

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Stanovení pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy
ve vybraných pracovních podmínkách**

Bakalářská práce

Jiří Burša

Ing. Ondřej Nuhlíček, Ph.D.

2023/2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Burša

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Stanovení pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách

Název anglicky

Assesment of forwarder trailers productivity in selected work conditions

Cíle práce

Cílem práce je analýza pracovní výkonnosti vybrané vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách. Jedná se především o určení hrubé a čisté pracovní výkonnosti a její porovnání s výkonností zjištěnou jinými autory u vyvážecích traktorů.

Metodika

Literární rešerše:

- pracovní výkonnost
- faktory ovlivňující pracovní výkonnost
- možnosti a způsoby měření pracovní výkonnosti

Návrh a provedení měření:

- vybrat vyvážecí soupravu, na které budou měření prováděna
- stanovit měřené veličiny, způsob měření
- ve vybraných podmínkách provést měření na vybrané vyvážecí soupravě v rozsahu alespoň deseti pracovních směn

Zpracování dat:

- na základě měření rozdělit směnu na jednotlivé směnové časy, provést výpočet hrubé a čisté pracovní výkonnosti
- interpretace dat a srovnání s dalšími zdroji, porovnání s dedikovanými

vyvážecími stroji

Harmonogram:

- květen 2023 – září 2023 – zpracování rešerše minimálně v rozsahu výše uvedené osnovy
- květen 2023 – červenec 2023 – příprava měření
- srpen 2023 – prosinec 2023 – sběr a zpracování dat
- leden 2024 – únor 2024 – analýza dat a jejich interpretace
- únor 2024 – duben 2024 – dopracování práce do finální podoby



Doporučený rozsah práce

30 NS

Klíčová slova

vyvážecí souprava, pracovní výkonnost, spotřeba času

Doporučené zdroje informací

DVOŘÁK, J. Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích = The use of harvester technology in production forests. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2012. ISBN 978-80-7458-028-4.

LHOTSKÝ, O. Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005. ISBN 80-7357-095-5.

NOUZOVÁ, J. Výkonové normy v lesním hospodářství. Vimperk: Tiskárna Akcent s.r.o., 1995, 137 s.

NUHLÍČEK, O., LÖWE, R., JANKOVSKÝ, M., DVOŘÁK, J. Verification of forwarders' performance standards currently being used in the Czech Republic. Austrian Journal of Forest Science, 2022, roč. 139, č. 3, s. 1-18. ISSN: 0379-5292.

VICHR, V. Cesty k technickému normování práce. Praha: Práce-ROH, 1956.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Ondřej Nuhlíček, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 30. 4. 2023

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Stanovení pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 5. 4. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vlastníku mechanizace za možnost provedení této bakalářské práce a poskytnuté rady. Také mé rodině patří velké poděkování za podporu a vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Ondřeji Nuhličkovi, Ph.D. za poskytnutou odbornou pomoc, cenné rady a připomínky.

Stanovení pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách

Abstrakt

Tato bakalářská práce „Stanovení pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách“ se zabývá pozorováním a zaznamenáváním operativních i neoperativních časů vyvážecí soupravy. Pozorování a měření probíhalo u lesů Městys Lysice a Lesy ČR po dobu 10 pracovních dní (směn). Každý den byla vyvážecí souprava sledována od začátku pracovní směny do konce pracovní směny. Byl proveden rozbor času operátora vyvážecího traktoru za jednu pracovní směnu a poté proběhlo zhodnocení ukazatele využití pracovního času směny.

Výsledkem bylo vyhodnocení celkového využití stroje v jednotlivých pracovních dnech. Vypočítání hodinového výkonu a určení hrubé a čisté pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy v jednotlivých pracovních dnech. Pak byly výsledky porovnány s výsledky jiných autorů s obdobným tématem. Průměrné využití vyvážecí soupravy za 10 pracovních dní bylo 69,48 %. Lze tvrdit, že to bude mít kladný příspěvek k obdobným pracím a pomůže to k nadcházejícím výzkumům k tomuhle tématu, především k dlouhodobějším pozorování a měření vyváženého objemu dříví vyvážecích souprav v českých lesích.

Klíčová slova: vyvážecí souprava, pracovní výkonnost, spotřeba času

Assesment of forwarder trailers productivity in selected work conditions

Abstract

This bachelor thesis "Determination of working performance of a forwarder in selected working conditions" deals with observation and recording of operational and non-operational times of a forwarder. The observation and measurements were carried out at the forests of the Municipality of Lysice and the forests of the Czech Republic for 10 working days (shifts). Each day the forwarder was observed from the beginning of the working shift to the end of the working shift. It is necessary to analyse the time of the operator of the forwarder for one working shift and then to calculate and evaluate the indicators of the use of the working time of the shift.

The result was to evaluate the overall machine utilization in each working day. Calculate the hourly output and determine the gross and net operating efficiency of the forwarder on each working day. The results were then compared with the results of other authors with a similar topic. The average utilization of the forwarder for 10 working days was 69.48 %. It can be argued that this will make a positive contribution to similar work and will help to inform future research on this topic, especially longer-term observations and measurements of forwarder timber volumes in Czech forests.

Key words: forwarder, work performance, time consumption

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce	12
3 Literární rešerše	13
3.1 Harvestorová technologie.....	13
3.1.1 Harvestorový uzel.....	13
3.1.2 Harvestor.....	13
3.2 Vyvážecí stroje.....	13
3.2.1 Universální kolový traktor MF.....	14
3.2.2 Vyvážecí vlek Palms 13D	15
3.3 Soustředování dříví.....	15
3.3.1 Vyvážení dříví vyvážecími soupravami.....	15
3.3.2 Pracovní operace vyvážecích souprav.....	16
3.4 Produktivita práce (výkonnost) vyvážecích souprav ve vybraných výrobních podmínkách.....	16
3.4.1 Výkonové normy pro vyvážení dříví vyvážecí soupravy	17
3.4.2 Neoperativní časy dávkové a směnové.....	19
3.4.3 Normy pro vyvážecí soupravy	19
3.5 Normy, normování práce a využití norem v LH.....	22
3.5.1 Technologické normy.....	22
3.5.2 Normativy spotřeby práce.....	22
3.6 Činitelé ovlivňující produktivitu	23
3.6.1 Terénní a přírodní podmínky.....	23
3.6.2 Sklonitost terénu.....	24
3.6.3 Únosnost.....	24
3.6.4 Překážky v terénu	24
3.7 Pracovní výkon a výkonnost.....	24
3.8 Spotřeba času.....	25
3.8.1 Přístroje k měření spotřeby času.....	25
3.9 Snímky pracovního dne.....	25
3.10 BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci	26
3.10.1 Soustředování dříví.....	26
3.10.2 Odvoz dříví.....	27
4. Metodika	28
4.1 Popis identifikace pracoviště	28
4.2 Podrobný technický popis vybrané mechanizace.....	28

4.2.1	Universální kolový traktor Massey Ferguson 6170 dynashift.....	28
4.2.2	Vyvážecí vlek PALMS 13D	30
4.2.3	Hydraulický jeřáb Palms 700	31
4.3	Popis pracovního dne (směny).....	32
4.4	Výpočet výkonnosti a využití pracovního dne.....	33
4.4.1	Výkonnost práce	33
4.4.2	Využití pracovního dne.....	34
4.5	Měření vybraných pracovních operací.....	34
5.	Výsledky	35
6.	Diskuze.....	56
7.	Závěr.....	58
8.	Seznam použitých zdrojů a odborné literatury	59
9.	Seznam tabulek, obrázků a vzorců	64

1 Úvod

V současné době jsou vyvážecí soupravy stále častějším prostředkem k vyvážení dříví. Dle zelené zprávy se v České republice pohybuje 1 157 ks vyvážecích traktorů, které se člení podle hmotnosti do čtyř kategorií (do 9t, do 12t, 14t, 17t) a pouze 206 ks vyvážecích souprav tažených univerzálním kolovým traktorem s taženým poháněným nebo nepoháněným přívěsem s hydraulickým jeřábem. Za rok 2022 se v České republice vytěžilo 19,8 mil. m³ dříví z nahodilé těžby, ta představuje 79 % celkové těžby dříví, která činila 25,11 mil. m³.

Pro rentabilitu stroje je důležité sledovat jeho pracovní výkonnost. Většina studií se dosud zaměřovala na vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy byly opomíjeny. Vyvážecí souprava je složena ze dvou samostatných částí, a to univerzální kolový traktor a přívěs. Univerzální kolový traktor lze využít jak na zemědělské činnosti, tak i na lesnické činnosti, například do vyvážecího vleku, lanového dopravního zařízení nebo navijáku na úvazkové soustředování dříví. Z finančního hlediska se vyplatí pro malé a střední firmy používat vyvážecí soupravu, jelikož pořizovací cena je nižší než u stejně výkonného vyvážecího traktoru.

2 Cíl práce

Cílem práce je analýza pracovní výkonnosti vybrané vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách. Jedná se především o určení hrubé a čisté pracovní výkonnosti a její porovnání s výkonností zjištěnou jinými autory u vyvážecích traktorů.

3 Literární rešerše

3.1 Harvestorová technologie

3.1.1 Harvestorový uzel

Harvestorový uzel vzniká kombinací harvestoru a vyvážecího traktoru – vyvážecí soupravy. V rámci tohoto uzlu dojde k těžbě stromu, zároveň k výrobě sortimentů, k jejich měření a záznamu a následnému vyvezení na odvozní místo nebo na lesní skládku dříví. Využívá se ve výchovných a obnovních těžbách k rychlejšímu zpracování a vývozu dříví na OM, kde je rovnáno do hrání (Macků, 2015; Neruda, 2006). Pomocí tohoto uzlu se dosahuje mnohonásobně vyšší výkonnosti nad běžně používanou technologií “jednomužná motorová pila a traktor“ (Máchal, 2014).

3.1.2 Harvestor

Harvestor je víceoperační těžební stroj, který vykonává při práci kácení dříví, odvětvování, krácení a ukládání stromu v jednom cyklu. Jeden strom zvládne pokácet a zpracovat zhruba za 2–3 minuty, v závislosti na požadované kvalitě sortimentů. Při větším objemu dříví může pracovat s vyvážecím traktorem (vyvážecí soupravou) a spolu tvoří tzv. harvestorový uzel (Macků, 2015). Harvestory se využívají při kácení větších ploch zejména jehličnatých lesů. Nejčastěji se jedná o smrkové porosty, borové porosty a v menší míře i modřiny a douglasky. V listnatých porostech se jedná hlavně o buky (Schlaghamerský, 2001).

3.2 Vyvážecí stroje

Pod pojmem vyvážecí stroje si můžete představit dva typy, a to vyvážecí traktor nebo vyvážecí souprava. Vyvážecí traktor se skládá z šesti nebo osmi kol na výkyvných nebo boogie nápravách se zlamovacím podvozkem, na kterém se v přední části nachází motor a kabina operátora, za kabinou se nachází hydraulický jeřáb s drapákem a dále ložná plocha s klanicemi. Vyvážecí souprava je složena spojením dvou samostatných prostředků v jednu soupravu, tj. univerzální kolový traktor a přívěs. Vyvážecí vlek se skládá z ložné plochy s klanicemi, hydraulickým jeřábem s drapákem a opěrnými podpěrami. Složitější konstrukce vleku jsou vybaveny natáčecí ojí o $\pm 40^\circ$, která usnadňuje průjezd terénem, stojícími stromy a usnadňuje otáčení. Vepředu je opěrná mříž, která zabraňuje poškození hydraulického jeřábu a opěrných podpěr, které zajišťují

stabilitu při nakládání a skládání dříví. Pro provoz na veřejných komunikacích musí mít poutací zařízení, zabraňující náhodnému vypadnutí některých výřezů a kompletní osvětlení vozidla, včetně brzdových a koncových světel. Pohon kol přívěsu zajišťují hydromotory uložené v kolech (Neruda, 2022; Neruda, 2015).

Vyvážecí stroje slouží k odvozu krátkých sortimentů, většinou v délkách 2-6 m, vývozu stromového odpadu a klestu z lesního porostu na odvozní místo, kde se dříví rovná do hrání, odkud je odváženo k dalšímu zpracování. Klest se rovná na hromady, které se nejčastěji štěpkují. Odvozní místo se nachází na kraji lesa, nebo u cest L1, L2 (odvozní cesty), kam se dostane odvozní souprava (Neruda, 2015).

Neruda (2022) uvádí, že roční objem vyváženého dříví vyvážecími soupravami je 2 000–8 000 m³. Velikost nákladu je 5–12 t dříví (nejčastěji 8–10 t). Použití vyvážecích souprav je v jednoduchých terénních podmínkách, s orientační výkonností 6–9 m³/hod, přičemž nejlépe je soustřeďovat předem vytríděné sortimenty (Neruda, 2015).

V České republice bylo v roce 2022 celkem 1 157 kusů velkých vyvážecích traktorů, malých vyvážecích traktorů bylo 445 kusů. Počet vyvážecích souprav (UKT + přívěs s klanicemi a hydraulickým jeřábem) je nižší, a to 206 kusů (Ministerstvo zemědělství, 2023). Vyvážecí soupravy a vyvážecí traktory jsou v České republice při použití limitovány sklonem terénu a únosností půdy, tím pádem je lze použít na přibližně 72 % (1,88 mil. ha; 530 mil. m³ dřeva) českých lesů (Dvořák, 2021).

3.2.1 Universální kolový traktor MF

Firma Massey Ferguson byla založena v Brantfordu na jihozápadě Ontaria v Kanadě a zabývá se výrobou zemědělské techniky. Společnost vznikla spojením dvou firem Massey Harris a Ferguson Company v roce 1953. V té době firma nesla název Massey Harris Ferguson. Teprve až v roce 1958 byl název zkrácen na Massey Ferguson. Dnes společnost existuje jako součást korporace AGCO a zůstává významným hráčem na celosvětovém trhu se zemědělskou technikou (Massey Ferguson, 2001).

3.2.2 Vyvážecí vlek Palms 13D

Firma Palms se zabývá výrobou vyvážecích vleků, hydraulických jeřábů a příslušenstvím. V dnešní době se řadí mezi největší výrobce přívěsů a jeřábů v celé Evropě. První vlek s hydraulickým jeřábem byl vyroben v roce 1995 a tím je tahle společnost nejstarší ve výrobě lesní techniky v Estonsku (Palms, 1995).

Vyvážecí vlek se skládá z dvojitého (žebřinového) rámu, s opěrnou mříží a 4 páry klanic. Disponuje natáčecí ojí, kterou ovládají 2 písty, ta umožňuje lepší ovladatelnost a manévrovatelnost v lesním porostu a usnadňuje otáčení. Součástí přívěsu jsou i výklopné opěrné podpěry a hydraulický jeřáb. Podpěry zajišťují stabilitu při nakládání a skládání dříví (Palms, 1995).

3.3 Soustředování dříví

Transport (doprava) dříví od pařezu na odvozní místo (P – OM nebo P – VM / VM – OM) (Neruda, 2022).

3.3.1 Vyvážení dříví vyvážecími soupravami

„Časově nejnáročnější a nejnámáhavější operace při soustředování dříví se vykonávají mechanizačními prostředky. Kooperální lidská práce plus stroj se používá při úvazkovém soustředování dříví traktorem (tahačem) nebo lanovým systémem. Mezi komplexně mechanizované způsoby patří bezúvazkové soustředování dříví traktorem (tahačem) vybaveným sklápěcím a zároveň otočným drapákem, svěrným oplenem a hydromanipulátorem (hydraulickou rukou), pevnými klanicemi s hydromanipulátorem.“ (Rónay a Bumerl, 1982).

„Dopravou dříví rozumíme přemísťování dříví od místa jeho těžby až k místu jeho zpracování. První etapu tohoto procesu označujeme jako primární dopravu dříví nebo soustředování dříví. V této etapě se jedná o přemísťování dříví neupraveným, nebo jen částečně upraveným terénem – po přibližovacích nebo vyvážecích linkách. Druhou etapu označujeme jako sekundární dopravu dříví, při níž se dříví transportuje po upravených komunikačních spojnicích – komunikace, železnice, plavební dráhy.“ (Simanov a Kohout, 2004).

V odborné literatuře se pojmem soustředování dříví pomocí vyvážecích souprav (traktorů) označován jako „*vyvážení dříví*“ a přibližovací linky jsou nazývány „*vyvážecími linkami*“. Dříví je vyváženo na OM podle sortimentů

s ohledem na typ dřeviny. Na OM je dříví ukládáno do maximálně tři metry vysokých hrání (Wojnar et al. 2007).

3.3.2 Pracovní operace vyvážecích souprav

Dvořák (2012) rozděluje pracovní operace vyvážecích souprav následovně, začíná jízdou do lesního porostu a končí složením nákladu na odvozním místě. Výrobní proces je strukturován do následujících kroků, resp. úseků, které jsou součástí pracovní operace vyvážení dříví:

- a) Čas na jízdu stroje bez nákladu z OM do místa vyklizování (t'_{A126})
 - Úsek pracovní operace začínající okamžikem, po uložení hydromanipulátoru do pojezdové polohy a odjezdem vyvážecí soupravy z OM do místa vyklizování.
- b) Čas na vytvoření nákladu (t'_{A127})
 - Zahájení úseku pracovní operace ukončuje úsek předchozí. Začíná zvednutím hydromanipulátoru z pojezdové do pracovní polohy po příjezdu k první hromadě se sortimenty (výřezy).
- c) Čas na jízdu stroje s nákladem z místa vyklizování na OM (t'_{A128})
 - Čas se měří od uložení hydromanipulátoru do pojezdové polohy až do doby příjezdu vyvážecí soupravy na odvozní místo.
- d) Čas na složení nákladu (t'_{A129})
 - Zvednutí hydromanipulátoru z pojezdové do pracovní polohy po příjezdu na OM a zahájení skládání dříví do hrání. Pracovní úsek končí složením hydraulického jeřábu na ložnou plochu a zahájením bodu a).

3.4 Produktivita práce (výkonnost) vyvážecích souprav ve vybraných výrobních podmínkách

Vyvážení dříví se dělí na jednotlivé pracovní operace pro podrobnější analýzu. Jedná se o čas jízdy stroje bez nákladu z OM do místa pařez nebo vývozní místo, čas na vytvoření nákladu, čas jízdy z místa pařez nebo vývozního místa na odvozní místo, čas na složení nákladu na OM. Tyto časy jsou časy jednotkové. Další částí struktury skutečného pracovního času je čas dávkový – čas na přípravu a ukončení práce, čas na technickou obsluhu pracoviště a čas

směnový – čas na pracovní příkazy, čas na technickou údržbu stroje, čas na opravu poruch stroje, které jsou nedílnou součástí pro naplnění pracovního procesu. Mezi další potřebné a normovatelné časy patří čas na biologické a oddechové přestávky.

Produktivita závisí na různých faktorech, například na průměrném objemu přepravovaného kmene, vzdálenosti přepravy, terénních podmínkách, intenzitě a typu těžby, výkonnosti třídě stroje, jeho nosnosti a další (Cadei, 2020; Routa, 2020; Proto, 2018; Santaniello, 2016; Dvořák, 2012). Se zvyšující se vzdáleností přepravy se snižuje produktivita práce. Výroba kratších sortimentů je časově náročnější, to znamená, že výroba 1 m³ krátkých sortimentů je dražší než výroba sortimentů delších (Kellogg, 2013; Manner, 2013).

Výhodou vyvážení dříví vyvážecími stroji je snížení fyzické námahy pracovníků vůči uvazování úvazků, menší ovlivnitelnost důsledkem klimatických změn a snížení rizika úrazu. Další výhodou je i zvýšení pracovní výkonnosti až o 60 m³, v příznivých podmínkách až o 200 m³. Vyvážecí soupravy zajišťují nepoškozené a neznečištěné vyvážené dříví (Neruda, 2006).

Ve srovnání s jinými plně mechanizovanými metodami těžby je sortimentní metoda obecně považována za ekologičtější, univerzálnější a bezpečnější metodu, která poskytuje rozřezání stromů na konečné výřezy (sortimenty) s vyšší kvalitou, než u plně mechanizované metody stromové (Nurminen, 2006; Tufts, 1997; e.g. Kellogg and Bettinger 1994).

3.4.1 Výkonové normy pro vyvážení dříví vyvážecí soupravy

Výkonové normy a normativy spotřeby času pro vyvážecí soupravy se získávají na základě zpracovávání pracovních snímků, to je rozbor náplně pracovní operace a pracovní směny. Normy se využívají pro běžné výrobní podmínky, které jsou dodržovány na pracovišti při standardních technologických a pracovních postupech stanovených zákonem České republiky a s nimi souvisejícími předpisy, vnitropodnikovými technickými a organizačními směrnici a pravidly o bezpečnosti a ochraně zdraví při dopravě dříví. Vyvážecí soupravy vyvážejí sortiment z lesního porostu na OM, kde se dále sortimenty třídí, ukládají a připravují na skládky, odkud jsou následně přepravovány na další zpracování (Dvořák, 2010).

Výkonové normy evidují výkonovou práci a postupy odměňování, kapacitní a nákladové kalkulace a dohodnuté smluvní ceny za provedení práce (Neruda, 2006).

Pracovní operace je prováděna jedním pracovníkem.

Výkonové normy rozlišujeme na:

- normy času (Nč) – udávají nezbytně nutný čas k výkonu jednotky práce v průměrných pracovních podmínkách (např. Nč = 0,17hod/10 sazenic),
- normy množství (Nm) – udávají množství pracovního úkolu, vykonaného za jednotku času (např. Nm = 1,5m³/hod) (Neruda, 2006).

Normy spotřeby času dělíme na:

- čas normativní celkem – vypočítá se z jednotkové práce, podíl dávkové práce, podíl směnová práce a časy na nutné přestávky (Dvořák, 2010; Simanov, 2004),
- čas jednotkové práce – čistý čas operací, nebo jejich úseků,
- čas dávkové práce – činnost spojená se zahájením a ukončením práce na určité dávce jednotek výkonu, závislost na počtu jednotek v dávce je relativní, úměrně se rozděluje na každou vyráběnou jednotku (např. broušení řetězu) (Sloup, 2012),
- čas směnové práce – čas potřebný na úpravu pracoviště na začátku a konci směny, který se při každé směně opakuje, např. denní údržba (Sloup, 2012; Simanov, 2004),
- čas na nutné přestávky – zahrnuje biologické potřeby a přestávky stanovené zákonem č. 262/2006 Sb., např. čas na přirozené potřeby a na jídlo (Simanov, 2004).

Normohodina – časový údaj výkonových norem času

- udává stanovený čas práce nutný na splnění jednotky práce
- 1 Nh = 1 časová hodina při normovaném (100 %) výkonu

3.4.2 Neoperativní časy dávkové a směnové

Pro potřeby této bakalářské práce se přebírá přepis a označení od (Dvořáka, 2012):

- čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) – čas na předání technické dokumentace a instrukcí k provádění jednosměnné práci na výrobní jednotce a předání práce po jejím ukončení; kontrola pracoviště před zahájením dalších prací,
- čas na technickou obsluhu pracoviště (T'_{B102}) – čas na přepravu stroje na pracoviště; čas na bezpečnostní a ochranná opatření minimalizující škody na pracovišti,
- čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) – čas na předávání instrukcí ze strany zadavatele práce, tj. THP na počátku směny nebo v průběhu směny,
- čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) – čas na servis stroje v průběhu směny nebo po ukončení směny, jestliže není spojen s náhradou nové součásti,
- čas na opravu poruch stroje (T'_{C105}) – čas potřebný na opravu stroje v průběhu směny (např. výměna poškozené hydraulické hadice), pokud je oprava prováděna operátorem, ne další osobou,
- čas na biologické a oddechové přestávky (T'_2) – čas na nezbytně nutné přestávky za účelem biologických potřeb a stravování,
- technicko-organizační ztráty času (T'_E) – čas přestávek zapříčiněných technicko-organizačními problémy, např. čekání nezaviněné operátorem vyvážecí soupravy z důvodu poruchy stroje, kterou nebylo možné odstranit na pracovišti operátorem a musel být zajištěn servis,
- osobní ztráty času (T'_D) – časové ztráty na osobní diskuze s nadřízenými, spolupracovníky nebo náhodnými osobami, které nebyly založené na pracovním základu.

3.4.3 Normy pro vyvážecí soupravy

Výkonové normy byly vypracovány v závislosti na výkonové třídě stroje, skupiny objemu kmenů, vzdálenosti vyvážení a druhu těžby. Normy se nezabývají druhy těžných stromů, které jsou v délkách sortimentů 2–6 m.

Dvořák (2012) ve svých normách používá dělení na výkonové třídy, skupiny hmotností, druhy těžeb, vyvážecí vzdálenost a délka vyvážecích sortimentů, nicméně s rozvojem techniky je toto dělení nedostačující, jak ukazuje svým návrhem například Nordfjell (2019). Jeho dělení do výkonnostních tříd shrnuje tabulka č. 1.

3.4.3.1 Výkonové třídy vyvážecích traktorů (dle Nordfjell et al., 2019)

Třídy velikostí vyvážecích souprav	Max. nosnost (tuny)
Micro	< 2
XXS	≥ 2 to < 5
XS	≥ 5 to < 8
Small	≥ 8 to < 11
Medium	≥ 11 to < 14
Large	≥ 14 to < 17
XL	≥ 17 to < 20
XXL	≥ 20

Tabulka 1: Výkonové třídy vyvážecích traktorů

3.4.3.2 Skupiny hmotností

V tabulce č. 2 jsou rozděleny hmotnosti do 8 tříd. Hmotnost vyjadřuje objem průměrného stromu v porostu v m³.

Třída	Skupina hmotností (m ³ /kmen)
1	do 0,09
2	0,10 – 0,14
3	0,15 – 0,19
4	0,20 – 0,29
5	0,30 – 0,49
6	0,50 – 0,69
7	0,70 – 0,99
8	nad 0,99

Tabulka 2: Skupiny hmotností

3.4.3.3 Druh těžby

V tabulce č. 3 jsou rozděleny následující druhy těžeb:

- předmýtní úmyslná (v porostech do 40 let věku – zvýšení stability, kvality a druhové pestrosti lesních porostů v mladém věku; v porostech starších 40 let věku – podpora stability, kvality a druhové pestrosti lesních porostů ve starším věku).
- mýtní úmyslná (určená k obnově lesních porostů starších 80 let).
- nahodilá (vzniká v důsledcích působení škodlivých činitelů, např. vítr, sníh, námraza, hmyzí škůdci, houbové choroby) (Lesní těžba).

Třída	Druh těžby
PÚ	předmýtní úmyslná
MÚ	mýtní úmyslná
N	nahodilá

Tabulka 3: Druh těžby

3.4.3. Vyvážecí vzdálenost

V tabulce č. 4 jsou rozděleny následující vyvážecí vzdálenosti.

Třída	Vyvážecí vzdálenost (m)
1	do 300
2	300–1000
3	nad 1000

Tabulka 4: Vyvážecí vzdálenost

3.4.3.5 Délka vyvážených sortimentů

V tabulce č. 5 jsou rozděleny délky vyvážených sortimentů.

Třída	Délka sortimentů (m)
1	do 4
2	nad 4 m vč.

Tabulka 5: Délka vyvážených sortimentů

3.5 Normy, normování práce a využití norem v LH

Sloup (2012) rozlišuje následující pojmy Norma, Normování práce a Normativ takto:

- **Norma** – předpis, všeobecně závazné dohodnuté pravidlo či údaj, který určuje závazný stav, způsob jednání či způsob řešení. Ve výrobních procesech se používají zejména technické a pracovní normy (Sloup, 2012; Novák, 2007).
- **Normování práce** – soubor činností k určení míry spotřeby práce ve výrobním procesu. Vychází z analýzy výrobního procesu v konkretizovaných podmínkách a z analýzy množství optimalizace jeho součástí. Základním předmětem normování je pracovní výkon. Výsledkem jsou technicky a ekonomicky zdůvodnění pracovní normy (Sloup, 2012).
- **Normativ** – ukazatel, nezbytný údaj, který v požadované formě a v určitém stupni závaznosti vyjadřuje žádoucí rozsah nebo kvalitativní parametry stavu nebo fungování prvků jednotlivých činitelů výrobní nebo nevýrobní činnosti. Normativy jsou nosiči údajů o jednotlivých úkonech. Povahu komplexní normy mají podnikové normativy apod. Dílčí části normy jsou výkonové normativy, normativy času, cenové normativy aj. (Jirovská, 2019; Sloup, 2012).

3.5.1 Technologické normy

Stanovují postupy, technologické požadavky a podmínky činností, které zabezpečují dosažení optimálního výkonu a požadované kvality produktu. Používají se i ke zjištění výpočtu podmíněně nutných přestávek, k výpočtu normativů četnosti, např. udávají počet předepsaných měření, odběrů vzorků (Lhotský, 2005).

3.5.2 Normativy spotřeby práce

Normativy spotřeby práce dělíme na:

1. Normativy času práce

Udává nutnou spotřebu času pracovníka k vykonávání dílčích pracovních dějů normované operace. Jedná se o normativy jak pro manuální činnost, tak i pro činnosti vyžadující pohybové, smyslové a rozumové schopnosti a dovednosti.

2. Normativy úkonů

Udává čas pracovních prvků, které obsahují více než jednu pohybovou kombinaci. Určuje se sdružováním normativů pohybových kombinací nebo měřením. Úkon má konečný pracovní účinek.

3. Normativy obecně nutných přestávek

Udává čas potřebný pro přestávky v práci, které vyplývají z fyziologických potřeb pracovníka a jsou součástí normy spotřeby práce. Normativy těchto přestávek se člení na normativy přestávek na jídlo a oddech, na přirozené potřeby a přestávky na nutný oddech.

4. Normativy podmíněně nutných přestávek

Udávají potřebný čas na nezbytné nečinnosti, čekání, které jsou podmíněny zatím neměnitelnou úrovní a danými možnostmi používané techniky, technologie a organizování práce. Přestávky nelze považovat za prostoje nebo technicko-organizační ztráty času.

5. Komplexní normativy času

Udává čas práce pro část operace, současně i čas na oddech, který připadá svým poměrným dílem na danou část operace. Vzniká výpočtem z normativů času práce a normativu času na oddech. Vypočítá se součtem absolutních hodnot času práce a času na oddech, nebo pomocí koeficientu času na oddech (Lhotský, 2005).

3.6 Činitelé ovlivňující produktivitu

Mezi činitele ovlivňující produktivitu v těžební činnosti řadíme průměrnou hmotnost (střední objem těžného, dopravovaného kmene), dřevinu, vzdálenosti (soustředování, dopravy), zavětvení těžných stromů, terénní podmínky (sklon, únosnost půdy), tvar vytěžených kmenů, stupeň opracování kmene v dané fázi, stav dopravní sítě, koncentrace pracovišť a klimatické podmínky.

3.6.1 Terénní a přírodní podmínky

Mezi terénní a přírodní podmínky pro nasazení harvesterů a vyvážecích souprav v lesích se řadí sklonitost terénu, únosnost a překážky v terénu (Dvořák, 2012).

3.6.2 Sklonitost terénu

Sklonitost terénu pro vyvážecí stroje je menší než u harvestorů. Uvádí se, že vyvážecí stroje jsou schopny bez větších problémů zvládat sklon do 40–45 % při soustředování dříví. Při vyšších sklonech je ohrožena stabilita stroje a snižuje se manévrovatelnost. Při jízdě harvestorem po příčném sklonu je stabilita malá a dovoluje se max. 10 %, u vyvážecí soupravy je příčná stabilita max. 8 %. Důvodem vyvážecí soupravy je náklad, při čemž se stabilita těžiště zvyšuje a hrozí převrácení stroje. Na prudších svazích se stabilita harvestoru a vyvážecích souprav zajišťuje navijákem při jízdě po spádnici. Ve větších sklonech je nutné jezdit s naloženou vyvážecí soupravou kolmo na vrstevnici. (Dvořák, 2012).

3.6.3 Únosnost

Schopnost půdy odolávat vnějším silám, které mohou způsobit dočasné nebo trvalé deformace. Únosnost dělíme do tří kategorií, a to únosné terény (nad 50 kPa), neúnosné terény (s výjimkou doby zámrazu, příp. mimořádného sucha) a terény s překážkami (Neruda, 2015). Dle Dvořáka (2012) dochází z technického pohledu při stlačování půdy ke zvýšení objemové hmotnosti půdy, zhoršování propustnosti vody a nárůstu nebezpečí vodní eroze.

3.6.4 Překážky v terénu

Překážkovost v lesním porostu ovlivňují dva základní faktory, a to výška (resp. hloubka překážky) a rozestup překážek. Dalším důležitým faktorem je světelnost stroje a šířka stroje. Světelnost u vyvážecích souprav je od 600 mm do 760 mm a šířka od 2,1 m do 3,1 m. Možnost nasazení harvestorů a vyvážecích strojů je podmíněna terénní klasifikací výškou překážek 500 mm nebo rozestupem vyšších překážek větším než 5 m (Dvořák, 2012).

Mezi překážky řadíme např. balvanitý povrch, sutě, množství ležícího dřeva, neschůdný povrch, kořeny, pařezy.

3.7 Pracovní výkon a výkonnost

Pracovní výkon stroje vyjadřuje množství odvedené práce za určitý čas. Výkonnost – hodnocení skutečného pracovního výkonu stroje, které se vyjadřují z pracovních aktivit v technických jednotkách, např. m³/směnu (Simanov, 2004). Dle Wagnerové (2008) je pracovní výkonnost obecnější

a dlouhodobé vyjádření pracovního výkonu vztažené k určitému subjektu, kterou ovlivňuje řada činitelů, např. technické, mikroklimatické podmínky atd.

3.8 Spotřeba času

Měření spotřeby času obsahuje:

- zjištění náplně pracovní činnosti a jejich složek, doby trvání a technických a organizačních podmínek, ve kterých je vykonávána,
- měření skutečné doby trvání nutných přestávek v práci,
- měření doby trvání podmíněčně nutných přestávek v práci,
- měření doby zbytečných činností a ztrát a zjišťování jejich příčin,
- kritický rozbor naměřených skutečných časů, posouzení věrohodnosti a stanovení průměrných hodnot,
- zjištění míst s vysokou spotřebou času a možností jejího snížení,
- stanovení optimální spotřeby času pro nejvýhodnější a uskutečnitelné technické a organizační podmínky,
- navržení normy závazně stanovující velikost spotřeby času pro určitou pracovní činnost a její složky a podmínky, za kterých má být vykonávána (Lhotský, 2005).

3.8.1 Přístroje k měření spotřeby času

K měření spotřeby času ve výrobě se nejčastěji používají:

- hodinky se sekundovou ručičkou,
- stopky,
- snímky pracovního dne,
- snímky operace,
- metody momentového pozorování (Novák, 2007; Lhotský, 2005).

3.9 Snímky pracovního dne

Mezi metody měření spotřeby času řadíme snímky pracovního dne. Jedná se o metodu, při které se po celou dobu (směnu) měří a zaznamenávají druhy a velikost spotřeby času pracovníka. Cílem je zjistit druh a velikost přestávek, ztrát a jejich příčiny, podíl jednotlivých druhů času v celkovém čase směny. Údaje snímků se využívají pro rozbor a navrhování opatření ke zdokonalení organizace práce, k zjišťování příčin nízkých výkonů, ke stanovení normovaných hodnot časů směnových, dávkových a časů obecně nutných přestávek, aj (Lhotský, 2005).

3.10 BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Požadavky na dodržování BOZP jsou stanoveny a obsaženy v bezpečnostních a zdravotních předpisech. Je zapotřebí je striktně dodržovat za každých podmínek, ať už se jedná o podmínky organizace práce nebo předepsané spotřeby času, ale i v celém rozsahu organizace a řízení procesu. Na tyto předpisy jsou stanoveny i normy spotřeby práce (Lhotský, 2005).

BOZP se řídí nařízením vlády č. 339/2017 Sb., o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru (Česká republika, 2017).

3.10.1 Soustředování dříví

Dle nařízení vlády č. 339/2017 Sb., § 9, musí zaměstnavatel při soustředování dříví zajistit, aby:

- nebyla překročena povolená svahová dostupnost mechanizačního prostředku, stanovená výrobcem,
- zaměstnanci nevstupovali na soustředované dříví a nepřekračovali je za jeho pohybu,
- nedocházelo k bezúvazkovému soustředování dříví na pracovišti, kde hrozí nebezpečí samovolného pohybu dříví,
- v kabině mechanizačního prostředku nebylo volně položené nářadí,
- při jízdě nebyly mimo kabinu mechanizačního prostředku převáženy další osoby; při přibližování dříví ani v kabině,
- byl dodržován zákaz vstupu do ohroženého prostoru a byly používány bezpečnostní značky, značení a signály a před zahájením soustředování dříví byly odstraněny překážky z přibližovacích linek a určeny ohrožené prostory pro jednotlivé pracovní operace, zejména prostory k plnění pohonných hmot a k údržbě používaných zařízení a určen počet a umístění skládek dříví,
- byl na skládkách respektován přirozený sklon soustředovaného dříví podle § 11 odst. 2 (Česká republika, 2017).

3.10.2 Odvoz dříví

Dle nařízení vlády č. 339/2017 Sb., § 10, musí zaměstnavatel při odvozu dříví zajistit, aby zaměstnanci:

- neprováděli nakládku na odvozní prostředek nebo vykládku z odvozního prostředku, který není zajištěn proti pohybu a převrácení,
- nezdržovali se v ohroženém prostoru nakládaného nebo skládaného dříví,
- nepřeváželi dříví nezajištěné proti pohybu a vypadnutí z odvozního prostředku,
- nevstupovali po odjištění klanic mezi soupravu a skládku,
- a jiné fyzické osoby, které se pohybují v prostoru nakládaného nebo skládaného dříví, používali ochranné přilby.

Na ložnou plochu odvozního prostředku se dříví ukládá tak, aby náklad u klanice nepřesahoval více než polovinu oblíny kmene a střed nákladu nepřesahoval výšku klanic o více než 35 cm. Pro výstup na ložnou plochu musí být odvozní prostředek vybaven žebříky nebo pevně zabudovanými stupadly (Česká republika, 2017). Ohrožený prostor u vyvážecích souprav je definován jako kruhová plocha o poloměru délky vyváženého nebo nakládaného dříví, prodloužený o délku hydraulické ruky (Macháček, 2017).

4. Metodika

4.1 Popis identifikace pracoviště

Pro zpracování této bakalářské práce byl pozorován univerzální kolový traktor Massey Ferguson 6170 dynashift s vyvážecím vlekem Palms 13D, jejímž vlastníkem je fyzická osoba s 32letou praxí v lese. Vlastníkem pozemků, na kterých byla měření prováděna jsou Lesy České republiky s. r. o. a Městys Lysice.

Fyzická osoba byla vybrána z důvodu dlouholeté praxe v lese. Zaměřuje se na pěstební a těžební činnosti. Ve svém vlastnictví má harvester Timberjack 1270B, LKT 81, UKT Zetor 6340 s lesnickou nástavbou TUN-40 a UKT Massey Ferguson 6170 dynashift s vyvážecím vlekem Palms 13D.

4.2 Podrobný technický popis vybrané mechanizace

Vyvážecí souprava se skládá z UKT Massey Ferguson 6170 dynashift a vyvážecího vleku Palms 13D s hydraulickým jeřábem Palms 700.

4.2.1 Univerzální kolový traktor Massey Ferguson 6170 dynashift

Jedná se o univerzální kolový traktor Massey Ferguson 6170 dynashift (obr. 1), který je vybaven podvázáním traktoru a ochranou podvozku. Kabina standardní QuietView s klimatizací. Technické údaje k traktoru jsou uvedeny v tabulce č. 6.



Obrázek 1: Massey Ferguson 6170 dynashift

Výrobce:	Massey Ferguson (vlastní AGCO Corporation)
Výrobní závod:	Beauvais, Francie
Rok výroby:	Dovoz Německo 2016
Hmotnost:	
Provozní hmotnost	4 730 kg
Max. povolená hmotnost	8 000 kg
Rozměry:	
Délka	4 472 mm
Šířka	2 570 mm
Výška	2 755 mm
Světelná výška	445 mm
Rozchod náprav	2 699 mm
Pneu	přední 420/70–28 zadní 18,4R38
Motor:	Perkins 1006-6, 6válcový kapalinou chlazený diesellový motor s přímým vstřikováním
Výkon	60,3 kW (při 2 000 ot/min)
Objem válce	5 985 cm ³
Spojka:	
Typ	tlaková více desková spojka s olejovou lázní, 5 desek
Převodovka:	
Typ	mechanická s 4 násobičem
Řazení	synchronizované
Počet převodových stupňů	16 x 16 (16 rychlostí vpřed a 16 rychlostí vzad) = 4 rychlostní stupně x 4 rychlosti řazené pod zátěží
Rychlost (km/hod)	30 km/hod vpřed 30 km/hod vzad

Tabulka 6: Technické údaje o traktoru

Hydraulický systém:

Vyvážecí vlek je připojen ke traktoru na oji okem o průměru 50 mm. Z traktoru je hydraulika jen na natáčení oje do obou stran přes dvě rychlospojky hydrauliky. Hydraulický systém vleku je úplně oddělen od traktoru a je samostatný. Skládá se ze dvou elektrohydraulických proporcionálních rozvaděčů Danfoss. Jeden je umístěný v rámu vleku a používá se pro pohon hydromotorů v kolech. Zapíná se z kabiny a má 3 rychlosti pojezdu s ukazateli průtoku oleje. Druhý rozvaděč je umístěný na hydraulickém jeřábu a ovládá se rovněž z kabiny

dvěma joysticky, připojených k soupravě pomocí zásuvky a kabelu. Celý systém pohání pístové čerpadlo o objemu 125 l, umístěné na vývodový hřídel traktoru. Hydraulický olej je nasáván z hydraulické nádrže o objemu 100 l umístěné na vleku přes vysokotlaký filtr do rozvaděčů, odkud se dále dle potřeby rozvádí z jednotlivých sekcí do válců. Odtud se vrací zpět přes rozvaděč a filtry do nádrže.

4.2.2 Vyvážecí vlek PALMS 13D

Jedná se o vyvážecí vlek Palms 13D (obr. 2), osazen hydraulickou rukou Palms 700. Vlek má žebřinový (dvojitý) rám s prodloužením o jeden metr. Náprava zdvojená, tzv. boogie náprava s pomocným pohonem zadních kol pomocí hydromotorů umístěných v kolech, ovládání z traktoru elektrohydraulicky, 3 rychlosti pojezdu. Vlek je vybaven natáčecí ojí o $\pm 40^\circ$, výklopnou světelnou rampou, otočnými klanicemi se zámek a vepředu bezpečnostní mříží. K vyvážecímu vleku vlastní i svěrný oplení (klembank), který se používá k přibližování kmenů polonesených čelem vpřed. V tabulce č. 7 jsou uvedeny technické údaje k vyvážecímu vleku.



Obrázek 2: Vyvážecí vlek Palms 13D

Popis vyvážecího vleku Palms 13D (viz. obr. 2):

- 1 – hydromanipulátor
- 2 – opěrné podpěry
- 3 – výsuvné a zlomovací rameno
- 4 – hlavní rameno
- 5 - rotátor
- 6 – drapák
- 7 – klanice
- 8- boogie náprava

Výrobce:	Palms (Estonsko)
Rok výroby:	2020
Celková hmotnost (při 20 km/hod):	13 000 kg
Pohotovostní hmotnost:	2 030 kg
Celková délka:	6 095 mm
Šířka se standartními koly	2 350 mm
Pneu	přední 550/45 - 22,5
	zadní 550/45 - 22,5
Délka ložné plochy	3 975 mm
Prodloužení ložné plochy	1 000 mm
Ložná plocha	2,7 m ²
Rám	2x(250x150x8) mm
Nápravy	80x80–8
Pohon 2wd	ano, SAMPO BB5
Vzduchové brzdy	ano, dvouokruhové na 4 kola
Natáčení oje	+ - 40°
Počet pístitnic na oji	2

Tabulka 7: Technické údaje o vyvážecím vleku

4.2.3 Hydraulický jeřáb Palms 700

Jedná se o hydraulický jeřáb Palms 700, který je poháněn vlastním hydraulickým systémem. Opěrné podpěry tvoří podstavec hydraulického jeřábu. Při používání jeřábu musí být podpěry spuštěné na zem, aby zajišťovaly stabilitu

vleku. Dosah jeřábu je 7,0 m. Drapák Palms, zesílený, při plném rozevření 135 cm. V tabulce č. 8 jsou uvedeny technické údaje o hydraulickém jeřábu.

Maximální dosah	7,0 m
Zdvihový moment	62 kNm
Zdvih ve 4 m	1 150 kg
Zdvih při plném výsuvu	660 kg
Rozvaděč	NH 6/8 XY
Celková hmotnost	1 500 kg
Hydraulické čerpadlo	70 l/min
Podpěrné opěry	výklopné
Písty otoče	4
Rotátor	Balsrotors – GR 46
Drapák	0,22 m ³

Tabulka 8: Technické údaje o hydraulickém jeřábu

4.3 Popis pracovního dne (směny)

Den začínal příjezdem k operátorovi, kde mě seznámil s dnešním pracovním plánem. Na začátku pracovního dne provedl technickou kontrolu vyvážecí soupravy, promazal všechny pohyblivé části stroje, doplnil PHM a dle potřeby dolil chladicí kapalinu. Nastartoval traktor, nechal se chvíli zahřát a vyrazil do lesního porostu k připraveným hromadám dříví k odvozu na OM. Kolem 10 hodiny dopolední přišla na řadu svačtinová pauza a obědová pauza byla podle pracovní vytíženosti. Jak už bylo zmíněno výše (viz. odstavec 4.1), fyzická osoba provozuje pěstební i těžební činnosti, a proto se konec pracovní doby každý den lišil. Důvodem byla příprava harvestoru ke kácení nebo vyžínování oplocenek. Poznámky a časy byly zapisovány do zápisníku. Zaznamenávala se doba trvání jednotlivých pracovních operací, tzn. jízda stroje bez nákladu, sestavení nákladu, jízda stroje s nákladem a složení nákladu. Časy byly měřeny pomocí hodinek, zaokrouhlené na celé minuty. Po dokončení zaznamenávání časů v lesním porostu byly data přepsána do počítače a následně byla provedena analýza výsledků.

Pozorování vyvážecí soupravy bylo v rozsahu 10 pracovních směn. Denní využití se pohybovalo od 46,67 % do 80,69 %. Ve většině pracovních dní se

využití pohybovalo od 74,49 % do 80,69 %. Jeden den bylo pracovní využití 46,67 % z důvodu výměny prasklé hadice, pro kterou si operátor musel zajet do prodejny s náhradními díly. Prvních 5 pracovních směn se jednalo o těžbu nahodilou, kůrovcovou. Prováděla se za účelem zabránění rozšiřování lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Těženou dřevinou byl především smrk ztepilý (*Picea abies*), dále v menší míře borovice lesní (*Pinus sylvestris*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a dub zimní (*Quercus petraea*). Ve zbylých 5 dnech se jednalo o těžbu nahodilou kůrovcovou, obnovní a mýtní.

4.4 Výpočet výkonnosti a využití pracovního dne

4.4.1 Výkonnost práce

Výkonnost práce má za cíl hodnotit efektivitu a účinnost vyvážecí soupravy.

Mezi hlavní měřítka řadíme např.:

- objem přepravovaného dříví – kolik dříví vyveze a za jaký čas, z toho určíme kapacitu a výkonnost soupravy,
- rychlost a efektivita nakládání a skládání – čas, za jak dlouho náklad sestaví a skládá,
- vzdálenost a povrch přibližovací linky – delší trasa mezi P a OM snižuje pracovní výkonnost stroje,
- časová efektivita – celkový čas pracovních operací, včetně přejezdů mezi OM a porostem,
- celková spolehlivost – hodnocení spolehlivosti, poruchovost, doby, kdy je stroj mimo provoz.

Objem dříví se měřil obdobně jako u měření hrání, změřila se výška naložení, délka sortimentů a šířka ložné plochy a vynásobilo se to koeficientem pro danou dřevinu. Také byl zaznamenáván celkový čas pracovního dne (směny).

Hodinová výkonnost se vypočítá podle vzorce 1:

$$HV = V_c * \frac{60}{T_s} \text{ (m}^3\text{/hod)} \quad \text{Vzorec 1: Hodinová výkonnost}$$

Kde: HV ... hodinová výkonnost (m³/hod)

T_s ... celkový čas směny (hod)

V_c ... celkový vyvezený objem (m³)

4.4.2 Využití pracovního dne

Využití pracovního dne (v angličtině Machine utilization) je ukazatel míry využití stroje k primární práci, na kterou byl určen. Vypočítá se podle vzorce 2:

$$MU = \frac{T_{Ope} + T_{zp}}{T} \quad (-) \quad \text{Vzorec 2: Využití pracovního dne}$$

Kde: MU ... koeficient využití stroje (-)

T_{Ope} ... délka operativního času (hod)

T_{zp} ... délka času zákonných přestávek (hod)

T ... délka směny (hod)

4.5 Měření vybraných pracovních operací

V bakalářské práci bylo úkolem pozorovat vyvážecí soupravu především v těchto pracovních operacích: čas jízdy stroje do lesního porostu, čas na sestavení nákladu, čas jízdy stroje z lesního porostu na odvozní místo a čas na skládání na odvozním místě. Zaznamenával jsem i časy neoperativní, to jsou časy směnové a dávkové a ztráty času. Tyto časy se do čisté pracovní výkonnosti vyvážecí soupravy nezapočítávají, ale je důležité o nich vědět.

Hrubá pracovní výkonnost se vypočítá podle vzorce 3:

$$W_h = \frac{V}{T} \quad (m^3/hod) \quad \text{Vzorec 3: Hrubá pracovní výkonnost}$$

Kde: W_h ... hrubá výkonnost (m^3/hod)

V ... objem dříví za daný časový úsek (m^3)

T ... délka časového úseku (hod)

Čistá pracovní výkonnost se vypočítá podle vzorce 4:

$$W_{\check{c}} = \frac{V}{T_{WT}} \quad (m^3/hod) \quad \text{Vzorec 4: Čistá pracovní výkonnost}$$

Kde: $W_{\check{c}}$... čistá pracovní výkonnost (m^3/hod)

V ... objem dříví za daný časový úsek (m^3)

T_{WT} ... délka času práce (hod)

5. Výsledky

V této kapitole jsou popsány výsledky jednotlivých pracovních dní (směn). V první části se jedná o krátký popis pracovního dne, datum, číslo porostu, věk, těžená dřevina, druh těžby a charakteristika povrchu. Poté následují v tabulce data o časových délkách, jednotlivých pracovních operacích, včetně časů neoperativních a následně uveden celkový čas směny, průměrný náklad za jednotlivé dny, hodinový výkon vyvážecí soupravy a celkové využití pracovního dne.

Den č. 1

V tomto dni bylo za úkol vyvézt smrk ztepilý ve vyrobených sortimentech 2,5 m. Vzdálenost mezi lesním porostem a odvozním místem činila 4,1 kilometru. Každý vlek byl nakládán po částech z vytvořených hromad podél vývozní linky. Dříví bylo pokáceno jednomužnou motorovou pilou, následně bylo přiblíženo LKT k vývozní lince, kde bylo odvětveno a zmanipulováno na požadované sortimenty harvestorem. Celkem bylo vyvezeno 29 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla vypočtena na 80,69 %, viz. tabulka č. 9.

Datum: 8. 9. 2023

Číslo porostu: 421A10

Věk porostu: 80 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnost: 0,99 m³

Celkem přiblíženo: 29 m³

Charakter výroby: kombinovaná těžba (Jednomužná motorová pila + lesní kolový traktor + harvestor + Vyvážecí souprava)

Charakteristika povrchu:

V porostu byla sklonitost terénu 5-10 % po vrstevnici s dobrou únosností a bez překážek. Po přibližovací cestě do 10 % po L1/L2 a následně po asfaltové komunikaci, bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	4 100	4 100	4 100
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	25,33	7,22 %	12	27	37
nakládání (t'_{A127}) (min)	33,33	9,50 %	35	40	25
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	33,33	9,50 %	28	44	28
skládání (t'_{A129}) (min)	25,00	7,12 %	36	21	18
celková doba pracovních operací (min)	351,00	100,00 %	111	132	108
velikost nákladu (m ³)	-	-	9,5	10	9,5
Směnové časy		% podíl			
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	15	3,45 %			
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	22	5,06 %			
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	2	0,46 %			
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %			
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %			
Dávkový čas					
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	38	8,74 %			
Ztráty času					
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %			
osobní ztráty času (T'_D) (min)	7	1,61 %			
Výkonnost, průměr					
průměrný náklad (m ³)	9,67				
celkem vyvezeno (m ³)	29				
čas směny (hod)	7:15				
hodinový výkon (m ³ /hod)	4				
Využití pracovního dne (%)	80,69 %				

Tabulka 9: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 1. dne

Den č. 2

Tento den byly vyvezeny celkem dvě klece. První se vyvážel jasan ztepilý ve vyrobených sortimentech 4 m. Po jeho složení proběhla další nakládka smrku ztepilého ve vyrobených sortimentech 2,5 m. Sestavení nákladu proběhlo z více hromad, které byly připraveny u vývozní linky. Vzdálenost mezi porostem a odvozním místem činila 6 km. Celkem bylo vyvezeno 17,2 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy činila 76,53 %, viz. tabulka č. 10.

Datum: 11. 9. 2023

Číslo porostu: 412E07, 475D08

Věk porostu: SM 60, JS 55 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnost: SM 0,69 m³, JS 0,49 m³

Celkem přibliženo: 17,2 m³

Charakter výroby: kombinovaná těžba (Harvestor + UKT + Vyvážecí souprava)

Charakteristika povrchu:

Sklonitost terénu v porostu byla do 10 % po vrstevnici, únosnost terénu dobrá s mírnými překážkami. Po přibližovací lince byl sklon do 15 % po L1/L2 a po asfaltové komunikaci bez překážek s dobrou únosností.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	6 000	6 000
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	24,00	20,17 %	22	26
nakládání (t'_{A127}) (min)	48,50	40,76 %	45	52
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	32,50	27,31 %	37	28
skládání (t'_{A129}) (min)	14,00	11,76 %	14	14
celková doba pracovních operací (min)	119,00	100,00 %	118	120
velikost nákladu (m ³)	-	-	8,2	9
Směnové časy		% podíl		
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	16	5,14 %		
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	7	2,25 %		
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	0	0,00 %		
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	6	1,93 %		
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %		
Dávkový čas				
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	40	12,86 %		
Ztráty času				
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %		
osobní ztráty času (T'_D) (min)	4	1,29 %		
Výkonnost, průměr				
průměrný náklad (m ³)	8,60			
celkem vyvezeno (m ³)	17,2			
čas směny (hod) celkový čas	5:11			
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,47			
Využití pracovního dne (%)	76,53 %			

Tabulka 10: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 2. dne

Den č. 3

V tento den bylo vyváženo kůrovcové dříví z nahodilé těžby v mladém porostu do 40 let věku. Hlavní těženou dřevinou byl smrk ztepilý, s příměsí borovice lesní. Přibližovací vzdálenost z lesního porostu na odvozní místo byla vzdálená 1 km. Celkem bylo vyvezeno 34,2 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 79,04 %, viz. tabulka č. 11.

Datum: 21. 9. 2023

Číslo porostu: 414B04, 414B09, 459C12a

Věk porostu: 40 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*), příměs borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnost: SM 0,29 m³, BO 0,99 m³, SM 1,00 m³

Celkem přibliženo: 34,2 m³

Charakter výroby: kombinovaná těžba (Harvestor + UKT + Vyvážecí souprava)

Charakteristika povrchu:

V tomto porostu se sklon terénu pohyboval mezi 5–10 %, únosnost terénu dobrá a bez překážek. Dříví se vyváželo po přibližovacích cestách a asfaltové silnici se sklonem do 5 %, únosnost terénu dobrá a bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	1 000	1 000	1 000	1 000
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	10,50	15,91 %	11	10	14	7
nakládání (t'_{A127}) (min)	25,75	39,02 %	27	14	42	20
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	14,50	21,97 %	12	28	10	8
skládání (t'_{A129}) (min)	15,25	23,11 %	14	11	26	10
celková doba pracovních operací (min)	66,00	100,00 %	64	63	92	45
velikost nákladu (m3)	-	-	8,5	6	9,2	10,5
Směnové časy		% podíl				
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	15	4,49 %				
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	0	0,00 %				
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	0	0,00 %				
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %				
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %				
Dávkový čas						
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	55	16,47 %				
Ztráty času						
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %				
osobní ztráty času (T'_D) (min)	0	0,00 %				
Výkonnost, průměr						
průměrný náklad (m3)	8,55					
celkem vyvezeno (m3)	34,2					
čas směny (hod)	5:34					
hodinový výkon (m3/hod)	6,14					
Využití pracovního dne (%)	79,04 %					

Tabulka 11: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 3. dne

Den č. 4

Tentokrát bylo zapotřebí vyvézt dub zimní z porostu nad chatovou oblastí a smrk kvůli zabránění rozšiřování lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Duby byly v rámci mimořádné těžby pokáceny z rozhodnutí orgánu státní správy lesů, neboť panovaly obavy z poškození chatové oblasti pod porostem. Dříví bylo pokáceno, zmanipulováno a připraveno k soustředování harvestorem, bylo zapotřebí uklidit i klest. Smrk byl vyvážen z přibližovací linky. Celkem bylo vyvezeno 19 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 78,69 %, viz. tabulka č. 12.

Datum: 22. 9. 2023

Číslo porostu: 414B09, 456C05

Věk porostu: 40–60 let

Těžená dřevina: dub zimní (*Quercus petraea*), smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnatost: DBZ 0,99 m³, SM 0,69 m³

Celkem přiblíženo: 19 m³

Charakter výroby: kombinovaná těžba (Harvestor + Vyvážecí souprava)

Charakteristika povrchu:

Terén v porostu byl do sklonu 15 %, únosnost terénu byla dobrá a překážky tvořily pařezy a klest. Sklon po přibližovací lince byl do 15 % proti svahu s nákladem, únosnost terénu dobrá a bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	4 000	4 000	4 000
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	26,67	19,51 %	20	25	35
nakládání (t'_{A127}) (min)	41,33	30,24 %	35	42	47
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	35,67	26,10 %	32	38	37
skládání (t'_{A129}) (min)	33,00	24,15 %	38	30	31
celková doba pracovních operací (min)	136,67	100,00 %	125	135	150
velikost nákladu (m ³)	-	-	7	6	6
Směnové časy		% podíl			
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	30	5,76 %			
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	11	2,11 %			
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	0	0,00 %			
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %			
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %			
Dávkový čas					
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	61	11,71 %			
Ztráty času					
technicko-organizační ztráty času (T'_F) (min)	0	0,00 %			
osobní ztráty času (T'_D) (min)	9	1,73 %			
Výkonnost, průměr					
průměrný náklad (m ³)	6,33				
celkem vyvezeno (m ³)	19				
čas směny (hod)	3:26				
hodinový výkon (m ³ /hod)	4,95				
Využití pracovního dne (%)	78,69 %				

Tabulka 12: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 4. dne

Den č. 5

Pátý den bylo třeba vyvézt dříví podél přibližovacích linek. Dříví bylo pokáceno harvestorem a připraveno k vyvážení. Vzdálenost mezi porostem a odvozním místem činila 4 km. Celkem bylo vyvezeno 22,5 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 78,69 %, viz. (Tab. 13).

Datum: 25. 9. 2023

Číslo porostu: 414B04

Věk porostu: 40 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnatost: SM 0,29

Celkem přibliženo: 22,5 m³

Charakter výroby: kombinovaná těžba (Harvestor + Vyvážecí souprava)

Charakteristika povrchu:

Sklonitost terénu byla 5–10 % po svahu, únosnost byla dobrá a překážkami byly pařezy a stávající porost. Po přibližovací lince byl sklon do 15 % proti svahu, únosnost terénu dobrá a překážky nebyly.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	4 000	4 000	4 000
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	26,67	19,51 %	20	25	35
nakládání (t'_{A127}) (min)	41,33	30,24 %	35	42	47
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	35,33	25,85 %	31	38	37
skládání (t'_{A129}) (min)	33,33	24,39 %	39	30	31
celková doba pracovních operací (min)	136,67	100,00 %	125	135	150
velikost nákladu (m ³)	-	-	7,5	8	7
Směnové časy		% podíl			
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	15	2,88 %			
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	26	4,99 %			
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	0	0,00 %			
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %			
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %			
Dávkový čas					
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	61	11,71 %			
Ztráty času					
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %			
osobní ztráty času (T'_D) (min)	9	1,73 %			
Výkonnost, průměr					
průměrný náklad (m ³)	7,50				
celkem vyvezeno (m ³)	22,5				
čas směny (hod)	8:41				
hodinový výkon (m ³ /hod)	2,59				
Využití pracovního dne (%)	78,69 %				

Tabulka 13: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 5. dne

Den č. 6

V tento den bylo cílem vyvézt smrk ztepilý po nahodilé těžbě, aby se zabránilo rozšíření lýkožrouta smrkového. Poté vyvážení čerstvého smrku. Soustředování probíhalo na dvou stanovištích. Na prvním se vyvezlo 12 m³ kůrovcového dříví, na druhém 17,3 m³ zdravého smrku. Těžba na druhém stanovišti se prováděla podle LHP. Celkem bylo vyvezeno 12 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 46,49 %, viz. tabulka č. 14. Důvodem nižší pracovní výkonnosti byla závada prasklé hadice pro otevírání a zavírání drapáku. Operátor ji musel zajistit vlastní dopravou do prodejny s náhradními díly. Oprava včetně demontáže a montáže nové hadice trvala 1,5 hod.

Datum: 28. 9. 2023

Číslo porostu: 702C13

Věk porostu: 125 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová; obnovní, mýtní

Hmotnatost: SM 0,49

Celkem přibliženo: 12 m³; 79,29 m³

Charakter výroby: Jednomužná motorová pila + Vyvážecí souprava

Charakteristika povrchu:

Sklon terénu se v tomto porostu pohyboval v rozmezí 10–15 % po svahu, únosnost terénu byla dobrá a překážkami byly stojící stromy. Na přibližovací lince byl sklon do 15 % proti kopci, únosnost také dobrá a bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	720	720	720	720	720
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	12,00	22,64 %	9	9	10	19	13
nakládání (t'_{A127}) (min)	24,20	45,66 %	20	25	21	17	38
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	7,80	14,72 %	6	6	7	9	11
skládání (t'_{A129}) (min)	9,00	16,98 %	11	10	8	5	11
celková doba pracovních operací (min)	53,00	100,00 %	46	50	46	50	73
velikost nákladu (m ³)	-	-	7	6	6	1,3	7
Směnové časy		% podíl					
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	15	2,63 %					
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	77	13,51 %					
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	0	0,00 %					
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	8	1,40 %					
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	35	6,14 %					
Dávkový čas							
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	66	11,58 %					
Ztráty času							
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	75	13,16 %					
osobní ztráty času (T'_D) (min)	28	4,91 %					
Výkonnost, průměr							
průměrný náklad (m ³)	5,08						
celkem vyvezeno (m ³)	27,3						
čas směny (hod)	9:30						
hodinový výkon (m ³ /hod)	3						
Využití pracovního dne (%)	46,49 %						

Tabulka 14: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 6. dne

Den č. 7

Dnes bylo za úkol pokračovat v přibližování čerstvého smrku ztepilého. Vzdálenost mezi lesním porostem a odvozním místem činila zhruba 720 m. Celkem bylo vyvezeno 28 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 74,49 %, viz. tabulka č. 15.

Datum: 29. 9. 2023

Číslo porostu: 702C13

Věk porostu: 125 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: obnovní, mýtní úmyslná

Hmotnatost: SM 1,00

Celkem přibliženo: 79,29 m³

Charakter výroby: Jednomužná motorová pila + Vyvážecí souprava

Charakteristika povrchu:

Terén v lesním porostu byl kopcovitý, sklonitost 10–15 %, únosnost terénu byla dobrá a překážkovost terénu ztěžovaly pařezy a klest. Přibližovací linka byla zprvu proti kopci do sklonu 15 %, poté po vrstevnici, po rovině, únosnost terénu dobrá, překážkami na přibližovací lince byly kameny a stojící stromy.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	720	720	720	720	720
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	17,20	23,37 %	35	14	11	12	14
nakládání (t'_{A127}) (min)	32,80	44,57 %	29	38	38	41	18
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	10,40	14,13 %	11	10	10	11	10
skládání (t'_{A129}) (min)	13,20	17,93 %	20	12	13	12	9
celková doba pracovních operací (min)	73,60	100,00 %	95	74	72	76	51
velikost nákladu (m ³)	-	-	6	6	6	5	5
Směnové časy		% podíl					
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	13	2,63 %					
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	12	2,43 %					
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	47	9,51 %					
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %					
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	6	1,21 %					
Dávkový čas							
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	7	1,42 %					
Ztráty času							
technicko-organizační ztráty času (T'_F) (min)	0	0,00 %					
osobní ztráty času (T'_D) (min)	41	8,30 %					
Výkonnost, průměr							
průměrný náklad (m ³)	6,00						
celkem vyvezeno (m ³)	28						
čas směny (hod)	8:11						
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,77						
Využití pracovního dne (%)	74,49 %						

Tabulka 15: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 7. dne

Den č. 8

V tomto dni bylo za úkol vyvézt modřín opadavý z oplocenky. Po mýtní úmyslné těžbě byly nechány v porostu výstavky modřínu opadavého. V následujícím roce bylo rozhodnuto fořtem zbylý modřín dokácet a vyvézt. Důvodem bylo zabránění poškození nově vysazených stromků v oplocenkách. Celkem bylo vyvezeno 16,4 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 65,23 %, viz. tabulka č. 16.

Datum: 2. 10. 2023

Číslo porostu: 1B8

Věk porostu: 54 let

Těžená dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)

Druh těžby: mýtní úmyslná

Hmotnost: 0,69 m³

Celkem přibliženo: 16,40 m³

Charakter výroby: Jednomužná motorová pila + Vyvážecí souprava

Charakteristika povrchu:

V lesním porostu byla sklonitost do 5 %, únosnost terénu dobrá, překážkami byly pařezy, na přibližovací lince byl sklon 5–10 %, s nákladem se jezdilo proti kopci, únosnost terénu dobrá a bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	930	930	930
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	10,67	16,24 %	11	10	11
nakládání (t'_{A127}) (min)	33,33	50,76 %	27	25	48
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	11,67	17,77 %	11	13	11
skládání (t'_{A129}) (min)	10,00	15,23 %	9	10	11
celková doba pracovních operací (min)	65,67	100,00 %	58	58	81
velikost nákladu (m ³)	-	-	5,5	5,4	5,5
Směnové časy		% podíl			
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	58	19,21 %			
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	25	8,28 %			
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	3	0,99 %			
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %			
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %			
Dávkový čas					
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	0	0,00 %			
Ztráty času					
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %			
osobní ztráty času (T'_D) (min)	19	6,29 %			
Výkonnost, průměr					
průměrný náklad (m ³)	5,50				
celkem vyvezeno (m ³)	16,4				
čas směny (hod)	5:02				
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,26				
Využití pracovního dne (%)	65,23 %				

Tabulka 16: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 8. dne

Den č. 9

Dnes bylo pokračováno odvozem zdravého smrku ztepilého po mýtní obnovní těžbě podle LHP. Vyrobené sortimenty byli v délkách 2,5 a 4 m. Celkem bylo vyvezeno 28 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 59,92 %, viz. tabulka č. 17.

Datum: 13. 10. 2023

Číslo porostu: 702C13

Věk porostu: 125 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: obnovní, mýtní úmyslná

Hmotnatost: SM 1,00

Celkem přibliženo: 79,29 m³

Charakter výroby: Jednomužná motorová pila + Vyvážecí souprava

Charakteristika povrchu:

Terén v lesním porostu byl kopcovitý, sklonitost 10–15 %, únosnost terénu byla dobrá a překážkovost terénu ztěžovaly pařezy a klest. Přibližovací linka byla zprvu proti kopci do sklonu 15 %, poté po vrstevnici s dobrou únosností terénu. Překážkami na přibližovací lince byly kameny a stojící stromy.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	720	720	720	720	720
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	9,00	15,85 %	10	11	8	8	8
nakládání (t'_{A127}) (min)	28,60	50,35 %	25	54	22	26	16
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	9,00	15,85 %	10	11	7	8	9
skládání (t'_{A129}) (min)	10,20	17,96 %	12	6	11	12	10
celková doba pracovních operací (min)	56,80	100,00 %	57	82	48	54	43
velikost nákladu (m ³)	-	-	6	5	6	6	5
Směnové časy		% podíl					
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	43	9,07 %					
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	73	15,40 %					
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	6	1,27 %					
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	10	2,11 %					
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	0	0,00 %					
Dávkový čas							
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	58	12,24 %					
Ztráty času							
technicko-organizační ztráty času (T'_E) (min)	0	0,00 %					
osobní ztráty času (T'_D) (min)	0	0,00 %					
Výkonnost, průměr							
průměrný náklad (m ³)	5,67						
celkem vyvezeno (m ³)	28						
čas směny (hod)	7:54						
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,67						
Využití pracovního dne (%)	59,92 %						

Tabulka 17: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 9. dne

Den č. 10

Desátý den bylo za úkol odvézt kůrovcové dříví smrku ztepilého. Jednalo se o přibližování dříví z lesního porostu na odvozní místo. Vzdálenost mezi lesním porostem a odvozním místem činila 1 km. Byli vyvezeny 4 vleky, z toho byl jeden vlek dopraven na pilařský závod k dalšímu zpracování. Celkem bylo vyvezeno 28 m³ a pracovní výkonnost vyvážecí soupravy byla 54,98 %, viz. tabulka č. 18.

Datum: 28. 10. 2023

Číslo porostu: 1B9

Věk porostu: 97 let

Těžená dřevina: smrk ztepilý (*Picea abies*)

Druh těžby: nahodilá, kůrovcová

Hmotnatost: 0,99 m³

Celkem přiblíženo: 28 m³

Charakter výroby: Jednomužná motorová pila + UKT + Vyvážecí souprava

Charakteristika povrchu:

Terén byl v mírném svahu do 5 % na odvozním místě i po přibližovací lince, únosnost byla v obou případech dobrá a bez překážek.

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
přibližovací vzdálenost (m)	-	-	1 000	1 000	1 000	3 800
jízda do porostu (t'_{A126}) (min)	11,75	18,50 %	15	10	10	12
nakládání (t'_{A127}) (min)	24,25	38,19 %	49	13	22	13
jízda na OM (t'_{A128}) (min)	16,25	25,59 %	10	10	13	32
skládání (t'_{A129}) (min)	11,25	17,72 %	7	10	12	16
celková doba pracovních operací (min)	63,50	100,00 %	81	43	57	73
velikost nákladu (m ³)	-	-	5	8	7	8
Směnové časy		% podíl				
čas na přípravu a ukončení práce (T'_{B101}) (min)	34	7,36 %				
čas na tech. obsluhu pracoviště (T'_{B102}) (min)	61	13,20 %				
čas na pracovní příkazy (T'_{C103}) (min)	21	4,55 %				
čas na technickou údržbu stroje (T'_{C104}) (min)	0	0,00 %				
čas na opravu poruchy stroje (T'_{C105}) (min)	30	6,49 %				
Dávkový čas						
čas na biologické a tech. přestávky (T'_2) (min)	58	12,55 %				
Ztráty času						
technicko-organizační ztráty času (T'_F) (min)	0	0,00 %				
osobní ztráty času (T'_D) (min)	4	0,87 %				
Výkonnost, průměr						
průměrný náklad (m ³)	6,50					
celkem vyvezeno (m ³)	28					
čas směny (hod)	7:42					
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,64					
Využití pracovního dne (%)	54,98 %					

Tabulka 18: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 10. dne

Souhrn 10 pracovních dní (směn)

V (Tab. 19) jsou zaznamenány procentuální podíly všech časů operativních, tzn. časy jednotlivých pracovních operací i všech časů neoperativních, tj. časy směnové, dávkové a ztráty času.

Z těchto všech údajů byla vypočtena průměrná hodinová výkonnost – 3,85 m³/hod s průměrným časem směny – 6 hod 50 min a s využitím vyvážecí soupravy – 69,48 % z 10 pracovních dní (směn).

Pracovní operace	průměrný čas	% podíl
přibližovací vzdálenost (m)	-	-
jízda do porostu (t' _{A126}) (min)	17,38	17,89 %
nakládání (t' _{A127}) (min)	33,34	37,93 %
jízda na OM (t' _{A128}) (min)	20,65	19,88 %
skládání (t' _{A129}) (min)	17,42	17,63 %
celková doba pracovních operací (min)	112,19	100,00 %
velikost nákladu (m ³)	-	-
Směnové časy		
čas na přípravu a ukončení práce (T' _{B101}) (min)	25,4	6,26 %
čas na tech. obsluhu pracoviště (T' _{B102}) (min)	31	6,72 %
čas na pracovní příkazy (T' _{C103}) (min)	7,9	1,68 %
čas na technickou údržbu stroje (T' _{C104}) (min)	2,4	0,54 %
čas na opravu poruchy stroje (T' _{C105}) (min)	7,89	1,38 %
Dávkový čas		
čas na biologické a tech. přestávky (T' ₂) (min)	44,4	9,93 %
Ztráty času		
technicko-organizační ztráty času (T' _F) (min)	8,33	1,32 %
osobní ztráty času (T' _D) (min)	12,1	2,67 %
Výkonnost, průměr		
průměrný náklad (m ³)	6,94	
celkem vyvezeno (m ³)	24,96	
čas směny (hod)	6:50:36	
hodinový výkon (m ³ /hod)	3,85	
Využití pracovního dne (%)	69,48 %	

Tabulka 19: Průměrné časy a procentuální podíly všech 10 pracovních dní

6. Diskuze

V této práci byla zjišťována pracovní výkonnost vyvážecí soupravy ve vybraných pracovních podmínkách. Základem pro určování výkonnosti bylo zjistit jednotlivé časy operativní, které zahrnují časy jednotlivých pracovních operací a časy neoperativní, tzn. časy směnové, dávkové a ztráty času. Další kritéria pro zvyšování produktivity vyvážecí soupravy byly vyvážecí vzdálenosti, druhy těžeb, délka vyvážených sortimentů, skupiny hmotností a rozdělení výkonových tříd vyvážecích souprav.

Jelikož ve většině případech bylo dříví pokáceno harvestorem, jednalo se o sortimentní těžební metodu. To znamená, že délka vyvážených sortimentů byla u většiny případů od 2,5 m do 4 m, maximálně potom 6 m. V případě pozorování vyvážecí soupravy se jednalo o těžbu nahodilou kůrovcovou a těžbu mýtní, obnovní. Vyvážecí vzdálenost byla od 720 m do 6 000 m.

Výsledkem měření bylo zjištění hrubé pracovní výkonnosti (časy operativní a neoperativní) a čisté pracovní výkonnosti (časy operativní) a hodinový výkon stroje. Dalším úkolem bylo zjistit celkové využití vyvážecí soupravy za daný den. Tyto výsledky byly následně porovnány s pracovní výkonností vyvážecích souprav a vyvážecích traktorů od jiných autorů.

Ioan Apăfăian (2014) uvádí, že spotřeba času středně velké vyvážecí soupravy bez prodlení v cyklu byla ovlivněna vyvážecí vzdáleností a množstvím nakládaného dříví. Průměrná hodinová výkonnost byla 19,2 m³/hod.

Dle Novotného (2013) byla výkonnost časových snímků u vyvážecí soupravy 4,24 m³/hod a 3,29 m³/hod. U vyvážecího traktoru 9,18 m³/hod a 14,13 m³/hod. Rozdíl mezi vyvážecí soupravou a vyvážecím traktorem byl kvůli kratší přibližovací vzdálenosti.

Dvořák (2010) uvádí, že se průměrná výkonnost vyvážecího traktoru s výkonem do 60 kW pohybuje od 2,0 m³/hod do 4,2 m³/hod v závislosti na objemu těžené dřeviny a vyvážecí vzdálenosti. U vyvážecího traktoru nad 60 kW se pohybuje od 7,1 m³/hod do 20,0 m³/hod v závislosti na stejných faktorech jako u výkonu do 60 kW. Do výkonnosti práce se zahrnují časy jednotkové, dávkové, směnové i časy obecně nutných přestávek.

Podle Rezy Ghaffariana (2007) byla průměrná produktivní pracovní hodina vyvážecí soupravy 17,9 m³/hod.

Dle Nerudy a Simanova (2006) se hodinová výkonnost vyvážecích souprav pohybuje od 6 do 9 m³/hod, u vyvážecích traktorů od 5 do 12 m³/hod.

V našem případě byla průměrná hodinová výkonnost vyvážecí soupravy 3,85 m³/hod v důsledku větších rozdílů přibližovací vzdálenosti. Hrubá pracovní výkonnost byla 3,65 m³/hod a čistá pracovní výkonnost za 10 dní pozorování byla 13,35 m³/hod. Průměrný náklad vyvezený za 10 pracovních směn činí 6,94 m³. Využití za celkový čas pozorování vyvážecí soupravy bylo průměrně 69,48 %. Pracovní využití stroje v jednotlivých pracovních dnech (směnách) se pohybovalo od 46,49 % do 80,69 %, přičemž ve většině dnech bylo kolem 77 %. Den, ve kterém bylo využití pouze 46,49 % byla závada prasklé hadice pro otevírání a zavírání drapáku. Operátor ji musel zajistit vlastní dopravou do prodejny s náhradními díly, tím se protáhla doba opravy. Tudíž bylo využití soupravy malé, oproti ostatním dnům.

7. Závěr

Na základě provedených výsledků lze tvrdit, že pozorování vyvážecí soupravy bude přínosné pro další zpracování a vyhodnocení vyvážení dříví. Tím, že kůrovcová kalamita postupně ustupuje, tak není vyvážení dříví v takových mírách jako při kalamitách. Při pozorování se vyváželo dříví z mladších porostů, kde se snažilo zabránit rozšiřování lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Dále z porostů dle nařízení správních orgánů (dub zimní nad chatovou oblastí) a porostů, kde byla dle LHP nařízena těžba obnovní, mýtní úmyslná.

Produktivita vyvážecích souprav je závislá na mnoha faktorech, jako jsou například terénní a přírodní podmínky, průměrná hmotnost, vzdálenost přibližovacích linek, organizace práce a v neposlední řadě i zkušenost a praxe operátora stroje. Průměrná hrubá pracovní výkonnost pozorované vyvážecí soupravy byla 3,65 m³/hod a průměrná čistá pracovní výkonnost vyvážecí soupravy za 10 pracovních dní byla 13,35 m³/hod.

Závěrem práce lze tvrdit, že pozorovaná výkonnost byla v mezích, které lze dle dalších autorů čekat od vyvážecích traktorů. Je tedy otázkou, zda není pro mnoho vlastníků vyvážecích traktorů vhodnější použití vyvážecích souprav, mimo jiné díky přidané hodnotě v podobě možnosti dovozu dříví do blízkého okolí tak, jak se v mnoha místech dodává palivové dříví, nebo použitelnosti stroje v zemědělství. V tomto případě pozorování je traktor využíván i v zemědělství.

Dle mého názoru by bylo vhodnější pozorovat vyvážecí soupravu v delších časových úsecích, v různých klimatických i terénních podmínkách a jiném druhu povrchu, kde bylo prováděno pozorování vyvážecí soupravy po dobu 10 pracovních směn.

8. Seznam použitých zdrojů a odborné literatury

CADEI, Alberto, Omar MOLOGNI, Dominik RÖSER, Raffaele CAVALLI a Stefano GRIGOLATO, 2020. Forwarder Productivity in Salvage Logging Operations in Difficult Terrain. *Forests* [online]. 11(3) [cit. 2024-02-28]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f11030341

ČESKÁ REPUBLIKA, 2017. Nařízení vlády č. 399/2017 Sb., o bližších požadavcích na způsob organizace práce a pracovních postupů při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru. In:.

DVOŘÁK, Jiří, Martin JANKOVSKÝ, Martin CHYTRÝ, Ondřej NUHLÍČEK, Pavel NATOV, Mariusz KORMANEK a Radim LÖWE, 2021. Operational Costs of Mid-Performance Forwarders in Czech Forest Bioeconomy. *Forests* [online]. 12(4) [cit. 2024-02-28]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f12040435

DVOŘÁK, Jiří, 2012. Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích. *Lesnická práce*. ISBN 978-80-7458-028-4.

DVOŘÁK, Jiří, 2010. Sestavení výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory podle výkonových tříd strojů a výrobních podmínek [online]. [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: <https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/12/vykonove-normy-harvestory-web.pdf>

GAGLIARDI, Kayla, Simon ACKERMAN a Pierre ACKERMAN, 2020. Multi-Product Forwarder-Based Timber Extraction. *Croatian journal of forest engineering* [online]. 2020-06-30, 41(2), 231-242 [cit. 2024-03-24]. ISSN 18489672. Dostupné z: doi:10.5552/crojfe.2020.736

GHAFFARIYAN, Mohammad Reza, 2022. Work productivity assessment of small forwarders in forest operations: An international review. *Silva Balcanica* [online]. 2022-12-20, 23(2), 55-68 [cit. 2024-02-28]. ISSN 2815-2549. Dostupné z: doi:10.3897/silvabalcanica.23.e91143

HAFIZ HARUN, M, P M SAMIN, K HUDHA, S A A BAKAR a A Md SAAD, 2018. Modelling and verification of tractor ride model. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 2018-12-01, 469 [cit. 2024-01-31]. ISSN 1757-899X. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/469/1/012077

IOAN APĂFĂIAN, Andrei, Andrea Rosario PROTO a Stelian Alexandru BORZ, 2014. Performance of a mid-sized harvester-forwarder system in integrated harvesting of sawmill, pulpwood and firewood. *Annals of Forest Research* [online]. 2014-01-31 [cit. 2024-03-31]. ISSN 20652445. Dostupné z: doi:10.15287/afr.2017.909

JANKOVSKÝ, M., V. MESSINGEROVÁ, M. FERENČÍK a M. ALLMAN, 2016. Objective and subjective assessment of selected factors of the work environment of forest harvesters and forwarders. *Journal of Forest Science* [online]. 2016-1-31, 62(1), 8-16 [cit. 2024-02-28]. ISSN 12124834. Dostupné z: doi:10.17221/120/2014-JFS

JIROVSKÁ, Tereza, 2019. *Metody normování práce v teorii a praxi*. Liberec. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.

KELLOGG, L.D. a P. BETTINGER, 2013. Thinning Productivity and Cost for a Mechanized Cut-to-Length System in the Northwest Pacific Coast Region of the USA. *Journal of Forest Engineering* [online]. 2013-06-18, 5(2), 43-54 [cit. 2024-02-28]. ISSN 0843-5243. Dostupné z: doi:10.1080/08435243.1994.10702659

Lesní těžba. *Lesy České republiky, s. p.* [online]. [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/drevo/lesni-tezba/>

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. Lidské zdroje. ISBN 80-735-7095-5.

MACKŮ, Jan a Miroslav GAŠPARÍK, 2015. Harvesterová technologie - moderní a k přírodě šetrný těžebně-dopravní systém. *AGROjournal* [online]. 2015(3), 18-21 [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/283571757_Harvestorova_techologie_-_moderni_a_k_prirode_setrny_tezebne-dopravni_system

MACHÁČEK, Jan, 2017. *Bezpečnost práce v lesnictví: Správná praxe pro malé a střední podniky*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., ve spolupráci s Ministerstvem práce a sociálních věcí.

MÁCHAL, Pavel a Luboš BARTOŠ, 2014. Application of harvester technologies of timber logging in the process-oriented environment. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online]. 2014-10-11, 57(4),

25-30 [cit. 2024-02-29]. ISSN 12118516. Dostupné z: doi:10.11118/actaun200957040025

MANNER, Jussi, Tomas NORDFJELL a Ola LINDROOS, 2013. Effects of the number of assortments and log concentration on time consumption for forwarding. *Silva Fennica* [online]. 47(4) [cit. 2024-02-28]. ISSN 22424075. Dostupné z: doi:10.14214/sf.1030

Massey Ferguson, 2001. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Massey_Ferguson

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2023. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky: Report on the state of forests and forestry in the Czech Republic : stav k .. Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce. ISBN 978-80-7434-703-0.

Návod k obsluze stroje Massey Ferguson 6170 [online]. [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: https://drive.google.com/file/d/1vDiO4HLOSIX_YvDcRLXnXykm1yCHA8D/view

NERUDA, Jindřich, 2022. Technika a technologie v lesnictví: učební text pro předměty Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví, Technika a technologie lesní těžby a Technika a technologie dopravy dříví. 3., aktualizované vydání. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7509-192-5.

NERUDA, Jindřich, 2015. Technika a technologie v lesnictví: učební text pro předměty Technika a technologie v lesnictví, Základní procesy těžby a dopravy dříví, Technika a technologie lesní těžby a Technika a technologie dopravy dříví. 2., přeprac. vyd. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7509-192-5.

NERUDA, Jindřich, 2013. Harvesterové technologie lesní těžby. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-842-4.

NERUDA, Jindřich a Vladimír SIMANOV, 2006. Technika a technologie v lesnictví. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 978-80-7157-988-5.

- NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ, 2007. Racionalizace výroby.
- NOVOTNÝ, Pavel, 2013. Srovnání vyvážecí soupravy a vyvážecího traktoru z hlediska potenciálu využití a provozního nasazení. Brno. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.
- NORDFJELL, Tomas, Emil ÖHMAN, Ola LINDROOS a Bengt AGER, 2019. The technical development of forwarders in Sweden between 1962 and 2012 and of sales between 1975 and 2017. *International Journal of Forest Engineering* [online]. 2019-01-20, 30(1), 1-13 [cit. 2024-03-27]. ISSN 1494-2119. Dostupné z: doi:10.1080/14942119.2019.1591074
- NURMINEN, Tuomo, Heikki KORPUNEN a Jori UUSITALO, 2006. Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* [online]. 40(2) [cit. 2024-03-02]. ISSN 22424075. Dostupné z: doi:10.14214/sf.346
- Palms, 1995. Palms [online]. 2024 [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://www.palms.eu/home>
- PROTO, Andrea R., Giorgio MACRÌ, Rien VISSER, Hunter HARRILL, Diego RUSSO a Giuseppe ZIMBALATTI, 2018. Factors affecting forwarder productivity. *European Journal of Forest Research* [online]. 137(2), 143-151 [cit. 2024-02-28]. ISSN 1612-4669. Dostupné z: doi:10.1007/s10342-017-1088-6
- REZA GHAFFARIAN, Mohammad, Karl STAMPFER a John SESSIONS, 2007. Forwarding productivity in Southern Austria. *Croatian Journal of Forest Engineering* [online]. 28(2), 169-175 [cit. 2024-03-31]. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/clanak/28460>
- ROUTA, Johanna, Yrjö NUUTINEN a Antti ASIKAINEN, 2020. Productivity in Mechanizing Early Tending in Spruce Seedling Stands. *Croatian journal of forest engineering* [online]. 2020-01-31, 41(1), 1-11 [cit. 2024-02-28]. ISSN 18489672. Dostupné z: doi:10.5552/crojfe.2020.619
- SANTANIELLO, Francesca, Djupström B. LINE, Thomas RANIUS, Jörgen RUDOLPHI, Olof WIDENFALK a Jan WESLIEN, 2016. Effects of partial cutting on logging productivity, economic returns and dead wood in boreal pine

forest. *Forest Ecology and Management* [online]. 365, 152-158 [cit. 2024-02-28]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2016.01.033

SCHLAGHAMERSKÝ, Adolf, 2001. Harvestorové technologie v lesních porostech. *Lesnická práce* [online]. 80(4/01) [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-80-2001/lesnicka-prace-c-4-01/harvestorove-technologie-v-lesnich-porostech>

SIMANOV, Vladimír a Václav KOHOUT, [2004]. *Těžba a doprava dříví*. Písek: Matice lesnická. Učebnice (Matice lesnická). ISBN 80-862-7114-5.

SLOUP, Roman, 2012. *Semináře z ekonomiky lesního hospodářství*. Praha. Multimediální příručka. Česká zemědělská univerzita.

9. Seznam tabulek, obrázků a vzorců

Tabulky:

Tabulka 1: Výkonové třídy vyvážecích traktorů	20
Tabulka 2: Skupiny hmotností.....	20
Tabulka 3: Druh těžby.....	21
Tabulka 4: Vyvážecí vzdálenost	21
Tabulka 5: Délka vyvážených sortimentů	21
Tabulka 6: Technické údaje o traktoru	29
Tabulka 7: Technické údaje o vyvážecím vleku.....	31
Tabulka 8: Technické údaje o hydraulickém jeřábu	32
Tabulka 9: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 1. dne.....	36
Tabulka 10: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 2. dne.....	38
Tabulka 11: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 3. dne.....	40
Tabulka 12: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 4. dne.....	42
Tabulka 13: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 5. dne.....	44
Tabulka 14: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 6. dne.....	46
Tabulka 15: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 7. dne.....	48
Tabulka 16: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 8. dne.....	50
Tabulka 17: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 9. dne.....	52
Tabulka 18: Počet měření, průměrné časy a procentuální podíl 10. dne.....	54
Tabulka 19: Průměrné časy a procentuální podíly všech 10 pracovních dní	55

Obrázky:

Obrázek 1: Massey Ferguson 6170 dynashift.....	28
Obrázek 2: Vyvážecí vlek Palms 13D.....	30

Vzorce:

Vzorec 1: Hodinová výkonnost.....	33
Vzorec 2: Využití pracovního dne.....	34
Vzorec 3: Hrubá pracovní výkonnost	34
Vzorec 4: Čistá pracovní výkonnost.....	34

