vytahování dříví navijákem je skutečnost, že kůň musí vstoupit do porostu a tím se zvyšuje riziko vzniku škod na půdu. V důsledku malé plochy, která přenáší váhu zvířete na půdu má vysokou hodnotu měrného statického tlaku, a to přibližně 160 kPa, což je stejně jako UKT se standardním vybavením (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Kůň se považuje za jeden z nejšetrnějších prostředků k přírodě při vyklizování. Podíváme-li se však na jeho tlak na půdu, způsob vyklizování tažením dříví, či možnost manipulace se dřívím, nutně vyvstává otázka, v čem spočívá jeho šetrnost. Kůň, či jakékoliv jiné zvíře použité k vyklizování pracuje nehlukně, není zdrojem emisí a je citlivý na náraz, tudíž oděry způsobené koněm jsou převážně menších rozměrů (ÚHÚL, 2007).

6.2 Škody na půdě

Jak již bylo řečeno, škody na půdě mají buď charakter zhutnění a utužení nebo narušení půdního krytu a erozi. K tomu, abychom správně zvolili těžební prostředky, je nezbytné znát terénní typ. K posouzení terénního typu musíme znát tvar svahu, jeho sklon, únosnost půdního povrchu a tvar a velikost překážek.

Legislativa příliš neupravuje využití konkrétních technologických prostředků při těžbě a dopravě dříví. Zabývá se tím pouze §34 zákona 289/1995 Sb. v odstavci 1 a 2.

- (1) Přibližování, uskladnění a odvoz dříví (dále jen "lesní doprava") musí být prováděny tak, aby nedocházelo k nepřiměřenému poškozování lesa a ostatních pozemků.
- (2) Výstavba a údržba přibližovacích linek, lesní dopravní sítě a ostatních zařízení v lesích nesmí působit ohrožení stability lesních porostů, zvýšené nebezpečí eroze nebo nepřiměřené poškození půdy a vodního režimu v daném území.

Tento stav však podle VAVŘÍČEK a kol. (2014) není dostačující. V případě, že pojezdem technologických prostředků nám vždy vzniknou koleje, je třeba jasně definovat, v jakém případě se nejedná o nepřiměřené poškození. Navíc posuzování terénního typu je subjektivní a

stejně tak i volba technologických prostředků. V důsledku toho vznikají často zbytečné chyby ve vyhodnocení situace, a tudíž vznik nepřiměřených škod na lesní půdě. Například vlivem pojezdu traktoru po vyvážecích a přibližovacích linkách vzniká eroze, která způsobuje roční smyv několika desítek kilogramů humusové vrstvy (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Struktura půdy umožňuje především transport vody a kyslíku ke kořenovému systému stromů v porostu. Transport však může být narušen při pojezdu těžkých mechanizačních prostředků na nevhodných, především vlhkých půdách. Největší riziko vzniku škod na půdě můžeme předpokládat u porostů na svazích (MARCHI a kol., 2014).

Při stejném měrném tlaku se půda opakovaným pojezdem nestlačuje rovnoměrně. Prvním pojezdem se stlačí půda až na polovinu její stlačitelnosti. O něco slabší vliv má druhý pojezd a od třetího se půda pomalu dostává na své maximum stlačitelnosti a další pojezdy již nečiní tak velkou kompresi. Proto se lesníci při navrhování lesních cest kategorie 3L a 4L snaží vhodným umístěním o jejich maximální využití a koncentraci, čímž chtějí snížit rozsah poškozených ploch (MCKEE, 1985).

6.2.1 Příprava porostu

Již MCKEE (1985) hovoří o vzniku škod na pobřežních oblastech nevhodnými technologickými prostředky. Uvádí finanční ztrátu až 4600Kč na hektar v důsledku ztráty produktivity. Ukazuje, že jednoleté sazenice mají v případě utužené půdy takřka poloviční váhu nadzemní a podzemní části. Vzniku těchto škod v tak velkém rozsahu však lze poměrně jednoduše zabránit, a to schopnými zaměstnanci a důslednou kontrolou. Můžeme tak předcházet dalším finančním nákladům na rekultivaci a obnovu poškozených oblastí.

Pro minimalizaci škod je potřeba rozvrhnout práce s časovým předstihem. Správně načasovat těžbu (především v souvislosti s vodním režimem) a navrhnout takovou cestní síť, která bude mít co nejmenší vliv na stromy i půdu porostu. V případě pochybností o únosnosti je vhodné použít rohože na snížení měrného tlaku (MCKEE, 1985).

Novější technologie a stále častější užívání harvesterové technologie přináší jednoduchou, ale účinnou formu ochrany půdy při těžbě. Na lesních plochách se zvýšeným rizikem vzniku hlubokých kolejí a na produktivních plochách je varianta ukládání těžebních zbytků (klestu) před stroj, a to do minimální výšky 30 cm. Je však třeba dbát na správné uložení, jinak může být škoda větší než zisk (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Jedním z hlavních problémů při těžebně-dopravní činnosti může být špatný výhled řidiče či operátora v důsledku silné buřeně a podrostu. V důsledku toho může vjet do oblastí, které jsou silně přemokřené nebo svým charakterem neumožňují bezpečné projetí. Zde skýtá východisko odstranění podrostu a buřeně ve stejnověkových porostech řízeným nízkým požárem, který zároveň usnadní přípravu porostu při obnově. V případech, kdy řízený požár může mít negativní vlastnosti na kvalitu porostu nebo by zvýšil riziko eroze, je možné nasadit herbicidy (MCKEE, 1985).

MCKEE (1985) uvádí několik pravidel pro tvorbu lesní cestní sítě. V první řadě je důležité se při tvorbě lesních cest a technologických linek se vyhýbat na kopcovitých oblastech umístování cest z kopce dolů, zvyšuje se tím riziko eroze. Linky se snažíme koncentrovat do takových míst, kde minimalizujeme vznik škod, to znamená vyhnout se podmáčeným místům a umístování cest do blízkosti potoků. A pokud to lze, tak se vždy snažit situovat linky na písčité podloží. Podobným způsobem umísťujeme i odvozní místa.

6.2.2 Eroze

Erozi je přirozený proces odnosu půdních částic. V případě, že množství odnesených částic nepřevyšuje množství vytvořeného půdního materiálu, jedná se o geologickou erozi. V opačném případě mluvíme o zrychlené erozi. Zrychlená eroze na lesní půdě často vzniká vlivem nevhodně zvolených těžebně-dopravních prostředků. Při těžebně-dopravní erozi je strháváno bylinné patro, humusový kryt a popřípadě minerální horizont a následkem toho srážková a proudící voda v takto porušených půdách prohlubuje erozní účinek (VAVŘÍČEK a kol., 2014). Je dokázáno, že v důsledku pojezdu těžebně-dopravních prostředků se může až patnáctkrát zrychlit povrchová eroze (ALLMAN a kol., 2015).

Důležitým faktorem ovlivňující erozi je půdní kryt. Vícestupňová trvalá vegetace má pozitivní vliv na odolnost půdy vůči erozi. Zadržuje srážkovou vodu, snižuje její kinetickou energii při pádu a zpomaluje odtok. V důsledku prokořenění zvyšuje pórovitost půdy a významným způsobem napomáhá při tvorbě humusu. Správnou péčí o bylinné patro je možné zabránit přílišnému zrychlení eroze v případě odlesnění (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Po obnažení je tedy nutné co nejrychleji obnovit vegetační kryt. Nejvíce vyhovující jsou v případě holé seče rychle rostoucí druhy jako je například jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) v kombinaci s vytrvalými rostlinami, které ochrání půdu, dokud nebude dřevina zajištěna (MCKEE, 1985).

Faktorem je i morfologie rostlin, jejich rozměr a plocha listů, které pomáhají zadržet sediment. Dřeviny navíc významným způsobem zvyšují vsak vody, což v důsledku snižuje vliv eroze (BLINKOVA & LAVROV, 2017).

6.2.2.1 Náchylnost půd k vodní erozi

Odišná odolnost proti vodní erozi v rámci půdního druhu je dána různými vlastnostmi půd. Nejméně náchylné jsou písčité půdy, které svou zrnitou strukturou umožňují snadné vysoušení a propouštění, avšak při velkém suchu se stávají nestabilními. Se zvyšujícím se obsahem humusu a zvyšující se úrodností klesá odolnost půdy vůči vodní erozi. Odolnost ovlivňuje i stupeň trvalého zamokření, který se v případě vysoko položené hranici spodní vody negativně podílí na rezistenci půd. Mezi nejnáchylnější půdní druhy patří jílovitohlinité, popř. jílovité (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

6.2.3 Terénní typ

Terénní typ je prvním kritériem, které musíme znát při určování odolnosti edafického prostředí vůči erozi způsobené těžebně-dopravními prostředky. Správné určení terénního typu je velmi důležité pro technologickou typizaci. Jedná se o dvoumístný kód, kategorizující vlastnosti terénu nejčastěji podle charakteru, respektive únosnosti a sklonu. Mohou však být rozšířeny o tvar a velikost překážek, či o edafickou kategorii.

6.2.3.1 Terénní klasifikace

Nejčastěji se na našem území setkáváme se dvěma druhy terénní klasifikace. První vychází z terénní klasifikace „Lesprojekt 1980“, která je znázorněna v tab.1.

Tabulka 1. Charakteristiky terénních typů v terénní klasifikaci „Lesprojekt 1980“

Terénní typ	Sklon v %	Charakter
11	do 8	únosný
12	9 - 15	únosný
13	16 - 25	únosný
14	26 - 40	únosný
15	nad 40	únosný
21	do 8	neúnosný
22	9 - 15	neúnosný
23	16 - 25	neúnosný
24	26 - 40	neúnosný
25	nad 40	neúnosný
31	do 8	s překážkami
32	9 - 15	s překážkami
33	16 - 25	s překážkami
34	26 - 40	s překážkami
35	nad 40	s překážkami

Při této klasifikaci nám kombinace sklonu a charakteru terénu, který se zde dělí pouze na základní členění únosný, neúnosný a s překážkami, určí terénní typ. Ten je označen dvoumístným kódem, přičemž první hodnota označuje charakter terénu a druhá jeho sklon. Tato terénní klasifikace je používaná při tvorbě LHP a LHO. Rozdíl mezi únosným a neúnosným terénem je podle typologické klasifikace ÚHÚL hranice 50 kPa ve stopě.

Následně je sloučena do pěti terénních skupin A-E. Každá skupina obsahuje příslušný terénní typ a přiřazené použitelné technologické prostředky.

Tabulka 5: Technologická typizace „Lesprojekt 1980“

Terénní skupina	Terénní typ	Použitelné prostředky
A	11, 12, 13	UKT, SLKT, kůň
B	14	SLKT, kůň
C	15	(kůň), LDZ
D	21, 22, 23	LDZ, (UKT, SLKT, kůň)
	24	LDZ, (SLKT, kůň)
	25	LDZ, (kůň)
E	31, 32, 33	LDZ, (UKT, SLKT, kůň)
	34	LDZ, (SLKT, kůň)
	35	LDZ, (kůň)

Druhá terénní klasifikace „Macků, Popelka, Simanov 1992“ je podrobnější. Hlavním rozdílem je přidání edafické kategorie a rozšíření kategorií charakteristiky terénu, kde přibyla kategorie podmíněně únosné a kategorie trvale únosné byla rozdělena podle velikosti nerovnosti.

K různým edafickým kategoriím můžeme přiřadit konkrétní vlastnosti půdy. Například kategorie N, A a C se vyznačují častými překážkami na povrchu. U kategorií X, Y, Z, J můžeme očekávat skalní výchozy (MACKŮ, nepublikováno).

Stejně jako „Lesprojekt 1980“ je terénní typ označen dvouciferným kódem, avšak zde první číslo odkazuje na sklon a druhé číslo na charakteristiku terénu.

Tabulka 9: Charakteristika terénních typů podle terénní klasifikace „Macků, Popelka, Simanov 1992“

Sklon v %	Edafická kategorie	Terénní typ	Charakteristika terénu
≤ 10	M K S B C I H	11	trvale únosné, nerovnosti (do 30cm)
≤ 10	X Z N W A	12	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
≤ 10	O D L P Q V U	13	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
≤ 10	T G R	15	neúnosné
≤ 10	překážky (včetně Y, J)	16	překážky (nad 50 cm)
11-20	M K S B C I H	21	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
11-20	X Z N W A	22	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
11-20	O D L P Q V U	23	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
11-20	T G R	25	neúnosné
11-20	překážky (včetně Y, J)	26	překážky (nad 50 cm)
11-20	svážené	29	podmíněně únosné až neúnosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	M K S B C I H	31	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	X Z N W A	32	trvale únosné, nerovnosti (30 - 50 cm)
21-33	O D L P Q V	33	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
21-33	T G R	35	neúnosné
21-33	překážky (včetně Y, J)	36	překážky (nad 50 cm)
21-33	svážené	39	únosnost a nerovnosti různé včetně překážek
34-50	C	41	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
40-50	M K S B	41	trvale únosné, nerovnosti (do 30 cm)
34-50	X Z N W A	42	trvale únosné, nerovnosti 30 - 50 cm
34-50	O D V	43	podmíněně únosné, nerovnosti (do 30 cm)
34-50	V, U	45	neúnosné
34-50	překážky (včetně Y, J)	46	překážky (nad 50 cm)
34-50	svážené	49	únosnost a nerovnosti různé
51-70	extrémní	59	včetně všech překážek
≥ 71	extrémní	69	včetně všech překážek

Charakteristika terénních typů podle sklonu, charakteristiky terénu a edafické kategorie vycházející z typologického klasifikačního systému ÚHÚL (ÚHÚL, 2007).

Výsledkem této klasifikace mohou být digitální mapy terénních typů, které slučují sklon terénu z digitálního modelu terénu a lesních typů.

Terénní typologizace vyúsťuje do pěti kategorií, které jsou klíčové pro technologickou typizaci (viz tab. 3). Z toho důvodu je terénní typologizace prvním záchytným bodem při předcházení zbytečných škod při těžebně-dopravní činnosti a je nutné, aby se taxátoři podrobněji zabývali správnému určení terénního typu. V praxi se však často můžeme setkat s ledabylým vyhodnocováním, které následně vede k chybnému použití technologických prostředků. Jednou z možností je změna klasifikace. Namísto v praxi používaného „Lesprojekt 1980“ uvádět v LHP terénní typ podle „Macků, Popelka, Simanov 1992“ umožňující jednoduchou kontrolku

od stolu podle edafické kategorie. Je však potřeba vyhnout se klasifikaci terénního typu bez vizuální kontroly v porostu.

Tabulka 13: Terénní a technologická typizace OPRL- PLO6, lokalita Špankov

Sklon svahu %	Podloží				Překážky
	únosné			neúnosné	
	trvale	podmíněně			
	nerovnosti terénu				
#	□	#			
≤10	11	12	13 F	15	16
11-20	U	S	23	25	L
			29 E		
21-33	31 F	32	33 F	35	36
	39 E				
34-50	41	42 K	43	45 L	46
	49				
51-70	59 E				
≥71	69				

Vzor terénní a technologické typizace vycházející z klasifikace Macků – Popelka – Šimanov 1992. Kódování viz tabulka 2. U...UKT se standardním vybavením; S...LKT se standardním vybavením; K...kůň; L...lanové dopravní zařízení; F...UKT Horal vybavený lesnickou kompletací, LKT s nízkotlakými (flotačními) pneumatikami; E...erozní ohrožení (příпустné prostředky: F, K, L a jejich kombinace)

6.2.4 Technologická typizace

Vhodná technologická typizace je součástí nejen ekologicky šetrného hospodaření. Z krátkodobého hlediska je však často finančně a časově náročná, to je důvodem finanční podpory státu. Hlavním cílem je co nejvíce snížit těžebně-dopravní erozi. Veličinou, ovlivňující výběr technologického typu, je tlak mechanizačních prostředků ve stopě, a to převážně při soustřeďování a vyvážení dříví. Zde jsou významné změny ve vzniku škod. Technologickým pokrokem se více upouští od vlečení dříví a stále častěji se dříví veze. Tím vzniká i odlišný druh škod. Zatímco vlečení způsobovalo narušení půdního pokryvu, tak vezením se půda zhutňuje a utužuje. Škodám vlečením lze snadněji zabránit, například nahrazením kol pásy, popřípadě zvýšením počtu kol, či snížením tlaku v pneumatikách. Vždy se však snažíme zvětšit plochu tlaku (VAVÍČEK a kol, 2014).

Technologická typizace však není závazným ustanovením. Jedná se pouze o doporučené prostředky, které ovšem odpovídají situaci, ve které se porost nachází v průběhu klasifikace. Jsou zde faktory, které velkou měrou ovlivňují vlastnosti půdy jako je například velké sucho,

mráz, či napadaný sníh a redukuje eventualitu vzniku škod. V konečném důsledku záleží na dodavateli prací, aby správně vyhodnotil situaci a použil vhodnou technologii. Nesmíme však opominout lidský faktor při vzniku škod na půdě. Proto je klíčové nejen použití přiměřené technologie, ale i volba kvalifikované obsluhy, či její případné zaškolení (ÚHÚL, 2007).

Jelikož jediné omezení zabraňující vzniku škod legislativně je §34 zákona 289/1995 Sb., který je velmi obecný, je proto na vlastníkově a v jeho plném zájmu, aby dohlížel na správné postupy a minimalizace škod, ze kterých může vyplývat finanční ztráta.

Podíváme-li se do zahraničí, jednou z možných alternativ k zmíněným terénním a technologickým klasifikacím je OWENDE et al. (2001). Podobně jako „Lesprojekt 1980“ rozděluje terén podle sklonu a jeho vlastností, převážně únosnosti. Přidává tam navíc i členitost terénu. Každý faktor má svoje číslování, čímž vzniká trojmístný kód. Do technologické typizace se pak promítá jako 36 variant, což umožňuje podrobnější přehled nad doporučenými technologickými prostředky. Na rozdíl od „Macků-Popelka-Simanov 1992“ neumožňuje snadnou kontrolu podle edafické kategorie (SYNEK, 2014).

6.2.5 Únosnost půdy

Únosnost půdy je kombinací terénního typu a použitých technologických prostředků. Vyjadřuje odolnost půdy vůči vnějším silám za vzniku trvalých či přechodných deformací.

Podle MACKŮ a kol. dělíme únosnost půdy na **únosné** půdní těleso, které je schopné odolat měrnému tlaku 200 kPa ve stopě nezávisle na změnách vlhkosti půdy se vznikem kolejí do hloubky maximálně 5 cm. Se **sníženou únosností**, tj. podmíněně únosné, které odolává měrnému tlaku 60-200 kPa za vzniku kolejí 5-15 cm a **neúnosné**, které jsou schopny odolat měrnému tlaku do 50 kPa ve stopě za vzniku kolejí o hloubce 20 cm. Všechny hodnoty uvažujeme při jednorázovém pojezdu speciálního lesního kolového traktoru LKT 80 Standard.

Schopnost rozpoznat únosnost půdy v terénu při samotné těžbě je pro minimalizaci škod stejně důležitá jako její správné zařazení do terénního typu. MCKEE (1985) přisuzuje velkou zodpovědnost samotnému dodavateli těžebních prací, který musí v terénu vyhodnotit únosnost půdy. Lze to podle něho poznat podle hloubky vyjetých kolejí, které při hloubce přibližně 10 palců (cca 25 cm) naznačují přílišnou vlhkost půdy nad hranici únosnosti. Stejně tak v případě, že po stlačení půdy v ruce má odkapávat voda (MCKEE, 1985). Kritická hodnota hustoty půdy se pohybuje mezi 1,2 a 1,4 g*m⁻³ (ALLMAN a kol., 2015).

V těchto případech je podloží neúnosné a je potřeba změnit technologické prostředky, či zařídit odvodnění.

Pro zvýšení únosnosti na vodou nasycených půdách se dají použít mobilní rohože, které umožňují opakovaný pojezd. Jejich hlavní výhoda spočívá ve finančních nákladech a v mobilitě. Rohože mohou být dřevěné či umělohmotné. Často se také můžeme setkat s vlastnoručně vyrobenými umělohmotnými rohožemi za použití opotřebovaných pneumatik kamióňů. Jedná se o certifikovanou metodu. V porovnání s náklady v případě rekonstrukce půdy v porostu po vzniku škod, jsou tyto náklady minimální (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

Stejně jako můžeme definovat půdy podle náchylnosti k vodní erozi, tak můžeme definovat půdy i podle únosnosti neboli jejich schopnosti odolávat měrnému tlaku ve stopě. Při pojezdu těžebně-dopravních prostředků je tlakem půda vytlačována do okrajů stopy a zároveň stlačována do různých vrstev půdy. Přitom riziková hloubka stopy se pohybuje již od 15 cm a mohou tím vzniknout nejen vodohospodářské, ale i produkční problémy. Zhutněním půdy se snižuje její pórovitost a je obtížnější pro rostlinu (především v mladém věku, kdy kořenový systém ještě nemá velkou sílu) touto vzniklou bariérou proniknout (VAVŘÍČEK a kol., 2014).

6.2.6 Překážky

Nerovnosti přesahující hranici 50 cm se šířkou menší než trojnásobek jejich hloubky při rozestupu 5 m se označuje jako překážka. Nerovnosti se dále dělí ještě do dvou tříd.

- 1) 30-50 cm, s rozestupem 5 m, které jsou sjízdné pro speciální kolový traktor
- 2) Do 30 cm, s rozestupem 5 m, které jsou sjízdné pro univerzální kolový traktor s lesnickou výbavou

Výskyt překážek je evidován v rámci oblastního plánu rozvoje lesů. Ty eviduje ÚHÚL a v rámci OPRL jsou uváděny v sekci dopravní průzkum (ÚHÚL, 2007).

Při stanovení technologické typizace narážíme na stejný problém jako u stanovené terénního typu a tyto problémy jsou zcela propojeny. Podrobný rozbor odolnosti půdy je příliš technicky a časově náročný a často se můžeme setkat s bagatelizací této problematiky. Je proto nutné zabývat se otázkou transformace metodiky terénní klasifikace.

6.2.7 Náprava škod

Včasná náprava škod způsobených těžebně-dopravní činností může zcela obnovit produkční schopnost porostu. Je však důležité pamatovat na to, že i technologické prostředky na

odstranění takovýchto škod mohou být samy původci vzniku škod nových. Je proto třeba rekonstrukční činnost provádět pouze v dobrých podmínkách, kdy půda umožňuje bezpečný pojezd používaných prostředků (MCKEE, 1985).

Účinný prostředek na rekonstrukci porostu po těžbě je orba spojená s hnojením. Takováto činnost je však ve velkém měřítku možná pouze v případech holosečného a násečného hospodářského způsobu. V případě aplikace na borový porost je účelné provádět orbu do hloubky alespoň 46 cm, aby mohl hlavní kořen proniknout. (MCKEE, 1985)

7 Metodika

Jelikož téma negativních faktorů těžebně-dopravní činnosti je intenzivněji zkoumáno v posledních deseti letech, není v současnosti sjednocena metodika měření. To má za následek obtížné porovnání vyhodnocených dat.

7.1 Měření škod na půdě

Na lokalitě Swamp a Skelná huť, patřící do majetku Vojenských lesů a statků, státní podnik, bylo provedeno měření, zabývající se vznikem škod na půdě způsobených těžebně-dopravní činností v porostu borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Na těchto dvou lokalitách byla pro měření využita německá metoda zkusných ploch. Ta vychází z dat změřených na kruhových zkusných plochách o poloměru 12,6 m. Z praktických důvodů se spíše využívá čtvercová zkusná plocha o rozměrech 20 x 20 m, což odpovídá 0,04 ha. Čtvercové zkusné plochy se v porostu snáze vyznačují. Střed této plochy je umístěn ve středu linky. Data se získávají z bodů, kde kolej protíná okraj zkusné plochy. To znamená, že na jednu zkusnou plochu připadají 4 naměřené hodnoty o hloubce kolejí (JIROUŠEK, 2008). Z důvodu malých ploch (kolem 1 ha) se metoda modifikovala a rozšířila se na celý porost. Tento způsob je však velmi pracný a prakticky použitelný pouze na plochách menších rozměrů. Jelikož nebyly tvořeny zkusné plochy, bylo zapotřebí vyhledat všechny linky v porostu. Následně se postupovalo po vzniklé lince a na každých 20 metrech (délka zkusné plochy podle německé metody) byla změřena hloubka kolejí a výška odvalu vzhledem k neovlivněné půdě. Následně byla změřena plocha kolejí v závislosti na stupni poškození půdy. Tato data se vyhodnocovala okulárně odhadem. U každé vzniklé rýhy na lince byla změřena za pomoci kalibrovaného metru její délka. Okulárním odhadem bylo určeno, zda rýha narušuje povrch půdy (narušení horizontu L a obnažení horizontu F), humusový horizont, či se dostává až na minerální podklad. V průběhu měření byla na několika místech změřena i šířka. Následně byla aritmetickým průměrem vypočítána průměrná šířka rýh, která byla násobena se zjištěnými délkami. Tímto způsobem byla zjištěna plocha poškozené

půdy s náležitým stupněm poškození. K vypočítaným plochám se následně přičetly plochy, které nebyly lineárního charakteru. Jednalo se především o narušení půdy vzniklé otáčením kmene při vyklizování porostu. Takovéto plochy byly změřené a stejným způsobem jako u vzniklých rýh se zařadily do jednoho ze tří stupňů poškození.

Zbylé lokality, na kterých proběhla těžba, tj. lokalita Břehyně, Mariánka, Špankov, nebyly data o vzniku škod na půdě vyhodnoceny. Důvodem byla například příprava půdy po těžbě, což znemožnilo vyhodnocení dat, či pozdní měření, které mělo za následek, že v porostu se začal obnovovat vegetační pokryv. Taková data byla prohlášena za nereprezentativní a zkršená. Z toho důvodu nebyla do této práce zahrnuta.

Na lokalitě Swamp bylo měřeno poškození půdy po těžbě. Byla použita kombinace těžaře, koně a vyvážení zajistil UKT s přívěsem (nejčastěji byl použit Zetor 11441 Forterra a přívěs Palmse). Na lokalitě Skelná huť byla provedena těžba těžařem a soustředování pomocí LKT. Následné výpočty byly provedeny v programu Microsoft Excel 2016.

7.2 Měření škod na stromech

V minulosti bylo provedeno měření dat v pěti lokalitách. Výzkumné plochy Swamp, Skelná Huť, Břehyně a Mariánka spadají do majetku Vojenských lesů a statků, státní podnik. Lokalita revíru Špankov patří pod lesní správu Plasy, Lesů České Republiky, státní podnik. Na těchto lokalitách byl změřen rozsah škod na zbylých stojících stromech po těžbě borovice lesní (*Pinus sylvestris*). K vyhodnocení škod byla použita modifikovaná německá metoda. Velikost škod byla vyhodnocována na jedincích o výčetní tloušťce nad 7 cm, která se následně přiřazovala do příslušného rozsahu. Rozsahy byly čtyři (0-10 cm², 11-50 cm², 51-100 cm² a 100 a více cm²). U škod větších než 100 cm² se následně přeměřily a evidovali konkrétní rozměry. U každého oděru se zároveň zjišťovalo umístění na poškozeném jedinci. Hodnoceno bylo poškození kořene, pouze do vzdálenosti 1 m od kmene, poškození kořenových náběhů a poškození kmenové části. U posledně zmíněného bylo navíc rozlišeno, zda se jedná o oděr se spodní hranicí ve výšce pod nebo nad 1 m. Stejně jako u poškození půdy bylo v důsledku malých ploch vyhodnoceno poškození porostu jako celku. Tento způsob je sice časově náročný, ale v kombinaci s celoplošným vyhodnocením škod na půdě přináší nejpřesnější data. Plocha poškození jednotlivých stojících stromů byla následně porovnána se zakmeněním porostu po provedeném zásahu a zároveň s použitým mechanizačním prostředkem. Nejčastěji se pro vyhodnocení dat používá procentuální přepočítání poškozených stromů. Jelikož v některých porostech však dosahovalo zakmenění pouze 3, byly všechny škody přepočítány na hektar, což

se ukazuje v souvislosti s nízkým zakmeněním jako objektivnější. Pozornost byla především zaměřena na vliv jednotlivých těžebních technologií, na velikost škody a její umístění.

Jak již bylo uvedeno, měření proběhlo na pěti lokalitách. Na lokalitě Břehyně bylo použito harvestorového uzle. Stejným způsobem byla provedena těžební činnost na lokalitě Mariánka. Na lokalitě Skelná huť byla použita kombinace těžaře a LKT. Lokalita Swamp byla zpracována kombinací těžaře, koně a UKT s přívěsem. Lokalita Špankov svým rozsahem měřených prací předčila lokality ostatní, tudíž zde bylo využito dvou těžebně-dopravních technologií. Jednalo se o harvestorový uzel na lokalitách 1,2 a 4. Na zbylých třech lokalitách na území Špankov byla použita kombinace těžaře a soustředování LKT. Následné výpočty byly provedeny v programu Microsoft Excel 2016.

8 Výsledky

Na lokalitě Swamp bylo zjištěno plošné poškození půdy po provedeném soustředování dříví za pomoci koně a UKT s přívěsem. Výsledek byl přepočítán na procentuální zastoupení poškozené půdy k celému porostu. Tabulka 5 ukazuje, že nejvíce zastoupeným stupněm poškození je stupeň 2, což značí odkrytí F horizontu a obnažení H horizontu měli. Oproti 2. stupni je četnost narušení půdy v 1. stupni, narušení horizontu opadanky a drti, třetinové. Nejméně zastoupeno je narušení půdy až na minerální podklad (v případě lokality Swamp písek). Plocha narušené půdy je v 3. stupni 0,21 % z plochy celkového porostu. Průměrná šířka rýh na lokalitě Swamp činí 28 cm. Tato hodnota byla použita pro výpočet ploch poškození půdy.

Tabulka 17: Plocha poškození na lokalitě

Stupeň poškození	plocha poškození v m ²	plocha poškození v %
1	216,84	0,54
2	602,95	1,51
3	83,88	0,21

Při měření hloubky kolejí a výšky odvalu na lokalitě Swamp byla zjištěna průměrná hloubka kolejí 5,23 cm a výška odvalu 0,83 cm ve srovnání s neporušenou půdou. Nejčastěji byla naměřena hloubka koleje 3 cm, což značí ve srovnání s průměrnou hloubkou koleje občasné extrémní výkyvy při pojezdu kolových traktorů. Rozpětí hloubky kolejí bylo měřeno na lokalitě Swamp od 1 do 12 cm.

Na lokalitě Skelná huť bylo dříví soustředováno vlečením za pomoci LKT. Na této lokalitě nebyla zhodnocena plocha poškození půdy porostu podle jednotlivých stupňů podle lokality Swamp. Důvodem byla rychlá obnova bylinného patra, což mělo za následek, že po opožděném sběru dat byly výsledky vyhodnoceny jako zavádějící. Na této lokalitě byla měřena pouze hloubka kolejí a výška odvalu. Ty nejsou obnovou vegetačního patra ovlivněny.

Na lokalitě Skelná byla naměřena průměrná hloubka kolejí 6,59 cm a výška odvalu 2,41 cm ve srovnání s neporušenou půdou. Nejčastější naměřenou hloubkou koleje je 5 cm. Rozpětí naměřených kolejí činilo 0-20 cm.

Výsledné hodnoty poškození zbylého porostu ukazuje tab. 6. Jelikož na několika lokalitách se dosáhlo zakmenění 3, upravila se metodika. Namísto procentuálního zhodnocení poškozených stromů vzhledem ke zdravím, které by ovšem v razantně proředěných porostech bylo zavádějící, byl použit přepočítání škod na hektar plochy. Je zde vidět, že i přes stejný mechanizační prostředek a zakmenění mohou být rozdíly v počtu poškozených stromů velké. To ukazuje i rozdíl poškozených ks/ha v lokalitě Břehyně a lokalitě Mariánka v tabulce 6. Zakmenění do výpočtů nebylo zohledňováno z důvodu malého počtu získaných dat. Tato čísla ukazují, že nejvíce poškozených stromů bylo po použití harvesterového uzle. Je to z důvodu malého počtu dat u ostatních mechanizačních prostředků a nedostatečně vyškolené obsluhy na lokalitě Mariánka. Je však potřeba rozlišit počet škod od jejich velikosti.

Tabulka 6: Množství poškozených jedinců na hektar

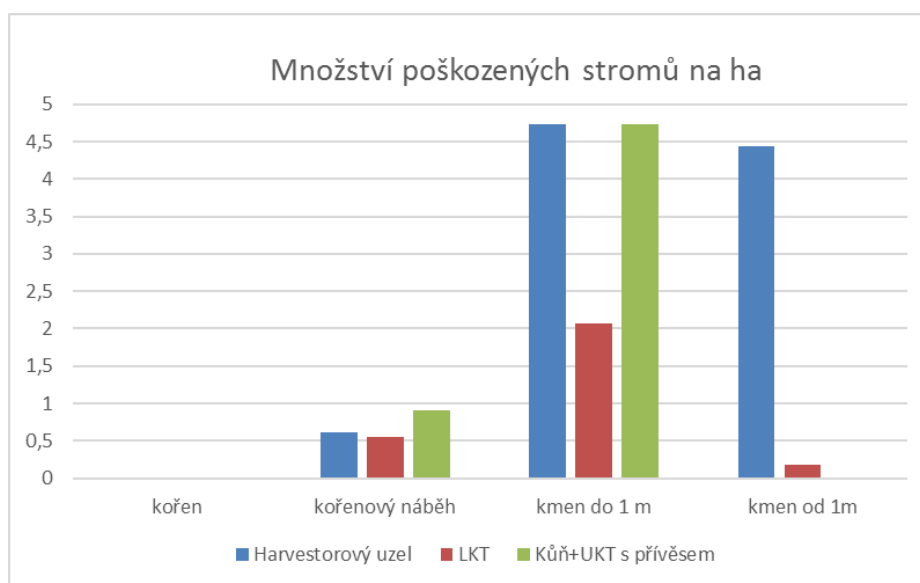
lokality	mechanizační p.	zakmenění	plocha (ha)	poškození ks/ha
Břehyně 1	harvestorový uzel	7	1,5	5,3
Břehyně 2	harvestorový uzel	5	1,5	5,3
Břehyně 3	harvestorový uzel	3	1,5	4,7
Skelná huť	LKT	9	2,3	7,0
Swamp 1	kůň+UKT+přívěs	3	1,1	5,5
Swamp 2	kůň+UKT+přívěs	5	1,5	4,0
Mariánka 1	harvestorový uzel	3	1,5	29,3
Mariánka 2	harvestorový uzel	7	1,5	22,7
Mariánka 3	harvestorový uzel	5	1,5	13,3
Špankov 1	harvestorový uzel	7	5,1	1,0
Špankov 2	harvestorový uzel	8	1,1	0,9
Špankov 3	LKT	8	0,7	4,3
Špankov 4	harvestorový uzel	9	0,5	0,0
Špankov 5	LKT	7	0,8	0,0
Špankov 6	LKT	7	2	0,0
Špankov 7	LKT	7	1,9	0,0

Nejčastěji byl poškozený kmen do výšky 1 m, jak ukazuje obr. 3. Na žádné z lokalit nebylo zjištěno poškození kořenů. Důvodem může být správná příprava půdy. Podobné množství škod mají všechny tři mechanizační prostředky při poškození kořenových náběhů. Na kmenech do 1 m byl zjištěn stejný počet škod při použití harvestorového uzle i kombinace kůň a UKT s přívěsem. Méně jak polovinu škod způsobil LKT. Tyto škody jsou však mnohem většího rozsahu, jak ukazuje obr. 4. Výsledky jasně potvrzují, že většina škod nad 1 m výšky kmenu jsou způsobeny manipulací výložníku a vzdušným vyklizováním harvestoru (obr. 2).

Obrázek 2: Poškození kmene způsobené manipulací s jeřábem

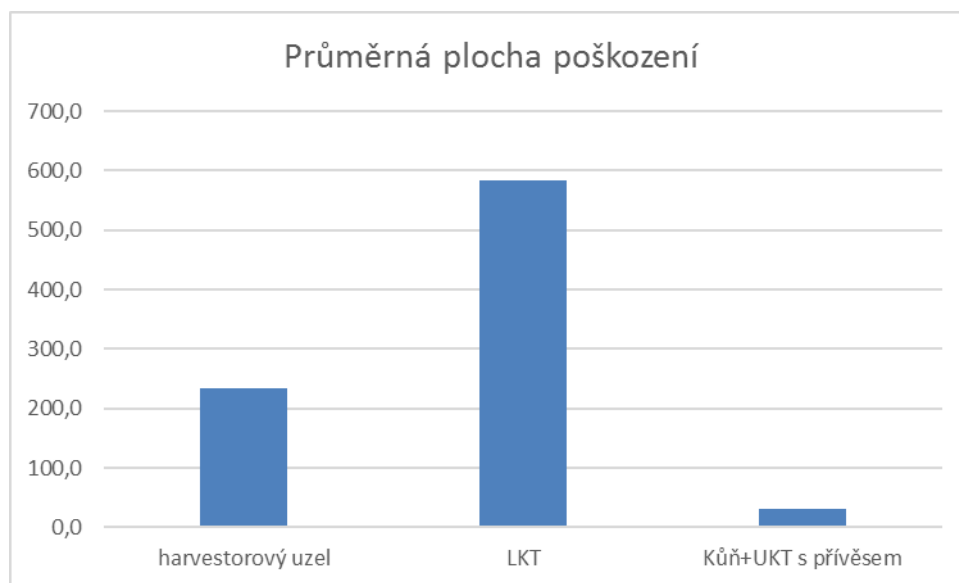


Obrázek 3: Množství poškozených stromů na hektar podle jejich umístění



Jak již bylo uvedeno, důležitým faktorem při hodnocení poškozených zbylých stromů v porostu je vážnost jejich poškození promítající se do velikosti škody. Zatímco množství škod bylo nejvíce měřeno u harvestorového uzle a nejméně u LKT, průměrná plocha škody (obr. 4) ukazuje, že vzniklá škoda v důsledku použití LKT bývá často mnohem většího rozsahu (obr. 5).

Obrázek 4: Průměrná plocha poškození stojících stromů v cm²



Obrázek 5: Poškození kmene způsobené kontaktem kola



9 Diskuze

Je potřeba rozlišit dvě roviny. Tou první rovinou jsou škody, které můžeme ovlivnit výběrem samotné těžebně-dopravní technologie. Druhá rovina ukazuje, že i v rámci jedné technologie může být rozsah škod velký, převážně u technologií, které jsou náročné na obsluhu.

Harvestorové technologie se považují za k přírodě velmi šetrné technologie (DVOŘÁK, 2005). Jak ale ukazují výsledky, je potřeba nezapomínat na lidský faktor při obsluze stroje. Nedostatečné dovednosti obsluhy mohou vést k tak rozsáhlému poškození, jako můžeme pozorovat na lokalitě Mariánka.

Podíl využití harvestorových technologií stále stoupá. Je proto důležité, aby operátoři byli řádně vyškoleni tak, aby se zbytečným škodám předcházelo. Důležitá je i příprava před samotnou těžbou. Správně naplánovat linky, aby operátor nemusel vjíždět do porostu, čímž by se riziko vzniku škod razantně zvětšilo. Zároveň je důležité brát zřetel na momentální stav porostu, především zakmenění a vlhkost půdy. Pro vlastníka lesa by měla být prvořadá kvalita dodávaných těžebních prací. To ovšem lze jen těžko uplatnit ve státních podnicích, které se musí řídit pravidly pro výběrová řízení. Proto je vhodnější vyklizování koněm než provádění těžby harvestorovým uzlem s nedostatečně proškolenou obsluhou.

Jako málo pracná se ukazuje kombinace vyklizování koněm a následné použití UKT. Tato kombinace vykazuje společně s nízkými přímými náklady střední poškození porostu (SIMANOV, 1999). V případě použití přívěsu tím zároveň klesá riziko poškození půdy vlečením kmenů. Ovšem na rozdíl od harvesterového uzle, který je schopný dříví transportovat ve svislé poloze bez kontaktu s půdou, vzniká velká část při rizikovém otáčení kmenu. Stejný trend ukazují i vyhodnocená data. Plošné poškození půdy se značným způsobem podílí na celkové ploše poškození porostu.

Jak již bylo uvedeno dříve, výhodou vyklizování koněm je především jeho citlivost. To znamená, že při kontaktu vyklizovaného dříví se zbylými jedinci se kůň zastaví (ÚHÚL, 2007). Výsledky této práci to potvrzují. Průměrná plocha poškození je nesrovnatelně menší než při použití ostatních mechanizačních prostředků.

Posledním vyhodnocovaným mechanizačním prostředkem je LKT. Při jeho použití je velké riziko poškození jak půdy porostu, tak zbylých stromů, které nejsou určeny k okamžitému smýcení. Nejrizikovější operací je vyklizování. V případě použití navijáku je třeba dbát zvýšené opatrnosti, především pokud se na vyklizovaném porostu nachází obnova. V takovém případě se nabízí použití kladky pro zvýšení manévrovatelnosti. Podle SIMANOVA (1999) je výhodou LKT i UKT oproti koni rychlost přibližování a větší tažná síla.

V hustých porostech nebo pozdních probírkách je vhodnější využít koně, který se snáze ovládá. Alternativou mohou být stále se vyvíjející minisoupravy, které v závislosti na nízký tlak na půdu nemají mezi pozemní dopravou dříví konkurenci. Další variantou může být kombinace těžaře, harvestoru a vyvážecí soupravy. Tato varianta nachází uplatnění především v pozdních probírkách, kdy hustota porostu neumožňuje bezpečnou manipulaci s jeřábem harvestoru. Těžař nasměruje pád stromu na technologickou linku, kde je strom následně vyklizen z porostu a současně manipulován. Při této kombinaci je však nezbytná dovednost a schopnost kooperace jednotlivých článků těžební výroby.

10 Závěr

Cílem této práce bylo vyhodnocení škod na borových porostech a jejich porovnání s tezemi uvedenými v kompilační části. Výsledky zjištěné z prací takového rozsahu však nedávají natolik relevantní data, aby bylo možné z jejich výsledků sestavit ucelený návod na šetrné hospodaření, či alespoň definovat případná rizika z použití nevhodné technologie. Důvodem je velké množství faktorů, které ovlivňují vznik škod a některé z nich, jako například dovednosti obsluhy strojů, lze obtížně měřit. Tato data alespoň potvrzují teze, ostatních publikací. Pro komplexní zjištění vlivu těžebně-dopravních technologií na zdravotní stav porostu po provedeném zásahu je třeba rozsáhlý výzkum, který by kombinoval různá prostředí, technologie a obsluhu strojů. Je zapotřebí velké množství dat, díky kterým by se minimalizoval vliv lidského faktoru.

Z výsledků bylo zjištěno, že kůň je velmi šetrný prostředek k vyklizování dříví. Velký potenciál pro přírodě blízké postupy má i harvestor, je však potřeba zajistit kvalifikovanou obsluhu. Nejrizikovějším prostředkem se v rámci měřených dat ukázal být LKT, přestože počet škod na hektar byl nižší než u harvestoru. Je to v důsledku velké plochy poškození, kterou strom hůře zregeneruje.

Při zjišťování škod na půdě navíc ovlivňuje samotné poškození značným způsobem i momentální stav půdy a obnova vegetačního krytu. Proto je nutné při měření dodržovat časovou dochvilnost a data vyhodnocovat ideálně hned po provedení zásahu.

V případě větších porostů, které neumožňují celoplošné měření je v rámci porovnání dat nezbytné sjednotit měřicí metodiku, což v současnosti chybí (JIROUŠEK 2008). Následně vytvořit přehlednou příručku negativních vlivů, při získávání dřevní suroviny z lesa, která by umožnila snadný výběr technologie při plánování těžebních, či výchovných prací.

11 Zdroje

- ALLMAN, Michal, Martin JANKOVSKÝ, Valéria MESSINGEROVÁ, Zuzana ALLMANOVÁ a Michal FERENČÍK. Soil compaction of various Central European forest soils caused by traffic of forestry machines with various chassis. *Forest Systems* [online]. 2015, 24(3), e038- [cit. 2018-04-07]. DOI: 10.5424/fs/2015243-07541. ISSN 2171-9845. Dostupné z: <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/7541>
- CUDZIK, Anna; BRENNENSTHUL, Marek; BIALCZYK, Włodzimierz; CZARNECKI, Jarosław: Damage to Soil and Residual Trees Caused by Different Logging Systems Applied to Late Thinning. *Croatian Journal of Forest Engineering* 38 (2017) 83-95
- ČESKO. Část 2 Hlava 1 nařízení vlády č. 30/2014 Sb., o stanovení závazných pravidel poskytování finančních příspěvků na hospodaření v lesích a na vybrané myslivecké činnosti. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 9. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-30#cast2-hlava1>
- ČESKO. Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 20. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289#f1657608>
- ČSÚ [Český statistický úřad]. Těžba dřeva – jehličnaté dřeviny (základní období – rok 2016) [online tabulka]. 31.5.2017 [vid. 7.4.2018]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/documents/10180/45565380/100004172k29.pdf>
- DOUDA, Václav: Mechanizační prostředky lesnické a jejich použití: vysokoškolská učebnice. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1974. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.
- DVOŘÁK, Jiří: Harvesterové technologie a poškození stromů. *Lesnická práce*, č. 7/05. Dostupné na: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-84-2005/lesnicka-prace-c-7-05/harvestorove-technologie-a-poskozeni-stromu>
- DVOŘÁK, Jiří: The use of harvester technology in production forests. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*, 2011. *Folia forestalia Bohemica*. ISBN 978-80-7458-018-5.
- HORODNIC, Sergiu A.: A risk index for multicriterial selection of a logging system with low environmental impact. *Environmental Impact Assessment Review* 51 (2015) 32–37
- JIROUŠEK, Radek; KLVÁČ, Radomír; LIŠKA, Stanislav: Kontrolní metody pro stanovení poškození půdy a stojících stromů těžebně dopravními technologiemi. LDF MZLU, Brno. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 53, číslo 4/2008. <http://www.vulhm.cz/sites/File/ZLV/fulltext/206.pdf>
- KAŇÁK, Jan: Zkušenosti s introdukovanými druhy borovic v arboretu Sofronka a jejich použití v imisních oblastech Krušných hor in NEUHÖFFEROVÁ, Pavla, ed. *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam: Introduced tree species and their production and ecological importance : sborník referátů : Kostelec nad Černými lesy 10.-11.11.2004*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra pěstování lesů, 2004. ISBN isbn80-213-1234-3.
- KURCZYŃSKA, Ewa; DMUCHOWSKI, Wojciech; WŁOCH, Wiesław; BYTNEROWICZ, Andrzej: The Influence of Air Pollutants on Needles and Stems of Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.) Trees. *Environmental Pollution*. 1997.

- MACKŮ, J. (nepublikováno). Klasifikace ekotypu v lesnické typologii. Brno. Dostupné na: https://kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik_05/macku.pdf
- MAGAGNOTTI, Natascia; SPINELLI, Raffaele: Financial and energy cost of low-impact wood extraction in environmentally sensitive areas. *Ecological Engineering* 37 (2011) 601–606
- MARCHI, Enrico; PICCHIO, Rodolfo; SPINELLI, Raffaele; VERANI, Stefano; VENANZI, Rachele; CERTINI, Giacomo. Environmental impact assessment of different logging methods in pine forests thinning. *Ecological Engineering* 70(2014)429–436
- MAZAL, Jaromír: Rozbor poškozování lesních porostů těžební činností v oblasti LČR s.p. LS Frýdlant. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 2007
- MCKEE, William H.; HATCHELL, Glyndon E.; TIARKS, Allan E. Managing site damage from logging. Southeastern Forest Experiment Station, 1985.
- NADEZHINA, Nadezhda, Jan ČERMÁK, Jindřich NERUDA, Alois PRAX, Radomír ULRICH, Valerij NADEZHIN, Jan GAŠPÁREK a Eduard POKORNÝ. Roots under the load of heavy machinery in spruce trees. *European Journal of Forest Research* [online]. 2006, 125(2), 111-128 [cit. 2018-04-07]. DOI: 10.1007/s10342-005-0081-7. ISSN 1612-4669. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10342-005-0081-7>
- OLENA BLINKOVA, VITALIY LAVROV, Study of soil water-erosion intensity and vegetation cover of an oak-spruce forest in the Pokutsko-Bukovina Carpathians, Ukraine, *Arch Biol Sci.* 2017;69(4):627-636 DOSTUPNÉ: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-4664/2017/0354-46641700008B.pdf>
- PEŠKOVÁ, Vítězslava; SOUKUP, František; KNÍŽEK, Miloš: Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická práce*, 4/2016. Dostupné na: http://www.vulhm.cz/sites/files/soubory/24_LOS/Kurovcova_kalamita/2016_LOS_letak_BO_a_sucho.pdf
- PEŠKOVÁ, Vítězslava; SOUKUP, František; LUBOJACKÝ, Jan: Největší fytopatologické problémy posledních 20 let. *Zpravodaj ochrany lesa* 18 (2015) 59-65. Dostupné na: http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Zpravodaj_LOS_sv._18_2015.pdf#page=60
- SIMANOV, Vladimír; HRONÍČKOVÁ, Eva: LACINÉ TĚŽEBNÍ TECHNOLOGIE A JEJICH DRAHÉ NÁSLEDKY. *Lesnická práce* č.2/99. Dostupné na: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-78-1999/lesnicka-prace-c-2-99/lacine-tezebni-technologie-a-jejich-drahe-nasledky>
- SOUKUP, František; PEŠKOVÁ, Vítězslava: Odumírání borovice lesní v ČR v roce 2004. *Lesnická práce* č. 8/04. Dostupné na: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-83-2004/lesnicka-prace-c-8-04/odumirani-borovice-lesni-v-cr-v-roce-2004>
- STANĚK, Jiří: Výklad pojmu „těžba“. *Lesnická práce* č. 1/02. Dostupné na: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-81-2002/lesnicka-prace-c-1-02/vyklad-pojmu-tezba>
- SYNEK, Michal: Návrh na využití GIS pro multikriteriální hodnocení šetrných přibližovacích technologií v lesnictví, disertační práce, 2014.

ULRICH, R. a kol.: Vliv rozsahu poškození na výskyt a intenzitu infekce dřevokaznými houbami, Studie MZe ČR. Výzkumná zpráva. Brno. (2000)

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM, pobočka Stará Boleslav. Textová část oblastního plánu rozvoje lesů. Přírodní oblast 10, Středočeská pahorkatina. Platnost 2001-2020. Dostupné na:

http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO10-Stredoceska_pahorkatina.pdf

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM: Užívání k přírodě šetrných technologií při hospodaření v lesích. 2007. Dostupné na:

<http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/metodiky/UKPSTPHVL.pdf>

VAVŘÍČEK, Dušan, Radomír ULRICH a Aleš KUČERA. Ochrana půdy v těžebně-dopravní činnosti. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-148-2

VODŇANSKÝ, Miroslav: Vliv narušení potravního cyklu jelení zvěře na vznik a rozsah škod loupáním a ohryzem. Myslivost, říjen 2001. Dostupné na: <http://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2001/Rijen---2001/VLIV-NARUSENI-POTRAVNIHO-CYKLU-JELENI-ZVERE-NA-VZN> (3.2.2018)

Všeobecná encyklopedie v osmi svazcích. Praha: Diderot, 1999. Encyklopedie Diderot. ISBN 80-902723-0-4.

YU, Aihua; GALLAGHER, Tom; MITCHELL, Dana; O'NEIL, Brandon: Application of a Small-Scale Equipment System for Biomass Harvesting. Small-scale Forestry (2017) 16:133–146

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky: Report on the state of forests and forestry in the Czech Republic. Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce, 1995. ISBN 978-80-7434-389-6. Dostupné na:

http://eagri.cz/public/web/file/567452/Zprava_o_stavu_lesa_2016.pdf