

Česká zemědělská univerzita v Praze

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA LESNICKÝCH TECHNOLOGIÍ A STAVEB



**Speciální stroj a jeho využití v soustředování dříví**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Lukáš Hromádka

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

2020

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Speciální stroj a jeho využití v soustředování dřeva napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů a svým podpisem dávám souhlas se zveřejněním práce podle zákona o VŠ.

V Praze dne:

.....

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lukáš Hromádka

Lesní inženýrství

Název práce

**Speciální stroj a jeho využití v soustředování dříví**

Název anglicky

**Special machine and its use in forwarding**

---

### **Cíle práce**

Cílem práce je ověření praktické využitelnosti speciálního stroje, analýza pracovních procesů při soustředování dříví a příprava uživatelské dokumentace.

### **Metodika**

Práce bude zahrnovat rešeršní i praktickou část. V rešeršní části práce bude zpracována problematika soustředování dříví vyvážením se zaměřením na předmýtní těžbu a plantáže rychle rostoucích dřevin. V praktické části budou zpracovány a vyhodnoceny výsledky terénních prací – ověřování praktické využitelnosti stroje. V rámci terénních prací bude provedeno časové snímkování pracovních operací, bude vytvořen popis stroje a základní uživatelská dokumentace.

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

lesní těžba, soustředování dříví, vyvážení dříví

---

**Doporučené zdroje informací**

- HARTSOUGH, B. R., STOKES, B. J., KAISER, C. Short-rotation poplar: a harvesting trial. Forest products journal, 1992, 42.10.
- MACPHERSON, G. et al. Home-grown energy from short-rotation coppice. Farming Press Ltd., 1995.
- MOUSAVI, R., et al. Evaluation of full tree skidding by HSM-904 skidder in patch cutting of aspen plantation in Northern Iran. Journal of Forest Science, 2012, 58.2: 79-87.
- PŘÍHODA, J. Automatizace sklizně rychle rostoucích dřevin, Lesnická práce, 2013, roč. 92, č. 5, s. 23 – 24. ISSN 0322-9254.
- SCHOLZ, V. Rychle rostoucí dřeviny – technologie sklizně. Biom.cz [online]. 2009-07-01 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.
- SPINELLI, R., HARTSOUGH, B. R. Harvesting SRF poplar for pulpwood: Experience in the Pacific Northwest. Biomass and Bioenergy, 2006, 30.5: 439-445.
- TURNER, T. L., HUYLER, N. K., BOUSQUET, D. W. Farm tractor skidding costs in relation to profitability of a fuelwood harvesting system. Northern Journal of Applied Forestry, 1988, 5.3: 207-210.
- VANBEVEREN, S. P. P., et al. Operational short rotation woody crop plantations: Manual or mechanised harvesting?. Biomass and Bioenergy, 2015, 72: 8-18.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2018

**doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 4. 2018

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 08. 12. 2018

---

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Štíchovi, Ph.D. za ochotný a lidský přístup a odborné vedení při vypracování této diplomové práce.

## **Abstrakt**

HROMÁDKA, Lukáš. Speciální stroj a jeho využití v soustředování dříví. [Diplomová práce]. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. 2021. 68 s.

Diplomová práce je zaměřena na problematiku týkající se soustředování dříví pomocí speciálního vyvážecího stroje a jeho aplikace v předmýtních těžbách. Teoretická část vymezuje celou problematiku spojenou s těžbou dříví v našich lesích a v rámci předmětných těžeb, včetně pěstování topolů, které tvoří dokonalou zásobárnu užitkového dříví. Praktická část se zabývá popisem vybraných těžebních zařízení a především analýzou speciálního stroje pro soustředování dříví. V úvodní části diplomové práce jsou cíle a metody, které byly stanoveny v rámci zpracování zadání práce, respektive plánované analýzy zkoumaného zařízení. V rámci šetrného hospodaření v lesích je těžba uskutečňována pomocí mechanizace, která nemá zásadní vliv na životní prostředí. Mezi šetrnou mechanizaci řadíme různé prostředky, kterými je prováděna doprava dříví z porostu k přibližovací lince. Jedná se hlavně o stroje, které nepůsobí velký tlak na půdu, po němž by docházelo k jejímu zbytečnému zhutnění. Parametry šetrné mechanizace dosahuje např. Železný kuň, který je vhodný do předmýtních těžeb, kde díky své jednoduchosti a menším rozměrům splňuje podmínky pro dosažitelnost a efektivnost soustředovaného dříví. Nízká nákladovost je jednou z velkých výhod zařízení, která rovněž sehrává důležitou roli. Těžební zařízení pracuje s použitím navijáku a dokáže přitáhnout i větší objemy dříví.

Je zapotřebí konstatovat, že informace o stroji vznikly a byly podchyceny na Fakultě lesnické a dřevařské v Praze. Kompletní sumarizace prostředků určených ke stroji jsou popsány v následujícím textu této diplomové práce.

### **Klíčová slova:**

Lesní těžba, speciální vyvážecí stroj, soustředování a vyvážení dříví.

## **Abstract**

HROMÁDKA, Lukáš. Special machine and its use in gathering wood. [Thesis]. Czech agrary university in Prague. Faculty of Forestry and Wood Technology. 2021. 68 p.

The diploma thesis is focused on issues related to the concentration of wood using a special export machine and its application in pre-toll harvesting. The theoretical part defines the whole issue associated with logging in our forests and in the subject logging, including the cultivation of poplars, which form a perfect stockpile of timber. The practical part deals with the description of selected harvesting equipment and especially the analysis of a special machine for gathering wood. In the introductory part of the diploma thesis are the goals and methods that were set in the processing of the work assignment, respectively the planned analysis of the researched equipment. Among the gentle mechanization we include various means by which the transport of wood from the stand to the approach line is performed. These are mainly machines that do not put much pressure on the soil, after which it would be unnecessarily compacted. The parameters of gentle mechanization are achieved, for example, by the Iron Horse, which is suitable for pre-toll mining, where, thanks to its simplicity and smaller dimensions, it meets the conditions for the reachability and efficiency of concentrated wood. Low cost is one of the great advantages of the device, which also plays an important role. The harvesting equipment works with the use of a winch and can attract even larger volumes of wood. It is necessary to state that information about the machine originated and was captured at the Faculty of Forestry and Wood Technology in Prague. Complete summaries of the means intended for the machine are described in the following text of this diploma thesis.

## **Keywords:**

Forestry, special forwarding machine, gathering and balancing wood.

## OBSAH

Úvod.....	10
1 Cíl práce.....	12
2 Teoretická východiska.....	13
2.1 Dřevo a jeho význam pro společnost.....	13
3 Les.....	15
3.1 Užívání lesa .....	15
3.2 Těžba lesa a její význam.....	17
3.2.1 Druhy těžby.....	18
3.2.2 Vyznačování těžebního zásahu.....	20
3.2.3 Vyznačování stromů a linek .....	20
4 Doprava dříví .....	22
4.1 Soustředování dříví .....	22
4.2 Manuální soustředování dříví.....	23
4.3 Gravitační soustředování dříví .....	23
4.4 Animální soustředování dříví.....	24
4.5 Mechanizované a kombinované pozemní soustředování.....	25
5 Rychle rostoucí dřeviny .....	26
5.1 Pěstování rychle rostoucích dřevin.....	27
6 Sklizeň rychle rostoucích dřevin.....	30
7 Technologie sklizně rychle rostoucích dřevin.....	34
7.1 Zpracování rychle rostoucích dřevin na štěpku .....	35
Sklízecí řezačka Krone Big X.....	35
8 Vývojové programy .....	37
9 Metodika práce.....	38
10 Elektrický vyvážecí stroj a jeho použití .....	39
10.1 Dosavadní technika používaná pro soustředování rychle rostoucích dřevin .....	40



10.1	Elektrický vyvážecí stroj a jeho možnosti provedení .....	40
11	Vlastní analýza a její výsledky .....	45
	Doporučení pro praxi .....	58
	Diskuze .....	59
	Závěr .....	63
	Seznam literatury .....	64
	Obrázky .....	67
	Tabulky .....	68

## Úvod

Biodiverzita patří mezi jednu z nejdůležitějších oblastí ekologie a tvoří základní princip fungování přírody (Gaston, 2010). K základním ukazatelům biodiverzity patří i množství mrtvého dřeva ponechaného v lese, čímž dochází k jeho tlení a vytvářejí se tak prostředí vhodná pro růst a výskyt různých druhů hub a dalších organismů (Mayer, 2006). Vlivem působení okolního prostředí na dřevo dochází k uvolňování určitého množství CO<sub>2</sub>. V současné době se uvádí, že dochází k úbytku mrtvého dříví v lesích (Odenbaugh, 2009). Je to způsobeno především nadměrným množstvím těžby, které se v současné době konají (Seibold et al., 2015).

S postupně zrychlující se životním tempem roste poptávka i po dřevní hmotě. Tím, že neumíme dříví dokonale využívat k našim potřebám, dochází často k jeho znehodnocení a bývá mnohdy použito pouze jako palivo. Problémem je také v tom, že dříví, které bylo vytěženo, bývá často exportováno do okolních států a tím dochází k velkému úbytku biomasy, která je prodávána s podhodnocením (Horák & Rébl, 2013). Při těžbě také dochází k tomu, že půda, která je narušena těžebními stroji, bývá nadměrně hutněna, a tím i znehodnocována, protože jsou narušeny vlivem nadměrného tlaku půdní vrstvy. V současné době existují stroje, které dokážou eliminovat tlak na půdu takovým způsobem, aby nebyla narušena její celistvost a rovněž její fyzikální vlastnosti. Pro tyto účely se nejčastěji používají vyvážecí stroje různého typu. Jednou z možných variant řešení problému je použití vyvážecí soupravy, která eliminuje tlak na půdu a nepůsobí rozsáhlé škody. Tato vyvážecí souprava však má nevýhodu v tom, že potřebuje více prostoru jak na manipulaci, tak na průjezd porostem (Evans et al., 1983). Proto se musí porosty rozčleňovat a vytvářet linky. Linky v mladých porostech po čase zarostou a je potřeba je obnovovat. V případě velkých vyvážecích strojů, jako mohou být forwardery, je potřeba myslet na dostatečnou šířku linek. Pro tyto případy, kdy v porostu probíhá předmýtní těžba, je potřeba zapotřebí naplánovat správnou využitelnost a rentabilitu stroje. V předmýtních těžbách je vhodnou volbou použití železného koně, který je dostatečně výkonný vzhledem k hmotnosti dřeva a zároveň šetrný k životnímu prostředí (Alegre et al., 1999).

Diplomová práce se skládá ze dvou hlavních částí – teoretické a analytické. V teoretické části jsou uvedeny definice a pojmy vztahující se k problematice lesnictví a praktická část představuje komparativní a kvalitativní analýzu vybraných těžebních zařízení.

## 1 Rešerše

Na plantážích rychle rostoucích dřevin se nejčastěji k soustředování používá zemědělský nebo lesnický traktor, který je na rozdíl od zemědělského vybavený lesnickou nástavbou. Tyto traktory mají mnoho nevýhod, mezi které například patří špatná prostupnost plantáží kvůli šířce traktoru, vysoké pořizovací a provozní náklady a také hlučnost. Pro větší plantáže se občas používají speciální sklízecí stroje podobající se zemědělským sklízecím strojům, ale jejich cena a související provozní náklady jsou velmi vysoké. Možným řešením pro tuto složitou situaci je zavedení nových metod těžby, respektive dopravy vytěženého dříví. Určitým řešením je zavádění nových speciálních strojů, které vytěžené a soustředěné dříví budou dopravovat na určená místa k dalšímu zpracování. Vedle traktorů a speciálních těžebních strojů se dá při dobývání a odvozu dříví využít např. vyvážecí souprava. Jedná se o spojení dvou mechanizačních prostředků - traktoru a vyvážecího vleku. Vyvážecí vlek je vybaven hydraulickým jeřábem a drapákem pro nakládku výřezů nebo větví. Maximální délka sortimentu pro přepravu je 6 metrů. U vyvážecího vleku je možné také změnit nástavbu z klanicové na sklápěcí plošinu, poté umožňuje přepravu sypkých nebo kusových materiálů. Je také možné, aby jeřáb na vyvážecím vleku plnil funkci jako bagr tzv. výkopovou, přičemž se na něho umístí výkopová lopata a mohou se provádět zemní práce. Z uvedeného je zřejmé, že vlek je při svém užívání univerzální. Podobným dojmem působí i elektrický svážecí stroj, který je hlavním bodem této diplomové práce. Jak ukázala následná analýza této mechanizace, její volba byla dobrá, protože v místě provádění jednotlivých testů se vyskytovalo mnoho dříví z probírek. Přestože časové rozložení vyvážení bylo pomalejší, svoji efektivitu a účinnost mělo. Nasazení elektrického svážecího stroje tedy v daném případě svoje opodstatnění mělo.

## 2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je ověření praktické využitelnosti speciálního stroje, analýza pracovních procesů při soustředování dříví a příprava uživatelské dokumentace včetně ověření správnosti nasazení a využití speciálního stroje v plánovaných předmýtních těžbách. Aby mohl být hlavní cíl naplněn, musely být rozpracovány dílčí cíle, které pomohou z pohledu porovnání výhodnosti nasazení analyzovaných těžebních zařízení železného koně a lehkého speciálního stroje. V rámci průzkumného šetření proto byla stanovena analýza poměrů výkonu a efektivnosti v různých vzdálenostech (na metry) různém terénu.

### 3 Teoretická východiska

V teoretické části práce jsou popsány nejdůležitější pojmy spojené s těžbou, soustředováním dřeva, pěstováním a sklizní rychle rostoucích dřevin.

#### 3.1 Dřevo a jeho význam pro společnost

Dřevo bylo prvním materiálem, který lidstvo využívalo a z pohledu spotřebovaného množství zůstává nadále, kromě vody, nejdůležitější surovinou. Vztah člověka k lesu převládá již od dob pravěku jako užitkový zdroj.<sup>1</sup>

Dřevina je obecný pojem, který charakterizuje růstový typ rostlin vytvářející více let rostoucí dřevnatící stonky s obnovovacími pupeny, které oboje dokážou překonat nepřízeň různých ročních období.<sup>2</sup>

##### 2.1.1 Charakteristika dřeva jako materiálu

Mezi charakteristiky dřeva jako materiálu patří:

- energetické, mechanické a chemické využití,
- snadná obrobiteľnosť,
- decentralizovaný výskyt,
- k produkci dřeva je zapotřebí minimální vklad člověkem dodávané energie,
- nízká spotřeba energie při jeho zpracování,
- vynikající mechanické vlastnosti dřeva při jeho nízké vlastní hmotnosti, která se využívá zejména ve stavebnictví a nábytkářství,
- vynikající tepelný izolant,
- recyklovatelnost, lze vícenásobně použít,

---

<sup>1</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>2</sup> KOLAŘÍK a kol., 2005.

- obnovitelná surovina,
- neškodná likvidovatelnost dřevěných výrobků po ukončení jejich životnosti i odpadů, které vznikají ve všech fázích výroby produktů ze dřeva.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

## 4 Les

Funkce lesa lze definovat jako působení lesních ekosystémů na okolí. Členíme na produkční a mimoprodukční. Musíme však rozlišovat funkce lesa a funkce lesního hospodářství. Funkce lesního hospodářství jsou výrazem aktivity lesního hospodáře a jsou to účinky lesních ekosystémů, které využívá člověk k dosažení svých cílů. V roce 1998 na 3. ministerské konferenci o ochraně lesů v Lisabonu, byly vymezeny funkce, kterými les přispívá k trvale udržitelnému rozvoji, na funkce:

- Ekologické – ochrana globálního a lokálního životního prostředí, protierozní ochrana půdy, ochrana vodních zdrojů a krajiny před živelnými katastrofami a ochrana přírody atd. Ekonomické – zdroj zaměstnání a příjmů na venkově, obnovitelný přírodní zdroj využitelné dřevní suroviny.
- Sociální a kulturní – rekreační.<sup>4</sup>

### 4.1 Užívání lesa

Každý z nás má právo do lesa vstupovat na vlastní nebezpečí, sbírat tam pro vlastní potřebu lesní plody a také na zemi ležící suchý klest. Má přitom povinnost les nepoškozovat, nenarušovat lesní prostředí a dbát pokynů vlastníků, případně nájemce lesa nebo jeho zaměstnanců. Chovatelé včel, se souhlasem vlastníka lesa, mohou umisťovat svá včelstva na lesních pozemcích v zájmu podpory ekologické rovnováhy, opylování rostlin, využití medovice a zlepšení produkce semen lesních dřevin.

Orgán státní správy lesů má pravomoc na základě návrhu vlastníka lesa nebo také z vlastního podnětu z důvodu ochrany lesa nebo v zájmu zdraví a bezpečnosti občanů rozhodnout o dočasném omezení nebo vyloučení vstupu do lesa, ovšem nejdéle po dobu 3 měsíců.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> KUPČÁK, 2003.

<sup>5</sup> Public-sbirky-archiv. [Cit.2020-12-21]. Dostupné online na: <https://www.epravo.cz/dataPublic/sbirky/archiv/sb76-95.pdf>.

### 3.1.1 Kategorizace lesa

V České republice je členění lesa zakotveno v lesním zákoně. Dle převažujících funkcí se lesy zařazují podle kategorií, na lesy ochranné, lesy zvláštního určení a lesy hospodářské. O jejich zařazení do příslušné kategorie rozhoduje orgán státní správy lesů na návrh vlastníka lesa nebo z vlastní iniciativy.<sup>6</sup>

Lesy se člení dle převládajících funkcí na:

- lesy ochranné,
- lesy zvláštního určení,
- lesy hospodářské.

Lesy ochranné tvoří lesy na mimořádných stanovištích (sutě, prudké svahy, rašeliniště, kamenná moře a další), vysokohorské lesy nacházející se pod hranicí stromové vegetace chránící níže položené lesy a lesy, které jsou na exponovaných hřebenech a lesy v klečovém vegetačním stupni. Orgán státní správy lesů rozhoduje o zařazení nebo vyřazení do kategorie ochranných lesů na návrh vlastníka anebo z vlastního podnětu.

Lesy zvláštního určení jsou lesy, které nepatří do kategorie ochranných lesů. Nacházejí se v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně, v ochranných pásmech zdrojů přírodních léčivých a stolních minerálních vod a lesy, které se nacházejí na území národních parků a přírodních rezervací. Do této kategorie lze zařadit i lesy, u kterých je veřejný zájem na zlepšení a ochraně životního prostředí, tedy mimoprodukční funkce lesa a je nadřazen produkčním funkcím. Patří sem například lázeňské a příměstské lesy se zvýšenou rekreační funkcí, lesy sloužící lesnické výuce, lesy v přírodních rezervacích a další. Orgán státní správy lesů má pravomoc rozhodovat o zařazení do této kategorie nebo vyřazení z ní na návrh vlastníka nebo z vlastního podnětu. Lesy hospodářské jsou lesy, které nejsou zařazeny v předchozích kategoriích.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> KUPČÁK, 2003.

<sup>7</sup> *Těžba lesa*. [Cit.2020.12.21]. Dostupné online na: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995.#289.cast1>.



## 4.2 Těžba lesa a její význam

Těžba a doprava dříví jsou technické a technologické činnosti, které jsou v rukou lesního hospodáře, který musí zvolit vhodnou těžební a dopravní technologii tak, aby byla udržena ekologická stabilita lesních porostů.<sup>8</sup>

*„Lesní těžba je tradiční název rozsáhlé části lesnictví, zabývající se kácením stromů a jejich opracováním, dopravou dříví z lesních porostů k odvozním cestám, odvozem dříví po nich, druhováním dříví na skladech, dopravou dříví po železnici a prodejem dříví odběratelům.“<sup>9</sup>*

„Les se pěstuje sekerou,“ býval častý výrok našich předků, který upřesnil v roce 1931 významný český lesník Josef Konšel (1875 - 1958), kdy prohlásil, že výkon probírky je výkonem těžebním, ale její hlavní účel je především pěstební, a proto i její výkon musí být zaměřen čistě pěstebně. Z toho plyne, že v žádném případě není lesní těžba protikladem pěstování lesů, ale naopak společně tvoří nedílný celek. V případě výchovných těžeb je to snadno pochopitelné, ale často se opomíjí, že obnovní těžba je jako sklizeň mytně zralých porostů východiskem jejich obnovy a tím pádem i pěstebním opatřením.<sup>10</sup>

K dosažení pěstebních cílů je nutné zvolit optimální nástroj, tak aby provedení těžby a doprava dříví byly přizpůsobeny přírodním podmínkám a současnému stavu porostů a tyto činnosti přispěly k udržení lesních ekosystémů a nijak je nenarušily nebo dokonce nezpůsobily jejich rozpad.<sup>11</sup> Lesní hospodář tedy musí mít jasnou představu o tom, jakou zvolí technologii těžby, dopravy dříví a jak své záměry uskuteční.

Vlastník lesa je podle zákona 289/1995 Sb. § 33 povinen provádět přednostně nahodilou těžbu, aby nedocházelo k vývinu, šíření a množení škodlivých organismů. (zákon 289/1995) Odstraňování nemocných, poškozených a stromů napadených škůdci a chorobami je jedním z cílů provádění těžby v lesích.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>9</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006, s. 38

<sup>10</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>11</sup> Lesní těžba. [Cit.2020-12-22]. Dostupné online na: <http://lesy.cz/drevo/lesnitezba/>.

<sup>12</sup> Tamtéž.

Lesy České republiky, s. p. patří mezi nejvýznamnější producenty trvale obnovitelné suroviny tedy dřevní hmoty na území České republiky. Roční výše těžby je přibližně 7,5 miliónu m<sup>3</sup>.

Hlavním cílem provádění těžby dříví je:

- zvyšování odolnosti,
- zvyšování stability,
- zvyšování kvality a druhové rozmanitosti lesa v mladším věku.

V mladším věku se uskutečňuje tzv. těžba výchovná a také včasné zahájení přirozených procesů obnovy lesa novými, odolnějšími a kvalitnějšími porosty, tzv. těžba obnovní.<sup>13</sup>

V lesích České republiky se v roce 2017 vytěžilo 19,4 miliónu m<sup>3</sup> dřeva bez kůry, což oproti předcházejícímu roku tvořilo 10% nárůst. Převládala výrazně těžba jehličnanů. Oproti tomu se plocha zalesňování v posledních letech nemění. V roce 2017 dosáhla 20 tisíc hektarů, kdy podíl listnatých dřevin tvořil 42% a převládaly buk a dub. Z jehličnanů se zalesňovalo hlavně sazenicemi smrku a borovice. Nejvíce se zalesňovalo v Olomouckém kraji.<sup>14</sup>

### 3.2.1 Druhy těžby

- výchovná (předmýtní úmyslná) těžba, která se provádí v porostech do věku 40 let za účelem zvýšení stability, kvality a také druhové pestrosti lesních porostů, které jsou v mladém věku,
- výchovná (předmýtní úmyslná) těžba se provádí v porostech nad věk 40 let a je určena k podpoře stability, kvality a také druhové pestrosti lesních porostů ve starším věku,
- obnovní (mýtní úmyslná) soustředěná těžba je určena k obnově lesních porostů, které jsou starší 80 let formou soustředěné těžby nepřesahující velikost těžené plochy, a nový lesní porost vzniká vedle obnovovaného porostu,

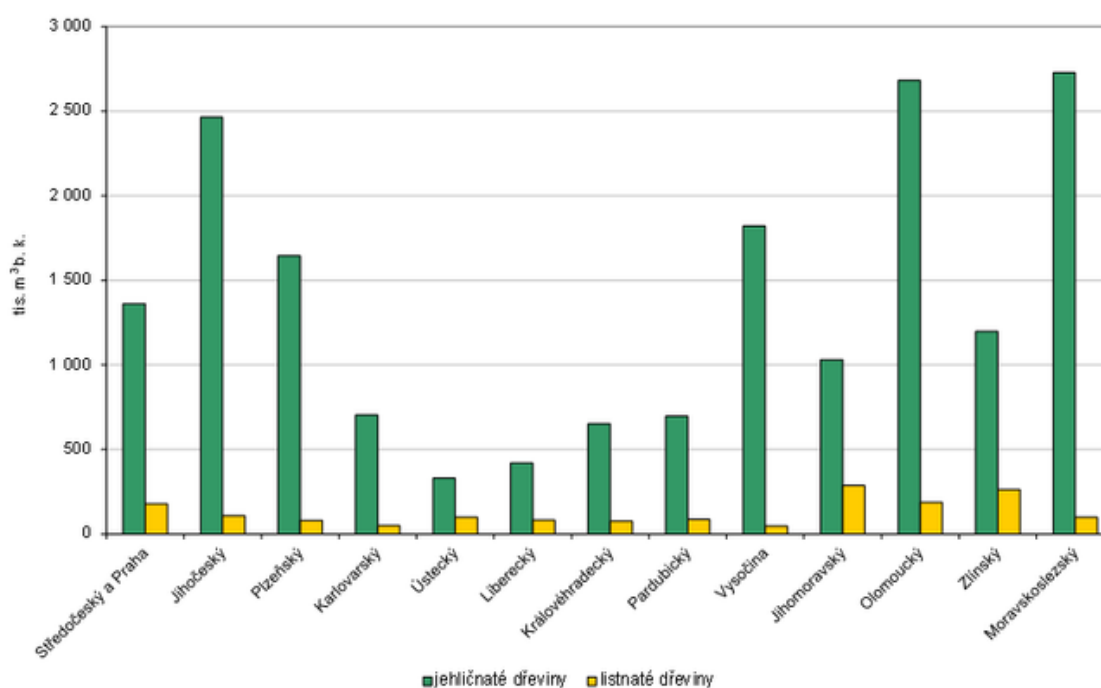
---

<sup>13</sup> Tamtéž.

<sup>14</sup> *V českých lesích se vytěžilo rekordní množství dřeva.* [Cit.2020-12-22]. Dostupné online na: <https://www.czso.cz/csu/czso/v-ceskych-lesich-se-vytezilo-rekordni-mnozstvi-dreva>.

- obnovní (mýtní úmyslná) podrostní a výběrní těžba určená obnově lesních porostů starších 80 let clonným a výběrním postupem, kdy nový lesní porost vzniká pod ochranou obnovovaného mateřského porostu,
- nahodilá těžba se provádí v lesích, a to v důsledku působení škodlivých činitelů (sníh, námraza, vítr, hmyzí škůdci, houbové choroby apod.),
- mimořádná těžba je prováděna v lesních porostech a to v důsledku rozhodnutí orgánů státní správy a odlesnění pro výstavbu liniových nebo jiných staveb apod.<sup>15</sup>

Obrázek 1 - Těžba dřeva dle krajů v roce 2017



Zdroj: <https://www.czso.cz/>.

<sup>15</sup> Tamtéž.

Tabulka 1 - Těžba dřeva podle druhů dřevin a nahodilé těžby v ČR

Dřeviny		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Težba dřeva celkem</b>		<b>16 736 274</b>	<b>15 381 218</b>	<b>15 061 130</b>	<b>15 330 780</b>	<b>15 475 959</b>	<b>16 162 645</b>	<b>17 616 553</b>	<b>19 387 109</b>
Jehličnaté	celkem	15 066 146	13 340 375	13 055 720	13 228 512	13 471 533	14 384 593	15 923 807	17 735 204
	smrk, jedle, douglaska	12 396 949	10 900 496	10 619 861	10 817 331	11 143 020	12 365 233	14 131 494	15 914 823
	borovice všech druhů	2 082 837	1 900 250	1 899 022	1 879 446	1 804 859	1 557 567	1 367 812	1 363 379
	modřín	585 372	539 540	536 732	531 568	523 278	461 622	424 038	456 929
	ostatní jehličnaté	988	89	105	167	376	171	463	73
Listnaté	celkem	1 670 128	2 040 843	2 005 410	2 102 268	2 004 426	1 778 052	1 692 746	1 651 905
	dub	385 605	433 946	476 968	484 637	448 112	409 916	390 544	352 666
	buk	812 475	1 009 603	887 332	949 101	896 823	763 390	746 856	720 888
	jasan	68 687	98 801	87 506	103 182	106 409	119 743	123 577	151 804
	javor	29 947	43 640	45 387	54 014	47 295	43 309	38 139	41 681
	lípa	62 303	77 126	81 794	73 665	73 488	66 441	53 993	51 784
	olše	30 053	35 280	45 912	48 158	47 432	41 601	35 088	39 520
	bříza	140 035	154 536	179 823	191 907	199 589	174 115	162 406	150 892
	topol, vrba, osika	59 151	83 782	90 007	94 305	96 970	82 742	65 227	69 057
	ostatní listnaté	81 872	104 129	110 681	103 299	88 308	76 795	76 916	73 613
<b>Nahodilá těžba (z těžby dřeva celkem)</b>		<b>6 458 564</b>	<b>3 819 842</b>	<b>3 236 561</b>	<b>4 247 512</b>	<b>4 526 952</b>	<b>8 153 095</b>	<b>9 399 229</b>	<b>11 742 894</b>
v tom	živelní	4 074 501	2 169 887	1 699 764	2 276 715	2 455 236	4 387 506	2 635 711	4 345 044
	exhalační	27 234	20 901	22 500	22 249	18 501	28 249	29 287	20 197
	hmyzová	1 787 624	1 054 475	785 502	1 051 884	1 132 846	2 309 173	4 420 065	5 852 984
	ostatní	569 205	574 579	728 795	896 664	920 369	1 428 167	2 314 166	1 524 669

Zobrazení těžby v ČR od roku 2010 podle druhů a nahodilé těžby.

### 3.2.2 Vyznačování těžebního zásahu

„Operátoři harvestorů pracují často za podmínek určitého stresu, který může být vyvolán klimatickými, přírodními i technickými faktory. Je třeba jim práci ulehčit, a to především správným vyznačením stromů a linek, což je povinnost majitele lesa.“<sup>16</sup>

**K vyznačení se nejčastěji používají reflexní stříkací barvy a to oranžová, žlutá a světle zelená. Vyznačení linek by měl v zásadě provádět odpovědný lesník po případné konzultaci s operátorem, který bude provádět zásah.**

**3.2.3 Vyznačování stromů a linek**

Stromy určené k těžbě se vyznačují nejméně dvěma tečkami, které mají průměr cca 7 cm a jsou ve výšce 1,2 metru a umístěné na protilehlých koncích obvodu kmene kolmo k lince nebo příčnou čarou o délce 1/3 obvodu stromu.

<sup>16</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006, s. 45.

Vyznačení linky se uskutečňuje od napojení linky na odvozní cestu směrem do porostu, kdy je strom označen podélnou šikmou čarou nebo šipkou, která udává směr pohybu dříví z porostu vyvážecím traktorem. Vyznačování je také možné provádět umělohmotnými páskami, které jsou přírodě neškodné a po jednom roce zvětrají a odpadnou. Páska má výhodu v tom, že je dobře viditelná ze všech stran.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

## 5 Doprava dříví

Dopravou dříví rozumíme veškerý transport, který zahrnuje osoby, předměty a materiály směrem z lesních porostů a opačně. Doprava dříví znamená přemísťování dříví z místa jeho těžby až do místa jeho zpracování. První etapa tohoto procesu se označuje jako primární doprava dříví nebo soustředování dříví. Další etapa je označována jako sekundární doprava dříví, kdy je dříví přemísťováno po komunikačních spojnicích (cesty, železnice a plavební kanály). Podle typu komunikační spojnice je přeprava nazývána jako odvoz dříví, železniční doprava a vodní doprava dříví.<sup>18</sup>

### 5.1 Soustředování dříví

Soustředování dříví znamená veškerý transport, který se provádí od pařezu až na odvozní místo. Pozemní soustředování se uskutečňuje několika způsoby, a to manuálně, gravitačně, animálně, mechanizovaně a kombinovaně.<sup>19</sup>

Soustředování dříví vyvážením je technologickou fází skládající se ze dvou operací, tj. z vyklizování a vlastního vyvážení dříví nebo jen z operace jediné, tj. vyvážení. Obě dvě operace jsou zajištěny jediným mechanizačním prostředkem, tj. vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem. Vyvážecí traktory a soupravy jsou vybaveny hydraulickou rukou s drapákem. Proto může být ve výchovných těžbách vybrán technologický postup, kdy je dříví z porostu od pařezu vyklíženo hydraulickou rukou a poté je nakládáno na vyvážecí traktor nebo soupravu a odvezeno.<sup>20</sup>

Soustředování dříví má dvě fáze: vyklizování a přibližování. Přibližování dříví je transport dříví po přibližovací lince na odvozní místo v polozávěsu za použití speciálních a univerzálních lesních traktorů. Koňské potahy přibližují prostým vlekem stejně jako u vyklizování.<sup>21</sup>

---

<sup>18</sup> Tamtéž.

<sup>19</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>20</sup> *Soustředování dříví*. [Cit.2021-01-02] Dostupné online na: <https://www.vyvazeckadreja.cz/soustredovani-drivi/>.

<sup>21</sup> RADVAN, 1990.

## 5.2 Manuální soustředování dříví

Tažná síla člověka při pracovní rychlosti  $1 \text{ m}^{-1}$  je přibližně 150 N, proto soustředování probíhá pomocí použití dřevorubeckého háčku a vyvážecího kolesového vozíku.

Snášení celých stromů, které byly vytěženy v prořezávkách a prvních probírkách k linkám, snášení tyčí ve výchovných těžbách, snášení 2 m a výjimečně i delších výřezů k lince v moto manuální sortimentní metodě a snášení krátkých výřezů ke korytovým smykům nebo snášení 1 m výřezů při výrobě rovnaného dříví.

Koulení dříví je odvalování dříví sapinou podél podélné osy výřezu při přemístování výřezu na krátké vzdálenosti a v rozvojových zemích na delší vzdálenosti na skládkách.

Kozelcování krátkých výřezů ze svahu do údolí, které bylo používáno hlavně v horských oblastech. Vyklizování výřezů pomocí použití ručních kolesových vozíků. Výřez je jednoduchým způsobem zvednutý do polozávěsu a díky tomu se tažná síla zmenší asi na 1/5 oproti táhnutí po povrchu půdy.

## 5.3 Gravitační soustředování dříví

Tento způsob soustředování dříví byl používán v minulosti a je využíván i v současnosti. Zahrnuje veškeré způsoby přemístování dříví s využitím gravitačního působení.<sup>22</sup>

Sáňkování dříví je jedním ze způsobů gravitačního soustředování a byl používán do 60. let na Šumavě, v Krkonoších a v Beskydech. Tato práce byla velice namáhavá i nebezpečná, a proto od ní bylo postupem času ustoupeno. Později byla nahrazena lanovými dopravními zařízeními. V letním období bylo dřevo ukládáno do hraní rovnaného dříví u průsmků. V zimním období bylo sváženo pomocí saní, které si sánkaři vynést do porostů, kde bylo dřevo naloženo a následně svezeno ze svahu do údolí. Letní příprava dřeva u sánkařských drah se nazývala kuželkování a tento termín byl lokálně zachován pro svazkování dříví a následnou dopravu jiným prostředkem.<sup>23</sup>

Gravitační spouštění ve smycích je rozdělováno podle typu smyků. Gravitační spouštění dříví v mobilních smycích se vrátilo do lesnictví používáním přenosných

---

<sup>22</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>23</sup> Tamtéž.

korytových smyků z plechu nebo plastických hmot. Častý název, který se používá pro mobilní smyky je Long – Line. Úseky korytového smyku mají délku 5 m, vnitřní průměr smyku je 350 mm a jsou spojené nerezovými šrouby nebo klínovými sponami. Sestavená trasa se fixuje lany na stromy a pařezy, dolní konec trasy je dostatečně vysoko nad zemí, aby byl vytvořen manipulační prostor pro spouštění dříví. Pro bezpečnost je důležité, aby se nikdo nepohyboval v době spouštění pod místem vkládání dřeva do koryta v místě odvozu dřeva.<sup>24</sup>

Volné gravitační spouštění dříví se používá v lokalitách, kde nejsou hřebenové a etážové cesty a existují jen cesty údolní. O použitelnosti rozhoduje několik faktorů, mezi které patří sklon a tvar terénu, délka svahu a povrch půdy, roční období, dřevina a objem kmene. Sklon terénu, při kterém je spouštění ze svahu možné, je 20° a na sněhu 15°. Pohyb dříví se řídí zákony pohybu na nakloněné rovině. Z důvodů bezpečnosti práce a menšímu odporu se spouští po tenkém konci. Tento způsob lze použít na krátkých svazích s délkou do 200 metrů.<sup>25</sup>

#### **5.4 Animální soustředování dříví**

Zdrojem tažné síly byly na území ČR volské a koňské potahy. Nástup mechanizace do soustředování dříví byl pozvolný. V roce 1956 byl podíl mechanizovaného soustředování dříví pouhých 17%, v roce 1956 přesáhl 50%. Před rokem 1992 bylo na vyklízování dříví používáno pouze 10% koní. Vyklízováním bylo dříví připravováno pro jiný způsob dopravy, kterou tvořilo 15 až 25% koní. Podíl koní na výrobním procesu soustředování v dnešní době je neznámý. Nevýhodou soustředování dříví koňmi je péče o ně, a to i mimo pracovní dobu, ale vždy se najdou pracovníci, kteří mají rádi zvířata, velmi rádi se o ně starají a takový způsob práce vyhledávají.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Tamtéž.

<sup>25</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

<sup>26</sup> Tamtéž.



## 5.5 Mechanizované a kombinované pozemní soustředování

*„Mechanizované soustředování dříví je již několik desetiletí v ČR i v ostatních lesnicky vyspělých zemích naprosto převládající formou dopravy dříví od lokality pařez na odvozní místo.“<sup>27</sup>*

Rozlišujeme pozemní a vzdušné soustředování dříví, kdy vzdušné je realizováno pomocí lesních lanových pozemních zařízení, např. vzdušnou technikou. Pozemní soustředování lze rozdělit na soustředování dříví vlečením (smýkáním po půdním povrchu) a soustředování dříví vyvážením, tedy transportním prostředkem a dříví není během dopravy v kontaktu s půdním povrchem.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> Tamtéž.

<sup>28</sup> NERUDA, SIMANOV, 2006.

## 6 Rychle rostoucí dřeviny

Rychle rostoucími dřevinami jsou označovány skupiny druhů dřevin, které jsou pěstovány za účelem jejich následného energetického využití. Tyto dřeviny jsou typické svou vysokou objemovou produkcí dřeva, rychlým růstem v prvních letech po výsadbě a také velmi adaptabilním založením porostu pomocí vegetativního způsobu rozmnožování, řízkováním, prutováním atd.<sup>29</sup>

Topoly a vrby patří mezi nejvíce perspektivní rychle rostoucí dřeviny v evropských podmínkách, pěstované na tzv. výmladkových plantážích s krátkou dobou obmýtí. Vysoký výnos nadzemní biomasy, především v prvních letech nebo po opakovaném seříznutí, patří mezi hlavní charakteristiky těchto dřevin.<sup>30</sup>

V posledním desetiletí se hlavně ve Švédsku, Velké Británii, Dánsku, Polsku a Rakousku začalo na velké rozloze zemědělské půdy testovat a také prakticky využívat nové formy zemědělského hospodaření, které využívá rychle rostoucí dřeviny.<sup>31</sup>

V České republice se v našich klimatických podmínkách jedná zejména o vybrané klony topolů (*Populus sp.*) a vrb (*Salix sp.*). Jejich porosty jsou označovány jako výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin nebo energetické plantáže případně energetický les. Jako produkt těchto plantáží je označována dřevní biomasa nejčastěji ve formě štěpky, která se využívá zejména jako palivo. V budoucnu se bude snad využívat i jako průmyslová surovina na výrobu tekutých biopaliv a konstrukčních materiálů.<sup>32</sup>

---

<sup>29</sup> Tamtéž.

<sup>30</sup> *Topoly a vrby k energetickému užití*. [Cit.2021-01-03]. Dostupné online na: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-k-energetickemu-uziti>.

<sup>31</sup> *Výmladkové plantáže*. [Cit.2021-01-03]. Dostupné online na: <https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-devin-pro-produkci-biom.html>.

<sup>32</sup> *Výmladkové plantáže*. [Cit.2021-01-03]. Dostupné online na: <https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-devin-pro-produkci-biom.html>.

## 6.1 Pěstování rychle rostoucích dřevin

Pěstování rychle rostoucích dřevin, se stává stále aktuálnějším tématem, protože je potřeba zvýšit podíl výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, kdy jedním z nich je spalování rostlinného materiálu (především dřevní štěpky). Nastává tedy otázka, na jakých pozemcích pěstovat rychle rostoucí dřeviny? V našich podmínkách jsou dvě možnosti, mezi které patří pěstování na pozemcích zemědělského půdního fondu nebo na pozemcích, které jsou určeny k plnění funkcí lesa.<sup>33</sup>

*„Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro energetické využití je v ČR upravováno zejména právními předpisy rezortů MŽP a MZe.“<sup>34</sup> Důležitý je odhad výnosu biomasy z porostu plantáží rychle rostoucích dřevin, jelikož celkový objem představuje výši ekonomické hodnoty produktu během období růstového cyklu. Odhady se pak liší v metodice a časové náročnosti podle požadavků na cíl.<sup>35</sup>*

První výmladková plantáž byla v České republice vysazena v roce 1994. Od této doby, ale narůstala rozloha plantáží velmi pomalým tempem. Od roku 2000 bylo možné získat na založení porostů dotaci.<sup>36</sup>

Pro pěstování rychlerostoucích dřevin pro energetické účely na pozemcích zemědělského půdního fondu musí být podána žádost o souhlas k dočasnému odnětí půdy ze ZPF. Souhlas k odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu, pokud jde o odnětí o výměře do 1 ha, uděluje místně příslušný obecní úřad obce s rozšířenou působností. O odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu o výměře od 1 do 10 ha, uděluje souhlas místně příslušný krajský úřad. O odnětí o výměře nad 10 ha, uděluje souhlas ministerstvo životního prostředí. Oproti tomu na pozemcích určených k plnění funkcí lesa nelze pěstovat rychle rostoucí

---

<sup>33</sup> *Rychle rostoucí dřeviny.* [Cit.2021-01-03]. Dostupné online na: <http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/legislativa-a-rrd>.

<sup>34</sup> BUBENÍK, J., WEGER, J.: *Provedení odhadu výnosu plantáže RRD nedestruktivní metodou.* Biom.cz [online]. 2014-04-28. [Cit.-2019-08-01]. Dostupné online na: WWW: <<https://biom.cz/cz-rychle-rostouci-dreviny/odborne-clanky/provedeni-odhadu-vynosu-plantaze-rrd-nedestruktivni-metodou>>. ISSN: 1801-2655.

<sup>35</sup> *Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin.* [Cit.2021-01-04]. Dostupné online na: <https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-devin-pro-produkci-biom.html>.

<sup>36</sup> *Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin.* [Cit.2021-01-04]. Dostupné online na: <https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-devin-pro-produkci-biom.html>.

dřeviny, alespoň ne k účelům, pro které se pěstují. Náš současný lesní zákon s pěstováním rychlerostoucích dřevin pro energetické účely jako se způsobem využívání pozemků určených k plnění funkcí lesa nepočítá.<sup>37</sup>

Topoly a vrby patří mezi nejvíce perspektivní rychle rostoucí dřeviny v evropských podmínkách, pěstované na tzv. výmladkových plantážích, plantážích s krátkou dobou obmýtí. Vysoký výnos nadzemní biomasy, především v prvních letech nebo po opakovaném seříznutí patří mezi hlavní charakteristiky těchto dřevin. Nejčastěji pěstovanými druhy v podmínkách České republiky jsou vrby a topoly. Mezi nejrozšířenější patří japonský topol, který je označován jako klon J-105 nebo klon J-104.<sup>38</sup>

Automatizovaná sklizeň plantáží dřevin je potřebná pro úspěšné a ekonomicky efektivní pěstování rychle rostoucích dřevin, které jsou pěstované pro energetické účely. Nasazení mechanizace je tedy významným předpokladem rentability produkce rychle rostoucích druhů dřevin pěstovaných na zemědělských půdách. Náklady na sklizeň činí dle dosavadních výsledků 30 – 60 % celkových nákladů.<sup>39</sup>

Pěstování těchto dřevin se vyvíjí ve dvou směrech. První směr je dříve státem podporované pěstování klonů topolů a vrb v rychlé rotaci pro elektrárny a teplárny, který vyžaduje automatizované zpracování nejčastěji rezačkami se speciálně upravenými adaptéry. Druhým směrem je pěstování japonských topolů v delší rotaci za účelem místního zásobení a také samozásobením palivovým dřívím, kde se uplatňují okružní pily nebo speciální drtiče vyrábějící přímo polínka.<sup>40</sup>

---

<sup>37</sup> Tamtéž.

<sup>38</sup> KRAVKA, 2012.

<sup>39</sup> PŘÍHODA, 2013.

<sup>40</sup> WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí*. Biom.cz. [online]. 2002-01-18 [Cit.-2019-08-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>.

Ihned po výsadbě je dobré zakreslit rozmístění klonů včetně orientace v terénu tak, aby bylo možné tuto plochu kontrolovat. Každá plantáž je v současnosti významným zdrojem informací, jelikož je u nás málo zkušeností s tímto způsobem hospodaření.<sup>41</sup>

Tabulka 2 - **Základní parametry různých porostů rychle rostoucích dřevin s ohledem na předpisy České republiky**

	<b>Matečnice RRD</b>	<b>Výmladková plantáž RRD</b>	<b>Silvikultury</b>
<b>Obvyklé obmýtí</b>	1 rok	2 - 6 let	15 - 25 let
<b>Opakování sklizně</b>	10 - 15x	4 - 8 x ve stejném porostu	není možné
<b>Sortiment dřevin pro výsadbu</b>	doporučené klony topolů a vrb	doporučené klony topolů a vrb	klony topolů
<b>Hustota výsadby</b>	10 000 - 20 000 ks/ha	8 000 - 15 000 ks/ha	300 - 600 ks/ha
<b>Cílový produkt</b>	řízky pro zakládání výmladkových plantáží	štěpka pro energetické využití	sortimenty pro dřevařský případně sirkařský průmysl
<b>Průměrný výnos za celou existenci porostu</b>	100 - 500 000 řízků/rok	5 - 19 tun sušiny/rok	500 - 600 m <sup>3</sup> /ha za 20 - 25 let

Zdroj: <https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-devin-pro-produkci-biom.html>

<sup>41</sup> Tamtéž.

## 7 Sklizeň rychle rostoucích dřevin

Výmladkové plantáže se sklízí ve velmi krátkém obmětí. V našich podmínkách je tato doba něco mezi 3 - 6 roky, což znamená v případě 15 - 25 let existence plantáže sklizeň 4 - 8 krát. V kratších obmětích se nedoporučuje sklízet, jelikož se tím snižuje celková efektivita produkce biomasy.<sup>42</sup>

Obrázek 2 - Sklizeň plantáže



Zdroj: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>

Pro pěstitele je výhodná poměrná volnost při rozhodování, ve kterém roce bude sklízet. V případě, že není výhodná situace na trhu, je možné odložit sklizeň anebo v případě víceletých topolových plantáží je možné také přejít ze štěpky na jednokmenovou lignikulturu pro produkci vlákniny a následné využití v papírenském průmyslu, jako palivové dřevo atd. Pro sklizeň na štěpku jsou zimní měsíce (prosinec - březen) nejvhodnějším obdobím, jelikož je obsah vody v pletivech nejnižší a je také možnost využít volných pracovních sil a strojů. Je vhodné také sklízet, když je půda zmrzlá a není problém s pohybem mechanizace.<sup>43</sup>

<sup>42</sup> Pěstování a sklizeň topolů. [Cit.2021-01-06]. Dostupné online na: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.

<sup>43</sup> Pěstování a sklizeň topolů. [Cit.2021-01-06]. Dostupné online na: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.

Sklizeň plantáže je prováděna několika způsoby. Podstatné je, zda potřebujete suchou (cca 20% vody) nebo mokrou (45 - 55% vody) štěpku.

Suchá štěpka se získává dvěma způsoby. První způsob je jednodušší a spočívá v podříznutí dřeviny a položení mezi řádky, kde se nechá uschnout a následně sebere a seštěpkuje pomocí řezačky. Druhý způsob je trochu náročnější, kdy se dřeviny podříznou, naloží, odvezou z pole na hromady a nechají uschnout a následně pomocí klasické štěpkovačky se seštěpkují.<sup>44</sup>

Mokrou štěpku lze také těžít několika způsoby. Mezi nejjednodušší a také nejrychlejší způsob patří sklizeň klasickou řezačkou na kukuřici typu Class, Krone, John Deer, New Holland atd. Menší stromy s průměrem kmene do 6 - 7 cm mohou tyto řezačky sklízet klasickými lištami na kukuřici bez zvláštních úprav. Na silnější porosty s kmeny cca 7 - 12 cm už potřebují speciální řezací hlavy. Nepatrně náročnější a pomalejší způsob je sklizení pomocí jednořádkové štěpkovačky, která je poháněná náhonem traktoru. Nejnáročnějším způsobem sklizně je pořezání, odvezení na hromady a seštěpkování klasickou štěpkovačkou.<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Tamtéž.

<sup>45</sup> Tamtéž

Obrázek 3 - Adaptér New Holland pro sklizeň rychle rostoucích dřevin



Zdroj: <https://biom.cz/cz/obrazek/adapter-new-holland-pro-slizen-rychle-rostoucich-drevin>.

V současné době se pro sklizeň rychle rostoucích dřevin používá několik technologií: těžba motorovou pilou, pořezání a snopkování a pořezání a štěpkování. Nejpoužívanější metoda sklizně Japonských topolů u nás je klasické kácení pomocí motorové pily a následné štěpkování. Tento způsob je poměrně fyzicky náročný a také pomalý. Mechanizovaná sklizeň vzrostlých stromů se na poměrně malých plochách nevyplatí.<sup>46</sup>

### **Pořezání a snopkování**

Pořezání a snopkování probíhá s jednoduchým přídatným zařízením na traktor nebo specializovaný sklízecí stroj, který podřezává v dané výšce kmínky a spojuje je do snopků. Ty se buď zanechají na plantáži, nebo se odvážejí na místo konečného zpracování, kde se po vyschnutí štěpkují.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> *Pěstování a sklizeň topolů*. [Cit.2021-01-06]. Dostupné online na: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.

<sup>47</sup> *Pěstování a sklizeň topolů*. [Cit.2021-01-06]. Dostupné online na: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.



#### Obrázek 4 Sklizeň rychlerostoucích dřevin



Zdroj: <http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>

#### Požezání a štěpkování

Nejrychlejším a nejekonomičtějším způsobem sklizně štěpky je ten s pomocí sklizňových strojů. Mezi tyto stroje se řadí např. řezačka na kukuřici v kombinaci se speciální řezací hlavou pro sklizeň kmenů do 15 cm. Sklízecí stroje jsou schopné bezprostřední výroby dřevní štěpky a to přímo na poli. Štěpka má sice vyšší vlhkost, ale je snadněji manipulovatelná a dopravovatelná přímo k odběrateli.<sup>48</sup>

Na zemědělských půdách, kde se pěstují rychlerostoucí dřeviny je důležitým předpokladem rentability produkce správné nasazení mechanizace. Náklady na sklizeň činí podle dosavadních zkušeností 30 až 60% celkových nákladů a určují tak výslednou cenu produktu.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> Tamtéž.

<sup>49</sup> *Pěstování a sklizeň topolů*. [Cit.2021-01-06]. Dostupné online na:<http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.

## 8 Technologie sklizně rychle rostoucích dřevin

### Metoda kmenových výřezů

K získání kmenových výřezů je požadována minimálně 10letá obmýtní doba, tedy těžební interval trvající deset let. Porosty topolů nazýváme lignikulturami. V tomto případě je nasazována klasická těžební lesnická technika - ruční motorové pily a harvestory. Těžební technika kácí, odvětvuje a také připravuje kulatinové výřezy, které mají požadovanou délku. Koruny a větve se dle potřeby odvázejí nebo jsou mobilním štěpkovačem zpracovávány přímo na místě.

### Svazková metoda

Při svazkové, tzv. sběrací metodě, jsou jednotlivé stromy nebo výhony dřevin pokáceny a následně sesbírány jedním pracovním úkonem. Vznikají volně ložené nebo drátem, svazkovou přízí ovíjené svazky. Do porostů, které mají delší obmýtní, se nasazuje harvester s kácecí (stříhací) a svazkující hlavicí. U řadových porostů, které mají kratší obmýtní, se využívají tzv. sekací svazkovače. Sekací svazkovače v jednom nepřerušovaném pracovním úkonu stromy pokácejí a na ložné ploše je poté svazkují. Takto vznikající svazky jsou následně vyskladňovány převážně na okraji porostu. Tam je možno je uskladnit neomezeně dlouhou dobu a podle potřeby jsou štěpkovány nebo odváženy.

### Metoda štěpkování

U metody štěpkování se rozlišuje jednofázová a dvoufázová těžba. Při jednofázové těžbě sekacím štěpkovačem se používají samojízdné stroje s nastavnými agregáty, které stromy v jednom pracovním úkonu sekají a následně štěpkují. Tento velmi efektivní pracovní postup byl na celém světě použit ve více než dvaceti vývojových programech, ale jen velmi zřídka je zaveden do praxe. U dvoufázového způsobu těžby, který byl zatím vyzkoušen jen lokálně, navazuje na kácení a štěpkování proces nakládání. V prvním pracovním kroku jsou stromy pokáceny. Ve druhém pracovním kroku jsou v řadách ležící stromy pomocí sběracího bubnu sbírány. Nakonec jsou mobilním štěpkovačem, který může mít mechanickou ruku, štěpkovány. Hlavní nevýhodou této dvoufázové těžby je, že při běžných rozestupech řad může být vždy kácena pouze jedna řada a následně protisměrně štěpkována. Následně poté může být zpracována další řada.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> SCHOLZ, V. *Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně*. Biom.cz [online]. 2009 - 07 -01 [Cit. 2013-04-20].

## **8.1 Zpracování rychle rostoucích dřevin na štěpku**

### **Skřížecí řezačka Krone Big X**

Společnost Krone vyrábí skřížecí řezačku Big X, která má výkon motoru 570 kW (775 PS) s příkladným nárůstem točivého momentu. Motor má velký rozsah konstantního výkonu při velkém nárůstu krouticího momentu. Řidič může pracovat v pohodě i při velmi proměnlivých pracovních podmínkách, aniž by musel stále upravovat nastavení. Motor exceluje s ohromnou pružností, která má i při enormním zatížení dostatečně velkou rezervu krouticího momentu. Řezačku lze osadit skřížecím adaptérem WoodCut 1500. Vkládací a řezací ústrojí si jednoduše poradí i s topoly, které jsou 7 metrů vysoké. Nože osazené na řezacím bubnu vyrobí požadovanou štěpku. Tímto způsobem sklizně se v jednom pracovním kroku sklízí porost ve dvou řadách. Řezačka zpracovává porost v řadách na dřevní štěpku třídy G30. Nakládá ji na soupravu určenou k odvozu, která jede souběžně s řezacím kombajnem. Pomocí skřížecího adaptéru WoodCut 1500 je možné sklízet kmeny o síle od cca 10 do 150 mm při pojezdové rychlosti od 6 do 8 km/h.

### **Řezačky Ny Vraa**

Řezačky Ny Vraa jsou nesené na tříbodovém závěsu traktoru. Jedná se o univerzální adaptéry za traktory, které mají výkon 90-200 HP. Výkon této řezačky je závislý na vzrůstu dřevin a na jejich uspořádání na ploše a pohybuje se v rozmezí od 0,6 - 1 ha/hodinu. Průměrná velikost štěpky je 12 - 20 mm a průměr štěpkované dřevní hmoty mezi 3 až 8 cm podle typu stroje. Řezačka je vhodná pro štěpkování topolů a vrb.

### **Palivové dříví z RRD**

Nejrozšířenější nabídku technologií na výrobu palivového dříví v České republice nabízí společnost DŘEVO-PRODUKT SV. Sortiment firmy zahrnuje rozsáhlou nabídku okružních pil, štípaček a automatických strojů. Nabídku tvoří stroje firmy POSCH, z nichž většinu by bylo možné použít také pro zpracování kmenů topolů z lignikultur a také pro výrobu palivového dříví z jiných dřevin. Kombinované stroje ze série Spaltfix, které dříví zkrátí, rozštípnou a pomocí dopravníku přemístí ují do zásobníku nebo kontejneru. Tyto stroje nabízejí i automatickou výrobu, tedy odvětvení kmene až po polínka.

### **Bilke S3**

Stroj Bilke S3 disponuje rotačním krájecím systémem. Nová generace stroje prošla inovací krájecího nože a systému měření délky, která usnadňuje štípání a vyšší přesnost polen.

Stroj je možné využít i pro štípání prken s maximální hranou 34 cm. Délka polen dělá 230–550 mm.

### **Drtiče Rojek DH 10**

Pro zpracování kmenů rychle rostoucích dřevin na polínka mohou posloužit drtiče dřevní hmoty DH 10. Tyto drtiče dokáží zpracovat dřevo (větve, kulatinu, hranoly, desky, krajiny) od nejtenčích větviček až po průměry okolo 90 mm. Drtící část je tvořena dvěma třínožovými hřídelemi s ozubenými koly. Při otáčení se ostří k sobě rovnoběžně přiblíží a to na vzdálenost 0,1 mm v přímém úhlu 180°. Nože jsou vyrobené ze slitinové nástrojové oceli. Je možno je brousit nebo měnit dokonce i jednotlivě. Drtič zpracovává dřevo a materiál na bázi dřeva do průměru 9 cm.

## 9 Vývojové programy

Pro mechanizovanou těžbu na plantážích s krátkou obmětní dobou existují na celém světě početné vývojové programy. Jejich autoři se snaží postoupit ze stadia prototypů do fáze sériové výroby. Sekací štěpkovače, tedy těžební stroje, které zároveň kácují a štěpkují, se prozatím prosadily ze všech strojů nejvíce. Na trhu jsou nabízeny speciální adaptéry pro zemědělské řezačky určené pro těžbu rozsáhlých porostů vrby a mladých porostů topolu. Vybíjí a postupně se na trhu objevují i cenově dostupnější agregáty na traktory.<sup>51</sup>

Systém pro vyvážecí stroje se při studii v USA ukázal jako funkční alternativa pro produkci štěpky, když půdní podmínky dovolí používat tažné zařízení.<sup>52</sup> Jedna ze studií se uskutečnila i v Iránu. Zde se snažili zjistit časovou náročnost a produktivitu práce. Výsledkem studie bylo zjištění, že sklizeň pomocí drapáků měla 15% časové zpoždění. Toto zdržení může být podle studie sníženo vylepšením plánování a lepší organizací práce. Technické nedostatky a nutné opravy strojů, kvůli kterým docházelo ke zpoždění, budou sníženy pravidelnými servisními prohlídkami a produktivita práce poté bude mnohem vyšší.<sup>53</sup>

Studie probíhaly i v malých soukromých lesích, jelikož byla potřeba zlepšit správu lesů a vyvolala tak zájem o používání menších smykových traktorů k odstranění stromů. Po dobu jednoho roku byl pak sledován zemědělský traktor s pohonem všech kol Massey Ferguson, který byl používán k přibližování palivového dřeva, aby byl vyhodnocen jeho produktivní potenciál.<sup>54</sup>

---

<sup>51</sup> PŘÍHODA, 2013.

<sup>52</sup> HARTSOUGH, STOKES, KAISER, 1992, 42.10.

<sup>53</sup> MOUSAVI at al., 2012, 58.2:79.

<sup>54</sup> TURNER, HUYLER, BOUSQUET, 1988.

## 10 Metodika práce

Pro zpracování celé problematiky byly zvoleny následující metody a postupy:

1. Analýza a komparace doporučené odborné literatury z oblasti studijní látky, resp. těžby a zpracování dřevní hmoty.
2. Studium dokumentů a poznatků, které se zabývají lesnickou technikou a těžebními zařízeními dřevní hmoty.
3. Vlastní průzkum a analýza, které měly přinést konkrétní poznatky o kvalitě a efektivitě těžebního zařízení.

Pro analyzovaná zařízení byla stanovena následující hypotéza:

Domníváme se, že elektrický vyvážecí stroj se svými parametry vyrovná železnému koni a jeho využití je stejně vhodné pro náročnou práci v lese.

V závěru diplomové práce bude stanovená hypotéza verifikována.

## 11 Elektrický vyvážecí stroj a jeho použití

Elektrický vyvážecí stroj pro soustředování dříví na plantážích rychle rostoucích dřevin a v lesních porostech, hlavně v bezpřekážkovém terénu s únosností nad 50 kPa má uplatnění především v předmýtních těžbách, ale je možné ho využít i v nižších objemech a pro vyvážení silnějších sortimentů.

Hlavní výhody stroje oproti dosavadním používaným prostředkům jsou:

- snadná obsluha,
- vynikající prostupnost porostem,
- tichý provoz zajišťující vysokou hygienu práce, provozní bezpečnost i ekologickou šetrnost.

Obrázek 5 - Elektrický vyvážecí stroj



*Zdroj: vlastní*

## **11.1 Dosavadní technika používaná pro soustředování rychle rostoucích dřevin**

Současná těžební a dopravní technika má svoje výhody i nevýhody, avšak vedle výhod, které při porovnání převažují, je zapotřebí, aby se při práci v terénu chovala také ekologicky a svoji vahou zbytečně nepoškozovala křehký lesní terén. Proto se tato část diplomové práce soustřeďuje na elektrický vyvážecí stroj, který svým chováním v terénu v mnoha ohledech předčí těžké dobývací stroje a traktory.

## **11.2 Elektrický vyvážecí stroj a jeho možnosti provedení**

Elektrický vyvážecí stroj řeší výše uvedené nedostatky v současnosti dostupných řešení mechanizace. Konkrétně námi analyzovaný elektrický vyvážecí stroj slouží pro pohodlnou koncentraci dřeva z rychle rostoucích stromových plantáží a z lesních porostů. Lze jej použít také pro přepravu jiného materiálu. Zařízení umožňuje nakládání nebo větvení a export přibližně 1 m<sup>3</sup> (plm) kulatiny v jednom pracovním cyklu. Je svým způsobem univerzální, a proto se dá využít i pro lesní školky, výzkumná zařízení, farmy a další. V rámci svých technických parametrů je vhodný pro dopravu materiálu na kratší vzdálenosti.

### **11.2.1 Konstrukce podvozku**

Stroj má přední a zadní nápravu. Každá je osazena dvěma koly. Oj slouží pro ruční řízení a je napojena k přední nápravě, společně tvořící podvozek vyvážecího stroje. Řídicí oj je teleskopická a obsahuje ovládací rukojeť pro usnadnění ovládání. Konstrukce podvozku je dál tvořena jedním podélným nosníkem. Některé typy jsou vylepšeny dvěma podélnými nosníky rovnoběžnými s podélnou osou stroje, přičemž podélné nosníky jsou upevněny na přední a zadní nápravě vyvážecího stroje.

### **11.2.2 Ovládání**

Vyvážecí stroj má minimálně jednu řídicí jednotku pro ovládání pohonné jednotky. Alespoň jedna řídicí jednotka (může být i programovatelná) je umístěna na konstrukci podvozku. Vyvážecí stroj může také mít dvě řídicí jednotky pro řízení pohonné jednotky, resp.



pro řízení každého motoru pohonné jednotky samostatně. Dále obsahuje startovací jednotku, která je např. v podobě vypínače umístěna na řídicí oji.

### **11.2.3 Pohon**

Vyvážecí stroj má pohonnou jednotku s jednou převodovkou a jedním motorem o výkonu minimálně 0,5 kW. Pro zajištění vyššího výkonu je možné použít motor s vyšším výkonem nebo dvojici motorů. V lepším provedení tvoří pohonnou jednotku dvojice převodovek a motorů s minimálním výkonem 0,5 kW, přičemž každý z motorů přenáší točivý moment na samostatnou převodovku, společně pak tvoří tandemovou paralelní pohonnou jednotku, takže je poháněno dle potřeby pravé nebo levé kolo. Toto uspořádání je výkonnější. Převod může být šnekový nebo řetězový, ve všech možných kombinacích. Pohonná jednotka je obvykle umístěna v podvozku vyvážecího stroje na přední nebo na zadní nápravě nebo v prostoru mezi přední a zadní nápravou. Pohonnou jednotku tvoří dva střídavé indukční motory Transtecno 24 V/800 W. Motory pohání šneková převodovka a jsou řízeny programovatelnými řídicími jednotkami.

### **11.2.4 Zdroj pro pohon**

Pohonná jednotka je poháněna nejméně jednou baterií o minimálním napětí 24 V. Baterii tvoří alespoň jeden její článek. Počet zapojených článků je určen jejich napětím a celkovým požadovaným výkonem. Může se pohybovat mezi 5 až 20 články. Celková kapacita při běžném zatížení je s výhodou alespoň 5 kWh. Vyvážecí stroj může obsahovat i autobaterii nebo jiné vhodné a výkonnější baterie. Pohonná jednotka je tvořena lithium-polymerovými články s kapacitou 100 Ah, přičemž do série je zapojeno 13 článků baterií. Baterie jsou uloženy v izolovaném krytém úložném boxu, který se nachází v prostoru mezi přední nápravou a zadní nápravou. Pohonná jednotka je poháněná dvěma programovatelnými řídicími jednotkami pro řízení pohonné jednotky.

Baterie jsou umístěny, jak bylo zmíněno, v izolovaném krytém úložném boxu, který může obsahovat prostředky pro jeho vyhřev umožňující využití stroje v zimě. Prostředky pro vyhřev boxu mohou být tvořeny izolačním materiálem, vyhřevným tělesem napojeným na baterie, např. ve formě topné fólie a odporového drátu apod.

### **11.2.5 Horní část**

Horní část stroje, tedy část nad podvozkem, pohonnou jednotkou a úložným boxem, je tvořena klanicovým košem pro uložení dříví. Klanicový koš obsahuje minimálně dva příčné

nosníky, které jsou upevněny horizontálně na alespoň jednom podélném nosníku podvozku a kolmo k alespoň jednomu podélnému nosníku.

#### **11.2.6 Teleskopické podélné nosníky**

Velkou výhodou zařízení je, že podélné nosníky lze podle potřeby prodlužovat, a tím i prostor klanicového koše, zvětšovat. Prodloužení je možné na přední anebo na zadní části stroje. Je zajištěno tím, že podélné nosníky obsahují teleskopicky výsuvné rámy v přední anebo zadní části stroje. Vysouvání rámu může být zabezpečeno buď mechanicky nebo elektronicky. Teleskopické rámy podélných nosníků mohou být vzájemně spojeny alespoň jedním příčným nosníkem. V přední části stroje tyto rámy tvoří přední teleskopickou část. A spojené teleskopické rámy v zadní části stroje tvoří zadní teleskopickou část. Přední nebo zadní teleskopická část může mít alespoň jeden pár klanic, přičemž uvedený alespoň jeden pár klanic může být k přední nebo zadní teleskopické části, resp. k alespoň jednomu příčnému nosníku upevněný napevno anebo odnímatelně.

Nosníky a klanice jsou vyrobeny z oceli pro zajištění dostatečné pevnosti, případně jiného vhodného materiálu mající tloušťku alespoň 3 mm.

#### **11.2.7 Další konstrukční výhody stroje**

Součástí klanicového koše je dále odvětvovací jednotka, která se nachází v zadní části stroje. Odvětvovací jednotka obsahuje odvětvovací nože, jeden pevný a dva pohyblivé. Vyvážecí stroj má také prostředky pro protáhnutí stromu odvětvovací jednotkou. Tyto tvoří alespoň jeden naviják, alespoň jedna kladka nebo systém kladek a alespoň jedno lano. Naviják je umístěný pod klanicovým košem.

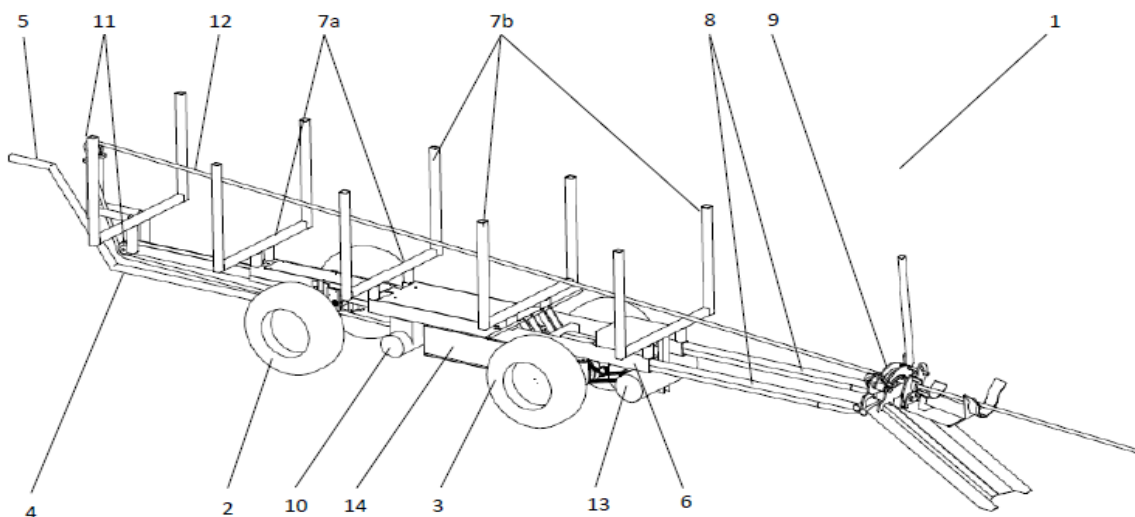
Horní část stroje je tvořena klanicovým košem pro uložení dřeva, který má dva příčné nosníky uložené horizontálně a kolmo na podélnou osu stroje. Klanicovou nástavbu tvoří dva páry klanic, přičemž jsou odnímatelně připevněny k příčným nosníkům.

Podélné nosníky obsahují teleskopicky výsuvné rámy v přední i zadní části stroje. Vysouvání rámu může být zabezpečeno mechanicky nebo elektronicky.

Vyvážecí stroj má prostředky pro nakládání kmenů, tedy systém navijáku, dvou kladek a lana. Naviják je umístěný v prostřední části stroje pod klanicovým košem a obě kladky jsou upevněny ke konstrukci klanicového koše v přední části vyvážecího stroje. Naviják je elektrický a pomocí systému kladek a lana zajišťuje pohyb kmene přes odvětvovací jednotku sloužící pro odvětvování kmene a nakládání již odvětvovaných výřezů dříví větších rozměrů.

Nosnost vyvážecího stroje je 1000 kg. Maximální tloušťka odvětvovaného kmene pro vyvážecí stroj je 20 cm.

Obrázek 6 – Schematické znázornění vyvážecího stroje



*Zdroj: vlastní*

*Popis:* 2 přední náprava, 3 zadní náprava, 4 teleskopická oj, 5 rukojeť, 6 dva podélné nosníky, 7a příčné nosníky, 7b klanice, 8 teleskopicky výsuvné rámy, 9 odvětvovací jednotka, 10 naviják, 11 kladky, 12 lano, 13 pohonná jednotka, 14 úložný box.

### 11.2.8 Rozměry

Vyvážecí stroj má následující rozměry: maximální šířka stroje 90 cm, maximální šířkou kola s výhodou 16,5 cm a průměrem ráfku 18". Délka vyvážecího stroje je 200 cm.

### 11.2.9 Návod k obsluze

Při dodržení všech bezpečnostních předpisů je zapotřebí před započítím práce se strojem jeho kontrola. Ta spočívá ve vizuální prohlídce technického stavu, tzn. opotřebení pneumatik a nahuštění pneumatik, utažení šroubů, kontroly lana navijáku, stavu baterie atd. Při manipulaci a práci se strojem je nutno dbát zvýšené opatrnosti a užívat ochranné pomůcky včetně pracovních rukavic. Po kontrole stroje se strojník seznámí s ovládáním stroje, převážně ovládáním předních ojí, plynovou rukojetí, umístěním a funkcí bezpečnostní brzdy. Při ovládání stroje je nutno zahrnout faktory a brát na zřetel jako je svažitost, únosnost terénu,

dále ovládání při plně naloženém stroji nebo prázdném stroji, přizpůsobit rychlost daným podmínkám atd. V nepřístupném terénu si počínat opatrně převážně při sjezdu či výjezdu do svahu dále v zatáčkách, kde může být nesoudržný terén a mohlo by dojít k převrácení stroje. Při nepříznivé situaci být připraven užít brzdu. Dále při navijení užít hlavně bezpečnostní rukavice. Naviják užít dle uživatelské příručky výrobce navijáku. Při nakládce mít stroj zajištěn brzdou. Po ukončení pracovní činnosti odpojit napájení od baterie a provést kontrolu nabití baterie v případě nízkého stavu zajistit její nabití. Stroj nepřetěžovat, aby nedošlo k poškození konstrukce.

## 12 Vlastní analýza a její výsledky

Vlastní analýza zařízení se uskutečnila v prostoru obce Morávka v Moravskoslezském kraji. Vlastní měření probíhalo z určeného porostu na odvozní místo po přibližovací cestě s různými vzdálenostmi.

Stroj se pohyboval bez větších obtíží. Nejdéle ze všech pracovních úkonů zabralo odvíjení a navíjení lana. Jedna nakládky tvořila cca. 1,5 m<sup>3</sup> smrkového dříví. Největším problémem byl pohyb stroje mezi stromy, protože vzhledem k jeho délce, nebyl dostatek prostoru pro jeho otáčení, což se výrazně projevilo na časovém měření každé jednotlivé akce. Dále z výsledků měření tedy vyplynulo, že vzdálenost pro vyvážení by měla být v případě tohoto zařízení co nejkratší, a z toho vyplývá, že na větší vzdálenosti je lepší používat klasické vyvážecí soupravy nebo traktory vzhledem k rentabilitě a využitelnosti stroje.

**Jednotlivé testy a výsledky měření, které probíhaly na různé vzdálenosti, ve smíšeném porostu a na různých místech:**

Test 1 - vzdálenost 1000 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	10,00
Délka pojezdu 100 m tam	1,00
Příprava stroje	10,00
Délka navíjení	20,00
Délka nakládky	20,00
Délka pojezdu zpět	15,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,50

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Z tabulky prvního testu vyplývá, že zařízení při přesunu po vlastní ose není příliš rychlé. To platí i pro měření v testech následujících.

Test 2 - vzdálenost 1200 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	12,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	8,00
Délka navíjení	15,00
Délka nakládky	23,00
Délka pojezdu zpět	14,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,17

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Především rovný úsek silnice, po které se stroj přesunoval, dokázal vyrovnat časový rozdíl, který mohl nastat v případě prodloužení dojezdové trasy o 200 metrů.

Test 3 - vzdálenost 1300 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	14,00
Délka pojezdu 100 m	1,08
Příprava stroje	8,00
Délka navíjení	9,00
Délka nakládky	7,00
Délka pojezdu zpět	16,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,23

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Časové limity podle vzdálenosti pojezdu jsou téměř konstantní. Limit přípravy zařízení rovněž zůstal ve vyrovnaných časových intencích.

Test 4 - vzdálenost 900 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	9,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	13,00
Délka navíjení	14,00
Délka nakládky	13,00
Délka pojezdu zpět	12,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,33

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Kratší pojezdová vzdálenost tam i zpět je opět vyrovnaná. Zato příprava stroje se díky terénu prodloužila, stejně jako délka nakládky.

Test 5 - vzdálenost 1000 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	10,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	8,00
Délka navíjení	22,00
Délka nakládky	15,00
Délka pojezdu zpět	13,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,30

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Přestože byla vzdálenost u testu č. 5 stejná jako u testu č. 1, časově se liší především údaje o délce navíjení a pojezdu zpět.

Test 6 - vzdálenost 1400 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	15,00
Délka pojezdu 100 m	1,07
Příprava stroje	11,00
Délka navíjení	18,00
Délka nakládky	12,00
Délka pojezdu zpět	17,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,21

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Jedna z největších vzdáleností při testování úměrně prodloužila pojezdový čas. Příprava stroje v terénu byla 11 minut, což odpovídalo jeho náročnosti. Doba navíjení a samotné nakládky rovněž.

Test 7 - vzdálenost 1100 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	11,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	9,00
Délka navíjení	17,00
Délka nakládky	13,00
Délka pojezdu zpět	15,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,36

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** U testu č. 7 je zřetelný časový limit při přípravě stroje, který je oproti ostatním kratší, i všechny následující parametry jsou však v normě pro náročnost práce zařízení ve vybraném terénu.



Test 8 - vzdálenost 1900 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	21,00
Délka pojezdu 100m	1,11
Příprava stroje	7,00
Délka navíjení	19,00
Délka nakládky	15,00
Délka pojezdu zpět	24,00
Délka pojezdu 100m zpět	1,26

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Nejdelší vzdálenost v pojezdu na místo těžby, rovněž délka navíjení a nakládky dávají jasné údaje o vlastnostech elektrického stroje.

Test 9 - vzdálenost 800 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	8,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	9,00
Délka navíjení	15,00
Délka nakládky	11,00
Délka pojezdu zpět	12,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,50

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Časové limity pro pojezd na pracoviště jsou téměř u všech testů shodné. Dá se potvrdit, že zařízení vzdálenost 100 metrů zdolá přibližně za 60 vteřin. Další parametry jednotlivých testů jsou ovlivněny především možnostmi manipulace přímo na místě.

Test 10 - vzdálenost 1100 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	12,00
Délka pojezdu 100 m	1,09
Příprava stroje	8,00
Délka navíjení	16,00
Délka nakládky	16,00
Délka pojezdu zpět	15,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,36

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Časové údaje jasně hovoří o členitosti terénu, ve kterém se zařízení pohybovalo a pracovalo. Zajímavým údajem je délka pojezdu 100 metrů, který se liší o několik vteřin při prázdném nebo naloženém elektrickém zařízení.

Test 11 - vzdálenost 1200 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	13,00
Délka pojezdu 100 m	1,08
Příprava stroje	9,00
Délka navíjení	14,00
Délka nakládky	12,00
Délka pojezdu zpět	16,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,33

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Časové měření pojezdu (tam i zpět) je téměř totožné s předcházejícími testy. Největší odlišení nastává při délce navíjení a vlastní nakládce.

Test 12 - vzdálenost 1700 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	19,00
Délka pojezdu 100 m	1,12
Příprava stroje	11,00
Délka navíjení	19,00
Délka nakládky	16,00
Délka pojezdu zpět	22,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,29

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** V tomto případě byl pojezd na místo v mírně svažitém terénu, což odpovídá i délce pojezdu zpět, kdy plně naložené zařízení jelo do kopce.

Test 13 - vzdálenost 1600 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	18,00
Délka pojezdu 100m	1,13
Příprava stroje	9,00
Délka navíjení	18,00
Délka nakládky	14,00
Délka pojezdu zpět	21,00
Délka pojezdu 100m zpět	1,31

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Konstantní časové údaje byly zaznamenány i u testu č. 13, který lze srovnat s předcházejícím testem. I v tomto případě byla pojezdová trasa totožná, akorát o 100 metrů kratší. Stejně časové hodnocení můžeme zaujmout i v případě pojezdové zpáteční cesty.

Test 14 - vzdálenost 1000 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	11,00
Délka pojezdu 100m	1,10
Příprava stroje	12,00
Délka navíjení	17,00
Délka nakládky	13,00
Délka pojezdu zpět	13,00
Délka pojezdu 100m zpět	1,30

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Zařízení provedlo celkem 3 testy na vzdálenost 1000 metrů pojezdu. Časový limit byl téměř vyrovnaný (okolo 10 minut). Drobné odlišnosti v „rychlosti“ nastaly teprve při jízdě z kopce nebo opačným směrem po téže trase.

Test 15 - vzdálenost 700 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	8,00
Délka pojezdu 100m	1,14
Příprava stroje	8,00
Délka navíjení	14,00
Délka nakládky	12,00
Délka pojezdu zpět	11,00
Délka pojezdu 100m zpět	1,57

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Pokud se zaměříme na hodnotu příprava stroje, vychází z ní rovněž určitá vyrovnanost v časovém limitu. Drobné odchylky vykazují jeho manipulaci na místě nakládky, tak aby byla jízda zpět bezproblémová, tzn. otočení prázdného dopravníku ve směru jízdy.

Test 16 - vzdálenost 1400 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	14,00
Délka pojezdu 100 m	1,00
Příprava stroje	10,00
Délka navíjení	19,00
Délka nakládky	13,00
Délka pojezdu zpět	16,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,14

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Délka nakládky i pojezdu zpět je ve stejných intencích, jako v předcházejících případech

Test 17 - vzdálenost 600 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	7,00
Délka pojezdu 100 m	1,17
Příprava stroje	10,00
Délka navíjení	12,00
Délka nakládky	14,00
Délka pojezdu zpět	10,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,67

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** V případě délky navíjení jsou časové hodnoty různé, a to hlavně díky rozdílnosti a průchodnosti terénu, respektive uloženého dříví, odkud je na zařízení dopravováno.

Test 18 - vzdálenost 1800 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	20,00
Délka pojezdu 100 m	1,11
Příprava stroje	10,00
Délka navíjení	17,00
Délka nakládky	16,00
Délka pojezdu zpět	22,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,22

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Časové limity nakládky se rovněž různé a to z důvodů (ne)přístupnosti terénu, vlastní rychlosti nakládky nejen pomocí navijáku, ale také manuálním způsobem a váhou samotného materiálu, který je nakládán.

Test 19 - vzdálenost 2000 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	25,00
Délka pojezdu 100 m	1,25
Příprava stroje	12,00
Délka navíjení	19,00
Délka nakládky	18,00
Délka pojezdu zpět	29,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,45

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Nejdlejší vzdálenost, kde souprava pracovala, byla přes 2000 metrů. Časový limit dosáhl výše 25 minut a návrat si vyžádal 29 minut. Přitom příprava stroje a doba navíjení byly téměř totožné jako v předcházejících případech.

Test 20 - vzdálenost 500 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	6,00
Délka pojezdu 100 m	1,20
Příprava stroje	7,00
Délka navíjení	11,00
Délka nakládky	15,00
Délka pojezdu zpět	9,00
Délka pojezdu 100 m zpět	1,80

Zdroj: vlastní zpracování

**Komentář:** Nejkratší pojezdové doba v minutách byla na vzdálenost 500 metrů. Terén při testování byl téměř rovný. Délka nakládky se protáhla na 15 minut z důvodu špatné propustnosti. Návrat naloženého zařízení se pohyboval v předcházejících časových intencích.

<b>Aritmetický průměr</b>	
Test - vzdálenost 100 m	čas v minutách
Délka pojezdu tam	1,03
Příprava stroje	9,45
Délka navíjení	16,25
Délka nakládky	14,40
Délka pojezdu zpět	1,30

### ***Vyhodnocení:***

Podle výsledků měření bylo zjištěno, že velmi záleží, v jak hustém porostu vyvážení dřeva probíhá a zda je to les smíšený nebo pouze smrkový. Správná volba mechanizace je tedy závislá na složitosti a členitosti terénu. Proto stojí za úvahu, zda je vhodné nasazovat v každém případě elektrický stroj anebo jeho převoz na pracoviště nerealizovat za pomoci další silnější a hlavně rychlejší techniky. Soustředování dobývaného dříví pak plně ponechat na analyzovaném zařízení, případně rozvahu stanovit tak, aby byla zapojena veškerá dostupná technika. Pro úplné zhodnocení analyzovaného zařízení uvádíme:

### **Výhody stroje**

- Stroj je poháněn dvěma elektromotory, které působí šetrně k životnímu prostředí.
- Stroj pracuje potichu a nepůsobí přílišnou hlučnost.
- Díky tomu, že je stroj užší, dokáže se pohybovat v mladších porostech.
- Navijáky u stroje zajišťují vyklizování i z delších a nepřístupných ploch.
- Díky své malé hmotnosti nepůsobí velkým tlakem na půdu.
- Řízení je zajištěno pomocí oje, která se dá lehce táhnout za sebou.

### **Nevýhody stroje**

- Malá kapacita dobíjecí baterie.
- Špatná redukce mezi koľy.
- Při větším zatížení malý výkon stroje.



- Délka stroje problematická při pohybu v porostu.
- Úzká kola se více boří a způsobují erozi půdy.
- Vzhledem k malému rozvoru kol je stroj málo stabilní a hrozí jeho převrácení.
- Pomalá rychlost stroje a délka navíjení zabraňují větší efektivitě práce.
- Malá kapacita nakládky stroje.
- Nepraktické při nakládání.
- Náročnější na hygienu práce.
- Nízký podvozek často uvízne v terénu a neprojede hlubšími kolejiemi.

## **Doporučení pro praxi**

- Použití vyvážecího stroje výhradně v předmýtních těžbách.
- Omezení použití stroje v prudkých kopcích.
- Nepřetěžovat naviják stroje.
- Pravidelně dobíjet a kontrolovat akumulátor.
- Provádět údržbu stroje po každé práci kvůli prodloužení životnosti.
- Na větší vzdálenosti používat pro přesun stroje například přívěs za auto.

## Diskuze

Les je biocenóza, která prochází výměnou energie na souši a má obrovský význam pro zachování života na zemi (Hrabák, 2015).

Lesy jako takové poskytují útočiště pro mnoho druhů rostlin a živočichů, které se tam vyskytují. Proto je dobré, aby se les udržoval, směřoval k přírodě šetrnému hospodaření a byla tak zachována biodiverzita. Biologická rozrůzněnost lesa neboli biodiverzita je jedním z hlavních kritérií pro zachovávání lesů. Mezi dobré ukazatele biodiverzity patří třeba brouci, rostliny a stromy. V případě těžby dřeva dochází k narušení půdního povrchu a občasnému odírání stromů, je tento výraz vhodné použít. Neboť při vyvážení dříví prostřednictvím analyzovaného zařízení tzn. šetrnou metodou nedochází k tak velkému poškození prostředí. Jak uvádí (Simanov, 2001): náš stroj se řadí do skupiny k přírodě šetrným technologiím.

Víceúčelový stroj je vhodný především pro předmýtní a výchovné těžby, u kterých se hmotnost dříví pohybuje okolo 0,2 m<sup>3</sup>. Při své velikosti a síle je jeho použití v předmýtních těžbách zanedbatelné. Správná volba mechanizace je vybrána podle složitosti a členitosti terénu. Například v lesích se zvláštním režimem ochrany půdy (Liebl, 2015). Lesy, ve kterých probíhal výzkum, byly hospodářské a buď smíšené nebo smrkové, terén nebyl až tak příliš složitý ani členitý, a proto zde vyvážení dříví probíhalo bez větších problémů. Liebl (2015) dále udává, že druhů těžby dřeva je více a využívá se při ní složitá mechanizace.

Jakou mechanizaci zvolíme, to záleží na množství těženého dříví, na charakteru porostu a terénních podmínkách. Mezi normálně využívanou techniku v lese patří motorová pila, lesnické traktory s nástavbou, harvestory, forwardery, vyvázeční soupravy, pily, sekery atd. Při těžbě dříví se většinou využívá technika, která dokáže prosperovat a zvládne vzhledem k terénu a vyváženému sortimentu daný úkon splnit. V našem případě byl použitý a vyzkoušený nový způsob vývozu dříví z lesa, který má do budoucna velký význam. Jedná se především o ekologický stroj, který je šetrný k životnímu prostředí a zároveň inovativní.

Testovaný stroj je menších rozměrů a je podobný spíše železnému koni. Výhodou je, že má speciální elektrický pohon, který je šetrný vůči životnímu prostředí. Stroj má jednu řídicí jednotku, která je nesena ve spodní části stroje. Stroj je pomalý a pohybuje se rychlostí

5 km/h. S nákladem se stroj pohybuje rychlostí max. 3 km/h. Železný kůň je naproti vyvážecímu stroji rychlejší a má díky spalovacímu motoru větší výkon a je stabilnější, ale je méně šetrný k životnímu prostředí. Naproti speciálnímu stroji, je železný kůň méně šetrný k životnímu prostředí. Další nevýhodou železného koně je, že dříví spíše vleče, než veze. Výhodou železného koně je to, že díky většímu výkonu dokáže vyklízet větší objemy dříví. Železný kůň naproti speciálnímu stroji mívá pásy, které mu umožní větší terénní dostupnost. Oba stroje jsou vybaveny navijáky, které slouží k vyklízení dříví z porostu. U železného koně je naviják mnohem silnější jak u speciálního stroje a to díky spalovacímu motoru. Železný kůň má spíše jednu klanici, do které sortimenty přitáhne a následně přibližuje. Co se týče hluku, tak speciální stroj je mnohem méně hlučný jak železný kůň. Co se týče údržby, tak je podobná u obou strojů. Podstatný rozdíl je v motoru, kde u jednoho je elektrický a u druhého spalovací, zážehový. Údržba u speciálního stroje spočívá především v kontrole elektrických rozvodů, navijáku a motoru. Na rozdíl od železného koně, kde se musí kontrolovat stav oleje v motoru, který musí být čistý a po určitých motohodinách se měnit. Kontrola železných pásů na železném koni je také důležitá, aby nedocházelo k uvolňování čepů a následné destrukci. U obou je dobré kontrolovat stav lana navijáku, aby nedocházelo k jeho přetržení a případnému zranění obsluhy. U vyvážecího stroje je především zdlouhavější příprava a upínání nákladu. Překážky lépe zvládá železný kůň, který dokáže přejet i větší pařez. Speciální stroj zvládá překážky do 10 cm nad zemí. U železného koně se nemusí nic zajišťovat pomocí kurtů. Železný kůň vyveze za stejný čas mnohem více dříví a je tedy z tohoto hlediska ekonomičtější. Díky vlečení nákladu po zemi však dělá mnohem větší škody na rozdíl od speciálního stroje. Speciální stroj náklad veze a tím nepůsobí erozi a odírání stromů. Má mnohem menší odpor oproti železnému koni a díky tomu spotřebovává mnohem méně energie. Při nepříznivém počasí ale často zapadává, narozdíl od železného koně, který má pásy. Celkově při porovnání obou strojů se jako lepší jeví železný kůň, který má mnohem větší výdrž a kapacitu vyváženého dříví.

Hlavním cílem práce se stalo praktické ověření využitelnosti speciálního stroje - Vyvážecíky dřeva CT 4,2 – 6, analýza pracovních procesů při soustředování dříví a příprava uživatelské dokumentace včetně ověření správnosti nasazení a využití stroje v plánovaných předemýtních těžbách. Jednotlivé testy prokázaly schopnost užití zařízení v terénu, kde je prováděná těžba. Srovnání obou zařízení bylo provedeno na předcházejících stránkách diplomové práce a navíc bylo konstatováno, že užití železného koně ve srovnatelných

podmínkách je mnohem efektivnější co do kapacity vyváženého dříví. Ostatní parametry zařízení jsou téměř srovnatelné a oba stroje tedy mohou v daných podmínkách pracovat.

Pro analyzované zařízení byla stanovena následující hypotéza: Domníváme se, že elektrický vyvážecí stroj se svými parametry vyrovná železnému koni a jeho využití je stejně vhodné pro náročnou práci v lese.

Hypotézu můžeme potvrdit: Elektrický vyvážecí stroj (Vyvážčečka dřeva CT 4,2 – 6) je schopen obstát svými výkony v náročných podmínkách při práci v lese, avšak na základě doporučených, respektive provedených úprav. V případě, že bude nasazován pouze do míst plánovaných předmýtních těžeb, jedná se o zcela opodstatněné užití.

Ve srovnání se železným koněm ovšem bude vždy pomalejší a méně výkonný v objemu převážené dřevní hmoty. Na druhou stranu v jeho prospěch hovoří jasně ekologické parametry, které mohou být s postupným vývojem napájecích baterií (akumulátorů) stále úspěšně zlepšovány.

**Obrázek 7 Naložené dřevo na stroji**



*Zdroj: vlastní*

## Závěr

Závěrem je zapotřebí znovu poznamenat, že lesy měly, mají a budou mít svůj obrovský potenciál. Dřevní hmota, která se v nich nachází, je velmi cenným a obnovitelným zdrojem. Tento cenný materiál má svoje universální využití, ať ve stavebnictví, nábytkářském průmyslu nebo pouze jako palivo. Aniž si to uvědomujeme, tak na této obnovitelné surovině je závislá spousta dalších věcí. Díky různým termickým reakcím a ukládáním vzniká z biomasy surovina, která se využívá v petrochemickém průmyslu. Zároveň lesy plní svoje mimoprodukční funkce.

Mezi ty hlavní patří například funkce půdoochranná. Hospodaření v lesích by mělo v první řadě usilovat o udržitelnost a vyrovnanost těžeb. Využívání šetrných metod při soustřeďování a těžbě dříví. Následná obnova lesa je také velmi důležitá, aby nedocházelo ke vzniku holin bez zalesnění a šíření nepůvodních druhů. Pěstování rychle rostoucích dřevin je metodou, díky které se mohou šetřit dřeviny domácí a mohou být nahrazovány dřevinami rychle rostoucími. Pro takové pěstování je vhodné použít speciální techniku, která dokáže sklízet tyto uměle vysazené porosty. Pro tyto porosty se osvědčily tzv. řezačky, které mají velký záběr a uplatňují se při sklizni topolů.

Vyvázeční stroj se osvědčil především v probírkových porostech a je vzhledem ke své velikosti méně náročný na členitost terénu. Vzhledem k tomu, že je ručně ovládaný je s ním jednoduchá manipulace. Horší je to tehdy, když stroj projíždí mladými porosty, které mají vysoké zakmenění. Stabilita naloženého stroje je oproti nenaloženému podobná a v obou případech nehrozí riziko převrácení.

Na základě zkoušek stroje by se dalo říci, že je vhodný jak do předmýtních těžeb, tak pro úklid potěžebních zbytků menších rozměrů. Navijáky jsou sice pomalejší, ale výkonově dostačující. Kapacita stroje by mohla být větší, ale i tak působí uspokojivě. Zásadním krokem by bylo odstranění menších nedostatků týkající se převodovky, kde dochází k zásadním problémům. Dalším zásadním doporučením ze strany autora diplomové práce je výměna úzkých kol za širší. Jako vhodný doplněk by mohlo posloužit i dálkové ovládání jak navijáků, tak i samotného stroje.

## Seznam literatury

### *Bibliografické zdroje*

ALEGRE, S., GIRONA, J., MARSAL, J., ARBONÉS, A., MATA, M., MONTGAUT, D., TEIXIDÓ, F., MOTIVA, M. J., ROMERO, M. P. (1999) Regulated deficit irrigation in trees. *Acta Hort* 474:373–376.

BUBENÍK, Jaroslav, WEGER, Jan: *Provedení odhadu výnosu plantáže RRD nedestruktivní metodou*. *Biom.cz* [online]. 2014-04-28 [cit. 2019-08-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz-rychle-rostouci-dreviny/odborne-clanky/provedeni-odhadu-vynosu-plantaze-rrd-nedestruktivni-metodou>>. ISSN: 1801–2655.

CURRAN, M., BAAN DE, L., SCHRYVER, A. M. DE, ZELM, R. VAN, HELLWEG, S., KOELLNER, T., SONNEMANN, G., HUIJBREGTS, M. A. J. 2011: Toward meaningful endpoints of biodiversity in life cycle assessment. *Environmental Science Technology*, 45: 70–79.

EVANS, J. O., PATRIC, J. H. 1983: *Journal of Soil and Water Conservation* September, 38: 390–392;

GASTON, K. J. 2010: Valuing common species *Science. Ecology*, 32: 154–155.

HARTSOUGH, B. R., STOKES, B. J., KAISER, C. *Short - station poplar: a Harvesting trial*. *Forest products journal*, 1992, 42.10.

HORÁK, J., REBL, K. 2013: The species richness of click beetles in ancient pasture woodland benefits from a high level of sun exposure. *Journal of Insect Conservation*, 17: 307–318.

HRABÁK, R., PORUBA, M., 2015, *Les*, Aventinum s. r. o., 312 s, ISBN 978-80-7442-050-4.

KOLAŘÍK, J. a kol. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les*. Vlašim: ČSOP, 2005. ISBN 80-86327-44-2.

KRAVKA, M. *Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80247-3925-0.



KUPČÁK, V. *Ekonomika lesního hospodářství*. 1 vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN: 80-7157-734-0.

LIEBL, K., 2015. *Stanovení potřebného výkonu motorové řetězové pily závislosti na dřevině*, bakalářská práce Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 59 s, Ing. Ivo Celjak CSc.

MAYER, P. 2006: Biodiversity the appreciation of different thought styles and values helps to clarify the term. *Restoration Ecology*, 14: 105–111.

MOUSAVI, R., at al. *Evaluation of full tree skidding by HSM - 904 skidder in patch cutting of aspen plantation in Northern Iran*. *Journal of Forest Science*, 2012, 58.2:79-87.

NERUDA, J., SIMANOV, V. *Technika a technologie v lesnictví*. 1 vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. ISBN: 80-7157-988-2.

NERUDA, J. a kol. *Harvestorové technologie lesní těžby*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN: 978-80-7375-146-3.

ODENBAUGH, J. 2009. The diversity of biodiversity. *Conservation Biology*, 23: 1647–1648.

PŘÍHODA, J. *Automatizace sklizně rychle rostoucích dřevin*, Lesnická práce, 2013, roč. 92, č. 5, s. 23 - 24. ISSN 0322-9254.

RADVAN, J. *Kůň v lesním hospodářství. (Příručka pro kočí režijních potahů)*. Praha: Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu, 1990. ISBN 80-209-0103-5.

RANIUS, T. 2007: *Extinction risks in metapopulations of a beetle inhabiting hollow trees predicted from time series*. *Ecography*, 30: 716–726.

SEIBOLD S., BRANDL R., BUSE J., HOTHORN T., SCHMIDL J., THORN S., MÜLLER J. 2015: *Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forest in Europe*. *Biology Conservation*, 29: 382–390.

SCHOLZ, V. *Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně*. Biom.cz [online]. 2009 - 07 -01 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>. ISSN: 1801-2655.

TURNER, T. L., HUYLER, N. K., BOUSQUET, D. W. *Farm traktor skidding costs in relation to profitability of fuelwood harvesting system*. *Northern Journal of Applied Forestry*. 1988, 5.3: 207-210.

WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí*. Biom.cz [online]. 2002-01-18 [cit. 2019-08-01]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

### ***Internetové zdroje***

[https://www.epravo.cz/\\_dataPublic/sbirky/archiv/sb76-95.pdf](https://www.epravo.cz/_dataPublic/sbirky/archiv/sb76-95.pdf).

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289#cast1>.

<https://lesy.cz/drevo/lesni-tezba/>.

<https://www.czso.cz/csu/czso/v-ceskych-lesich-se-vyvezilo-rekordni-mnozstvi-dreva>.

<https://www.vyvazeadreva.cz/soustredovani-drivi/>.

[http://eagri.cz/public/web/file/419228/letak\\_rychle\\_rostouci\\_dreviny.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/419228/letak_rychle_rostouci_dreviny.pdf).

<https://adoc.tips/vymladkove-plantae-rychle-rostoucich-drevin-pro-produkci-biom.html>.

<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-85-2006/lesnicka-prace-c-12-06/jak-budeme-pestovat-rychle-rostouci-dreviny>.

<http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/legislativa-a-rrd>.

<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-85-2006/lesnicka-prace-c-12-06/jak-budeme-pestovat-rychle-rostouci-dreviny>.

<https://biom.cz/cz/obrazek/adaptace-new-holland-pro-slizen-rychle-rostoucich-drevin>.

<http://rrd-topoly.cz/pestovani/sklizen-rrd/>.

<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>.

## **Obrázky**

Obrázek 1 - Těžba dřeva dle krajů v roce 2017 .....	20
Obrázek 2 - Sklizeň plantáže.....	31
Obrázek 3 - Adaptér New Holland pro sklizeň rychle rostoucích dřevin .....	33
Obrázek 4 - Sklizeň rychlerostoucích dřevin .....	34
Obrázek 5 - Elektrický vyvážecí stroj .....	39
Obrázek 6 - Schematické znázornění vyvážecího stroje .....	44
Obrázek 7 - Naložené dřevo na stroji.....	57
Obrázek 8 - Nakládání dřeva.....	58

## **Tabulky**

<b>Tabulka 1</b>	- Těžba dřeva podle druhů dřevin a nahodilé těžby v ČR .....	20
<b>Tabulka 2</b>	- Základní parametry různých porostů rychle rostoucích dřevin s ohledem na předpisy České republiky .....	30