



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH** **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

## **Bakalářská práce**

Hodnocení harvestorové technologie

Autor práce: David Kočí

Vedoucí práce: Ing. Martin Filip

České Budějovice  
2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Tato práce se bude zabývat porovnáním strojů pro kácení dřevin, u dvou soukromých podnikatelů se stejným výrobním zaměřením ale různými stroji. Hlavní porovnání bude spočívat ve výkonnosti, spotřebě pohonných hmot a finančních nákladech jednotlivých pracovních operací na předem určeném území. Všechny tyto informace budou přepočteny na roční pracovní výkon daných strojů.

**Klíčová slova:** motorová pila, harvester, výkonnost, spotřeba, náklady, dřeviny

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is try to compare machines for felling trees at two private entrepreneurs with the same production focus but different machines. The main comparison lies in the performance, fuel consumption and financial costs of individual work operations in a pre-designated area. All this information will be converted to the annual work output of the machines.

**Keywords:** chainsaw, harvester, efficiency, consumption, costs, woody plants

## **Poděkování**

Zde bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při vypracování této práce. Největší poděkování patří Ing. Martinu Filipovi za jeho odborné rady a vedení při realizaci této bakalářské práce. Další velké poděkování patří panu Patriku Neuvirthovi a Tomáši Sukdolákovi, kteří mi umožnili provedení pokusů.

## Obsah

Úvod.....	7
1 Produkce dřeva.....	8
1.1 Vztah produkce dřeva k ostatním funkcím lesa .....	8
1.2 Využití dřeva .....	9
1.3 Historie techniky v podmínkách lesního hospodářství.....	9
2 Technické principy motorových pil .....	11
2.1 Dělení pil dle pohonu .....	11
2.2 Motorové pily se spalovacím motorem.....	11
2.2.1 Motorová část pil se spalovacím motorem.....	12
2.2.2 Řezací část.....	13
2.3 Akumulátorové motorové pily .....	14
2.4 Elektrické motorové pily .....	14
2.5 Dělení pil dle použití .....	14
2.5.1 Pily pro soukromé uživatele.....	14
2.5.2 Pily pro zemědělství a zahradnictví .....	14
2.5.3 Pily pro lesnictví .....	15
2.6 Pilové řetězy a vodící lišty .....	15
2.7 Příslušenství pro motorové pily.....	16
2.8 Vybavení obsluhy motorové pily .....	17
3 Technické principy harvestorů.....	18
3.1 Základní rozdělení harvestorů .....	18
3.2 Hlavní části harvestorů .....	20
3.3 Podvozek .....	20
3.3.1 Kolový podvozek .....	20
3.3.2 Pásový podvozek.....	21

3.3.3	Kráčivý podvozek .....	21
3.4	Hydraulický jeřáb harvestoru .....	22
3.5	Harvestorová hlavice .....	23
3.5.1	Kácecí a krájící ústrojí .....	24
3.5.2	Podávací ústrojí .....	24
3.5.3	Odvětvení .....	24
3.5.4	Měřicí systém harvestorové hlavice .....	24
3.5.5	Další vybavení harvestorových hlavic .....	25
3.6	Kabina harvestoru .....	25
3.7	Ovládání harvestoru .....	26
4	Metodika terénních pokusů .....	27
4.1	Výpočty výkonnosti a finančních nákladů .....	28
5	Výsledky .....	35
6	Diskuse .....	45
	Závěr .....	48
	Seznam použité literatury .....	49
	Seznam obrázků .....	51
	Seznam tabulek .....	52
	Seznam grafů .....	53

---

## Úvod

V posledních letech se enormně zvýšila těžba dřevin. Z velké části je to vinou velké kalamity, která zasáhla lesy České republiky, v podobě lýkožrouta smrkového. Škody způsobené touto kalamitou dosáhly několika miliard korun a stále rostou. Nastala nutnost všechny takto postižené dřeviny vytěžit a těžbou zasažené oblasti opět zalesnit. Těžba dřeva je časově a energeticky náročný proces. Ovlivňuje ho způsob těžby, prostředí, ve kterém těžba probíhá, stroje, které se pro těžbu používají a podobně. Tato práce bude zaměřena těžbu pomocí harvestoru a pomocí motorové pily.

Cílem této práce je porovnání dvou technologií pro kácení stromů. Bude prováděna u dvou soukromých pracovníků operujících na Havlíčkovobrodsku, konkrétně v okolí města Leděč nad Sázavou. Hlavní náplň práce bude spočívat ve srovnání výkonů obou technologií a jejich nákladů na provoz. Výkonnost technologií se bude odvíjet od naměřených hodnot, kterými jsou spotřeby pohonných hmot, časy potřebné na zpracování stromů a objemy jednotlivých stromů.

---

# 1 Produkce dřeva

Účelem těžby dřeva je u lesa v mladším věku zvyšování stability, kvality, odolnosti a druhové rozmanitosti. Je to takzvaná výchovná těžba. Dále u starších lesů je to obnovní těžba, jejímž účelem je včasné zahájení přirozených procesů obnovy lesa novými odolnějšími, druhově pestřejšími a kvalitnějšími následnými lesními porosty. Dalším podstatným úkolem provádění lesní těžby je odstranění nemocných, poškozených a napadených (různými chorobami a škůdci) stromů z důvodu toho, aby bylo zabráněno šíření těchto škůdců a chorob na další zdravé stromy. Jakákoliv těžba v lesích musí být opodstatněná a realizována vždy v souladu s platnými legislativními předpisy a dále také v souladu se strategií trvale udržitelného hospodaření v lesích. (lesycr.cz, 2021)

## 1.1 Vztah produkce dřeva k ostatním funkcím lesa

V helsinské deklaraci H1 je uvedeno, že se svět sjednotil v tom názoru, že lesy je potřeba obhospodařovat a využívat tak, abychom zachovali jejich biologickou rozrůzněnost, schopnost obnovy, produktivnost, životaschopnost a schopnost plnit stávající i budoucí požadavky lidské společnosti (ekonomické, ekologické a sociální). Dosažení těchto cílů je umožňováno pomocí funkčně integrovaného lesního hospodářství, které usiluje o zajištění ekologicky stabilního a zdravého lesa. Tento les je schopen optimálně plnit všechny své funkce, které jsou od něj naší společností očekávány. Tedy i funkci produkční. Zásah člověka do přírodního dění lesa musí být opodstatněný. Je nutné, aby se projevil pozitivně v plnění celého rozsahu nebo některých funkcích lesa. Různé druhy lesů, jako jsou například lesy v ochranných pásmech vodních zdrojů nebo lesy lázeňské, mají nepopíratelně své poslání mimoprodukční. Z toho důvodu se vyvinula kategorizace lesů dle jejich převažujícího funkčního poslání (hospodářské, ochranné, zvláštního určení). Pokud je les zařazen do určité kategorie, neznamená to však, že také neplní jiné funkce lesa. Teorie úplavu nám říká, že les, který plní svou produkční funkci dobře (je zdravý, řádně pěstovaný a poskytuje dlouhodobou vyrovnanou a plynulou produkci), zvládá plnit bez dalších opatření i ostatní funkce lesa (krajinotvornou, ochrannou, rekreační, klimatickou, hygienickou, půdoochrannou, zdravotní, vodohospodářskou). (Neruda, 2013)



## 1.2 Využití dřeva

Surové dřevo se ve světovém měřítku stává velice významnou strategickou surovinou. Je tomu tak díky rozvoji informovanosti o příznivých vlastnostech dřeva, rozšiřování povědomí o vyčerpatelnosti neobnovitelných zásob energetických a surovinových zdrojů, rozšiřujícímu se okruhu spotřebitelů, jenž projevují velký zájem o využívání přírodních materiálů, nikoliv plastů a také díky stále početnější části občanů, kteří považují využití dřeva v exteriérech či interiérech budov a v jiných oblastech za velmi významný krok ke zlepšení životního prostředí. (Blud'ovský, 2003)

## 1.3 Historie techniky v podmínkách lesního hospodářství

Výrobní fáze a činnosti v lesním hospodářství obsahují veliké množství různorodých operací a úkonů, během kterých se využívají příslušné pracovní prostředky, které mají bohatou mnohasetletou historii, ale také zcela nová technika. Dlouho zde převažovalo ruční nářadí a případně prostředky, které využívali animální sílu. Teprve až v druhé polovině 20. století začal klesat význam ručního nářadí, které začaly nahrazovat stroje. (Neruda, 2013)

**Tabulka 1.1: Etapy rozvoje techniky a technologií těžebně-dopravního procesu (Neruda, 2013)**

Etapa	Časové vymezení	Charakteristické rysy etapy
1.	Od nejstarší doby do období po 2. sv. válce	Značný podíl manuální práce, těžba ručním nářadím, přibližování i odvoz dříví animálními potahy (výjimečně mechanizovaný odvoz např. lesní železnicí), sortimentní těžební metoda
2.	50. léta 20. století	Motomanuelní kácení motorovou pilou, odvětvování sekerou, přibližování dříví potahy, odvoz traktory, sortimentní těžební metoda
3.	60. léta 20. století	Motomanuelní kácení a odvětvování motorovou pilou, soustředování dříví univerzálními traktory, odvoz nákladními automobily s nakládacími navijáky, sortimentní těžební metoda, nárůst významu kmenové těžební metody
4.	70. léta 20. století	Motomanuální kácení a odvětvování motorovou pilou, soustředování dříví univerzálními i speciálními lesními kolovými traktory, dálkové ovládání

---

		navijáků, rozvoj lanovek, význam těžební metody kmenové, odvoz nákladními automobily s hydraulickými jeřáby, první těžebně dopravní stroje, významné postavení manipulačně-expedičních skladů dříví
5.	80. léta 20. století	Totéž, co předtím + v polovině 90. let těžební stroje nové generace, vyvážecí traktory pro přibližování dříví, velkokapacitní odvozní soupravy sortimentů dříví, nárůst významu sortimentní těžební metody, pokles významu manipulačně-expedičních sklad dříví

---

## **2 Technické principy motorových pil**

Motorové pily jsou nejrozšířenějším pracovní prostředkem využívaným při lesní těžbě. Je tomu tak převážně díky jejich přijatelné hmotnosti, všestrannému použití, spolehlivosti, jednoduché obsluze a relativně nízké pořizovací ceně. (Rónay a Dejmal, 1981)

Pila je malý mechanizační prostředek, který je poháněn spalovacím, elektrickým nebo akumulátorovým motorem. Jeho řezný nástroj tvoří uzavřený (nekonečný) pilový řetěz, který je vedený ve vodící liště. (Tomášek, 2016)

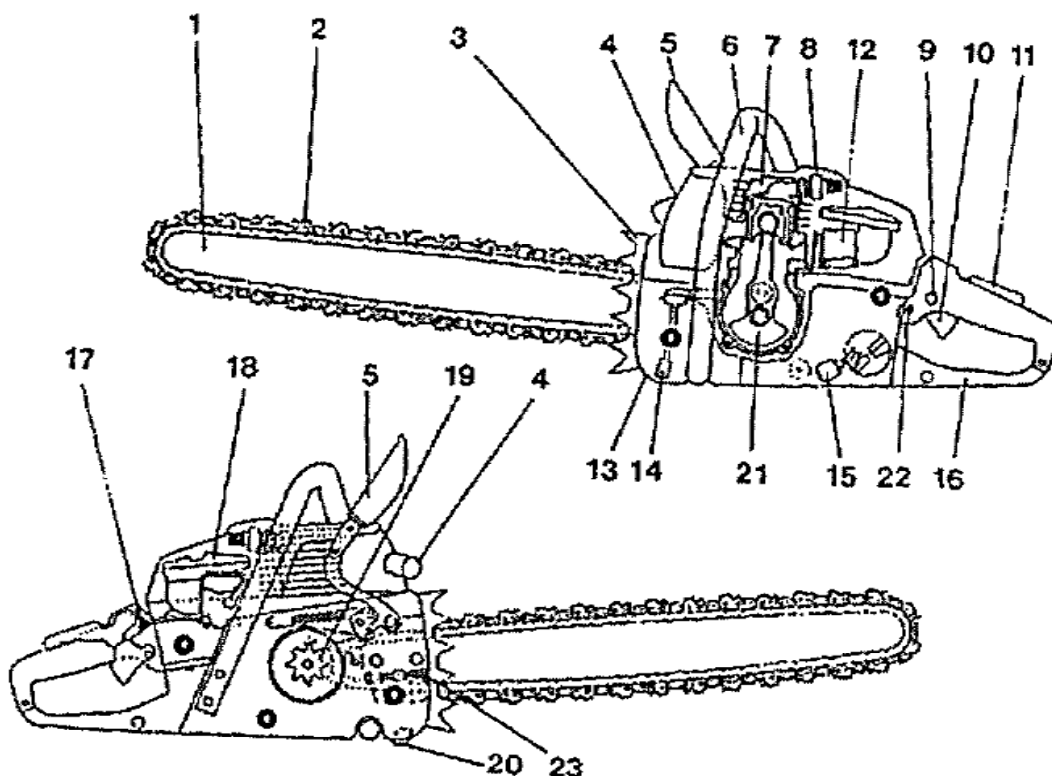
Podle řady kritérií lze motorové pily rozlišovat na několik druhů. Například dle druhu pohonu je lze rozlišovat na motorové pily se: spalovacím motorem (dvoudobé, čtyřdobé), elektromotorem (podle druhu a napětí elektrického proudu), hydromotorem a pneumatickým motorem. Dle účelu použití na víceúčelové, jednoúčelové, speciální. Dle kategorie použití na: hobby, farmářské a profesní. (Neruda, 2013)

### **2.1 Dělení pil dle pohonu**

Dle druhu pohonu se dělí na pily se spalovacím motorem (dvoudobé, čtyřdobé), elektromotorem (podle druhu a napětí elektrického proudu) akumulátorovým motorem. (Tomášek, 2016)

### **2.2 Motorové pily se spalovacím motorem**

Skládají se ze tří hlavních částí: motorové, řezné a nosné. Samotná pila se však skládá z mnohem více funkčních částí, které dohromady tvoří funkční celek. Kromě svých funkčních parametrů musí splňovat bezpečnostní požadavky a požadavky na ochranu při práci. Z tohoto důvodu jsou vybaveny aktivními ochrannými prvky, jako jsou bezpečnostní brzda řetězu, ochranný kryt levé ruky, pojistka plynové páčky, zachycovač řetězu, účinný antivibrační systém, zubová opěrka a mnoho dalších. (Kunt, 2012)



- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. Vodící lišta          | 13. Olejová nádrž                 |
| 2. Pilový řetěz          | 14. Sací potrubí oleje            |
| 3. Zubová opěrka         | 15. Palivová nádrž                |
| 4. Tlumič výfuku         | 16. Zadní rukojeť                 |
| 5. Brzda řetězu          | 17. Vzduchová klapka (Sytič)      |
| 6. Přední rukojeť        | 18. Tlumič sání vzduchu           |
| 7. Válec motoru          | 19. Hnací řetězka                 |
| 8. Zapalovací svíčka     | 20. Zachycovač přetrženého řetězu |
| 9. Aretace páčky plynu   | 21. Kliková hřídel                |
| 10. Páčka plynu          | 22. Spínač zapalování             |
| 11. Pojistka páčky plynu | 23. Šroub napínání řetězu         |
| 12. Čistič vzduchu       |                                   |

**Obrázek 2.1: Konstrukce motorové řetězové pily se spalovacím motorem. (Neruda, 2013)**

### 2.2.1 Motorová část pil se spalovacím motorem

Motorové pily se spalovacím motorem jsou převážně vzduchem chlazené dvoudobé pístové jednoválce s vratným pohybem pístu. Píst je spojen ojnicí s klikovou hřídelí, která převádí přímočarý pohyb pístu na rotační. Přímo pohání ventilátor, který je

---

zároveň rotorem magnetu zapalování a nepřímo pohání přes odstředivou spojku hnací řetězku pilového řetězu. (Neruda, 2013)

Zpravidla se jedná o jednoválcové zážehové dvoudobé vzduchem chlazené motory. Motor je chlazen pomocí žebrování, skrze které je nuceným oběhem hnán proud vzduchu, který z okolí nasává lopatkami opatřený setrvačnick. Karburátor má za úkol stabilně ve všech režimech chodu motoru připravit jemně rozprášenou směs paliva a vzduchu. Účelem čističe vzduchu nebo také filtru je odstranění nečistot ze vzduchu, který je nasáván do karburátoru. Tlumič výfuku ochlazuje výfukové plyny, které poté odvádí směrem od pracovníka a snižuje hluk motoru. Palivová nádrž motorové pily slouží jako zásobník pro směs benzínu a oleje pro spalovací motor. Olejová nádrž slouží jako zásobník na mazací olej. Olejová nádrž má delší dobu práce než nádrž palivová proto, aby pila nepracovala takzvaně „na sucho“. Odstředivá spojka je umístěna na klikové hřídeli a má za úkol přenášet kroutící moment na řetězové kolo. Startovací zařízení se skládá z navíjecí kladky, startovacího lanka zakončeného madlem, předepnuté navíjecí pružiny a různě konstruovaných unašečů upevněných na navíjecí kladce. Má za úkol roztáčet klikový hřídel motoru při startování a po nastartování motoru se automaticky od klikové hřídele odpojí. Účelem zapalovací soustavy je těsně před dosažením horní úvratě pístu (neboli v předstihu) zapálit palivovou směs ve válci motoru. Zapalovací soustavy jsou: elektronická, tyristorová a bezkontaktní. Účelem krytů motorové pily je zabránit vnikání cizích těles do pracovních částí pily a tím je ochránit před poškozením. Dále mají za úkol dobře odvádět teplo vznikající prací motoru a tím pádem odolávat velkým teplotním rozdílům. Brzda řetězu je významným bezpečnostním prvkem pily, zajišťuje rychlé zastavení pilového řetězu v každé nebezpečné situaci (z plné rychlosti za 0,1 s) a to zejména při zpětném vrhu pily. Napínací ústrojí má za úkol nastavit vodící lištu vůči řetězovému kolu tak, aby její poloha odpovídala optimálnímu vypnutí řetězu. Řetězové kolo neboli řetězka je spojena se spojkou a pohání přímo pilový řetěz. (Kunt, 2012)

### **2.2.2 Řezací část**

Tato část je tvořena vodící lištou a pilovým řetězem, které si musí rozměrově i provedením vzájemně odpovídat. Vodící lišta je z jednoho kusu plechu s vyfrézovanou drážkou, v níž vede vodící články řetězu a udržuje řetěz napnutý nebo je bodově svařena z 3 výlisků ocelových plechů. Vodící lišta je na jednom konci upravena pro připevnění k motorické části a přívodu mazacího oleje do drážky. Pilový

---

řetěz je nekonečný řetěz, který je tvořen vodícími, spojovacími a pracovními články s různě tvarovanými břity, které jsou vzájemně spojované nýty. (Neruda, 2013)

### **2.3 Akumulátorové motorové pily**

Jsou určeny pro soukromé uživatele, údržbu zeleně, řemeslníky a stavební práce s dřevem, k řezání palivového dřeva a péči o pozemek. Jsou ideální do míst, která jsou citlivá na hlasité zvuky a v uzavřených prostorách, protože díky elektromotoru nevznikají žádné výfukové plyny. (Stihl.cz, 2021)

Vyznačují se nízkou hmotností a nízkými hodnotami vibrací, díky čemuž jsou velmi snadno ovladatelné a díky absenci napájecího kabelu je zajištěna neomezená mobilita. Při dodržení daných podmínek je lze využívat i za deště. Mají nízké energetické náklady na nabití a malé nároky na údržbu. (STIHL, 2015)

### **2.4 Elektrické motorové pily**

Využívají speciální elektromotor, nejčastěji pro střídavý proud o napětí 230 V. Jsou lehké, málo hlučné a mají nižší vibrace. Využívají se tam, kde je dostupná elektrická síť a nevadí stálé připojení pomocí přívodního kabelu. Pily s tímto pohonem se používají například k řezání palivového dříví, stolařské a tesařské práce v interiérech. Ovládací prvky mají podobné, jako jsou u pil se spalovacím motorem. Obdobné je také jejich držení a ovládání. (Neruda, 2013)

Jsou určeny pro příležitostné uživatele, řemeslníky a zemědělce. Jsou používány především pro práce v interiéru a okolí domu. Jsou jednoduché na ovládání a mají minimální nároky na servis. (Stihl.cz, 2021)

### **2.5 Dělení pil dle použití**

Dle užití se pily dělí na pily pro soukromé uživatele (hobby), pily pro zemědělství a zahradnictví a pily pro lesnictví. (Kunt, 2012)

#### **2.5.1 Pily pro soukromé uživatele**

Tyto pily se hodí převážně pro soukromé uživatele a řemeslníky. Jsou obzvláště vhodné pro řezání palivového dřeva péči o pozemek, kácení menších stromů a ke stavbám ze dřeva. (Stihl.cz, 2021)

#### **2.5.2 Pily pro zemědělství a zahradnictví**

Tyto pily se hodí převážně pro zemědělce, řemeslníky a stavebníky. Jsou vhodné pro řezání palivového dřeva, krajinářskou péči a řezání stavebního dřeva. Vydrží pracovat delší dobu oproti pilám pro soukromé uživatele (hobby). (Kunt, 2012)

---

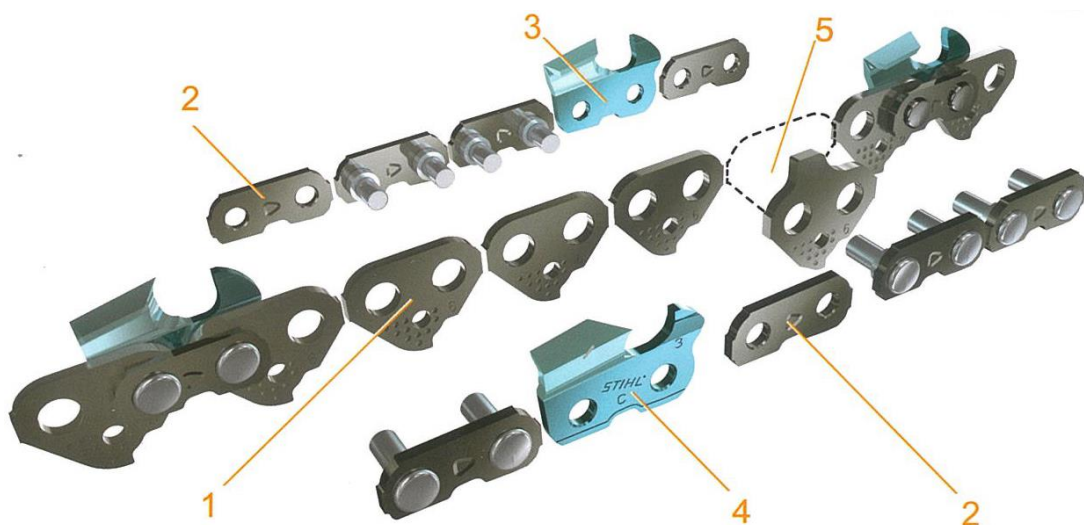
### 2.5.3 Pily pro lesnictví

Velmi výkonné motorové pily s dlouhou výdrží a poměrem hmotnosti a výkonu. Jsou vhodné pro všechny lesnické práce jako je kácení, probírky a odvětvování. Zaručují komfort pro dlouhotrvající práci. Například jsou vybaveny antivibračním systémem nebo pohodlnou kontrolou stavu paliva a řetězového oleje. Mnoho modelů těchto pil od značky STIHL je vybaveno systémem M-Tronic. (Stihl.cz, 2021)

Účelem systému STIHL M-Tronic je řízení a kontrola motoru. To je prováděno pomocí regulace bodu zážehu zapalovací svíčky a také pomocí elektronického dávkování paliva do karburátoru. Hlavní součástí tohoto systému je řídicí jednotka, která je zabudována do modulu zapalování. Ta sbírá informace o otáčkách motoru, u kterých pak vyhodnocuje jejich odchylky od optimálního stavu, který byl naprogramován (optimální stav se snaží dosáhnout maximálního kroutičního momentu). Pomocí zjištěných informací následně ovlivňuje okamžik zážehu, intenzitu a dobu hoření jiskry na svíčke a předává elektromagnetickému ventilu v karburátoru impulzy pro potřebné dávkování paliva. Řídicí jednotka si poté zaznamenává například poslední provozní stav motoru, počet provozních hodin motoru apod. (Stihl.cz, 2021)

### 2.6 Pilové řetězy a vodící lišty

Jednou z nejdůležitějších věcí, která ovlivňuje výkonnost při práci s motorovou pilou, je výběr vhodného pilového řetězu a péče o něj. Aby byla práce s motorovou pilou účinná, je třeba, aby motorová pila, lišta a pilový řetěz byly dokonale sladěny. Při výběru pilového řetězu jsou nám nápomocny čtyři hodnoty: délka lišty (závisí na účelu použití), rozteč řetězu (je určena vzdáleností mezi hlavami), počet hnacích článků (určuje jej délka řetězu, kdy se počítají pouze hnací články) a šířka drážky vodící lišty a tloušťka hnacího článku řetězu (ty musí vždy navzájem souhlasit). Po zjištění těchto informací se zvolí vhodný pilový řetěz. Vodící lišty se využívají se pro nejrůznější druhy použití, od těžby dřeva a řezbářství až k řezání palivového dřeva. (STIHL, 2013)



- |                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| 1. Vodící článek    | 4. Pravý řezný zub            |
| 2. Spojovací článek | 5. Bezpečnostní vodící článek |
| 3. Levý řezný zub   |                               |

**Obrázek 2.2: Konstrukce pilového řetězu. (STIHL, 2013)**

Řezné zuby pilového řetězu pracují na principu hoblovacích zubů. Hoblují ze dřeva třísky. Horní břit řetězu zvedá třísku ze dna řezné drážky a dolní břit odděluje třísku z boku. Hloubka řezu řezného zubu a tím i tloušťka třísky je určena vzdáleností omezovacího dorazu. Vzdáleností omezovacího dorazu je označována jako vzdálenost mezi horní hranou omezovacího dorazu a přední hranou horního hřbetu zubu. (Neruda, 2013)

O pilový řetěz je třeba se starat. Ostrý a dobře udržovaný pilový řetěz dokáže velice usnadnit práci obsluhy motorové pily. Pro jednodušší a odborné naostření a kontrolu opotřebení je většina pilových řetězů opatřena servisními značkami a značkami opotřebení: úhel ostření (touto značkou je označen správný úhel naostření horního břitu a minimální délka zubu, pokud je této značky dosaženo, je třeba pilový řetěz vyměnit), úhel čela (správný úhel čela a minimální délka zubu), omezovací doraz (značka správného úhlu omezovacího dorazu a značka opotřebení), pata zubu (značka pro kontrolu opotřebení kluzných ploch řezného zubu). (STIHL, 2013)

## 2.7 Příslušenství pro motorové pily

Toto vybavení se vyvíjí na základě poznatků, které jsou získávány z praxe. Jsou jím třeba transportní kryt řetězu pro různé délky lišt, doplňky pro pohodlný transport stroje



---

a podobně. Firma STIHL například vyrábí univerzální klíče pro napnutí a výměnu řetězu, vodící lišty a zapalovací svíčky, brašny nebo kufry na motorové pily sloužící k jejich čistému skladování a přepravě nebo velkou škálu transportních krytů řetězů. (Stihl.cz, 2021)

## **2.8 Vybavení obsluhy motorové pily**

Pro usnadnění své práce je obsluha motorové pily vybavena velkou škálou různých pomůcek. Dřevorubecký zvedák sloužící k naklonění stromu přes lomovou lištu do učeného směr, který je také vybaven obracecím hákem k otáčení kmenů, plastové klíny určené ke kácení a řezání, měřicí pásma, pomocí kterých si obsluha dokáže změřit délku káceného stromu a další. (Stihl.cz, 2021)

---

### 3 Technické principy harvestorů

Harvestor je samostatný víceoperační stroj, jehož účelem je pokácení určené dřeviny, její odvětvení, nakrácení na dané sortimenty a jejich následné uložení na přechodný úložný prostor u okraje vyvážecích linek. (Tomášek, 2016)

Dalším úkolem harvestoru je změření vytvořených výřezů a registrace do palubního počítače. Tyto operace zvládne harvestor v jednom cyklu. Celá tato operace je plně mechanizována a částečně automatizována. Celý systém zpracování dřevin zahrnující harvestory, vyvážecí traktory (případně vyvážecí soupravy) je provozován zpravidla v proudovém systému výroby, kdy tvoří tzv. harvestorové uzly. (Neruda, 2013)



Obrázek 3.1: Harvestor Timberjack 1270D

#### 3.1 Základní rozdělení harvestorů

Základní rozdělení harvestorů je určováno na základě jejich podvozků. Dělí se na kolové, pásové a kráčivé. (Ulrich, 2008)

Kolové harvestory se dle povrchu půdy dokáží pohybovat v terénech po spádnicí (podélný příkon) do sklonu 25-50 %. Pokud se sklon terénu pohybuje nad již zmíněných 50 % je potřeba kolové podvozky harvestoru vybavit kolopásky (je nutné,

aby byl podvozek vybaven zdvojenou – bogie nápravou), vybavit harvestor navijákem nebo použít pásové či kráčivé harvestory. Při pojíždění v příčném sklonu je stabilita kolového harvestoru maximálně 15 % u čtyřkolových a 20 % u šestikolových nebo osmikolových typů podvozku. Kolové harvestory které jsou vybaveny trakčním navijákem s jeho pomocí zvládnou i obousměrný pojezd na svazích kolmo na vrstevnice i ve sklonech, které se blíží 75 %. Některé moderní harvestory zvládnou tento obousměrný pojezd i ve sklonech blížících se 90 %. (Dlužanský, 2009)

Dle hlavních technických parametrů lze také harvestory dělit do tří tříd (viz tabulka 3.1) a to na malé, střední, a velké. Jde pouze o rámcové rozlišení těchto strojů. Jednotlivé výrobky nemusejí vždy do této kategorizace zapadat. Některé jejich parametry mohou zapadat do hodnot vyšší nebo nižší kategorie, než do které je daný stroj jakožto celek řazen. (Neruda, 2013)

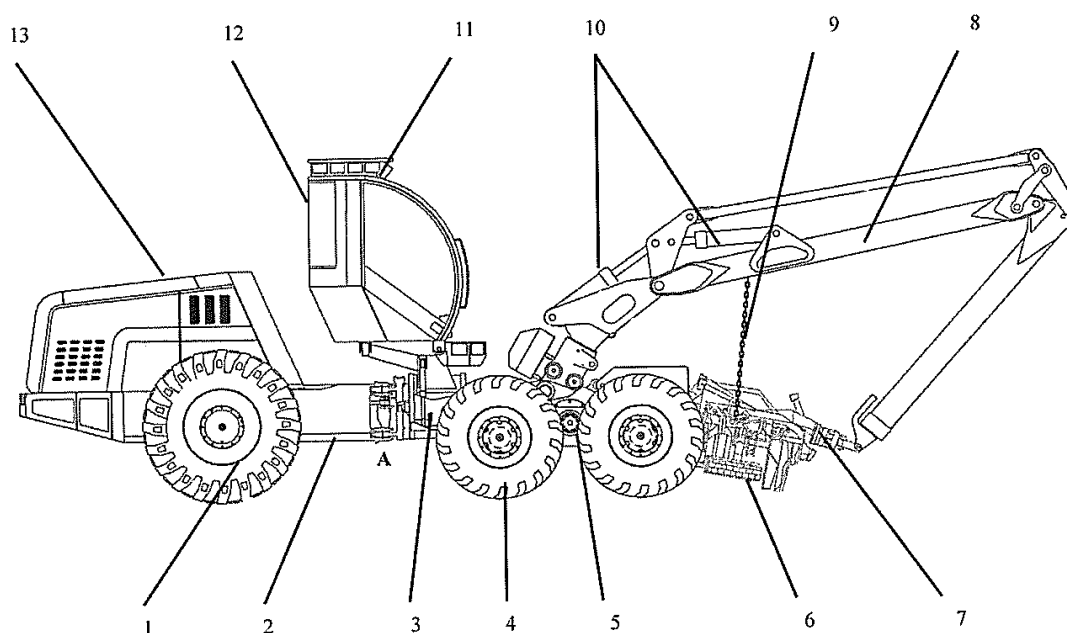
**Tabulka 3.1: Rozdělení kolových harvestorů dle velikosti a výkonu motoru (rozdělení a jednotlivé parametry mají pouze orientační charakter, zejména výkonnost závisí na místních podmínkách) (Neruda, 2013)**

Orientační technická data kolových harvestorů	Jednotka	I. Malý harvestor	II. Střední harvestor	III. Velký harvestor
Optimální hmotnost zpracovaných stromů	m <sup>3</sup>	0,10-0,50	0,40-0,80	0,70-2,00
Průměrná hodinová výkonnost	m <sup>3</sup> /h	4	10	16
Výkon motoru	kW	40-110	110-170	170-250
Šířka	Cm	180-230	230-280	280-320
Dosah hydraulického jeřábu	M	4,5-8	8-12	8-12
Maximální průměr úřezu	Min	300-450	450-600	600-750
Hmotnost	T	4-10	10-18	18-26

Dále se dle způsobu zpracování dřeviny dělí harvestory na jednoúchopové a dvouúchopové. U jednoúchopových harvestorů je celý strom zpracován harvestorovou těžební hlavicí na konci hydraulického jeřábu. Celá operace je provedena v jednom cyklu. U dvouúchopových harvestorů je strom pokácen kácecí hlavicí, která je nesena na konci hydraulického jeřábu. Strom je následně vložen do výkyvné procesorové

hlavice, která je umístěna na zadní části podvozku harvestoru. Tato hlavice plní zbylé operace (odvětvení, druhotování a kubírování stromu). V dnešní době jsou harvestory s jednoúchopovou konstrukcí standard. Dvouúchopová konstrukce harvestorů se využívala u prvních generací harvestorů. Dnes už se v evropských podmínkách prakticky nevyužívá. (Dlužanský, 2009)

### 3.2 Hlavní části harvestorů



- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Pevná zadní náprava      | 8. Hydraulický jeřáb          |
| 2. Zadní rám                | 9. Zajišťovací řetěz          |
| 3. Přední rám               | 10. Přímočerpatel             |
| 4. Kolo přední nápravy      | 11. Osvětlení                 |
| 5. Přední tandemová náprava | 12. Kabina                    |
| 6. Harvestorová hlavice     | 13. Vznětový motor harvestoru |
| 7. Rotátor                  |                               |

Obrázek 3.2: Hlavní části šestikolového harvestoru (Neruda, 2013)

### 3.3 Podvozek

Nejčastějším způsobem pohybu strojů v lesním hospodářství je pojezd (kontinuální pohyb, který umožňuje pojezdové ústrojí opatřené koly, pásy či kolopásy). U harvestorů se dále používá způsob pohybu zvaný kráčení. (Ulrich, 2002)

#### 3.3.1 Kolový podvozek

Kolový podvozek zajišťuje v porovnání s ostatními způsoby pohybu největší mobilitu. Harvestor si může s určitým omezením přejíždět na krátkou vzdálenost (zhruba tak do

---

30 km) po vlastní ose i po veřejných komunikacích. S pásovým podvozkem toto není možné z důvodu toho, že by pásový podvozek poničil povrch komunikace. (Ulrich, 2002)

Podvozek kolových harvestorů je tvořen zpravidla dvěma částmi. Tyto dvě části jsou torzně spojeny zlamovacím kloubem. Vzájemné natáčení (tzv. zlamování) přední a zadní části rámu je umožněno hydrostatickým systémem pomocí dvou přímočarých hydromotorů. (Neruda, 2013)

Maximální úhel zlomení je zhruba 45°. Toto tvrzení neplatí u harvestoru Vimek 404 T, který má možnost natáčet přední nápravu až do úhlu zatačení 80°. Je to „malý“ Švédský harvestor, který byl poprvé představen v roce 2003 jako prototyp a sériově se začal vyrábět až v roce 2005. Harvestor Vimek 404 T je 1,8 metru široký, 3,35 metru dlouhý a spolu s harvestorovou hlavicí váží jen 4100 kg. Byl vyvíjen tak, aby se dal využít při lesnických pracích, ale po výměně hlavice za rypadlovou například i k zemním pracím. (Lesnická práce, 2007)

### **3.3.2 Pásový podvozek**

Pásové podvozky zajišťují vynikající trakci v bažinatých terénech. Jeho výhody se projevují při pohybu po půdách, které jsou méně únosné a je zde třeba nízkého měrného tlaku. K dosažení vysokých tahových sil je využita jejich celková hmotnost. Mají vysokou schopnost adheze což umožňuje plné využití maximálního výkonu motoru, a to bez nadměrného prokluzu. Jeho další výhodou je velká svahová dostupnost a dobrá stabilita. Nevýhodou je, že harvestory s pásovým podvozkem se nemohou přemísťovat na nové stanoviště. Mají sníženou mobilitu a při zatačení poškozují povrch. Pásky jsou většinou z kovu, pryže, kombinace kovu a pryže nebo z odolné umělé hmoty. (Neruda, 2013)

### **3.3.3 Kráčivý podvozek**

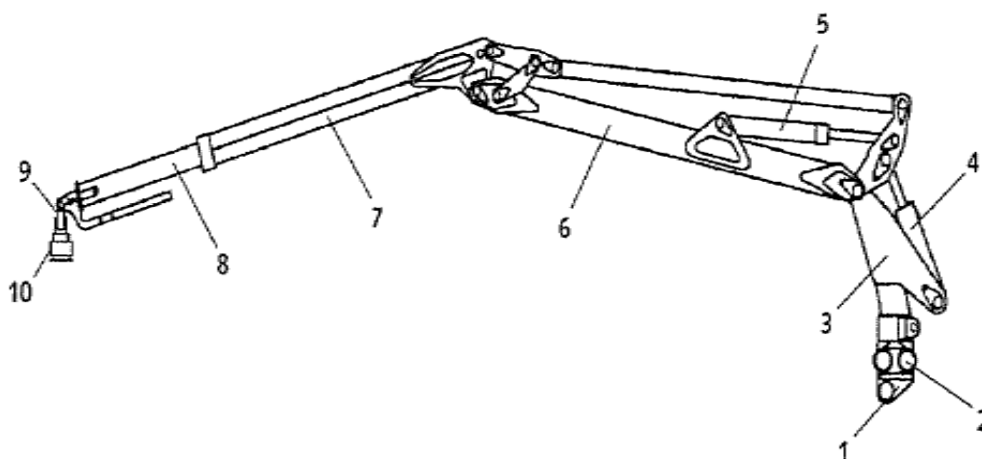
Princip kráčivého podvozku vychází zpravidla z konstrukce tzv. kráčivých rypadel (např. Menzi Muck) nebo je nástavbou na speciálním šestinožém podvozku (Plusstech od firmy John Deere). Harvestory s kráčivým podvozkem jsou nasazovány na pracovištích se složitými terénními podmínkami. U harvestorů které jsou konstrukčně řešeny jako stroj Menzi Muck je podvozek vybaven čtyřmi hydraulicky ovládanými rameny. Tato ramena jsou vzájemně nezávisle horizontálně i vertikálně nastavitelná a též zajišťují stabilitu stroje na prudkých svazích. Dvě ramena jsou vybavena koly a dvě opěrami. U harvestorů, které jsou konstrukčně řešeny jako stroj Plusstech, je

vybavení řešeno šesti hydraulicky poháněnými a elektronicky řízenými nohami. Tyto nohy jsou umístěny po třech na obou stranách harvestoru a jsou na sobě vzájemně nezávislé. Pohyb harvestorů s tímto konstrukčním řešením připomíná pohyb hmyzu. Je tedy kontinuální. (Dlužanský, 2009)

### 3.4 Hydraulický jeřáb harvestoru

Podstatnou součástí každého harvestoru je hydraulický jeřáb. Ten nese harvestorovou hlavici a slouží k vykonávání všech potřebných pohybů, které jsou nutné na zpracování stromu. Co se týče polohy jeřábu, může být jeřáb umístěn po straně, před nebo za kabinou operátora harvestoru. (Ulrich, 2008)

Podle konstrukce lze jeřáby rozlišit na jeřáby s hlavním výložníkem, zlamovacím a popřípadě teleskopickým ramenem, jeřáby se zlamovacím a teleskopickým výložníkem a jeřáby s paralelně vedenými výložníkovými rameny. (Neruda, 2013)



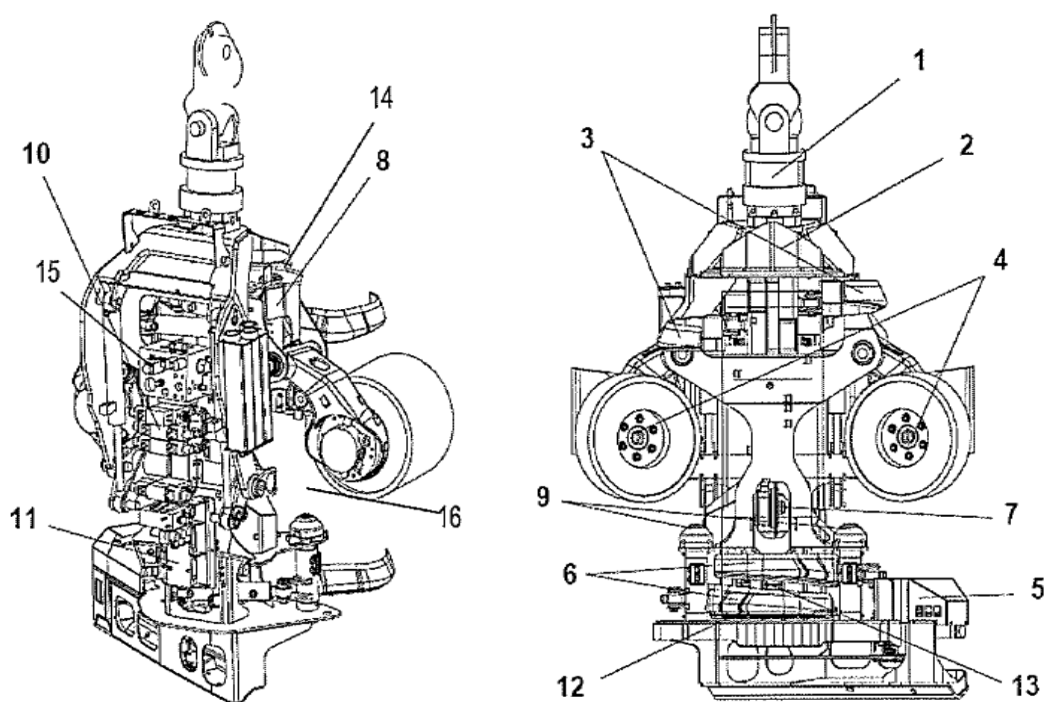
- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Základna hydraulického jeřábu | 6. Hlavní rameno                      |
| 2. Válec otoče                   | 7. Kyvné rameno                       |
| 3. Sloup                         | 8. Teleskop (1 nebo 2 výsuvná ramena) |
| 4. Válec hlavního ramene         | 9. Připojení rotátoru                 |
| 5. Válec kyvného ramene          | 10. Rotátor                           |

Obrázek 3.3: Konstrukce hydraulického jeřábu s paralelně vedenými rameny (Neruda, 2013)



### 3.5 Harvestorová hlavice

Hlavice harvestoru má za úkol oddělit daný strom od pařezu, sklopit jej do pracovní polohy, odvětvit, zkrátit na dané výřezy zapsat si informace o jednotlivých výřezech, uložit je a případně je označit. Během kácení je harvestorová hlavice nasezena na patu stromu. Zavřením odvětvovacích nožů a pohyblivých válců posuvu je strom uchopen a pila jej následně odřízne. Při řezání je možné pomocí hydraulického válce hydraulického jeřábu vyvinout předepnutí stromu a tím odlehčit pile v řezu. Pomocí podávacích válců, které jsou poháněny rotačními hydromotory, je strom protažen přes odvětvovací nože, které dle tloušťky větví vyvíjejí potřebný tlak a během toho je průběžně krácen na dané sortimenty. (Ulrich, 2002)



- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Rotátor s křížovými ložisky        | 9. Senzor průměru                      |
| 2. Nepohyblivý horní odvětvovací nůž  | 10. Blok ventilů ovládní hlavice       |
| 3. Pohyblivé horní odvětvovací nože   | 11. Modul HHM harvestorové hlavice     |
| 4. Motory posuvu                      | 12. Tryska barevného značení           |
| 5. Řezací jednotka                    | 13. Vodící válec                       |
| 6. Pohyblivé dolní odvětvovací nože   | 14. Závěsný rám                        |
| 7. Měřicí kolečko délky               | 15. Hydromotor sklápění pracovní části |
| 8. Výrobní číslo harvestorové hlavice | 16. Ložiska sklápění pracovní části    |

Obrázek 3.4: Konstrukční prvky harvestorové hlavice (Neruda, 2013)

---

Harvestorové hlavice mají dva základní typy. Hlavice švédského typu, které mají delší základní rám a robustnější konstrukci. Posuv kmene zde zajišťují dva válce posuvu, které mají o něco větší protahovací sílu. Druhým typem je hlavice finského typu. Má kratší zadní rám a kompaktnější konstrukci. Posuv kmene zde zajišťují čtyři válce posuvu. Díky kratší délce rámu je tento typ hlavice vhodný pro práci s křivými kmeny, protože jsou schopny lépe kopírovat povrch kmene. (Ulrich, 2008)

### **3.5.1 Kácecí a krájící ústrojí**

Při kácení a krácení se nejčastěji u harvestorových hlavic využívána řetězová pila. Ta v sedmdesátých letech nahradila hydraulická nožová či stříhací ústrojí a kotoučové pily. Zkracovací jednotka se skládá z řetězu, vodící lišty, řetězky, konzole vodící lišty, hnacího rotačního hydromotoru řetězu, přímočarého hydraulického motoru (válce), senzorů polohy lišty a mazání řetězů. (Neruda, 2013)

### **3.5.2 Podávací ústrojí**

Podávací ústrojí má za úkol protáhnout kmen pokáceného stromu harvestorovou hlavicí. Konstrukce podávacích válců je velmi důležitá pro kvalitní zpracování kmene. Využívají se dva druhy podávacích válců. Prvním typem jsou podávací válce, k jejichž povrchu jsou připevněny buď: kónické či ploché hroty, zuby, nebo je povrch pokryt gumovým pláštěm s destičkami, které mají zuby. Druhým typem je válec, který je tvořen ocelovou obručí, ke které je upevněn gumový plášť. Na povrchu tohoto pláště jsou nataženy ostrohranné protikluzné řetězy. (Ulrich, 2002)

### **3.5.3 Odvětvení**

Odvětvení obstarávají odvětovací nože, které mají za úkol odvětvit kmen pokáceného stromu během jeho protahování harvestorovou hlavicí. Podle konstrukčního řešení jsou odvětovací nože pohyblivé (3 nebo 4 kusy) nebo nože pevné (1 nebo 2 kusy). Při posuvu dopředu odvětvují horní nože a při posuvu dozadu odvětvují dolní nože. Kvalita odvětvení je závislá na geometrii a ostrosti nožů, dále také na nastavení přítlaku nožů, který lze dle jednotlivých tlušťkových tříd regulovat. (Neruda, 2013)

### **3.5.4 Měřicí systém harvestorové hlavice**

Harvestory jsou vybaveny měřicími a vyhodnocovacími systémy, řízenými počítačem, které vyhodnocují zpracované objemy vyrobených sortimentů. Vypočítávají je na základě druhu dřeviny, její tlušťky a kvality. Tyto údaje jsou uloženy v počítači umístěném v kabině harvestoru. Ze senzorů, které jsou umístěny na harvestorové



---

hlavici, jsou informace o zpracovávaném stromu posílány do měřicího systému harvestoru. Na základě informací, které jsou získávány z impulzátoru, který je připojen k ozubenému měřicímu kolečku, je vyhodnocována délka. Pomocí rozevření ramen válců posuvu (impulzátor) nebo podle rozevření horních odvětvovacích nožů (dva potenciometry) jsou získávány informace o průměru stromu. (Ulrich, 2002)

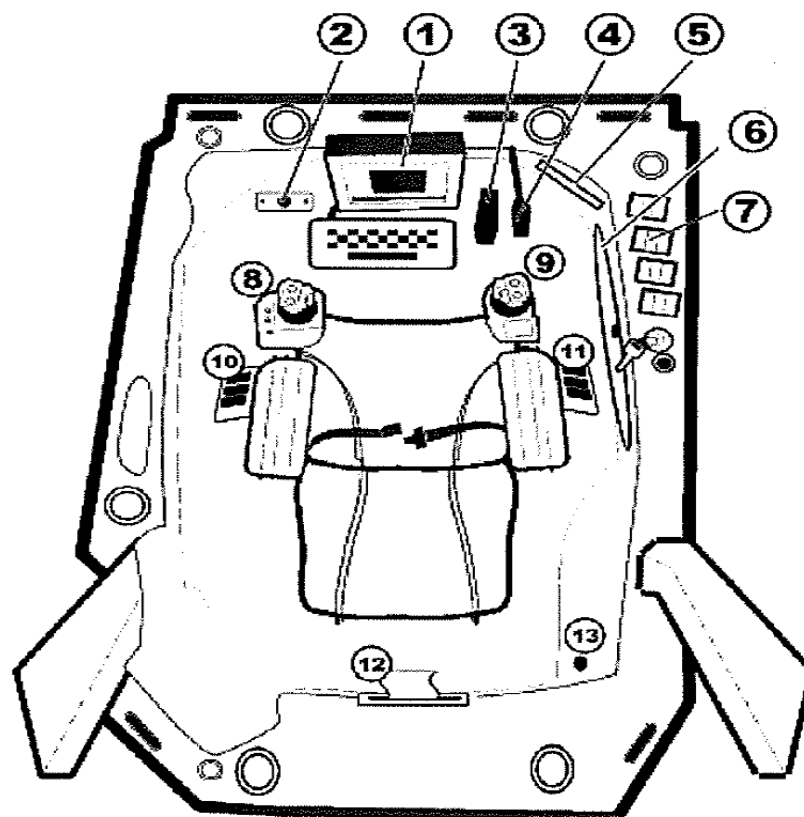
### **3.5.5 Další vybavení harvestorových hlavic**

Harvestorová hlavice může být vybavena zařízením pro barevné značení vyrobených sortimentů. Toto zařízení umožňuje rozlišení několika podobných sortimentů, které usnadní práci operátorovi vyvážecího traktoru při jejich identifikaci. Dále může být harvestorová hlavice vybavena systémem pro ošetření pařezů, který chrání jehličnaté stromy před hnilobou. Využívá se močovina a biologické alternativy na bázi specifických hub. Dále může být harvester vybaven také hlavicí, která je určena pro sadbu sazenic. (Neruda, 2013)

### **3.6 Kabina harvestoru**

Výkonnost a kvalitu práce operátora ovlivňuje spousta prvků. U kabiny jsou to například její technické a bezpečnostní parametry, výhled do pracovního prostoru, uspořádání ovládacích prvků a další. Dle konstrukčního řešení se kabiny harvestorů dělí na pevné (polohování operátora je uskutečněno natáčením sedadla v kabině nebo vyrovnáváním polohy), otočné (otáčení kabiny je prováděno prstencem, který je uložen na ložisku umístěném na rámu stroje). Poloha je vyrovnávána ve čtyřech směrech (dle konstrukčního řešení výrobce do cca 20° na každou stranu). Kabina je vybavena několika pracovními světly, která jsou umístěna v horní vnější části kabiny. Dále mohou být umístěna také v prostoru pod kabinou nebo na hlavním rameni hydraulického jeřábu. (Neruda, 2013)

Kabiny harvestorů podléhají bezpečnostním normám EU a proto musí být vybaveny množstvím bezpečnostních prvků, jako je například ochrana proti poškození stroje (např. převrácení nebo poškození objekty zvenčí) nebo ochrana zdraví obsluhy (např. dobrý výhled z kabiny, bezpečnostní pás, ochrana proti nadměrnému hluku). (Dlužanský, 2009)



- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Obrazovka                          | 8. Levá ovládací páka                |
| 2. Volič směru jízdy (dopředu/dozadu) | 9. Pravá ovládací páka               |
| 3. Brzdový pedál                      | 10. Přístrojová deska – levá opěrka  |
| 4. Jízdní pedál                       | 11. Přístrojová deska – pravá opěrka |
| 5. Rádio nebo CD přehrávač            | 12. Tiskárna                         |
| 6. Pojistkový panel                   | 13. 12V/24V vývod                    |
| 7. Přístrojová deska                  |                                      |

Obrázek 3.5: Interiér kabiny harvestoru (Neruda, 2013)

### 3.7 Ovládání harvestoru

Při práci je harvestor ovládán dvěma minipákami umístěnými na levém a pravém opěrátku sedadla. Tyto páky pracují logicky. Čím více se na danou páku v určitém směru zatlačí, tím rychleji bude daná část harvestoru svou práci vykonávat (pohyby pák lze nastavit dle schopností obsluhy harvestoru). Obrazovka je ovládána klávesnicí a myší nebo je dotyková. Přístrojová deska je umístěna na levém a pravém opěradle a pravé straně kabiny. Během přesunu je směr jízdy ovládán malým pákovým ovladačem umístěným na levé straně vedle obrazovky. (Neruda, 2013)

---

## 4 Metodika terénních pokusů

Tato práce bude zaměřena na porovnání kácení dřevin za pomoci motorové pily Husqvarna 560 a harvestoru Timberjack 1270D. Měření bude probíhat na pozemcích vybraných na vykácení soukromými podnikateli Patrikem Neuvirthem a Tomášem Sukdolákem.

Oba pokusy budou provedeny na předem zvolených pozemcích, které byly určeny ke zpracování výše uvedenými soukromými pracovníky. Lesní pozemek v katastrálním území obce Hlohov s výměrou 25,6 ha, jehož část byla vybrána k vykácení z důvodu kůrovcové kalamity, se nachází zhruba 1,2 km od obce Hostkovice. Jedná se o pozemek nalézající se na rovině, určený k plnění funkcí lesa. Porost je zde zastoupen převážně smrkem s drobným výskytem buků. Druhý vybraný lesní pozemek se nachází v katastrálním území obce Podivice s výměrou 0,46 ha, který byl vybrán pro vykácení také z důvodu kůrovcové kalamity, nacházející se zhruba 1,2 km od obce Podivice. Jedná se o pozemek nalézající se v mírném svahu, určený k plnění funkcí lesa. Porost je zde zastoupen převážně smrkem s drobným výskytem buků. Svažitost tohoto pozemku ovlivní výsledky pokusů.

Pokus harvestorem bude proveden soukromým pracovníkem Patrikem Neuvirthem pomocí harvestoru Timberjack 1270D na lesních pozemcích nedaleko obce Vrbka. Pokus bude proveden 10. února 2021. Z palubního počítače výše uvedeného stroje budou zjištěna naměřená data. Bude zaznamenán začátek pracovní doby, její konec a neproduktivní čas. Dále budou zjištěny informace o pokácených stromech. Bude zaznamenán počet vykácených stromů a informace o vytvořených výřezech, které zaznamenává palubní počítač harvestoru. Z palubního počítače bude dále zjištěna spotřeba pohonných hmot, které budou využity na provedení pokusu. Ze zjištěných informací bude zjištěna délka pracovní směny. Ze zaznamenaných informací o vykácených stromech bude vypočítán jejich celkový objem.

Pokus motorovou pilou bude proveden soukromým pracovníkem Tomášem Sukdolákem pomocí motorové pily Husqvarna 560 na lesních pozemcích nedaleko obce Podivice. Pokus bude proveden ve dvou dnech a to 11. a 12. února 2021. Bude zaznamenán začátek pracovní doby, její konec a neproduktivní čas. Dále budou zaznamenány časy, za které obsluha motorové pily strom pokácí, odvětví a namanipuluje. Poté budou zjištěny informace o každém pokáceném stromě. Bude zaznamenán počet vykácených stromů, jejich délka a průměr čela, středu a čepu.

---

Současně bude zaznamenána spotřeba pohonných hmot, které budou využity na provedení pokusu. Spotřeba pohonných hmot bude zjištěna pomocí měřky ze zásobního kanystru na pohonné hmoty na konci pracovní směny. Ze zaznamenaných časů začátku směny a konce směny bude zjištěna celková délka pracovní směny. Ze zapsaných informací o daných stomech bude vypočítán jejich celkový objem. Z dat o spotřebě pohonných hmot bude vypočítána jejich celková spotřeba. Z údajů zjištěných během pokusů budou vypočteny výkonnosti výše zmíněných strojů za hodinu. Z těchto informací bude proveden teoretický výpočet výkonnosti strojů za den a za rok. U harvestoru bude počítáno s možností využití této technologie na jednu nebo dvě pracovní směny za den. Dále budou vypočteny teoretické náklady soukromníků na jeden metr kubický dřeva. Finanční náročnost bude vypočtena pomocí nákladů na naftu pro harvestor (29,40 Kč.l<sup>-1</sup>), na benzín s olejem pro čtyřtákní motory do motorové pily (30,90 Kč.l<sup>-1</sup>) a oleje na mazání řetězu (85 Kč.l<sup>-1</sup>) a odměn 35 Kč.m<sup>-3</sup> pro operátora harvestoru a 150 Kč.m<sup>-3</sup> pro obsluhu motorové pily, které korespondují s obvyklými odměnami těžařů. Dále budou vypočteny odpisy výše uvedených strojů, přičemž harvestor bude odpisován 5 let a motorová pila 3 roky. Pomocí těchto dat budou vypočteny teoretické roční náklady obou soukromníků. Bude použito 252 pracovních dnů, které jsou v pracovním kalendáři roku 2021. Tyto náklady budou pouze teoretické, protože se bude počítat s neměnnými informacemi, které budou vypočteny z údajů zjištěných během pokusů. Také nebudou do celkových ročních nákladů připočteny náklady na opravy a údržbu strojů, které mohou roční náklady značně ovlivnit.

Z těchto informací bude zjištěno, kdy je ekonomicky výhodné využití motorové pily a kdy je výhodnější nákup harvestoru.

#### 4.1 Výpočty výkonnosti a finančních nákladů

Pro porovnání výkonnosti obou soukromých pracovníků bude využita rovnice číslo 1, kde bude použit celkový čas těžby a celkový objem natěžené hmoty. Výpočet skutečné výkonnosti stroje za hodinu  $W_h$  vypočteme podle celkového času  $T_c$  a objemu natěžené hmoty  $V_c$ .

$$W_h = \frac{1}{T_c} * V_c \quad (1)$$

Kde:

$W_h$  = skutečná výkonnost stroje za hodinu [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>]

---

$T_c$ = celkový čas těžby	[h]
$V_c$ = celkový objem natěžené hmoty	[m <sup>3</sup> ]

Celkový čas těžby  $T_c$  u harvestoru bude získán pomocí rovnice číslo 2, kde bude zapotřebí čas konce směny  $T_k$ , od kterého budou odečteny čas začátku směny  $T_z$  a neproduktivní čas  $T_n$ . Tento čas je potřebný pro výpočet výkonnosti.

$$T_c = T_k - T_z - T_n \quad (2)$$

Kde:

$T_c$ = celkový čas těžby	[h]
$T_k$ = čas konce pracovní směny	[h]
$T_z$ = čas začátku pracovní směny	[h]
$T_n$ = neproduktivní čas	[h]

Celkový čas těžby  $T_c$  u motorové pily bude získán pomocí rovnice číslo 3, kde budou sečteny čas těžby prvního dne  $T_{d1}$  a druhého dne  $T_{d2}$ . Tento čas je potřebný pro výpočet výkonnosti.

$$T_c = T_{d1} + T_{d2} \quad (3)$$

Kde:

$T_c$ = celkový čas těžby	[h]
$T_{d1}$ = čas těžby prvního dne	[h]
$T_{d2}$ = čas těžby druhého dne	[h]

Celkový čas těžby jednotlivých dnů  $T_d$  bude získán pomocí rovnice číslo 4, kde bude zapotřebí čas konce směny  $T_k$ , od kterého budou odečteny čas začátku směny  $T_z$  a neproduktivní čas  $T_n$ .

$$T_d = T_k - T_z - T_n \quad (4)$$

Kde:

$T_d$ = celkový čas těžby jednotlivého dne	[h]
$T_k$ = čas konce pracovní směny	[h]
$T_z$ = čas začátku pracovní směny	[h]
$T_n$ = neproduktivní čas	[h]

---

Celkový objem natěžené hmoty u harvestoru  $V_c$  bude získán pomocí rovnice číslo 5, kde budou sečteny objemy sortimentů Chiny  $V_{ch}$ , Kulatiny  $V_k$ , Agregátu  $V_a$ , Vlákny  $V_v$  a zbytkových kusů  $V_z$ .

$$V_c = V_{ch} + V_k + V_a + V_v + V_z \quad (5)$$

Kde:

$V_c$  = celkový objem natěžené hmoty u [m<sup>3</sup>]  
harvestoru

$V_{ch}$  = celkový objem sortimentů China [m<sup>3</sup>]

$V_k$  = celkový objem sortimentů Kulatina [m<sup>3</sup>]

$V_a$  = celkový objem sortimentů Agregát [m<sup>3</sup>]

$V_v$  = celkový objem sortimentů Vlákna [m<sup>3</sup>]

$V_z$  = celkový objem zbytkových kusů [m<sup>3</sup>]

Celkový objem natěžené hmoty u motorové pily  $V_c$  bude získán pomocí rovnice číslo 6, kde budou sečteny objemy natěžené hmoty z prvního dne kácení  $V_{d1}$  a druhého dne kácení  $V_{d2}$ .

$$V_c = V_{d1} + V_{d2} \quad (6)$$

Kde:

$V_c$  = celkový objem natěžené hmoty u [m<sup>3</sup>]  
motorové pily

$V_{d1}$  = celkový objem natěžené hmoty den [m<sup>3</sup>]  
první

$V_{d2}$  = celkový objem natěžené hmoty den [m<sup>3</sup>]  
druhý

Celkový objem natěžené hmoty jednotlivých dnů  $V_d$  bude získán pomocí rovnice číslo 7, kde budou sečteny objemy jednotlivých stromů  $V_s$  pokácených daný den.

$$V_d = \sum V_s \quad (7)$$

Kde:

$V_d$  = celkový objem natěžené hmoty daný [m<sup>3</sup>]  
den

$V_s$  = objem jednotlivých stromů [m<sup>3</sup>]

Objem jednotlivých stromů  $V_s$  získáme pomocí rovnice číslo 8, kde bude využit Newtonův kubírovací vzorec, ve kterém bude zlomek  $\pi$  ku 4 vynásoben zlomkem součtu průměru čela  $d_c$  na druhou, čtyřnásobkem průměru středu  $d_s$  na druhou a průměrem vrcholu  $d_v$  na druhou ku šesti vynásobeném výškou stromu  $L$ .

$$V_s = \frac{\pi}{4} * \frac{d_c^2 + 4 * d_s^2 + d_v^2}{6} * L \quad (8)$$

Kde:

$V_s$ = Objem stromu	[m <sup>3</sup> ]
$d_c$ = průměr čela stromu	[m]
$d_s$ = průměr středu stromu	[m]
$d_v$ = průměr vrcholu	[m]
$L$ = výška stromu	[m]

Výkonnost harvestoru za den  $W_d$  s tím, že harvestor bude pracovat jednu nebo dvě směny, získáme pomocí rovnice číslo 9, kde bude čas pracovní směny  $T_s$  vynásoben výkonností harvestoru za hodinu  $W_h$ .

$$W_d = T_s * W_h \quad (9)$$

Kde:

$W_d$ = výkonnost za den	[m <sup>3</sup> .den <sup>-1</sup> ]
$T_s$ = čas pracovní směny	[h]
$W_h$ = výkonnost za hodinu	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]

Výkonnost motorové pily za den  $W_d$ , získáme pomocí rovnice číslo 10, ve které bude čas pracovní směny  $T_s$  vynásoben výkonností motorové pily za hodinu  $W_h$ .

$$W_d = T_s * W_h \quad (10)$$

Kde:

$W_d$ = výkonnost za den	[m <sup>3</sup> .den <sup>-1</sup> ]
$T_s$ = čas pracovní směny	[h]
$W_h$ = výkonnost za hodinu	[m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]

Výkonnost za rok  $W_r$  získáme pomocí rovnice číslo 11, ve které bude počet pracovních dnů za rok  $D_r$  vynásoben výkonností daného stroje za den  $W_d$ .

$$W_r = D_r * W_d \quad (11)$$

Kde:

$W_r$  = výkonnost za rok [m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>]

$D_r$  = počet pracovních dní [ks]

$W_d$  = výkonnost daného stroje za den [m<sup>3</sup>.den<sup>-1</sup>]

Celková spotřeba pohonných hmot  $P_c$  u motorové pily bude zjištěna pomocí rovnice číslo 12, ve které budou sečteny spotřeba pohonných hmot první den  $P_{d1}$  a spotřeba pohonných hmot druhý den  $P_{d2}$ .

$$P_c = P_{d1} + P_{d2} \quad (12)$$

Kde:

$P_c$  = celková spotřeba pohonných hmot [l]

$P_{d1}$  = celková spotřeba pohonných hmot den první [l]

$P_{d2}$  = celková spotřeba pohonných hmot den druhý [l]

Spotřeba paliva na metr kubický  $P_{m^3}$  bude vypočtena pomocí rovnice číslo 13, ve které bude celková spotřeba pohonných hmot  $P_c$  vydělena celkovým objemem natěžené hmoty  $V_c$ .

$$P_{m^3} = \frac{P_c}{V_c} \quad (13)$$

Kde:

$P_{m^3}$  = spotřeba paliva na metr kubický [l.m<sup>-3</sup>]

$P_c$  = celková spotřeba pohonných hmot [l]

$V_c$  = celkový objem natěžené hmoty [m<sup>3</sup>]

Finanční náklady soukromníka na jeden metr kubický hmoty  $N_{m^3}$  vypočítáme pomocí rovnice číslo 14, kde budou sečteny náklady na pohonné hmoty na jeden metr kubický  $P_{m^3}$  s náklady na zaměstnance na jeden metr kubický  $N_z$ .

$$N_{m^3} = (P_{m^3} * C_{phm}) + N_z \quad (14)$$

Kde:



---

$N_m^3$  = finanční náklady soukromníka na metr [Kč.m<sup>-3</sup>]  
 kubický  
 $P_m^3$  = spotřeba pohonných hmot na metr ku- [l.m<sup>-3</sup>]  
 bický  
 $C_{phm}$  = cena pohonných hmot [Kč]  
 $N_z$  = náklady soukromníka na zaměstnance [Kč]  
 na metr kubický

Rovnoměrné odpisy  $O_r$  budou vypočteny pomocí rovnice číslo 15, kde bude pořizovací cena stroje  $C_s$  vydělena časovým obdobím odpisů  $T_o$ .

$$O_r = \frac{C_s}{T_o} \quad (15)$$

Kde:

$O_r$  = rovnoměrné odpisy na rok [Kč.rok<sup>-1</sup>]  
 $C_s$  = pořizovací cena stroje [Kč]  
 $T_o$  = časové období odpisů [rok]

Celkové finanční náklady soukromníka na rok  $N_r$  budou vypočítány pomocí rovnice číslo 16, kde bude výkonnost stroje za rok  $W_r$  vynásobena finančními náklady soukromníka na metr kubický hmoty  $N_m^3$  a k tomu budou připočteny odpisy na rok  $O_r$ .

$$N_r = (W_r * N_m^3) + O_r \quad (16)$$

Kde:

$N_r$  = celkové finanční náklady soukromníka [Kč.rok<sup>-1</sup>]  
 na rok  
 $W_r$  = výkonnost za rok [m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>]  
 $N_m^3$  = finanční náklady soukromníka metr [Kč.m<sup>-3</sup>]  
 kubický  
 $O_r$  = rovnoměrné odpisy na rok [Kč.rok<sup>-1</sup>]

Celkové finanční náklady soukromníka na metr kubický hmoty  $N_{cm}^3$  budou vypočteny pomocí rovnice číslo 17, ve které budou celkové finanční náklady soukromníka na rok  $N_r$  vyděleny výkonností za rok  $W_r$ .

---

$$Nc_{m^3} = \frac{N_r}{W_r} \quad (17)$$

Kde:

$Nc_{m^3}$  = celkové finanční náklady soukromníka na metr kubický hmoty [Kč.m<sup>-3</sup>]

$N_r$  = celkové finanční náklady soukromníka na rok [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$W_r$  = výkonnost za rok [m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>]

---

## 5 Výsledky

### Harvestor

Pokus s harvestorem proběhl 10. února 2021 na lesním pozemku v katastrálním území obce Hlohov u obce Hostkovice. Na tomto pozemku se nacházeli převážně smrky. Po napadení kůrovcem byla tato část lesa určena k vykácení.

**Tabulka 5.1: Naměřené údaje o kácení u soukromého pracovníka Patrika Neuvirtha**

Začátek směny	Konec směny	Neproduktivní čas	Spotřebované palivo
7:30	13:20	1 h 10 min	67,7 l

Pracovní činnost harvestoru sestávala z pokácení stromu, jeho přesunutí na skládku a následného odvětvení a manipulace. Harvestor zpracoval pokácené stromy na pět druhů sortimentů. Celkem bylo zpracováno 84 stromů.

**Tabulka 5.2: Naměřené údaje o zpracovaném dřevě soukromým pracovníkem Patrikem Neuvirthem**

Druh sortimentu	Rozměry sortimentu	Počet sortimentů	Celková objemová hmotnost sortimentů
China	11,8 m	53	44,6 m <sup>3</sup>
Kulatina	4,0 m	76	20,6 m <sup>3</sup>
Agregát	3,0 m	151	14,0 m <sup>3</sup>
Vláknina	2,5 m	93	8,0 m <sup>3</sup>
Zbytkové kusy			2,4 m <sup>3</sup>

Celkový čas (harvestor)

$$T_c = 13,33 - 7,5 - 1,166 = \mathbf{4,66 [h]}$$

Celkový objem natěžené hmoty (harvestor)

$$V_c = 44,6 + 20,6 + 14 + 8 + 2,4 = \mathbf{89,6 [m^3]}$$

Skutečná výkonnost za hodinu (harvestor)

$$W_h = \frac{1}{4,66} * 89,6 = \mathbf{19,23 [m^3 \cdot h^{-1}]}$$

Skutečná výkonnost za den (harvestor)

$$W_d = 8 * 19,23 = \mathbf{153,84 [m^3 \cdot den^{-1}]}$$

Skutečná výkonnost za den (2 pracovní směny) (harvestor)

---

$$W_d = 16 * 19,23 = \mathbf{307,68} [m^3 \cdot den^{-1}]$$

Skutečná výkonnost za rok (harvestor)

$$W_r = 252 * 153,84 = \mathbf{38767,68} [m^3 \cdot rok^{-1}]$$

Skutečná výkonnost za rok (2 pracovní směny) (harvestor)

$$W_r = 252 * 307,68 = \mathbf{77535,36} [m^3 \cdot rok^{-1}]$$

Spotřeba paliva na 1 m<sup>3</sup> dřeva (harvestor)

$$P_{m^3} = \frac{67,7}{89,6} = \mathbf{0,756} [l \cdot m^{-3}]$$

Finanční náklady soukromníka na 1 m<sup>3</sup> hmoty (harvestor)

$$N_{m^3} = (0,756 * 29,4) + 35 = \mathbf{57,23} [Kč]$$

Odpisy na pět let (harvestor)

$$O_r = \frac{1800000}{5} = \mathbf{360000} [Kč \cdot rok^{-1}]$$

Celkové finanční náklady soukromníka na rok (harvestor)

$$N_r = (38767,68 * 57,23) + 360000 = \mathbf{2578674,33} [Kč \cdot rok^{-1}]$$

Celkové finanční náklady soukromníka na rok (2 pracovní směny) (harvestor)

$$N_r = (77535,36 * 57,23) + 360000 = \mathbf{4797348,65} [Kč \cdot rok^{-1}]$$

Celkové finanční náklady soukromníka na 1 m<sup>3</sup> hmoty (harvestor)

$$Nc_{m^3} = \frac{2578674,33}{38767,68} = \mathbf{66,52} [Kč \cdot m^{-3}]$$

Celkové finanční náklady soukromníka na 1 m<sup>3</sup> hmoty (2 pracovní směny) (harvestor)

$$Nc_{m^3} = \frac{4797348,65}{77535,36} = \mathbf{61,87} [Kč \cdot m^{-3}]$$

## Motorová pila

Pokus s motorovou pilou proběhl 11. a 12. února 2021 na lesním pozemku v katastrálním území obce Podivice zhruba 1 km od zmíněné obce. Tento lesní pozemek se nacházel na svahu a rostly zde až na drobné výjimky převážně smrky. Kvůli kůrovci byla tato část lesa odsouzena k vykácení.

**Tabulka 5.3: Naměřené údaje o kácení u soukromého pracovníka Tomáše Sukdoláka**

	Začátek směny	Konec směny	Neproduk- tivní čas	Spotřebo- vané palivo	Spotřebo- vaný olej
Den první	10:00	15:00	1 h	2,5 l	0,9 l
Den druhý	9:00	17:00	30 min	4,1 l	1,5 l

**Tabulka 5.4: Naměřené údaje o zpracovaném dřevě soukromým pracovníkem Tomášem Sukdolákem**

Strom	Průměr čela (cm)	Průměr středu (cm)	Průměr čepu (cm)	Délka stromu (m)	Čas kácení (min)	Čas odvětvení (min)	Čas manipulace (min)
Den první							
1	68	37	12	35,1	5,25	7,83	6,42
2	76	40	10	36,0	7,45	8,50	6,53
3	62	32	10	33,0	3,67	5,23	5,97
4	18	12	6	12,0	0,58	1,17	1,28
5	68	32	14	30,6	6,42	4,33	5,75
6	66	34	12	35,3	3,55	6,08	6,11
7	30	20	7	24,0	1,83	3,13	3,70
Den druhý							
1	76	36	7	36,6	7,25	6,33	6,50
2	58	36	7	35,5	3,03	5,25	6,33
3	33	18	6	25,8	1,80	2,75	3,83
4	60	32	8	35,0	3,83	5,70	6,63
5	66	37	8	36,2	3,97	7,12	6,57
6	33	21	5	26,5	1,08	3,67	4,20
7	66	38	8	34,3	3,65	4,70	5,43
8	56	31	6	35,0	1,40	4,17	5,33

9	47	30	8	32,5	3,58	4,25	6,03
10	40	28	8	32,0	2,58	3,20	5,77
11	66	40	10	35,6	3,53	4,87	7,20
12	62	36	10	35,1	3,17	6,95	6,28
13	40	28	8	24,0	2,33	3,67	4,00
14	80	39	12	37,4	4,25	10,25	7,58
15	36	23	10	19,0	1,28	2,75	3,20
16	72	44	10	35,7	2,75	9,08	6,92
17	56	31	9	34,5	2,47	7,63	5,92
18	46	24	8	34,0	1,33	5,50	6,00
19	66	32	8	35,0	2,77	6,03	6,75
20	44	26	9	33,0	1,83	6,33	5,93

### Časy (motorová pila)

Čas směny

Den první

$$T_{d1} = 15 - 10 - 1 = 4 \text{ [h]}$$

Den druhý

$$T_{d2} = 17 - 9 - 0,5 = 7,5 \text{ [h]}$$

Celkový čas

$$T_c = 4 + 7,5 = 11,5 \text{ [h]}$$

### Objemy stromů (motorová pila)

Den první

Strom 1

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,68^2 + 4 * 0,37^2 + 0,12^2}{6} * 35,1 = 4,71 \text{ [m}^3\text{]}$$

Strom 2

$$V_2 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,76^2 + 4 * 0,4^2 + 0,1^2}{6} * 36 = 5,78 \text{ [m}^3\text{]}$$

Strom 3

$$V_3 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,62^2 + 4 * 0,32^2 + 0,1^2}{6} * 33 = 3,47 \text{ [m}^3\text{]}$$

Strom 4

$$V_4 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,18^2 + 4 * 0,12^2 + 0,06^2}{6} * 12 = 0,15 \text{ [m}^3\text{]}$$

---

Strom 5

$$V_5 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,68^2 + 4 * 0,32^2 + 0,14^2}{6} * 30,6 = \mathbf{3,57 [m^3]}$$

Strom 6

$$V_6 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,66^2 + 4 * 0,34^2 + 0,12^2}{6} * 35,3 = \mathbf{4,22 [m^3]}$$

Strom 7

$$V_7 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,3^2 + 4 * 0,2^2 + 0,07^2}{6} * 24 = \mathbf{0,8 [m^3]}$$

Den druhý

Strom 1

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,76^2 + 4 * 0,36^2 + 0,07^2}{6} * 36,6 = \mathbf{5,27 [m^3]}$$

Strom 2

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,58^2 + 4 * 0,36^2 + 0,07^2}{6} * 35,5 = \mathbf{3,99 [m^3]}$$

Strom 3

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,33^2 + 4 * 0,18^2 + 0,06^2}{6} * 25,8 = \mathbf{0,82 [m^3]}$$

Strom 4

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,6^2 + 4 * 0,32^2 + 0,08^2}{6} * 35 = \mathbf{3,56 [m^3]}$$

Strom 5

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,66^2 + 4 * 0,37^2 + 0,08^2}{6} * 36,2 = \mathbf{4,69 [m^3]}$$

Strom 6

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,33^2 + 4 * 0,21^2 + 0,05^2}{6} * 26,5 = \mathbf{1 [m^3]}$$

Strom 7

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,66^2 + 4 * 0,38^2 + 0,08^2}{6} * 34,3 = \mathbf{4,58 [m^3]}$$

Strom 8

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,56^2 + 4 * 0,31^2 + 0,06^2}{6} * 35 = \mathbf{3,21 [m^3]}$$

Strom 9

---

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,47^2 + 4 * 0,3^2 + 0,08^2}{6} * 32,5 = \mathbf{2,5 [m^3]}$$

Strom 10

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,4^2 + 4 * 0,28^2 + 0,08^2}{6} * 32 = \mathbf{2,01 [m^3]}$$

Strom 11

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,66^2 + 4 * 0,4^2 + 0,1^2}{6} * 35,6 = \mathbf{5,06 [m^3]}$$

Strom 12

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,62^2 + 4 * 0,36^2 + 0,1^2}{6} * 35,1 = \mathbf{4,19 [m^3]}$$

Strom 13

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,4^2 + 4 * 0,28^2 + 0,08^2}{6} * 24 = \mathbf{1,51 [m^3]}$$

Strom 14

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,8^2 + 4 * 0,39^2 + 0,12^2}{6} * 37,4 = \mathbf{6,18 [m^3]}$$

Strom 15

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,36^2 + 4 * 0,23^2 + 0,1^2}{6} * 19 = \mathbf{0,87 [m^3]}$$

Strom 16

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,72^2 + 4 * 0,44^2 + 0,1^2}{6} * 35,7 = \mathbf{6,09 [m^3]}$$

Strom 17

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,56^2 + 4 * 0,31^2 + 0,09^2}{6} * 34,5 = \mathbf{3,19 [m^3]}$$

Strom 18

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,46^2 + 4 * 0,24^2 + 0,08^2}{6} * 34 = \mathbf{2 [m^3]}$$

Strom 19

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,66^2 + 4 * 0,32^2 + 0,08^2}{6} * 35 = \mathbf{3,9 [m^3]}$$

Strom 20

$$V_1 = \frac{\pi}{4} * \frac{0,44^2 + 4 * 0,26^2 + 0,09^2}{6} * 33 = \mathbf{2,04 [m^3]}$$



---

Objem natěžené hmoty (motorová pila)

Den první

$$V_{d1} = 4,71 + 5,78 + 3,47 + 0,15 + 3,57 + 4,22 + 0,8 = \mathbf{22,7 [m^3]}$$

Den druhý

$$V_{d2} = 5,27 + 3,99 + 0,82 + 3,56 + 4,69 + 1 + 4,58 + 3,21 + 2,5 + 2,01 \\ + 5,06 + 4,19 + 1,51 + 6,18 + 0,87 + 6,09 + 3,19 + 2 \\ + 3,9 + 2,04 = \mathbf{66,66 [m^3]}$$

Celkový objem natěžené hmoty (motorová pila)

$$V_c = 22,7 + 66,66 = \mathbf{89,36 [m^3]}$$

Skutečná výkonnost za hodinu (motorová pila)

$$W_s = \frac{1}{11,5} * 89,36 = \mathbf{7,77 [m^3 \cdot h^{-1}]}$$

Skutečná výkonnost za den (motorová pila)

$$W_d = 8 * 7,77 = \mathbf{62,16 [m^3 \cdot den^{-1}]}$$

Skutečná výkonnost za rok (motorová pila)

$$W_r = 252 * 62,16 = \mathbf{15664,32 [m^3 \cdot rok^{-1}]}$$

Celková spotřeba paliva (motorová pila)

$$P_c = 2,5 + 4,1 = \mathbf{6,6 [l]}$$

Spotřeba paliva na 1 m<sup>3</sup> dřeva (motorová pila)

$$P_{m^3} = \frac{6,6}{89,36} = \mathbf{0,074 [l \cdot m^{-3}]}$$

Celková spotřeba oleje (motorová pila)

$$O_c = 0,9 + 1,5 = \mathbf{2,4 [l]}$$

Spotřeba oleje na 1 m<sup>3</sup> dřeva (motorová pila)

$$O_{m^3} = \frac{2,4}{89,36} = \mathbf{0,027 [l \cdot m^{-3}]}$$

Finanční náklady při těžbě motorovou pilou na 1 m<sup>3</sup> hmoty (motorová pila)

$$N_{m^3} = (0,074 * 30,9) + (0,027 * 85) + 150 = \mathbf{154,58 [Kč]}$$

Odpisy na 3 roky (motorová pila)

$$O_r = \frac{18000}{3} = \mathbf{6000 [Kč \cdot rok^{-1}]}$$

---

Celkové finanční náklady soukromníka na rok (motorová pila)

$$N_r = (15664,32 * 154,58) + 6000 = \mathbf{2427390,59} \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Celkové finanční náklady soukromníka na 1 m<sup>3</sup> hmoty (motorová pila)

$$N_{cm^3} = \frac{2427390,59}{15664,32} = \mathbf{154,96} \text{ [Kč. m}^{-3}\text{]}$$

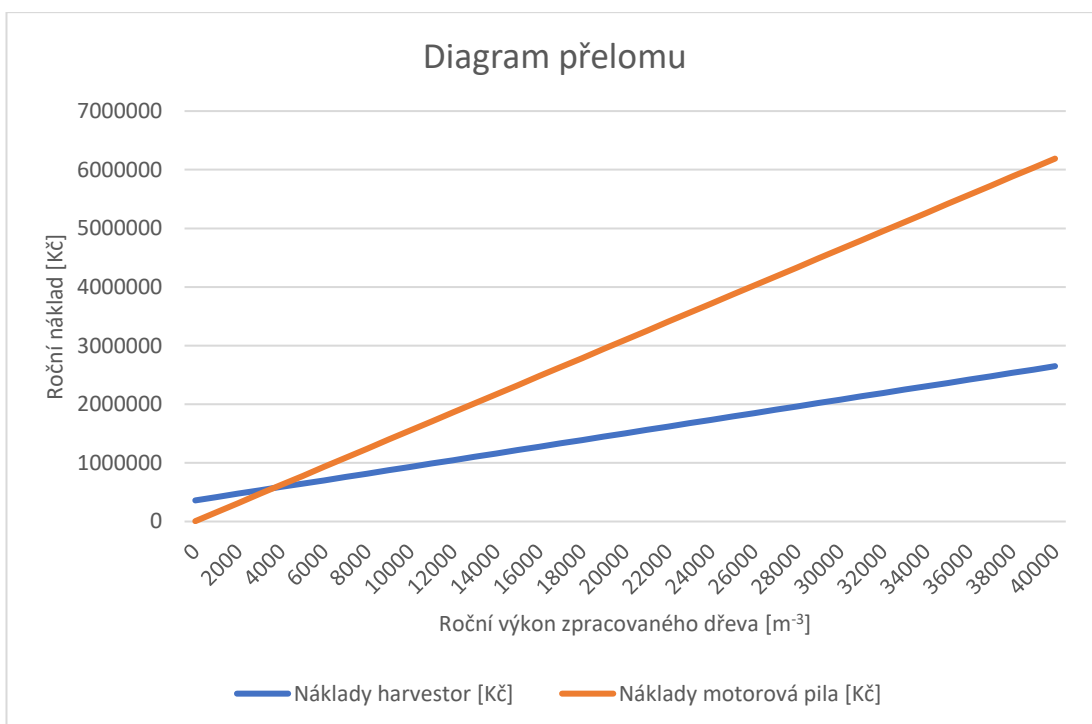
**Tabulka 5.5: Výsledky pokusů**

	Harvestor	Motorová pila
Celkový čas [h]	4,66	11,50
Celkový objem natěžené hmoty [m <sup>3</sup> ]	89,60	89,36
Skutečná výkonnost za hodinu [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	19,23	7,77
Skutečná výkonnost za den [m <sup>3</sup> .den <sup>-1</sup> ]	153,84	62,16
Skutečná výkonnost za den (2 pracovní směny) [m <sup>3</sup> .den <sup>-1</sup> ]	307,68	
Skutečná výkonnost za rok [m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	38767,68	15664,32
Skutečná výkonnost za rok (2 pracovní směny) [m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	77535,36	
Spotřeba paliva na 1 m <sup>3</sup> [l.m <sup>-3</sup> ]	0,75	0,074
Spotřeba oleje na 1 m <sup>3</sup> [l.m <sup>-3</sup> ]		0,027
Finanční náklady soukromníka na 1 m <sup>3</sup> hmoty [Kč]	57,23	154,58
Odpisy [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	360000	6000
Celkové finanční náklady soukromníka na rok [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	2578674,33	2427390,59
Celkové finanční náklady soukromníka na rok (2 pracovní směny) [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	4797348,65	
Celkové finanční náklady soukromníka 1 m <sup>3</sup> hmoty [Kč.m <sup>-3</sup> ]	66,52	154,96
Celkové finanční náklady soukromníka 1 m <sup>3</sup> hmoty (2 pracovní směny) [Kč.m <sup>-3</sup> ]	61,87	

**Tabulka 5.6: Tabulka bodu přelomu**

Nákladové druhy	Harvestor	Motorová pila
Podíl mzdy [Kč.m <sup>-3</sup> ]	35,00	150,00
Náklady na PHM [Kč.m <sup>-3</sup> ]	22,23	4,58
Odpisy [Kč]	360000,00	6000,00
Variabilní náklady [Kč.m <sup>-3</sup> ]	57,23	154,58
Variabilní náklady pro 1000 m <sup>3</sup> v [Kč]	57230,00	154580,00
Celkové náklady pro 1000 m <sup>3</sup> [Kč]	417230,00	160580,00

**Graf 5.1: Diagram přelomu**



---

## 6 Diskuse

Účelem této práce bylo porovnání dvou technologií sloužících ke zpracování dřevin v lese. Byly porovnávány harvester Timberjack 1270D a motorová pila Husqvarna 560. Směna během jednodenního pokusu u harvestoru trvala 5 hodin 50 minut s neproduktivním časem 1 hodina 10 minut. Během této doby zvládl natěžit 89,6 metrů kubických dřeva. Kdyby byl těžen jiný druh porostu, byl by výsledek jiný. Pokus u motorové pily probíhal dva pracovní dny, kdy celková pracovní doba trvala 13 hodin s neproduktivním časem 1 hodina 30 minut. Během této doby bylo natěženo 89,36 metrů kubických dřeva. Tohoto výsledku dosáhl těžař díky velkým objemům jednotlivých stromů. Kdyby byl těžen porost jiných velikostí, byl by výsledek jiný. Harvester během pokusu spotřeboval 67,7 litrů nafty a motorová pila 6,6 litrů benzínu a 2,4 litru oleje. To znamená, že harvester spotřeboval 7,5x více pohonných hmot. Z hlediska životního prostředí by tedy byla upřednostňována těžba motorovou pilou. Výsledky pokusů byly ovlivněny špatným počasím v zimním období a členitým povrchem pozemků, na kterých pokusy probíhaly. Špatné počasí způsobilo u harvestoru opakované zamrzání nafty, které bylo příčinou dlouhého neproduktivního času a bylo nutné směnu předčasně ukončit. Také u motorové pily způsobilo špatné počasí první den dlouhý neproduktivní čas. Další výsledky ovlivnil fakt, že pokus s motorovou pilou probíhal ve svahu, kde je práce obtížnější. Nízkou výkonnost první den také ovlivnila chyba na pilovém řetězu, která byla do dalšího dne odstraněna.

Výkonnost těžebních zásahů v lesním hospodářství je ovlivněna spoustou faktorů (počasí, prostředí, druh porostu, technický stav stroje apod.). Ty ovlivňují jejich časovou a finanční náročnost, spotřebu, výkonnost atd. Výsledky těchto pokusů jsou takové, jaké jsou, protože byly provedeny za určitých podmínek. Tyto podmínky se neustále mění, a proto se také mění výkonnost strojů, které těžební zásahy v lesním hospodářství provádějí. Abychom dosáhli optimálních výsledků, museli bychom provádět obdobné pokusy po celý rok a za různých podmínek, což pro bakalářskou práci nebylo možné učinit.

Při porovnávání jednotlivých technologií byly použity jednotky spotřeby a nákladů na 1 metr kubický hmoty. Tento krok byl zvolen z důvodu rozdílných objemů kácených stromů na obou pozemcích. Pořizovací náklady harvestoru činily 1 800 000 Kč, cena motorové pily byla 18 000 Kč. To znamená, že pořizovací cena harvestoru je 100x vyšší než u motorové pily. Spotřeba pohonných hmot na metr kubický činila u

---

harvestoru 0,756 litru, spotřeba motorové pily včetně oleje činila 0,101 litru. To znamená, že spotřeba pohonných hmot u harvestoru je 7,49x vyšší než u motorové pily. Skutečná spotřeba se může lišit, protože je ovlivněna spoustou faktorů, které se neustále mění. Odpisy na rok u harvestoru činily 360 000 Kč a u motorové pily činily 6 000 Kč. To znamená, že odpisy u harvestoru jsou 60x vyšší než u motorové pily. Hodinová výkonnost u harvestoru je 19,23 metrů kubických, u motorové pily činila 7,77 metrů kubických. To znamená, že výkonnost harvestoru je 2,47x vyšší než u motorové pily. Skutečná výkonnost se může lišit, protože výkonnost ovlivňuje velká spousta faktorů, které se neustále mění.

Během dalších výpočtů výkonnosti bylo operováno s tím, že by harvestor mohl pracovat buď jednu nebo dvě směny denně, díky čemuž by se zvýšila jeho výkonnost. Denní výkonnost harvestoru při jedné směně je 153,84 metrů kubických. Při dvou pracovních směnách za den činí 307,68 metrů kubických. Výkonnost motorové pily je 62,16 metrů kubických. Výkonnost harvestoru za rok při jedné směně za den činí 38 767,68 metrů kubických, při dvou pracovních směnách za den je to 77 535,36 metrů kubických. U motorové pily je roční výkonnost 15 664,32 metrů kubických. To znamená, že při jedné směně za den je výkonnost harvestoru 2,47x vyšší než u motorové pily. Při dvou pracovních směnách za den je 4,95x vyšší. U výpočtu roční výkonnosti jsou výsledky stejné. Tyto výsledky se budou ve skutečnosti hodně lišit, protože bylo počítáno s tím, že oba stroje pracují se stejnou hodinovou výkonností po celý rok. Ve skutečnosti se výkonnost neustále mění, protože ji ovlivňuje spousta faktorů, které jsou proměnlivé. Pracovní směna nemusí vždy trvat celých 8 hodin, z důvodu nepříznivého počasí nebo poruchy na stroji nemusí být odpracovány všechny pracovní dny za rok apod.

U finančních nákladů bylo opět počítáno s tím, že by harvestor mohl pracovat jednu nebo dvě pracovní směny denně. Celkové finanční náklady soukromníka na jeden metr kubický u harvestoru při jedné pracovní směně za den činily 66,52 Kč, při dvou pracovních směnách činily 61,87 Kč. U motorové pily činily finanční náklady na jeden metr kubický 154,96 Kč. To znamená, že finanční náklady harvestoru při jedné pracovní směně za den byly 2,33x nižší než u motorové pily. U dvou pracovních směn denně byly 2,5x nižší. Celkové finanční náklady soukromníka na rok u harvestoru při jedné pracovní směně činily 2 578 674,33 Kč, při dvou směnách za den 4 797 348,65 Kč. U motorové pily činily finanční náklady na rok 2 427 390,59 Kč. To znamená, že finanční náklady harvestoru na rok při jedné směně za den jsou 1,06x vyšší než u

---

motorové pily. Při dvou pracovních směnách za den jsou 1,98x vyšší. U těchto výsledků se však musí brát ohled na to, že každá technologie s těmito náklady vytěžila jiné množství hmoty. Dále při těchto výpočtech nebylo počítáno s opravami a údržbou strojů, které by výsledné roční náklady ovlivnily. Ve skutečnosti se budou finanční náklady lišit z důvodu toho, že se výkonnosti strojů a náklady na veškeré operace po celý rok mění.

Po zhodnocení veškerých zjištěných informací, získaných provedením pokusů a jejich posouzení, bylo zjištěno, že při ročním objemu vytěžené hmoty do 2609,14 metrů kubických je ekonomicky výhodnější těžba prováděná motorovou pilou. Při vyšší roční výkonnosti je rentabilnější pořízení harvesterové technologie. Tato informace se může ve skutečnosti lišit, jelikož výkonnosti a finanční náklady se po celý rok mění.

---

## Závěr

Výkonnost těžebních zásahů v lesním hospodářství je ovlivněna velkou spoustou různých faktorů, jako jsou například počasí, velikost kácených dřevin, terén, ve kterém je kácení prováděno nebo technika, pomocí které je káceno. Je rozdíl mezi kácením v zimních měsících a těžbou v létě. Jinak se kácí malé stromy a velké objemné stromy. Výkonnost též ovlivňuje kácení na rovné ploše nebo ve svahu. Veškeré tyto faktory pak ovlivňují finanční náklady (v zimě je spotřeba paliva vyšší), tak i časovou náročnost.

Na závěr lze konstatovat, že s příchodem modernější a kvalitnější mechanizace, se zlepšila kvalita práce i její výkonnost. Výrazně se také zlepšila bezpečnost práce, která je na prvním místě. Obsluha harvestoru pracuje v čistém a pohodlném prostředí, kde tráví denně spoustu času. Díky těmto výhodám může harvestor pracovat i dvě pracovní směny za den. Dá se předpokládat, že v budoucnu budou vyvíjeny technologie, které ještě více zvýší výkonnost i bezpečnost práce.



---

## Seznam použité literatury

Ulrich, R. (2008). *Využití těžebně dopravních strojů v lesním hospodářství ČR: metodika přípravy výroby v těžební činnosti pro vlastníky a uživatele lesů*. Tribun EU, Brno. ISBN 978-80-7399-604-8.

Neruda, J. (2013). *Harvestorové technologie lesní těžby*. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-842-4.

Neruda, J. (2013). *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*. Díl první. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-839-4.

Neruda, J. (2013). *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*. Díl druhý. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-839-4.

Ulrich, R. (2002) *Použití harvestorové technologie v probírkách*. 1. vydání, 2002. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 80-7157-631-x.

Tomášek, L. (2016) *Pracovní postupy a zásady bezpečné práce při lesnických činnostech u podniku Lesy České republiky, s. p.* 3. vydání. Lesy České republiky, s. p., Hradec Králové.

Rónay, E. a Dejmal, J. (1981) *Lesná ťažba*. 1 vydání. Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, n. p., Bratislava.

Harvestor Vimek 404 T - malý, lehký, výkonný: Dosáhne nový harvestor Vimek 404 T podobných úspěchů jako vyvážecí traktor Vimek 606 TT? *Lesnická práce*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, **86**(11), 58-59. ISSN 0322-9254.

Stihl.cz (2021). *Systém STIHL M-Tronic*. [online] [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.stihl.cz/system-m-tronic.aspx>

Lesy.cz (2021). *Lesní těžba*. [online] [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://lesy.cz/drevo/lesni-tezba/>

Stihl.cz (2021). *STIHL Katalog 2021*. [online] [cit. 2021-03-17]. Dostupné z: <https://www.stihl.cz/static/stihl-katalog/html5/index.html?pn=7>

Bluďovský, Z. (2003). Světová produkce dříví. [online] *Lesnická práce* [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-82-2003/lesnicka-prace-c-09-03/svetova-produkce-drivi>

---

---

STIHL (2013). Propagační literatura, *Ostření pilových řetězů*. ANDREAS STIHL AG & Co. KG.

STIHL (2015). Propagační literatura, *STIHL na plný výkon*. ANDREAS STIHL AG & Co. KG., Waiblingen

Dlužanský, T. (2009). *Studie typových řad lesních těžebních strojů*. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství.

Kunt, L. (2012). *Nové trendy v oblasti řetězových pil*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská.

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Konstrukce motorové řetězové pily se spalovacím motorem. (Neruda, 2013) .....	12
Obrázek 2.2: Konstrukce pilového řetězu. (STIHL, 2013).....	16
Obrázek 3.1: Harvester Timberjack 1270D .....	18
Obrázek 3.2: Hlavní části šestikolového harvestoru (Neruda, 2013) <b>Chyba! Záložka není definována.</b>	
Obrázek 3.3: Konstrukce hydraulického jeřábu s paralelně vedenými rameny (Neruda, 2013) .....	22
Obrázek 3.4: Konstrukční prvky harvestorové hlavice (Neruda, 2013) .....	23
Obrázek 3.5: Interiér kabiny harvestoru (Neruda, 2013) .....	26

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Etapy rozvoje techniky a technologií těžebně-dopravního procesu (Neruda, 2013) .....	9
Tabulka 3.1: Rozdělení kolových harvestorů dle velikosti a výkonu motoru (rozdělení a jednotlivé parametry mají pouze orientační charakter, zejména výkonnost závisí na místních podmínkách) (Neruda, 2013) .....	19
Tabulka 5.1: Naměřené údaje o kácení u soukromého pracovníka Patrika Neuvirtha .....	35
Tabulka 5.2: Naměřené údaje o zpracovaném dřevě soukromým pracovníkem Patrikem Neuvirthem .....	35
Tabulka 5.3: Naměřené údaje o kácení u soukromého pracovníka Tomáše Sukdoláka .....	37
Tabulka 5.4: Naměřené údaje o zpracovaném dřevě soukromým pracovníkem Tomášem Sukdolákem .....	37
Tabulka 5.5: Výsledky pokusů.....	43
Tabulka 5.6: Tabulka bodu přelomu .....	44

---

---

## Seznam grafů

Graf 5.1: Diagram přelomu .....	44
---------------------------------	----