

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta lesnická a dřevařská**  
**Katedra lesní těžby**

**Produktivita práce vybraného vyvážecího stroje  
ve vybraných porostních a terénních  
podmínkách**

Bakalářská práce

Autor: Martina Karenovičová

Vedoucí: Doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martina Karenovičová

Lesnictví

Název práce

Produktivita práce vybraného vyvážecího stroje ve vybraných porostních a terénních podmínkách

Název anglicky

Forwarder productivity in selected stand and terrain conditions

---

Cíle práce

Provedení technicko ekonomické analýzy práce vybraného vyvážecího stroje na vybraném pracovišti s cílem stanovit provozní doporučení pro zlepšení produktivity práce.

Metodika

S použitím normované metodiky a postupů obdobných prací provedených dříve vypracujte postup vlastního studia materiálu a navrhnete způsob, jakým budou vyjádřeny technické a ekonomické parametry práce vybraného vyvážecího stroje.

**Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

**Klíčová slova**

technika lesnická, vyvážení, analýza, technika práce, ekonomika práce

---

**Doporučené zdroje informací**

KLIVAC R., WARD S., OWENDE P., LYONS J., 2003. Energy audit of wood harvesting systems. Scandinavian journal of Forest Research, 18: 176-183.

KLIVÁČ, R., SKOUPÝ, Alois.: Energetický audit s návazností na ekonomické hodnocení těžebních technologií. In DUDÍK, R. – KUPČÁK, V. Ekonomické aspekty hospodaření v lesním vegetačním stupni 1- lužní lesy. Brno: Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky, LDF, MZLU v Brně, 2006, s. 45–50. ISBN 80-7157-987-4.

LIŠKA, S., KLIVÁČ, R.: Analýza spotřeby paliv harvesterové technologie. In ČERMÁK, P. BODEJČKOVÁ, I. ŽID, T. Krajina-Les-Dřevo. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, 2007, s. 435-441. ISBN 978-80-87139-79-0.

NERUDA, J., PECL, J., ROUSEK, M., SKOUPÝ, A., ULRICH, R., VALENTA, J., KULHAVÝ, J.: Technologie a technika pro trvale udržitelné hospodaření v lesích se zohledněním velikosti majetku. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005 s. 347–380. ISBN 80-7157-844-4.

SKOUPÝ, A. a kol. Multikriteriální hodnocení technologií pro soustředování dříví. 1. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2011. 212 s. ISBN 978-80-7458-016-1.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FLD

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra lesní těžby

---

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2014

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2016

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Produktivita práce vybraného vyvážecího stroje ve vybraných porostních a terénních podmínkách“ vypracovala samostatně pod vedením Doc. Ing. Miroslava Hájka, Ph.D a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

.....  
Karenovičová Martina

## **Abstrakt**

Cílem práce je provedení technicko-ekonomické analýzy vybraného vyvážecího stroje na vybraném pracovišti s cílem stanovit provozní doporučení pro zlepšení produktivity práce.

Na základě časového a objemového měření za jednu pracovní směnu, se stanovil snímek pracovního dne operátora na vyvážecím traktoru. Časy byly dále blíže zkoumány a rozděleny na časy operativní a časy neoperativní. Tyto naměřené časy nadále sloužily ke stanovení směnové výkonnosti a k výpočtu produktivity práce. Z přímého pozorování a výsledků bylo nadále možné provést analýzu negativních i kladných faktorů ovlivňujících produktivitu práce ve vybraných podmínkách a navrhnout doporučení na zlepšení.

Výsledná směnová výkonnost činila 99% a produktivita práce spočítaná z objemu a času 13,79 m<sup>3</sup>/h.

### **Klíčová slova:**

Technika lesnická, vyvážení, analýza, technika práce, ekonomika práce

## **Abstract**

The aim of the thesis is realizing of technical-economic analysis of the chosen skidder. In the chosen workplace is the goal to define operating recommendations for improving productivity of work.

Based on measuring of time and amount for one work shift, was determined image of workday of operator with skidder. Times were then further investigated and divided into operative times and non-operative times. These measured times were used to assessment performance of work shift and for calculating of productivity of work. From direct observations and results was possible to analyze negative and positive factors influencing the productivity of work in chosen conditions and then propose recommendation for improvement.

The result of performance of shift was 99% and productivity of work calculated from amount and time was 13,79 m<sup>3</sup>/h.

### **Keywords:**

Forestry machines, forwarding, analysis, work technique, economy of work

# Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce .....	11
3. Rozbor problematiky .....	12
3.1 Rozvoj lesnické mechanizace .....	12
3.2 Těžba .....	13
3.3 Výrobní proces.....	13
3.4 Těžební metody.....	15
3.4.1 Sortimentní metoda.....	15
3.4.2 Kmenová metoda .....	16
3.4.3 Stromová metoda .....	17
3.5 Soustředování .....	17
3.6 Vyvážení.....	18
3.7 Vyvážecí traktory a soupravy .....	19
3.8 Výhody používání vyvážecích traktorů.....	20
3.9 Konstrukční popis .....	20
3.10 Faktory ovlivňující nasazení vyvážecích traktorů .....	23
3.11 Produktivita práce .....	24
4. Metodika .....	26
4.1 Organizace před měřením.....	26
4.2 Měření.....	26
4.2.1 Operativní časy .....	27
4.2.2 Neoperativní časy .....	28
4.3 Analýza spotřeby času a produktivita práce .....	29
5. Výsledky .....	31
5.1 Porost.....	31
5.3 Snímek pracovního dne .....	35
5.4 Využití pracovního dne vyvážecího traktoru.....	37
5.5 Produktivita práce vyvážecího traktoru.....	37
6. Diskuze .....	39
7. Závěr .....	42
8. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	43

9. Seznam příloh.....	46
10. Přílohy.....	47



## **Seznam tabulek, obrázků a grafů**

Obrázek 3.9.1 – Konstrukční prvky vyvážecího traktoru

Tabulka 3.9.2 – Dělení vyvážecích traktorů

Obrázek 3.9.3 – Konstrukční popis hydraulického jeřábu

Obrázek 3.10.1 – Švédská klasifikace terénu pro nasazení HT

Graf 3.11.1 – Produktivity forwarderů a náklady na jednotku výroby v závislosti na přibližovací vzdálenosti

Obrázek 5.1.1 – Valmet 840 S-2

Tabulka 5.2.1 – Operativní časy

Graf 5.2.2 – Procentuální vyjádření operativních časů

Tabulka 5.3.1 – Snímek pracovního dne

Tabulka 5.3.2 – Porovnání normální spotřeby času

Tabulka 5.4.1 – Směnová výkonnost

Tabulka 5.5.1 – Stanovení produktivity práce

Graf 5.2.2 – Poměr produktivity práce mezi vyváženými sortimenty

Tab.5.5.3 – Orientační technická data kolových forwarderů

## 1. Úvod

Lesní hospodářství bylo několik staletí závislé pouze na manuální či animální práci, což bylo spojené s nízkou produktivitou práce a velkou fyzickou náročností. Teprve až po druhé světové válce došlo k technologickému rozvoji, nově byly nasazovány traktory s navijákem nebo soupravy opatřené hydraulickým jeřábem. Došlo k poměrně velkému nárůstu produktivity práce, ke snížení fyzické námahy. Bohužel se objevily nové problémy, které měly vliv jak na pracovníky, tak na přírodní prostředí. Až s postupem času, kdy začaly být do lesů nasazovány víceoperační těžební stroje, dochází k zásadnímu převratu. Produktivita práce je na vysoké úrovni, nové technologie již nevykazují tak velké nedostatky jako velký hluk apod., jediným problémem, který nadále zůstává, je vliv těchto strojů na prostředí lesů.

S nasazením víceoperačních strojů také dochází k větším nárokům na pracovníka - operátora. Operátor musí být dokonale seznámen se všemi terénními podmínkami, dále musí perfektně ovládat stroj a být obecně produktivní. (Neruda a kol., 2008)

Těžební technologie přinášejí na jedné straně vysoký výkon a zajišťují bezpečnost práce, ale na druhou stranu vyžaduje jejich nasazení velmi precizní přípravu technologického charakteru. (Slamka, Radocha, 2010)

Aby bylo možné využít všechny přínosy těchto strojů, je nutné dodržování několika požadavků. Základními požadavky jsou profesionalita a disciplína, vysoká organizace práce a nasazování strojů pouze v případě dobrých podmínek. Pokud tyto požadavky nejsou splněny, dochází například k následnému snížení produktivity práce, což se projeví na ekonomických aspektech. Při nedodržení klimatických podmínek, dochází často k poškozování životního prostředí nebo k poškození stroje samotného, což se dále negativně promítá v ekonomickém hledisku. (Neruda a kol., 2008)

K vytvoření hospodářského zisku slouží právě produktivita práce. Produktivitu práce lze sledovat a měřit různými způsoby, jedním způsobem je objem výroby vztažený k množství vykonané práce. Na růst produktivity práce mají vliv čtyři zdroje (kapitál, vzdělání, čas a materiální aktiva), mezi další vlivy patří zavádění nových výkonnějších technologií. Správná organizace a nejvyšší využití pracovního času tvoří základ pro vysokou produktivitu práce. (Dvořák et al., 2011)

## **2. Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je provedení technicko-ekonomické analýzy vybraného vyvážecího stroje na vybraném pracovišti, následným cílem je stanovení provozních doporučení pro zlepšení produktivity práce. Při stanovení a posuzování produktivity práce bude přihlíženo na technické parametry vyvážecího stroje, na terénní a přírodní podmínky porostu, ve kterém byl vyvážecí traktor nasazen. Pro stanovení provozních doporučení na zlepšení produktivity bude vycházeno z výsledných časů s ohledem na okolnosti, které časy ovlivnily. Pro kvalitnější stanovení mých doporučení bude přihlédnuto také k jiným pracím týkajících se tohoto tématu.

### **3. Rozbor problematiky**

#### **3.1 Rozvoj lesnické mechanizace**

Celé lesnictví je provázáno činnostmi, které na sebe vzájemně navazují a to za účelem vytěžení a dopravy dřeva ke spotřebitelům, obnově vytěžené plochy a získávání sazenic v lesních školách. Tyto činnosti jsou často spojeny se složitými podmínkami. Mezi tyto podmínky patří například venkovní prostředí, které nám ovlivňuje způsoby a prostředky provedení těchto aktivit. Jednou z charakteristických vlastností výrobních aktivit v lesnictví je práce a manipulace s předměty velkými a těžkými rozměrů (stromy, dříví). Právě složité podmínky v lese a neexistence vhodné mechanizace měly za následek, že oproti jiným odvětvím se v lesnictví do mnohem pozdější doby využívala ruční práce.

Až teprve v druhé polovině dvacátého století došlo k postupnému rozvoji mechanizace pro různá odvětví, zejména pro těžbu, odvoz, skladování a manipulaci dříví. Díky lesnickým mechanizacím došlo ke snížení námahy při práci, ale naopak ke zvýšení výkonnosti, což se projevilo i na kvalitě. Ruční nářadí téměř vymizelo, ale stále je v některých odvětvích nepostradatelné. Rozvoj mechanizace neměl vliv pouze na těžbu stromů, ale zejména i na semenářství a ochranu lesa. (Neruda, Šimanov, 2006)

První těžebně dopravní technologie byly nasazovány pouze za účelem rychlého zpracování poškozených stromů imisemi. Využívaly se jen pro mýtní a nahodilé těžby. Tyto stroje však provázely negativa jako váha, která byla nejméně 22 tun a vybaveny byly úzkými pneumatikami. Váha, pneumatiky a nesprávné nasazení měly za následek velké poškození půdy a škody na vyvážecích linkách. Důraz byl kladen především na produktivitu práce. Až v roce 1987 byly do České Republiky přivezeny první harvestory. Harvester vznikl tak, že na původní vyvážecí soupravu značky Volvo BM 971 byla přidána nástavba. Tento stroj pracoval dohromady s vyvážecí soupravou téže značky. ([www.clatrutnov.cz](http://www.clatrutnov.cz))

### 3.2 Těžba

Pojem lesní těžba znamená souhrn činností prováděných v lese. Mezi tyto činnosti patří kácení stromů, opracování dříví, následuje soustředování dříví, doprava, manipulace a konečný prodej sortimentu. Mezi lesní těžbu nespadá pouze těžba dříví, ale také sběr jiných surovin či materiálů, které se v lese nachází, tzv. přidružená lesní těžba. Avšak samotná těžba dříví zabírá nejvíce práce, financí a času ze všech odvětví lesnických činností. Správná organizace, technika a ekonomika nám mohou zaručit správné provedení těžby. (Roček., 2000)

Po ekonomické stránce záleží nejvíce na obchodu s dřívím. Tržby získané za prodej dříví pokryjí náklady spojené s provozem lesního hospodářství, s udržováním správných funkcí lesů a také náklady vydané na potěžební úpravy terénu. Lesní těžba má proto velký vliv na ekonomické výsledky. (Neruda, Simanov, 2006)

### 3.3 Výrobní proces

#### Těžba

Těžbu dříví můžeme rozdělit dle používaných technologií na manuální (za použití ruční práce – sekyra, pila), moto-manuální (používání např. motorové pily) a mechanizované (použití stroje např. řetězová pila u těžební hlavice). Sekera je nejdéle používaný a nejstarší nástroj na těžbu a opracování dříví. Lze je dělit např. na sekery podtínací, odvětvovací, osekávací či štípací. Pily se rozlišují na základě způsobu, kterým se napíná pilový list, na základě tvaru nebo směru řezání. Při těžbě se využívá i dalších pomocných nářadí jako obracák, klíny, kleště, spínače aj. (Neruda, Simanov, 2006)

#### Soustředování dříví

Soustředování se dělí na manuální, gravitační, animální a mechanizované.

Do manuálního soustředování spadá člověk se svou trvalou tažnou silou, která je asi 150N a to při rychlosti  $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tohoto typu soustředování lze tedy využít pouze v některých případech, např. při použití dřevorubeckého háčku nebo při použití

vyvážecího kolesového vozíku. Mezi některé další postupy patří například snášení, koulení a kozelcování.

Do gravitačního soustředování lze zařadit všechny způsoby, kdy je pro dopravu dříví využíváno gravitace. Do této skupiny lze zahrnout rovněž i všechny historické způsoby. Sáňkování je jeden z historických způsobů využívaný až do počátku 60. let. Tento způsob byl však velmi nebezpečný, proto byl tento způsob postupně nahrazen. Další způsob je gravitační spouštění dříví ve smycích, či mobilních smycích a volné gravitační spouštění dříví, kde záleží na terénu, dřevině a objemu kmene.

Pod animální soustředování spadají v ČR koňské i volské potahy. V různých formách zaujímalo animální soustředování asi 1/3 všech těžeb. Do budoucna bude rozhodovat o využívání toho typu ekonomické hledisko. Výhoda je možnost kombinace potahu s UKT, SLKT či lanovkou.

Mechanizované soustředování patří v posledních desetiletích k převládajícímu způsobu dopravy dříví na odvozní místo. Dělí se na vzdušné soustředování (lanovky, letecky) a pozemní. U pozemního soustředování rozeznáváme dva základní druhy a to vlečení a vyvážení. Pod pojmem vlečení se rozumí soustředování pomocí navijáků traktorů či tahačů. Lze však využít i bezúvazkové soustředování. Při tomto způsobu je však náklad úplně nebo alespoň částečně spojen s půdním povrchem. Naopak při vyvážení je náklad po celou dobu bez kontaktu s půdním povrchem. (Neruda, Simanov, 2006)

### Doprava

Doprava, neboli odvoz dříví, je nedílnou součástí těžebního procesu. Důležitými požadavky na dopravu jsou především výkonnost, bezpečnost, bežeškodný převoz a pokud možno levnost. Odvozní prostředky se dělí na motorová, přípojná (nutné spojení s tažným prostředkem), nemotorová vozidla (vozy) a odvozní soupravy. Motorová vozidla jsou poháněna vlastním motorem a dále se rozlišují na traktory, nákladní automobily, sortimentní vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy. (Neruda, Simanov, 2006)

## Sklady

Sklady slouží k uložení dříví a následnému zpracování či předání dříví zákazníkovi. Jsou různých rozměrů a každý sklad může mít své vlastní funkce. Obecně však sklad plní funkce především pro lepší podmínky při druhotování, lepší pracovní podmínky a také lepší sociální podmínky. (Neruda, Simanov, 2006)

### **3.4 Těžební metody**

Každá těžba musí mít svůj technologický postup, což znamená popis jednotlivých operací a jejich časová návaznost. Z těžebních technologií lze tedy vyčlenit jednotlivé těžební metody. (Roček, Gross 2000)

Jak již bylo zmíněno výše, výrobní proces je tvořený několika výrobními fázemi. Tyto fáze jsou těžba, soustředování, odvoz dříví a konečná výroba sortimentů. Každá fáze je tvořena operacemi prováděnými na místech P (pařez), VM (vývozní místo), OM (odvozní místo), ES, MES (sklady). Na každém místě jsou prováděny určité operace podle zvolené těžební metody. Sled těchto operací tedy není vždy stejný, záleží na použitých mechanizacích či způsobu kácení stromu. Existují tři základní metody, které byly rozlišeny na základě toho, v jaké formě se surové dříví nachází na odvozním místě. Tři základní typy jsou sortimentní, kmenová a stromová metoda. (Neruda, Simanov 2010)

#### **3.4.1 Sortimentní metoda**

*„Sortimentní metoda je historicky nejstarší těžební metodou používanou v těžbách výchovných i obnovních. Hlavním důvodem jejího vzniku byl, v období výhradního používání animálního soustředování dříví, nedostatek tažné síly. Proto bylo nutné vytěžené dříví rozdělit řezem na kratší, fyzicky zvládnutelné kusy, případně bylo ještě vhodné je odkornit pro snížení vlečného tření a nechat proschnout pro snížení hmotnosti. Výhodou sortimentní metody bylo adjustování dříví podle požadavku odběratele již v porostu.“* (Simanov, Kohout 2004)

*„Metoda výroby sortimentů standardních délek byla vyvinuta z klasických metod těžby dříví, při které se přímo v lesním porostu na pařezu vydrůhoval sortiment a tím se snižovala celková transportní hmotnost nákladu při soustřeďování dříví animálními silami. Z toho vyplývá, že sortimentní metoda není vázána pouze na harvestorovou technologii. Vzhledem k mechanizaci nezpůsobuje objem nákladu žádný problém, na druhé straně výhody sortimentů spočívají v jejich lepší manipulovatelnosti při ukládání a skládání hydraulickou rukou na vyvážecí traktory a působení tak menšího počtu škod na zbylých stromech v lesním porostu při výchovných těžbách.“*  
(Dvořák a kol., 2012)

Sortimentní metoda obsahuje tři fáze: těžba a zpracování stromu, vyklizování, vyvážení. Výhodou je možnost kombinace různých technologií či animálních prostředků. Dále lze vyčlenit dvě varianty. Úplné druhování dříví u pařezu, kdy je surové dříví dovezeno na odvozní místo ve stavu vydrůhovaných sortimentů. Tento sortiment se tedy na odvozním místě může nacházet ve stavu s různými délkami nebo tvary. Druhou variantou jsou výřezy standardních délek, kdy doprava na odvozní místo probíhá za pomoci vyvážecích souprav nebo vyvážecích traktorů. Dříví je zkráceno na výřezy délek 2,4,5 někdy i 6m. (Neruda, Šimanov, 2006)

Sortimentní metoda se rychle rozšířila téměř do všech Evropských zemí v Irsku na 95 %, ve Švédsku 98 % a ve Finsku na 91 %. (Schaeffer et al., 2001)

### **3.4.2 Kmenová metoda**

Tato metoda spočívá v tom, že pokácený strom je přímo u pařezu odvětven a není nijak krácen. V celých délkách je tak přepravován na odvozní místo. Následná sortimentace probíhá buď na odvozním místě, nebo až na skladu. (Dejmal a kol., 1976)

Tuto metodu bylo možné používat až později po vzniku sortimentní metody, protože k provádění bylo zapotřebí prostředků, které měly vyšší tažnou sílu. Výhodou oproti sortimentní metodě je jednak snížení počtu jízd terénem, dále také přenesení některých prací až na odvozní místo nebo do skladu. Avšak velkou nevýhodou je možnost poškozování stojících stromů, či poškozování terénu. (Neruda, Šimanov, 2006)



### **3.4.3 Stromová metoda**

Při této metodě je strom na lokalitě P – pařez pouze pokácen. Na této lokalitě je tedy provedena pouze jedna operace. Následné operace jsou provedeny na jiných lokalitách. Podle prostředku, který je používán lze tedy například proces odvětvení provést u přibližovacích linek, na odvozním místě nebo až na skladech. Stejně tak sortimentace může být prováděná v přímé následnosti na odvětvování na těchto lokalitách. (Dejmal a kol., 1976)

Mezi negativa patří poškozování stojících stromů a poškozování terénu. Poškození nejsou však tak výrazná jako u kmenové metody, jelikož koruna stromu zmírňuje nárazy a nedochází k tak velkému styku s povrchem cest. Výhoda je také v tom, že nedochází k odvětvování přímo v porostu, čímž se ušetří velká část času a práce, také odpad je koncentrován na jednom místě a velká část práce je přenesena na místo s lepšími podmínkami. Následná manipulace probíhá na odvozním místě nebo na skladu.

Stromová metoda se rozvinula až v době, kdy existovaly prostředky pro mechanizované odvětvování. Prostředky pro přibližování musely mít vyšší tažnou sílu zhruba o 25 - 30%. (Neruda, Simanov, 2010)

### **3.5 Soustředování**

Soustředování je souhrnný název pro dopravení vytěženého dříví z lokality P – pařez na OM – odvozní místo. Dále lze však soustředování dělit na jednotlivé fáze: vyklizování, přibližování a vyvážení. Vyklizování znamená, že dříví je převezeno z lokality P – pařez k přibližovací lince, přibližování znamená dopravení již vyklizeného dříví na lokalitu VM – vývozní místo nebo na lokalitu OM – odvozní místo. Vyvážení pak tedy dopravení přibližového dříví na OM – odvozní místo. Soustředování obsahuje jednotlivé výrobní operace (vyklizování, sestavení nákladu, přibližování a uložení na skládku). (Simanov, 1996)

Soustředovat lze provádět pomocí různých prostředků, jak již bylo nastíněno v kapitole těžební proces. Mezi tyto prostředky patří například traktory, koňské

potahy, lanovky aj. Výhodou je možnost kombinování těchto prostředků tak aby celý proces proběhl co nejefektivněji. (Roček, Gross, 2000)

Z celého procesu těžby dříví má však soustředování nejvíce negativní vliv na životní prostředí a to z důvodu, že dřevo je objemné a těžké a samotný dopravní prostředek je mohutný a dosahuje velkých hmotností. Ať už je dříví tažené nebo vezené, pohybuje se prostředek po neurčité cestě, dochází tedy k častým erozím. (Lukáč a kol., 2003)

### **3.6 Vyvážení**

*„Soustředování dříví vyvážení je technologickou fází, která může sestávat ze dvou operací (tj. z vyklizování a vlastního vyvážení dříví) nebo jen z operace jediné, přičemž obě operace jsou zajištěny jediným mechanizačním prostředkem, tj. vyvážecí soupravou nebo vyvážecím traktorem (vyvážěčem, forwarderem).“ (Neruda a kol., 2008)*

#### Výhody a nevýhody

Spojujícím faktorem vyvážecí soupravy i vyvážecího traktoru je, že oba stroje jsou vybaveny hydraulickým jeřábem s drapákem, který má dosah přibližně 6-8m. Touto délkou jsou však stroje omezeny. Z toho plyne, že nejméně využitelné jsou tyto prostředky ve výchovných těžbách. Dalším důvodem je snižující se výkonnost strojů, při sběru jednotlivých neuspořádaných kusů dříví. Proto alternativou ve výchovných těžbách je fáze vyvážení sloučena jen do jedné operace a to vyvážení až již vyklizeného dříví, které je připravené na vývozní lince. Limitujícími faktory pro tyto prostředky jsou obecně terénní podmínky, například stroje musí mít dostatečný prostor pro svůj průjezd, zohledněn musí být též sklon terénu, který by neměl přesahovat 40-45% při soustředování po spádnici a délka nákladu. (Neruda, Šimanov, 2006)

Vyvážení má ale nespočet výhod, mezi hlavní patří snížení fyzické námahy pracovníka, možnost pracovat bez velkého ohledu na počasí, zvýšení výkonnosti pracovníka, doprava probíhá bez zbytečného poškozování okolních stojících stromů a samotný náklad je též oproštěn od poškození či znečištění. (Neruda, Šimanov, 2006)

### 3.7 Vyvážecí traktory a soupravy

Jednou z modifikací LKT jsou traktory určené k vyvážení sortimentů. Obsahují delší nápravy, klanicovou nadstavbu a hydromanipulátor a jsou vyráběny v různých výkonových kategoriích. (Lukač a kol., 2003)

*„Vyvážecí traktor je speciální kompaktní stroj určený pro nakládání, převoz a skládání dříví; sestává z motorové části a části ložné, které jsou vystavěny na dvou polorámech spojených kloubem (axiálním nebo středovým), řízení stroje je zlamovací pomocí hydraulického systému, všechna kole stroje jsou vždy poháněna, nosnost forwarderů bývá výrazně vyšší, než u vyvážecích souprav.“ (Neruda, Simanov, 2006)*

*„Vyvážecí souprava je tvořena dočasným spojením dvou jinak samostatných prostředků (traktoru nebo tahače a přívěsu, z nichž každý může být použit individuálně pro jiné účely, v jednu soupravu; jednoduché soupravy jsou tvořeny traktorem a přívěsem s pevnou ojí, pohon kol na přívěsu není k dispozici nebo jen pomocí hydrauliky poháněného pastorku, doléhajícího mezi kola zdvojené (Boogie) nápravy. Dokonalejší konstrukční řešení přívěsů obsahují hydraulicky zlamované oje, které usnadňují a zlepšují nadvádění přívěsu traktorem při jízdě (zejména při couvání). V příznivých podmínkách mohou být účelnou alternativou vyvážecích traktorů, mohou dosáhnout až 90% výkonnosti vyvážecích traktorů. Doporučený roční objem přibližovaného dříví vyvážecími souprava 2000-8000 m<sup>3</sup>.“ (Neruda, Simanov, 2006)*

Vyvážecí traktory i soupravy lze označit jako sortimentní prostředky, jelikož oba vyvážejí již připravené sortimenty nebo krátké výřezy obvykle s délkou do 6 m. Aby oba prostředky mohly splňovat svůj účel, musí obsahovat základní vybavení. Mezi tato vybavení patří čelní mříž, která zabraňuje proražení kabiny při případném sesunutí nákladu, dále klanicová nástavba, sloužící k ukládání dříví, klanice jsou vyhnuty dovnitř, aby nedocházelo ke zbytečnému poškození okolních stromů. Pro možnost pohybu po veřejných komunikacích jsou stroje vybaveny plným osvětlením a poutacím zařízením pro případné sesunutí nákladu, při práci v terénu je však osvětlení zakryto a náklad není poután. (Neruda a kol., 2008)

## Rozdíly

Základní rozdíly mezi těmito prostředky plynou ze samotných definic vyvážecí soupravy a vyvážecího traktoru. Na další rozdíly se dá dívat z pohledu pohybu každého stroje. Například vyvážecí soupravy, které jsou bez hydraulicky zlamovací oje, mají znemožněné couvání a řízení je ovlivněno směrem jízdy. U vyvážecích souprav, které obsahují hydraulicky zlamovací oj, už je couvání možné. Řízení vyvážecích traktorů není výrazně ovlivněno směrem jízdy. (Neruda, Simanov, 2006).

*„Podstatný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami strojů je v tom, že forwardery jsou vysokovýkonné jednocelové stroje na vyvážení sortimentů dřeva z lesa, na rozdíl od vyvážecích souprav, které sice plní stejnou úlohu, ale patří do nižší výkonové kategorie a jsou svým využitím univerzálnější, hlavně s ohledem na možnost využití traktoru po odpojení od přívěsu.“* (Bartoš, 2009).

### **3.8 Výhody používání vyvážecích traktorů**

Nízký stupeň znečišťování dříví, nejsou poškozovány stojící stromy, nedochází k většímu rozsahu škod na humusové vrstvě, menší riziko úrazů, díky hydraulickým jeřábům je možné vytvářet hranice rovnaného dříví, malá závislost na počasí. (Celijak, 2010)

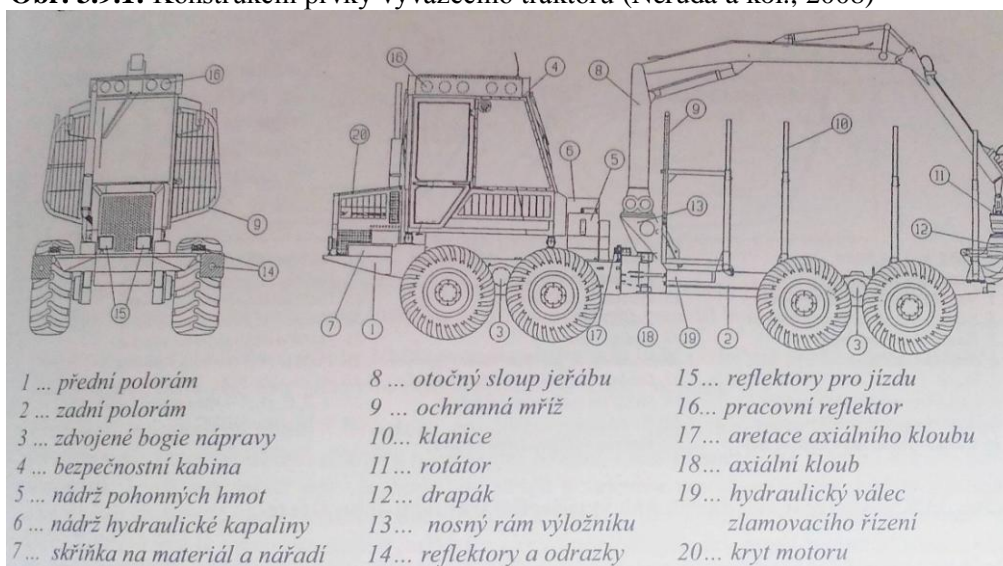
#### Možné příčiny škod při používání vyvážecích traktorů

Při absolvování více ve stejné stopě na mokřem terénu dochází ke vzniku erozí, při neopatrném používání hydraulického jeřábu může docházet k poškození okolních stromů, při špatné průchodnosti stroje terénem dochází k poškození kořenových náběhů, pokud je náklad velmi vysoký dochází též k poškození větví okolních stromů. (Celijak, 2010)

### **3.9 Konstrukční popis**

Mezi nejzákladnější konstrukční prvky vyvážecího traktoru patří motor, otočná kabina, podvozek, přední a zadní boogie náprava, axiální kloub, hydraulický jeřáb, rotátor, ložný prostor, klanice a ochranná mříž. Další konstrukční prvky jsou uvedeny na (obr. 3.9.1). Dělení vyvážecích traktorů je zobrazeno v (tab. 3.9.2).

**Obr. 3.9.1:** Konstrukční prvky vyvážecího traktoru (Neruda a kol., 2008)



**Tab.3.9.2:** Dělení vyvážecích traktorů (Neruda a kol., 2008)

Třída	Označení třídy	Výkon motoru (kW)	Nosnost (t)	Příklady typů strojů
I.a	Velmi malé	10-30	< 3	Terri/ATD
I.b	Malé	31-60	< 6	Vimek 606D
II.	Střední	61-90	6-11	John Deere 1010D
III.a	Velké	91-120	11-14	John Deere 1410D
III.b	Velmi velké	130+	14-17	John Deere 1710D, Valmet 890.1

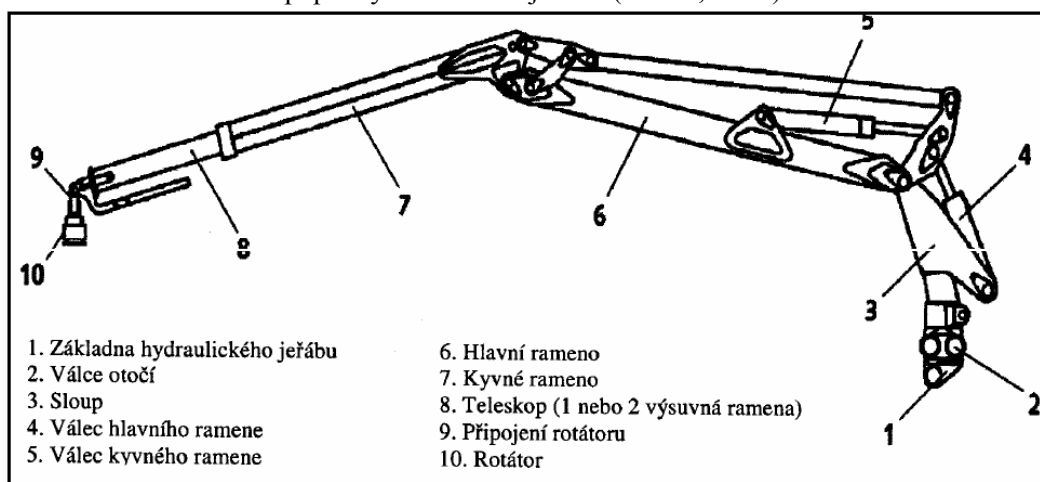
### Podvozek

Podvozek u vyvážecího traktoru je tvořen zlamovacím rámem, díky kterému je možné i vertikálně pootočit přední část rámu proti zadní části. Podvozek může být pásový nebo kolový, který je tvořen čtyřmi, šesti nebo i osmi koly. V případě složitějšího terénu nebo při špatném počasí je možné použít kolopásky případně protismykové řetězy. Vyvážecí traktory obsahují tzv. boogie nápravy, které jsou poháněny ozubenými koly nebo řetězy a jsou vhodné pro práci v terénu, usnadňují překonávání překážek a napomáhají ke stabilitě stroje. Pro práci v lese se využívají nízkotlakové pneumatiky, které cca o 30% větší dotykovou plochu, lépe přenášejí tažnou sílu kol na půdu, snižují vibrace, tlumí nárazy a dochází k menšímu opotřebování ve srovnání s klasickými. Je nutné často kontrolovat tlak v pneumatikách, aby nedocházelo k případnému protržení, ideální tlak je 2 – 2,5 barů. U forwarderu je pohonný systém hydrostatický, řízení je plně hydraulické. (Bartoš, 2009)

## Hydraulický jeřáb

Hydraulický jeřáb patří mezi základní vybavení vyvážecího traktoru a slouží k nakládání a vykládání dřeva. Je umístěný za kabinou na společném rámu nebo na rámu nákladového prostoru. Dosah hydraulického jeřábu je v rozmezí 6 – 9 (10) m. Je tvořený rotátorem s drapákem, mezi další prvky patří, sloup, zlamovací nebo teleskopické rameno. Podrobnější konstrukční popis je uveden na (obr. 3.9.3). (Bartoš, 2009)

**Obr.3.9.3:** Konstrukční popis hydraulického jeřábu (Bartoš, 2009)



## Nákladový prostor

Nákladový prostor je ohraničený rámem podvozku, je tvořený opěrnou mříží a klanicemi, které jsou upevněné na rámu. Důležitá je užitečná hmotnost, která se podle typu stroje pohybuje od 9-18 tun. Rozměrová charakteristika se značí v mm, další charakteristikou je plocha příčného průřezu udávaná v m<sup>2</sup>, obvykle se pohybuje v rozmezí 3,3 – 8,7 m<sup>2</sup>. (Ulrich, 2006).

## Kabina

Kabina vyvážecího traktoru je konstrukčně tvořená stejně jako u harvestorů. Kabiny jsou klimatizované, zvukotěsné a zajišťují nízkou hladinu vibrací. Jsou vybaveny ze speciálních odolných skel. Nutností jsou ochranné prvky mezinárodních standardů ISO – ochrana proti převrácení stroje, FOPS – ochrana proti padajícím předmětům a OPS – ochrana v případě bočního proniknutí předmětů do kabiny. Sedadlo je plně vyhřívané s možností upravení podle tělesných proporcí operátora. Stupačky do

kabiny jsou protiskluzné a mohou být hydraulicky ovládané. Z kabiny probíhá veškeré ovládání stroje, hydraulický jeřáb je řízen pomocí dvou pák. (Neruda, 2008)

### 3.10 Faktory ovlivňující nasazení vyvážecích traktorů

#### Členitost terénu

Jelikož jsou traktory nasazovány do složitých terénů, je nutné přihlížet na velikost překážek a vzdálenost mezi nimi. Na základě typu překážek a jejich hloubkové či velikostní míry se rozděluje členitost do několika tříd, čímž vznikají rychlostní omezení pro stroj. Vliv překážek velice ovlivňuje i sklon terénu. (Ulrich et al. 2006). Následující tabulka (tab. 3.10.1) ukazuje rozdělení do tříd.

**Tab. 3.10.1:** Švédská klasifikace terénů pro nasazení HT (Neruda, Šimanov, 2006)

Charakteristika členitosti terénů vhodných pro nasazení harvestorové technologie						
Třída	Vyvýšeniny (cm)		Prohlubně (cm)	Vzdálenost mezi překážkami (m)		Průjezdnost harvestorem a vyvážecem
	Švédsko	ÚHÚL ČR	Švédsko	Švédsko		
1	0 - 15	terény bez překážek (UKT do 30 cm, SLKT do 50 cm)	0 - 20	> 20	jednotlivé	bez snížené rychlosti
2	16 - 25		21 - 40	11 - 20	řidké	se sníženou rychlostí
3	26 - 40		41 - 60	6 - 10	méně husté	
4	41 - 60		61 - 90	2,6 - 5	husté	
5	> 60	terény s překážkami		0 - 2,5	vícečetné	

#### Únosnost podloží

Za hraniční mezi únosností a neúnosností podloží se považuje tlak 50 kPa. U vyvážecího traktoru důležitý jeho tlak působící na vyvážecí linku, na které se traktor pohybuje několikrát. Důležité je nasazení za vhodných podmínek, nepoužívat stroj například na velmi podmáčeném terénu. Avšak únosnost terénu je vždy překročena z důvodu vedení nákladu. Vhodné pro snížení tlaku na podloží je využívání strojů s osmi koly, které jsou vybaveny širšími pneumatikami a používání kolopásů. (Neruda a kol., 2008)

#### Sklon terénu

Každý stroj je konstruován jinak a má tak stanovený vlastní omezující sklon terénu. Obecně však limitující sklon pro vyvážecí traktory je 25%. Příčný sklon linky by neměl přesahovat 10% z důvodu možného převrácení stroje. Opět platí, dodržovat vhodné podmínky pro nasazení stroje. Je-li například stroj i po zabrzdění stále

v pohybu je lepší počkat na vhodnější podmínky. Sklon terénu patří k jednomu ze zásadních faktorů, které mají vliv na produktivitu práce operátora. (Neruda a kol., 2008)

### **3.11 Produktivita práce**

*„Produktivita práce vyjadřuje množství užitečných hodnot vytvořených za jednotku času bez ohledu na vynaložené náklady. Je stupněm účinnosti práce. Čím méně času je třeba na zhotovení výrobku, tím je produktivita práce vyšší.“* (Sloup, 2012)

V lesním hospodářství je produktivita práce ovlivněna různými faktory. Těmito faktory jsou výrobní podmínky přírodní povahy, technické vybavení, kvalifikace pracovníků, druh výrobku. (Sloup, 2012)

#### Chronometráž

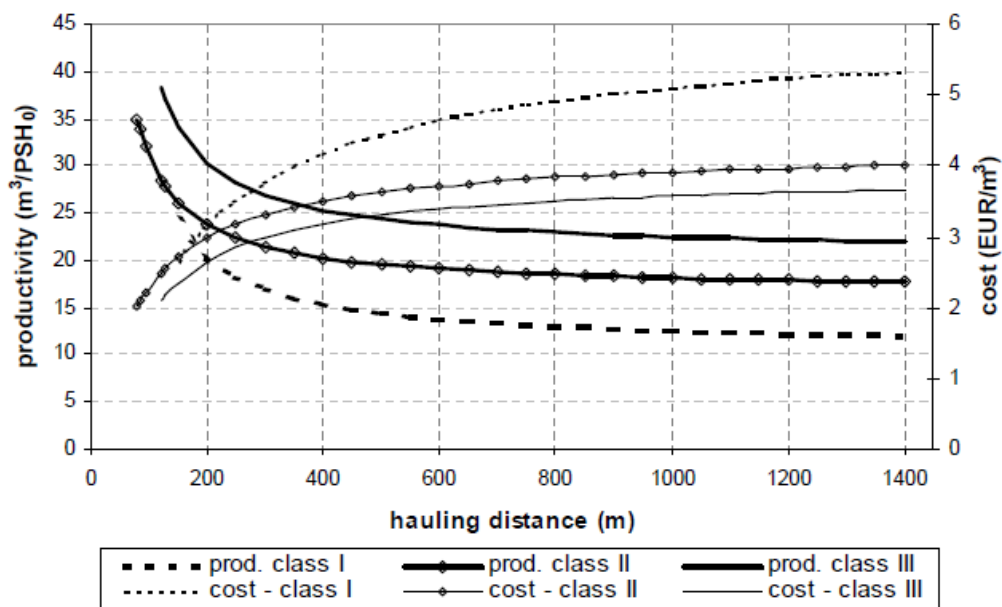
Nedílnou součástí pro stanovení produktivity práce je chronometráž neboli časová analýza práce. Díky chronometráži je možné získat informace o pracovním procesu a to formou pozorování a měření časů. (Šedivý 1995) Podstatou chronometráže je časový rozbor pracovních operací. Mezi tyto operace patří jízda z odvozního místa do porostu, sestavení nákladu, jízda s nákladem na odvozní místo a vyložení nákladu na odvozním místě. Časy pracovních operací se měří od samého začátku pracovní směny, tedy měří se například i obsluha vyvážecího stroje před jízdou do porostu. Tato měření končí až po ukončení veškerých prací, kdy operátor opouští pracoviště. Při měření se získají veškeré časy operativní i neoperativní. (Dvořák et.al 2010)

#### Ekonomické hodnocení

Jednou z možností hodnocení je graf produktivity vyvážecích traktorů a nákladů na jednotku výroby v závislosti na přibližovací vzdálenosti, po zařazení traktoru do příslušné hmotností třídy. Osa x znázorňuje přibližovací vzdálenost v metrech, osa y znázorňuje produktivitu práce v m<sup>3</sup>/h. Druhá osa y pak znázorňuje náklady v eurech na m<sup>3</sup>. (Dudík, Kupčák, 2006)



**Graf. 3.11.1:** Produktivity forwarderů a náklady na jednotku výroby v závislosti na přibližovací vzdálenosti (Dudík, Kupčák, 2006)



#### Možnosti zvýšení produktivity práce

- Zvyšování stupně technického vybavení výrobních jednotek a zavádění technologií lesní výroby, které snižují spotřebu pracovního času,
  - racionalizace organizačního uspořádání podniku směřujícího ke zjednodušení řízení výroby,
  - motivace pracovníků formou materiální i jiné zainteresovanosti na výsledcích výroby,
  - uplatňování projektového řízení, controllingu, řízení jakosti a využívání ekonomických nástrojů řízení výroby,
  - optimalizace kvalifikační struktury pracovníků, např. formou rekvalifikace
- (Vala, Bartůněk, 2014)

## **4. Metodika**

V kapitole metodika jsou popsány postupy, které byly potřebné pro stanovení produktivity práce vyvážecího stroje. Experimentální měření bylo provedeno v Karlovarském kraji v porostu, který má ve správě škola ve Žluticích.

### **4.1 Organizace před měřením**

Prvním krokem pro možné měření, bylo zjištění lokality, na které bude probíhat těžba a následné soustředování. Dále byla nutná domluva s operátorem o možnosti provést měření a následné seznámení operátora se způsobem jakým bude měření provedeno. Po kladné domluvě s operátorem stroje bylo zapotřebí zjistit informace o vyvážecím stroji a o samotném operátorovi. Operátorem vyvážecího stroje byl 30ti letý pracovník, vyučený truhlář. Používaný stroj pro vyvážení byl Valmet 840 S2. Od operátora harvestoru byly dále zjištěny informace o terénních podmínkách, ve kterých bude prováděné vyvážení.

### **4.2 Měření**

Dalším krokem byl proces samotného měření, jelikož operátor v tomto porostu pracoval již několikátý den, nebylo nutné podnikat jiné organizační věci jako seznamování s terénem apod. Dále probíhalo samotné měření a to po celou jednu směnu. K zaznamenávání časů byly použity stopky, měřené byly všechny časy, které operátor za celou směnu využil. Tyto časy byly nadále rozděleny na časy operativní a časy neoperativní. Na odvozním místě navíc docházelo k měření dříví, které bylo naloženo na ložné ploše vyvážecího traktoru, k možnému vypočítání objemu v m<sup>3</sup>.

Měření bylo tedy prováděnou formou chronometráže, která je založená právě na pozorování pracovního procesu a zaznamenávání časů pracovní směny. (Šedivý, 1995)

### 4.2.1 Operativní časy

Prvním časem, který byl vyčleněn a samostatně zpracován byl čas operativní. Tento čas byl vynaložen pouze na 4 pracovní operace a to na jízdu stroje bez nákladu, vytvoření nákladu, jízdu stroje s nákladem a složení nákladu. Operativní časy jsou dále popsány a označeny dle Dvořáka et. al (2011).

- Čas na jízdu stroje bez nákladu

Tento pracovní úsek začíná v momentě, kdy je traktor připraven a odjíždí z odvozního místa na první místo, kde se nachází připravené hromady, tedy na místo, kde začne proces vyklizování. Tento čas je značen jako  $t_{A126}$ .

- Čas na vytvoření nákladu

Vytváření nákladu ukončuje předchozí úsek, začíná v momentě zvednutí hydromanipulátoru. Tento úsek zabírá nejvíce času, záleží na sortimentech, které jsou vyváženy, v mém případě se vyvážely sortimenty s délkou 4 a 2,70 m. Tento čas také ovlivňuje zručnost a praxe operátora. Čas je značen jako  $t_{A127}$ .

- Čas jízdy stroje s nákladem na OM

Tento čas započíná v momentu, kdy je náklad vytvořený a traktor odjíždí na odvozní místo. Hydromanipulátor je v pojezdové poloze. Tento čas ovlivňuje především terén a hmotnost vezeného nákladu. Čas je značený jako  $t_{A128}$

- Čas na složení nákladu na OM

Tento úsek začíná v momentu zahájení skládání na odvozním místě. Sortimenty jsou zde skládány do hrání. Každý sortiment musí být podle délky a druhu dřeviny řazen do příslušné hráně. Tento čas ovlivňuje především rozmístění příslušných hrání na odvozním místě a to jak si operátor uspořádá druhy vyvážených sortimentů. V mém případě operátor vyvážel nejprve jeden druh dřeviny s příslušnou délkou až poté druhou dřevinu. Čas značený jako  $t_{A129}$ .

#### 4.2.2 Neoperativní časy

Do neoperativních časů jsou zahrnuty všechny časy, které nebyly spojeny se samotným procesem vyvážení. Neoperativní časy jsou označeny podle Dvořáka et. al (2011).

- Čas na přípravu a ukončení prací

Tento čas slouží k podávání instrukcí, k seznamování s terénem, případně ke kontrole pracoviště, apod. Řadí se mezi čas dávkový. Označený jako  $T_{B101}$ .

- Čas na technickou obsluhu pracoviště

Čas slouží k případnému dojezdu stroje na pracoviště nebo ke kontrole terénu bezpečnostních či jiných důvodů. Značený jako  $T_{B102}$ .

- Čas určený pro pracovní příkazy

Tento čas slouží ke komunikaci s vedoucím v případě potřeby nebo při zadávání pracovních pokynů. Značení  $T_{C103}$ .

- Čas na údržbu stroje

Čas sloužící k běžným údržbám stroje. Doplnění paliva, oleje apod. Do tohoto času se nezapočítávají větší servisní úpravy. Značení času  $T_{C104}$ .

- Čas na opravy poruch

Je to čas, který je potřebný při větších poruchách stroje a je nutná výměna či oprava rozbité části stroje. Tento čas se započítá jen v případě, že poruchu opravuje sám operátor. Označuje se jako  $T_{C105}$ .

- Čas na biologické potřeby a přestávky

Přestávky jsou dané ze zákona, neměly by být překračovány ze zbytečných důvodů, ale musí být dodržovány z důvodu bezpečnosti operátora. Označení času  $T_2$ .

- Technicko-organizační ztráty

Přestávky, které nezavinil sám operátor, ale například jiní lidé, které jsou součástí těžebního procesu. Označení  $T_E$ .

- Osobní ztráty

Všechny přestávky, které nejsou součástí pracovní směny. Telefonování, mimopracovní diskuze apod. Značení  $T_D$ .

### 4.3 Analýza spotřeby času a produktivita práce

Na základně zjištění operativních a neoperativních časů, bylo následně možné zpracovat tyto časy v tabulkách a grafech, pro jednotlivé kapitoly:

- Snímek pracovního dne vyvážecího traktoru

Snímek pracovního dne byl zpracován v tabulce, zde byly zaznamenány veškeré časy naměřené za celou směnu v minutách, hodinách a následně vyjádřeny procentuálně.

- Využití pracovního dne

Na základně skutečně naměřených časů bylo možné spočítat procentuální využití pracovního dne a to dle vztahu (vztah 4.3.1):

$$\bar{K}_1 = \frac{\bar{T}_1 + T_2}{T} \times 100$$

$\bar{K}_1$  – Zaměstnanost pracovníka v %

$\bar{T}_1$  – průměrné naměřené časy práce

$T_2$  – nutné přestávky

$T$  – délka směny

Aby bylo možné tento vztah vypočítat, je nutné si vyjádřit ještě hodnotu  $\bar{T}_1$ . Hodnoty zadávané v minutách nebo hodinách.

$$\bar{T}_1 = \bar{T} - \bar{T}_2 - \bar{T}_E - \bar{T}_D \text{ (min., h.)}$$

$\bar{T}_1$  – průměr skutečné naměřených časů za směnu

$\bar{T}_2$  – skutečně naměřený čas přestávek

$\bar{T}_E$  – průměrný čas technicko-organizačních ztrát

$\bar{T}_D$  - průměrný čas osobních ztrát

- Stanovení produktivity práce

Z naměřených časů a vyvezených objemů v m<sup>3</sup> bylo možné vypočítat produktivitu práce vyvážecího traktoru dle přímého vzorce na výpočet naturální metody (vztah 4.3.2). (Sloup, 2012)

$$P = Q / T$$

P – produktivita práce v m<sup>3</sup>/h

Q – objem výrobku

T – časové množství vynaložené práce

## 5. Výsledky

Porost, ve kterém jsem prováděla měření je ve správě školy Žlutice a vlastníkem lesních pozemků je Karlovarský kraj. Mechanizace použité pro tuto těžbu a soustřeďování jsou pásový harvester NEUSON 9002 a vyvážecí traktor Valmet 840 S2. Vlastníkem obou strojů je Petr Kuna, který mi zároveň poskytl datové výstupy z harvestoru a užitečné informace. Operátor vyvážecího traktoru je Jiří Kahanec, vyučený truhlář.

*„V České republice nemusí mít operátor TDS pro svou práci žádnou kvalifikaci ani oprávnění. Jedinou kvalifikační podmínkou je řidičské oprávnění skupiny C nebo T, dle současné legislativy nemusí operátor splňovat ani základní vzdělání, o odborném vzdělání nemluvě.“* (Kajzar, 2008)

### 5.1 Porost

Mé měření probíhalo v porostu číslo 23 B 14 b, plocha porostu 6,7 ha, zásah byl proveden na ploše o velikosti 1,5 ha. Věk porostu 139, zakmenění před zásahem bylo 10. Dřevinné složení BO 90% s výčetní tloušťkou 31 cm a střední výškou 22m a DB 10% s výčetní tloušťkou 44 cm a střední výškou 21 m. Průměrná hmotnatost BO 0,67 m<sup>3</sup>, DB 1,50 m<sup>3</sup>. Zásoba dřeva 317 m<sup>3</sup>/ha. Těžební metoda – sortimentní.

#### Charakteristika přírodních podmínek

Sklon svahu 11-20%, čas těžby: doba mízy (16.4 – 14.9). Náchylnost k erozi – lehčeji erodovatelná. Únosnost půdy – podmíněně únosná (50-200kPa). Průjezdnost terénu – překážky do výše 30 cm ve vzdálenosti kratší než 5 m. Stav povrchu půdy – středně zabuřeněno, pokryv buřeně 50% plochy, nálet 25% plochy, nárost 25% plochy.

#### Technologická charakteristika pracoviště a zásahu

Odvozní místo se nacházelo mimo okraj porostu a to 160m. Zpřístupnění porostu – volný pohyb bez vytyčení linek.

#### Vyvážecí stroj valmet 840 S2

Vyvážecí traktor Valmet 840 S2 navazuje na svého předchůdce Valmet 840. Vyrábí se 6-ti kolový nebo 8-mi kolový. Traktor je obohacen o nové funkce a těží z vyššího

točivého momentu motoru a z vyšší tažné síly. Podle britského distributora SIS LOGMEC LTD je kapacita palivové nádrže zvýšena na 130 litrů a maximální rychlost stroje je 25 km/h. Průtok oleje je 0-220 l/min při 2000 otáčkách. Typ nakladače u toho stroje je Cranab 650 nebo 660C, s dosahem 7,5-9,3 m. Hydrostatický a mechanický přenos síly je ovládán druhou generací mikroprocesoru firmy Valmet. Světlá výška 660 – 680 mm umožňuje tomuto stroji efektivně pracovat v obtížném terénu. Konstrukce kabiny je stavěná pro větší pohodlí řidiče, obsahuje kombinovaný systém vytápění a chlazení, sedadlo obsahuje vestavěný elektrický systém na odpružení, lepší vstup do kabiny zajišťuje hydraulicky ovládaný žebřík. (Freeman, 1998)

#### Technické parametry

Hmotnost: 15 400 kg

Ložná plocha: 4,1 m<sup>2</sup>

Max. zatížení: 11 t

Standardní šířka: 2 620 mm

Motor: 6 válcový vznětový motor WASTEGATE

Převodovka: hydrostatická převodovka, uzávěrka diferenciálu vpředu a vzadu

Tažná síla: 150 kN

Max rychlost: 24 km/h

Minimální rychlost: 8km/h

Pneumatiky: rozměry vpředu i vzadu 600/55x26,5 mm

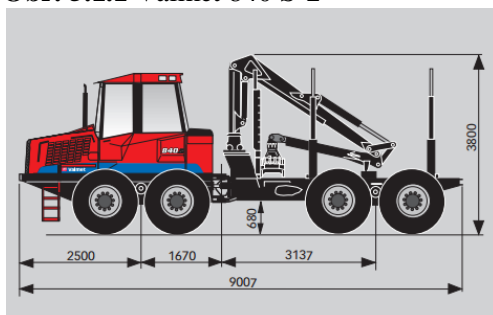
Brzdový systém: hydraulický

Nakladač: CRF6/CRF7

Drapák: FORTE G28

(Příloha č.1,2,3)

**Obr. 5.1.1** Valmet 840 S-2





## 5.2 Směnový čas

Aby bylo možné získat celkový přehled o spotřebovaném času, bylo nutné zaznamenávat veškeré časy za celou směnu. Směna počíná první činností operátora na pracovním místě, až po jeho odchod. Směna se dělí na časy operativní a časy neoperativní.

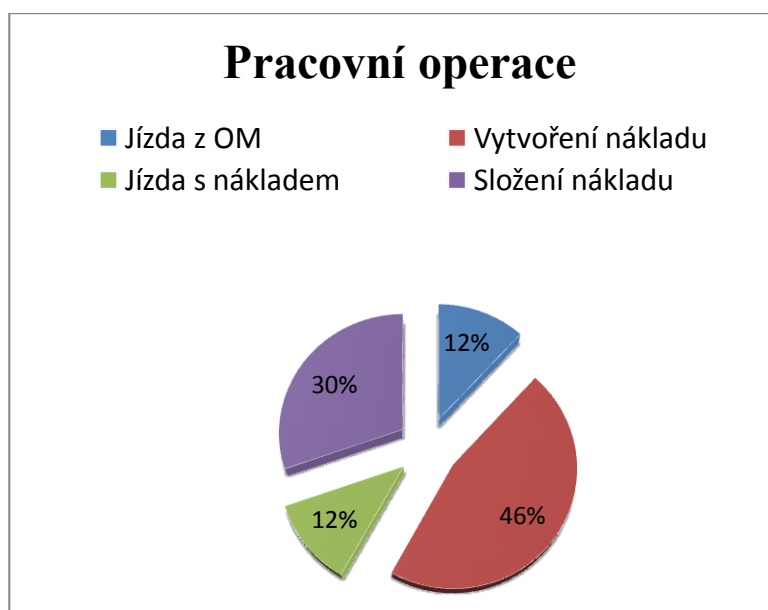
### Operativní časy – naměřené časy

Mé vlastní měření probíhalo po celou jednu směnu, kdy jsem společně s operátorem jezdila a zaznamenávala veškeré časy. Za celou směnu byly pracovní operace provedeny celkem 10 krát. Konkrétní rozepsané časy pouze pro samotné pracovní operace jsou zobrazeny v (tab. 5.2.1), procentuální rozložení znázorňuje graf (graf 5.2.2) Celkový čas pracovních operací činí 403 minut v přepočtu 6,7 hodiny.

**Tab. 5.2.1:** Operativní časy

Operativní časy	Počet pracovních operací za směnu v minutách										Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Jízda z OM	8	8	7	4	3	3	3	3	3	5	47
Vytvoření nákladu	17	18	17	25	14	17	13	16	16	30	183
Jízda s nákladem	5	5	3	2	2	5	5	6	6	7	46
Složení nákladu	9	10	13	12	11	10	13	11	11	20	120
Objem(m3)	10,7	11,0	10,4	11,5	11,3	11,8	10,9	11,3	12,1	11,8	112,7

**Graf 5.2.2:** Procentuální vyjádření operativních časů



Jízda bez nákladu  $t_{A126}$ .

Z měření vyplývá, že jízda z odvozního místa bez nákladu trvala celkem 47 minut, což je 0,78 hodiny a z celkové pracovní operace zaujímá 12%. V porovnání jízdy s nákladem jsou však hodnoty téměř vyrovnané, i přesto, že hodnoty stroje s nákladem by měly být logicky vyšší. Tento vyrovnaný poměr je způsobený terénními podmínkami. Odvozní místo se nacházelo pod prudkým svahem a v době měření bylo podloží podmáčené a rozbahněné, tudíž jízda z odvozního místa do prudkého svahu byla náročnější, než jízda s nákladem dolů ze svahu.

Vytvoření nákladu  $t_{A127}$

Tato pracovní operace zabírala celkem 183 minut, což je 3,05 hodiny a 45%. Čas na vytvoření nákladu se odvíjel podle sortimentu, který byl vyvážen. Po celý den mého měření byly vyváženy pouze sortimenty o délce 2,70 a 4 m. Nejvíce času zabíralo vyvážení sortimentů o délce 2,70 m. Tento sortiment byl vyvážen za pracovní směnu celkem dvakrát, první nakládání trvalo 25 minut, druhé 30 minut. Tato delší doba je zapříčiněna tím, že kratších výřezů bylo vyvezeno více najednou, protože byly skládány do dvou hrání. Naopak sortiment o délce 4 m byl naložen rychleji. Nakládání bylo možné jen v jedné řadě z důvodu omezené délky ložného prostoru, operátorovi tak ubyla práce s pečlivějším a složitějším rovnáním sortimentů.

Jízda stroje s nákladem na OM  $t_{A128}$

Jízda na OM trvala celkem 46 minut, což je 0,77 hodiny a zaujímá 11%. Při jízdě na OM má na stroj vliv spousta činitelů, mezi hlavní patří překážky v terénu, sklon terénu a samozřejmě mnohem větší zatížení stroje. V mém případě, jak již bylo zmíněno výše, je však celkový čas o minutu nižší při jízdě s nákladem, než při jízdě bez nákladu. Od operátora mi však bylo sděleno, že tento poměr není tak obvyklý, protože jízda s nákladem je vždy o mnoho vyšší, než jízda bez nákladu.

Čas na složení nákladu  $t_{A129}$ .

Čas na složení nákladu byl celkem 127 minut, což je 2,12 hodiny a celkem 32%. Tato pracovní operace je druhá v pořadí nejvíce zabíraného času. Operátor kromě jedné jízdy jezdil vždy s roztříděným sortimentem, takže časový rozsah nebyl tak velký jako

v případě, kdy by jezdil s různými sortimenty a musel přejíždět mezi hraněmi. Hraně pro výřezy o délce 4 m byly již celkem vysoké z předešlého vyvážení, tudíž nebyla tak dobrá viditelnost a dalo větší práci urovnávání a dobrá orientace. Hraň pro výřezy o délce 2,70 m byla poměrně nízká, avšak z důvodu většího počtu kusů, který byl naložený ve dvou řadách na ložném prostoru, zabralo toto vykládání nejvíce času. Nejvyšší čas pro nakládání byl 30 minut, čemuž odpovídá i nejdelší čas následného vyložení 20 minut.

### 5.3 Snímek pracovního dne

Snímek celého pracovního dne je tvořen jak časy operativními, tak i časy neoperativními. Všechny mnou naměřené časy jsou shrnuty v tabulce skutečná spotřeb času (tab. 5.3.1). Graficky je pak snímek pracovního dne znázorněn v grafu (graf 5.3.2).

**Tab. 5.3.1:** Snímek pracovního dne

Čas směny	Skutečná spotřeba času		
	min	h	%
Pracovní operace	403	6,72	82
Příprava a ukončení práce	15	0,25	3
Technická obsluha pracoviště	0	0,00	0
Pracovní příkazy	5	0,08	1
Technická údržba stroje	5	0,08	1
Oprava poruch stroje	27	0,45	6
Ostatní pracovní časy	0	0,00	0
Biologické a určené přestávky	30	0,50	6
Technicko-organizační ztráty	0	0,00	0
Osobní ztráty	5	0,08	1
<b>Celkem</b>	<b>490</b>	<b>8,17</b>	<b>100</b>

Z tabulky vyplývá, že celkový pracovní čas je 490 minut, což je 8,17 hodiny. Z toho nejvíce času bylo spotřebováno na pracovní operace, konkrétně 6,72 hodiny, což je celkem 82 % z celé směny. Dále bylo vynaloženo nejvíce času na opravu stroje, konkrétně 27 minut, což je 6%. Opravována byla vodní pumpa, avšak za zhoršených světelných podmínek. Operátor dodržel určenou pauzu, dle zákoníku práce, která je stanovena na 30 minut, po 6 hodinách práce. Tuto pauzu operátor nepřesáhl. Ostatní směnové časy se pohybovaly pod 3%.

Technická údržba stroje zabírá z celkového času 1%, při této údržbě bylo doplněno palivo, 1% zabírají také osobní ztráty, které byly zapříčiněny soukromým telefonováním, které nebylo spojené s prací. Technická obsluha pracoviště a technicko-organizační ztráty nebyly nutné, jelikož operátor na této lokalitě pracoval již více dní.

**Graf 5.3.2:** Grafické znázornění snímku pracovního dne



### Normální spotřeba času

Pro vypočítání normální spotřeby času je však nutné vyloučit časy ztrátové, mezi tyto časy patří osobní ztráty a technicko-organizační ztráty. V případě nedodržení či překročení přestávek, by bylo nutné i tento čas upravit na určených 30 minut. Maximální čas na opravy je stanovený na 30 minut. Tabulka (tab. 5.3.3) znázorňuje porovnání s normální spotřebou času dle Dvořáka et. al (2012)

**Tab. 5.3.3:** porovnání normální spotřeby času

Čas směny	Normální spotřeba času			Normální spotřeba času		
	min	h	%	min	h	%
Pracovní operace	403	6,72	83	463	7,72	76
Příprava a ukončení práce	15	0,25	3	23	0,38	4
Technická obsluha pracoviště	0	0,00	0	12	0,20	2
Pracovní příkazy	5	0,08	1	3	0,05	0
Technická údržba stroje	5	0,08	1	32	0,53	5
Oprava poruch stroje	27	0,45	6	30	0,50	5
Ostatní pracovní časy	0	0,00	0	14	0,23	2
Biologické a určené přestávky	30	0,50	6	30	0,50	5
Technicko-organizační ztráty	0	0,00	0	0	0,00	0
Osobní ztráty	0	0,00	0	0	0,00	0
<b>Celkem</b>	<b>485</b>	<b>8,08</b>	<b>100</b>	<b>607</b>	<b>10,12</b>	<b>100</b>

Z tabulky je patrné, že i po upravení časů, se původní tabulka vyloženě neliší, jelikož operátor se snaží dodržovat přeepsané časy.

#### 5.4 Využití pracovního dne vyvážecího traktoru

Ze skutečně naměřených časů je možné vypočítat využití pracovního dne. Z výsledku je možné následně určit, na jaké úrovni stroj pracuje, je možné odstranit případně nedostatky, či naopak se ujistit, že práce probíhá v pořádku. Využití pracovního dne bylo vypočítáno dle vztahu (vztah 4.3.1):

$$\bar{K}_1 = \frac{455+30}{490} \times 100 \quad \bar{K} = 99,0 \%$$

$$\bar{T}_1 = 490 - 30 - 0 - 5 \quad \bar{T}_1 = 455 \text{ min.}$$

**Tab. 5.4.1:** směnová výkonnost

$\emptyset T_1$		$T_2$		$T_2$		$\emptyset K$
minuty	hodiny	minuty	hodiny	minuty	hodiny	%
455	7,58	30	0,5	490	8,17	<b>99,0</b>

Využití pracovního času bylo vypočítáno na 99,0 % (tab. 5.4.1). Poměrně vysoké procento vyšlo v důsledku toho, že nebyly překračovány pauzy a kromě osobní ztráty 5 minut nedošlo k žádným ztrátovým časům.

#### 5.5 Produktivita práce vyvážecího traktoru

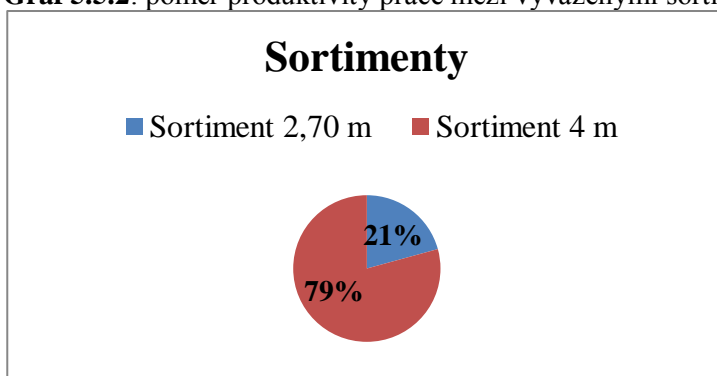
Produktivita práce je vyjádřena naturální metodou, podle vztahu (vztah 4.3.2). Pro možný výpočet produktivity práce bylo vycházeno z chronometráže – tedy pozorování a měření veškerých časů. Zjištění objemu proběhlo přímým měření v terénu. Produktivita práce je stanovena na 13,79 m<sup>3</sup>/h, dle tabulky (tab. 5.5.1).

**Tab. 5.5.1:** stanovení produktivity práce

Objem	Čas	Výkonnost
m <sup>3</sup>	hodiny	m <sup>3</sup> /h
112,7	8,17	<b>13,79</b>

Následující graf (graf 5.5.2) ukazuje procentuální poměr výkonnosti na vyvážení dle vyváženého sortimentu během dne.

**Graf 5.5.2:** poměr produktivity práce mezi vyváženými sortimenty



Po porovnání s tabulkou (tab.5.5.3) dle Ulricha (2006) – je výsledná výkonnost lehce pod průměrem, konkrétně o 9,3 %. Výkonnost velkého vyvážecího traktoru by měla být alespoň 14 m<sup>3</sup>/h. Podprůměrnou výkonnost připisují jednotlivým faktorům, které budou podrobněji zhodnoceny v (kap. 6).

Pro porovnání vyvážecí traktor Valmet 840-1 má výkonnost v rozpětí 9,3 – 20,0 m<sup>3</sup>/h. V závislosti na terénních podmínkách. (Lüthy, 1997). Při optimálních podmínkách by se tedy výkonnost měla pohybovat okolo 15 m<sup>3</sup>/h.

**Tab.5.5.3:** orientační technická data kolových forwarderů (Lüthy, 1997)

Orientační technická data kolových forwarderů	jednotka	malý forwarder	střední forwarder	velký forwarder
Hmotnost	t	10 - 12.	12 - 15.	15 - 21.
Šířka	cm	250 - 260	260 - 280	280 - 310
Dosah ramene výložníku	m	7 - 10.	7 - 10.	7 - 10.
Užitečná nosnost	t	9 - 10.	11 - 13.	14 - 18.
Průměrná hod. výkonnost	m <sup>3</sup> /h	7,5	11	14
Průměrná roční výkonnost	m <sup>3</sup> /rok	25 000	35 000	45 000
Výkon motoru	kW	80 - 110	110 - 130	130 - 210
Počet kol	ks	8	6/8.	6/8.

## 6. Diskuze

Jelikož v rámci bakalářské práce posuzuji také faktory, které produktivitu práce ovlivňují, budu v rámci diskuze tyto faktory popisovat. Na základě mého měření, pozorování a výsledků shrnu kladné i negativní, které měly na produktivitu práce vliv. V případě negativních faktorů navrhu svá řešení, která by tyto faktory mohla pozitivně ovlivnit.

První faktor, který produktivitu práce pozitivně ovlivnil, je práce operátora. Operátor je i přes původní jiné vzdělání velice rychlý a zručný, čímž nevzniká zbytečný ztrátový čas, který by se mohl v jiném případě negativně projevit na výsledné produktivitě práce. Z mého pozorování bych však navrhovala, menší zatěžování ložné plochy, protože ve většině případů byl stroj lehce přetěžován, což se dle mého negativně projevilo na časech naměřených při jízdě s nákladem. Terén nebyl v době měření dostatečně vyhovující a docházelo k lehkému zabořování do půdy, což stroj poměrně zpomaluje a dochází také k porušení povrchu terénu. S rostoucím poškozením terénu se zvyšuje následné ekonomické hledisko na nápravu škod po těžební činnosti, což dokládá i Simanov (1996) – při pojezdu strojů při nevhodných podmínkách dochází k erozím, také ke zhutňování půdy a k narušování kořenových systémů, zároveň ale konstatuje, že bezeškodné soustředování neexistuje.

Dalším pozitivním faktorem je organizace vyvážení. Operátor nekombinoval různé sortimenty na ložné ploše, což ušetřilo čas s přerovnávaním sortimentů různých délek na ložné ploše, také se ušetřil čas na odvozním místě, než kdyby se vykládalo do dvou různých hrání, které byly od sebe vzdáleny několik desítek metrů.

Jako negativní vliv shledávám uspořádanost sortimentů na vyvážecím místě, v některých případech nebyl dosah hydraulického jeřábu úplně dostačující, také neurovnané sortimenty přidělávají operátorovi práci, která se projeví i na výsledném času při vytváření nákladu. Dle Nerudy a kol. (2008) by měla být věnována veliká pozornost právě přípravě budoucího pracoviště s dostatkem místa pro vyvážecí traktor, protože nedostatečná příprava výrazně snižuje denní objem výroby.

Mezi negativní lze řadit také časy ztrátové, které v průběhu měření nastaly při poruše stroje a při osobních ztrátách operátora, do této kategorie zařazuji i čas, který operátor musel absolvovat při jízdě z domova na pracoviště. Celkem tento čas zabral 2 hodiny,

o tuto dobu pak byla zkrácená celá pracovní směna, která činila pouze 8,17h. Dle operátora je tento čas oproti jiným pracovním směnám velice krátký, v průměru jeho jiné pracovní směny trvají 10 hodin. Časy ztrátové celkem ubraly z možného času na vyvážení 35 minut. Čas na opravu stroje by se zkrátil při lepších terénních a světelných podmínkách.

Dalšími faktory jsou terénní podmínky pro nasazení vyvážecího traktoru. Porost, ve kterém docházelo k měření, se nacházel v poměrně prudkém svahu, který byl zahuštěný a vyvážecí traktor jezdil stále ve stejné stopě již více dní, což mělo za následek zpomalení vyvážecího traktoru, zejména při jízdě z odvozního místa do porostu. Naměřené časy při této jízdě byly téměř srovnatelné s časy, kdy traktor jel naložený na odvozní místo. Pro zvýšení produktivity práce bych navrhovala lepší přípravu pracoviště, zvolení více cest pro vyvážení a také nasazovat stroj při vhodnějších klimatických podmínkách.

Při vyvážení ovlivňuje produktivitu práce také vyvážecí vzdálenost. Obecně lze říci, že produktivita práce klesá při zvyšující se vyvážecí vzdálenosti. Při mém měření bylo odvozní místo vzdálené 160 m od porostu, nelze tedy říci, že by tato vzdálenost měla vyloženě negativní vliv na produktivitu práce a ekonomiku z hlediska vysoké palivové spotřeby. Délka vyvážecí linky, která v mém případě spadá do třídy 100-200 m, byla porovnána s měřením obdobného charakteru. Kabeš (2012) zobrazuje tabulku, kde průměrná hodnota jízdy traktoru s nákladem a bez nákladu činí 5,58 min, v mém případě tvořil tento čas 4,7 min, z čehož plyne, že i přes podmáčené podloží byl operátor produktivnější.

Výsledná výkonnost stroje vyšla na 13,79 m<sup>3</sup>/h. Tento výsledek byl porovnán s tabulkou podle Ulricha (2006), který stanovil orientační výkonnost velkého vyvážecího stroje na 14 m<sup>3</sup>/h. Z porovnání tedy vyplývá, že výkonnost pozorovaného vyvážecího traktoru byla lehce pod úrovní, čemuž odpovídají výše zmíněné faktory.

Na závěr lze tedy konstatovat, že se potvrdily obecné faktory, které negativně i kladně ovlivňují produktivitu práce. Faktory, které nejvíce ovlivnily produktivitu práce při mém měření a pozorování byly terénní podmínky, technologické možnosti vyvážecího traktoru, praxe operátora a příprava pracoviště, z čehož vyplývá, že jeden z nejdůležitějších faktorů je právě faktor lidský, ať už praxe operátora, či technicko-organizační příprava. Všechny tyto faktory, kladné i negativní, mají následně vliv na



ekonomickou stránku. Tato skutečnost byla potvrzena i na základě porovnání s měřením Petry Rajsnerové (2009).

## 7. Závěr

Cílem této bakalářské práce byla analýza produktivity práce a stanovení doporučení na možné zvýšení produktivity práce. Analýza byla provedena na základě měření a pozorování jedné pracovní směny operátora na vyvážecím traktoru. Nasazený vyvážecí traktor byl Valmet 840 S2. Během směny byly zaznamenány veškeré časy, které byly následně zpracovány. Z těchto naměřených časů se stanovila směnová výkonnost a produktivita práce, z pozorování a výsledků bylo možné dále analyzovat faktory, které produktivitu práce ovlivňovaly, ať už kladně či negativně.

Pro vyvážecí traktor byly zaznamenávány operativní a neoperativní časy, stanovil se celkový snímek dne. Celková pracovní doba činila 8,17 hodiny. Bylo zjištěno, že nejvíce času z celé směny bylo spotřebováno na operativní časy konkrétně 6,72 h, což je 82% z celkové pracovní směny. Do operativních časů pro vyvážecí traktor spadají časy na jízdu z odvozního místa, na sestavení nákladu, jízdu s nákladem na odvozní místo a vyložení nákladu. Neoperativní časy tvořily 1,44 h, celkem 18%. Směnová výkonnost pak byla stanovena na 99%. Výsledná produktivita práce byla vypočítána na 13,79 m<sup>3</sup>/h.

Faktory, které kladně i negativně ovlivnily produktivitu práce, byly analyzovány z přímého pozorování v terénu i vyvozeny na základě naměřených časů. Po vytyčení těchto faktorů bylo nadále možné navrhnout doporučení, která by produktivitu práce kladně ovlivnila. Z mého pozorování a měření vyplývá, že největší vliv na produktivitu práce měly terénní podmínky, organizace před prací, praxe operátora a možnosti vyvážecího traktoru.

## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

BARTOŠ, L. *Harvestorové technologie v těžbě dříví* [online]. Hranice : Střední lesnická škola, 2009. Dostupné z

WWW: < [http://www.sls hranice.cz/mv2/m4/11\\_12\\_13.PDF](http://www.sls hranice.cz/mv2/m4/11_12_13.PDF)>.

CELJAK, I. Harvestorová technologie. *Farmář* [online]. 2010, Roč. 16, č. 4. Dostupné z WWW: < <http://profipress.cz/archiv/farmar-042010/>>. ISSN: 1210-9789.

DEJMAL, J. a kol. *Lesní těžba a dopravnictví I.* 1.vyd. Brno : Vysoká škola zemědělská, 1976. 83 s.

DUDÍK, R.; KUPČÁK, V. *Ekonomické aspekty hospodaření v lesním vegetačním stupni 1 - lužní lesy: zasedání Ekonomické komise Odboru lesního hospodářství ČAZV 11.-12. května 2006 : sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí : Židlochovice 11.-12. května 2006.* 1. vyd.. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, 2006. 84 s. ISBN 80-7157-987-4.

DVOŘÁK, J. et al. *The use of harvester technology in production forests.* 1 vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2011. 156 s. ISBN 978-80-7458-018-5.

DVOŘÁK, J. et al. *Sestavení výkonových norem pro harvestory a vyvážecí traktory podle výkonových tříd strojů a výrobních podmínek.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze a Lesy České republiky, 2010. 78 s.

FREEMAN, M. *Second-generation Valmet 840 Valmet 840 S-2 forwarder* [online]. [S. l.]: Forestry and British timber, 1998. 47 s. ISSN 03087638

KABEŠ A. *Produktivita práce vyvážecích traktorů s nosností nad 10 tun na LS Toužim* (diplomová práce). Praha : ČZU v Praze, 2012. 112s.

KAJZAR, O. *Práce operátora těžebně dopravních strojů.* Lesnická práce, 2008, Roč. 87, č.3. ISSN 0322-9254.

LUKÁČ, T. a kol. *Ťažbovo - dopravné technológie v lesnom hospodárstve.* 1. vyd. Zvolen : Ústav pre vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR, 2003. 217s. ISBN 80-89100-01-5

LÜTHY, C., *Model zur Produktivität-Schätzung beim Holzrücken mit Forwarder*, Luna, 1997.

NERUDA, J.; SIMANOV, V. *Technika a technologie v lesnictví*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. 324 s. ISBN 80-7157-988-2.

NERUDA, J. a kol. *Harvestorové technologie lesní těžby*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. 149 s. ISBN 978-80-7375-146-3.

RAJSNEROVÁ, P. *Analýza faktorů, ovlivňujících produktivitu práce vybraného harvestorového uzlu* (bakalářská práce). Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. 49 s.

ROČEK, I.; GROSS, J. *Lesní hospodářství*. 1. vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2000. 134 s. ISBN: 80-213-0586-7.

SCHAEFFER et.al., *Effect of timber harvesting with trucked harvesters on physical soil properties*. Schwedisch : Schweden : University of Agricultural Sciences, 2001. 124 s.

SIMANOV, V. *Těžební činnost: Šetrné soustředování dříví*. 1.vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 1996. 4 s.

SIMANOV, V.; KOHOUT, V. *Těžba a doprava dříví*. 1. vyd. Písek : Matice lesnická, 2004. 411 s. ISBN 80-86271-14-5.

SLAMKA, M.; RADOCHA, M. *Results of harvesters and forwarders operations in Slovakian forests*. [S. l.] : Lesnický Casopis [online], 2010, Roč. 56, č.1. ISSN 03231046

SLOUP, R. *Semináře z ekonomiky lesního hospodářství: multimediální příručka*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2012. 164.s. ISBN 978-80-213-2346-9.

ŠEDIVÝ, V. *Ergonomie: cvičení*. 2.vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. 71 s. ISBN 80-7157-763-4.

ULRICH, R a kol. *Možnosti uplatnění sortimentních technologií ve správě LČR, s.p.*  
1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 342 s. ISBN  
978-80-7375-051-0.

VALA, V.; BARTŮŇEK, J. *Ekonomika lesního hospodářství*, 1. vyd. Brno :  
Mendelova univerzita v Brně, 2014. 272 s.

**Internetové zdroje:**

Česká lesnická akademie Trutnov: <https://clatrutnov.cz>

International magazine from komatsu forest: <http://www.komatsuforest.com/>

Valmet 840.2 spec sheet: <https://specs.lectura.de>

## **9. Seznam příloh**

Příloha 1: Vyvážecí traktor Valmet 840 S-2 – odvozní místo

Příloha 2: Vyvážecí traktor Valmet 840 –S2

Příloha 3: Vyvážecí traktor při práci

## 10. Přílohy

**Příloha 1:** Vyvážecí traktor Valmet 840 S-2 – před měřením





**Příloha 2:** Vyvážecí traktor Valmet 840-S2



**Příloha 3:** Vyvážecí traktor při práci

