

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV LESNICKÉ A DŘEVAŘSKÉ TECHNIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

POSOUZENÍ SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ KONĚM A TZV. ŽELEZNÝM
KONĚM V PODMÍNKÁCH ŠLP KŘTINY

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Posouzení soustředování dříví koně a tzv. železným koně v podmínkách ŠLP Křtiny vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Kloboukách u Brna, dne 29.4.2017

.....

podpis

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat svému vedoucímu práce prof. Ing. Jindřichu Nerudovi CSc., za odborný dohled nad mou prací, cenné připomínky a věnovaný čas. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Nevrklovi, Ing. Tomáši Zemánkovi, PhD., Ing. et Ing. Jiřímu Kadlecovi PhD. a PhDr. Petrovi Fiřovi, PhD. za poskytnuté konzultace, zapůjčení měřících přístrojů a pomoc s jejich obsluhou.

ANOTACE

Ústředním tématem této bakalářské práce je zhodnocení technických a ekonomických ukazatelů animálního a motomanuálního způsobu soustředování dříví v prostředí Školního lesního podniku Křtiny. Teoretická část práce pojednává o problematice historie a současnosti chovu chladnokrevných koní v ČR a jejich využití v podmínkách lesního hospodářství. Analogicky podobný rozbor je zpracován i pro malé mechanizační prostředky, pásové vytahovače, tzv. železné koně. Praktická část práce obsahuje výsledky série měření obou druhů sledovaných prostředků v reálných podmínkách porostů do 40 let věku v prostředí ŠLP. Dosažené výsledky jsou vzájemně porovnány podle vybraných kritérií a jsou zvýrazněny jejich kladné i záporné vlastnosti. Součástí práce je také fotodokumentace a autorova polemika nad praktickým využitím obou prostředků.

KLÍČOVÁ SLOVA: chladnokrevný kůň, železný kůň, vyklizování dříví, probírky do 40 let, poškození lesních porostů

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to evaluate technical and economical features of a cold blood horse as an animal working in forestry and his mechanical counterpart - small forestry skidder - so called "iron horse" in the forestry estate of Mendel university, Křtiny. Theoretical part describes history and the current state of breeding cold blood horses in Czech Republic and their use in forestry. Consequently, the author marks similar features in terms of history and their usability in small forestry skidders. The practical part consists of series of measuring which occurred in forestry cultures up to 40 years of age. Thesis considers benefits and disadvantages of either approach. Photographic documentation and the personal view of author is an inseparable part of the thesis.

KEYWORDS: cold blood horse, iron horse, miniskidder, skidding wood, thinning in forestry cultures up to 40 years of age, damage on forestry cultures

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
3 CÍL PRÁCE.....	11
4 PROBLEMATIKA SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ.....	12
4.1 Základní pojmy	12
4.1.1 Vynášení dříví	12
4.1.2 Vyklizování dříví.....	12
4.1.3 Přibližování dříví.....	12
4.1.4 Vyvážení dříví	12
4.1.5 Vývozní místo	12
4.2 Způsoby pozemního soustřeďování dříví.....	12
4.2.1 Manuální soustřeďování dříví	12
4.2.2 Gravitační soustřeďování dříví.....	13
4.2.3 Sáňkování dříví	13
4.2.4 Gravitační spouštění ve smycích.....	13
4.2.5 Volné gravitační spouštění dříví	13
4.2.6 Mechanizované soustřeďování dříví	13
4.2.7 Komplexně mechanizované (bezúvazkové).....	13
4.2.8 Částečně mechanizované (úvazkové).....	13
4.3 Technika a technologie práce při soustřeďování dříví koňmi	14
4.3.1 Soustřeďování koňmi napřímo	14
4.3.2 Soustřeďování dříví párem koní.....	14
4.3.3 Kombinované soustřeďování	14
4.3.4 Pracovní postup práce s koněm	15
4.4 Historický vývoj animálního soustřeďování dříví.....	15
4.5 Plemena koní používaná v lesnictví	16
4.5.1 Norický kůň.....	17
4.5.1 Slezský norik	19
4.5.3 Českomoravský belgik	20
4.6 Postroj koně.....	21
4.7 Vyklizovací pomůcky	22
4.7.1 Úvazky	22

4.7.2	Vyklizovací čepec	22
4.7.3	Vyklizovací šupka	23
4.8	Tažná síla a výkon koně	23
5	MALÉ MECHANIZOVANÉ PROSTŘEDKY PRO SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ	26
5.1	Kolové a pásové navijáky a minitahače	26
5.1.1	Lesan 50	27
5.1.2	Husqvarna PRO 5 HP	27
5.1.3	Železné koně firmy Lennartfors	27
5.1.4	Lennartfors Edice Classic.....	28
5.1.5	Lennartfors Edice Flex	28
5.1.6	Železný kůň Kapsen	30
5.1.7	Sortiment železných koní firmy Engineering Blatná	31
5.1.8	Motorový kůň MK 18 RC	32
5.1.9	Pohonná jednotka	32
5.1.10	Pásový podvozek.....	33
5.1.11	Pracovní příslušenství	33
5.1.12	Rampovací štít.....	33
5.1.13	Lanový naviják.....	34
5.1.14	Přídavné zařízení	34
5.2	Spuštění, pohyb, obsluha a údržba stroje MK RC 18	35
5.2.1	Start	35
5.2.2	Pojezd.....	35
5.2.3	Přibližování	36
5.2.4	Podrobný popis přídavných zařízení	37
5.2.5	Drapák	37
5.2.6	Vyvážecí vozík.....	37
5.2.7	Vyvážečka	37
5.2.8	Půdní vrták	37
5.2.9	Nesený postřikovač	37
5.2.10	Sněhová radlice	38
5.3	Pracovní postupy pro využití malých pásových tahačů	38
5.3.1	Vyklizování dříví pásovými tahači s jednočlennou posádkou	38
5.3.2	Vyklizování dříví ručně ovládaným navijákem	38
5.3.3	Vyklizování dálkově ovládaným navijákem.....	38

5.3.4 Návrh pohybu v terénu při prvním zásahu v probírce za pomoci železného koně dle Sennblada (1993).....	39
6 METODIKA.....	40
6.1 První fáze: Přípravné práce	40
6.2 Druhá fáze: Vlastní měření	40
6.3 Třetí fáze: Zpracování, vyhodnocení dat a prezentace výsledků	41
7 METODIKA MĚŘENÍ	41
7.1 Rekognoskace terénu.....	41
7.2 Metodika měření zátěže tažného koně při práci.....	44
7.3 Metodika měření fyzické zátěže kočího při práci s koněm	45
7.4 Metodika měření fyzické zátěže obsluhy při práci s železným koněm.....	46
7.5 Metodika časoběrných měření pracovních úkonů.	46
7.6 Časoběrná měření práce s železným koněm	47
7.7 Metodika porovnání dopadu práce na porost a půdní pokryv	47
7.8 Metodika měření okamžitých půdních tlaků.....	49
7.9 Metodika měření emisí hluku železného koně.....	51
7.10 Metodika měření denního výkonu a nákladů na jeho vynaložení.....	52
8 VÝSLEDKY	54
8.1 Výsledky měření zátěže tažného koně při práci.....	54
8.2 Výsledky měření fyzické zátěže obsluhy	59
8.3 Výsledky časoběrných měření.....	61
8.4 Výsledky měření dopadu na porost a půdní pokryv	62
8.5 Výsledky měření půdních tlaků.....	66
8.6 Výsledky měření emisí hluku u železného koně.....	68
8.7 Výsledky měření denního výkonu a nákladů při práci.....	70
8.8 Závěrečný souhrn výsledků tažného koně, stroje MK RC 18 a stroje Kapsen RC 18... 71	
9 DISKUSE.....	72
10 ZÁVĚR.....	74
11 SUMMARY	75
SEZNAM DOPORUČENÉ A POUŽITÉ LITERATURY	76
SEZNAM OBRÁZKŮ	78
SEZNAM TABULEK.....	79

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o problematice využití studenokrevných koní a tzv. „železných koní“ při soustředování dříví. Práce krátce nahlédne do historického kontextu vývoje chovu a užití koní živých a vývoje a užití koní „železných“. V procesu srovnávání obou technologií se autor soustředí nejen na ekonomickou návratnost, životnost a náklady spojené s provozem, ale i na terénní dostupnost, náročnost na obsluhu a zejména na vliv a případné poškození obhospodařovaných porostů.

Zatímco ve valné většině výrobní činnosti stroje nahradily lidskou a zvířecí sílu, jež byla historicky nejstarším zdrojem energie, právě v oblasti soustředování dříví tomu tak zdaleka není. Ačkoli mechanizace z velké části pokrývá bývalé pracovní pole koňských potahů, kuň je a s velmi vysokou pravděpodobností i nadále bude součástí života zejména obyvatel venkova.

Největší rozmach práce s koňmi nastal v Evropě v druhé polovině 19. století a první polovině 20. století. S nástupem mechanizace zemědělství v polovině 20. století začaly traktory nahrazovat koňské potahy v zemědělství i lesnictví.

V případě přibližování a zejména vyklizování dříví byl však postup pomalejší. V roce 1956 byl podíl mechanizovaného soustředování dříví 17 %. Postupně poté stoupal, až kolem roku 1965 nepatrně přesáhl 50 %. Až do počátku 90. let se koně podíleli zhruba 10 % na přibližování a 15-25 % na vyklizování dříví. Různou formou se tedy podílely na 1/3 objemu veškerého soustředovaného dříví. (Neruda 2013)

Ačkoli v porevolučních rocích přesné statistiky nejsou vedeny, Křeček (2004) uvádí, že je velmi pravděpodobné, že klesající tendence podílu práce koňských potahů neustále pokračovala i v minulých letech, kdy po církevních restitucích a následných prodejkách koní klesl stav koní asi o 30 %. Hlavní pokles nastal právě u koní tažných, kteří jsou v lesním hospodářství využíváni.

Z objektivních důvodů je velmi těžké posuzovat úlohu koně v lesnictví v minulosti a dnes. Historicky byly koně využíváni v období vegetačního klidu mimo hlavní zemědělskou sezónu. Dřevo kácené v období vegetačního klidu mělo nižší obsah vody a bylo tedy lehčí. Dřevo se též odkorňovalo a ponechávalo v lese po mnohem delší dobu než dnes. Přibližování dříví v zimních měsících ulehčoval zmrzlý povrch, jenž snižoval koeficient tření a usnadňoval přístup do jinak neúnosných terénů.

Výrobní metody mají bezesporu také vliv na užitnost koní v lesní výrobě. Historicky se užívala zejména metoda sortimentní, kdy se kmeny rozřezou na výřezy délek většinou 3 m, 4 m až 5 metrů. S takovými sortimenty je poté kůň, popřípadě pár koní schopen manipulovat. V období 1960–2000 naopak české lesnictví hojně podporovalo metody kmenovou, kdy se soustřeďují celé odvětvené kmeny a k manipulaci kusu dochází až na manipulačním skladě, či jiném místě dalšího zpracování. Dnes jsme svědky opětovného návratu sortimentní metody, a to zejména na revírech se svahově dostupnými terény, které umožňují dobrý přístup vyvážecích souprav.

Technický vývoj a miniaturizace strojů dala vzniknout koňskému mechanickému protějšku – tzv. železnému koni (malému pásovému vytahovači-dále jen železný kůň). Tyto menší stroje jsou svými vlastnostmi předurčeny pro práci ve výchovných těžbách. Relativně jednoduchá konstrukce a dobrá přístupnost všech částí těchto strojů napomáhá při případných opravách a údržbě. Většina těchto strojů se vyznačuje velmi dobrou stabilitou a terénní dostupností. Variabilita jejich provedení dokáže nahradit koňskou sílu takřka ve všech situacích. Pomocí adaptérů lze zvýšit jejich užitnou hodnotu a možnosti využití. Kromě lesnictví je tedy možné je využít také v zemědělství a myslivosti. Ačkoli jsou tyto stroje primárně určeny zejména pro vyklizování dříví v kombinaci s dalšími prostředky, takřka všechny umožňují v určité míře i přibližování dříví až k odvozní cestě. Zajímavou alternativu tedy mohou představovat pro vlastníky lesů menší výměry a farmáře.

Kůň živý i kůň železný jsou, a zřejmě i dlouho budou, běžnou součástí lesnických provozů. Autor se v následujícím textu snaží objektivně zhodnotit kladné i záporné stránky obou technologií.

2 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	-	Česká republika
EU	-	Evropská unie
ha	-	Hektar, plošná jednotka velikosti 10 000 m ²
J	-	Joul, odvozená jednotka soustavy SI, jednotka práce a energie
kJ	-	Kilojoul
Kč	-	Koruna česká
km	-	Kilometr, jednotka délky představující 1000 metrů
LČR	-	Lesy české republiky, s.p.
LHC	-	Lesní hospodářský celek
l	-	litr, základní jednotka SI
m	-	Metr, základní délková jednotky soustavy SI,
m ²	-	Metr čtvereční, plošná jednotka soustavy SI
km ²	-	kilometr čtvereční, plošná jednotka soustavy SI
mil.	-	Milion
MENDELU	-	Mendelova univerzita v Brně
MZe	-	Ministerstvo zemědělství ČR
Odst.	-	Odstavec
Resp.	-	Respektive
SI	-	(SI (zkratka z francouzského Le Système International d'Unités) je mezinárodně domluvená soustava jednotek fyzikálních veličin, která se skládá ze základních jednotek, odvozených jednotek a násobků a dílů jednotek.
W	-	Watt, hlavní jednotka výkonu v soustavě SI
UKT	-	Univerzální kolový traktor
SLKT	-	Speciální lesní kolový traktor
VM	-	Lokalita vývozní místo
P	-	lokalita Pařez

- OM - lokalita odvozní místo
- BOZP - Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- Nh - Normohodina
- mth - Motohodina
- LVS - Lesní vegetační stupeň
- ATV - All terrain vehicles – tzv. čtyřkolky – vozidla s velkou terénní dostupností

3 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je prozkoumat, porovnat a zhodnotit dvě technologie procesu soustředování dříví. První postup, s mnohem delším historickým kontextem, je animální soustředování pomocí tažného koně (resp. páru koní). Druhý je pak poměrně nová technologie pomocí malých pásových vyťahovačů tzv. železných koní. Obě tyto technologie se zaměřují zejména na pohyb hmoty z lokality P na lokalitu VM, tedy na vyklizování (svazkování) dříví. Jejich užití pro přibližování hmoty přímo na OM je spíše okrajové.

Autor se snaží nestranně porovnat oba přístupy jejich výhody a zápory. Popíše náklady na pořízení, provoz a údržbu na konkrétních případech. Uvede svoje zjištění ohledně nutných zkušenosti a potřebného zázemí pro provoz dané technologie. Na základě uskutečněných měření, vlastních letitých zkušeností jako lesníka a výměny informací s lidmi z provozu určí autor běžné dosažitelné denní výkony obou prostředků. Měření se sestávají z měření fyzické náročnosti obsluhy, časosběrných měření a měření okamžitých tlaků vyvinutých daným prostředkem na půdu. Součástí práce je také porovnání terénní dostupnosti obou prostředků. V neposlední řadě práce popisuje vliv obou prostředků na okolí. Nejen tedy na životní prostředí a konkrétní porosty a půdní povrch, ale i na psychiku a pohodlí obsluhy. Pro účely měření byly k dispozici stroje MK RC 18 firmy Engineering Blatná s.r.o., Kapsen RC 18 od firmy Reparoservis s.r.o. a slezský norik Matěj.

4 PROBLEMATIKA SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ

Pod pojmem soustřeďování dříví se rozumí veškeré operace s vytěženým dřívím od pařezu až na místo odvozu – odvozní místo, je možné se setkat i s termínem primární doprava dříví.

4.1 Základní pojmy

Tato kapitola stručně vysvětluje základní nomenklaturu problematiky soustřeďování dříví.

4.1.1 Vynášení dříví

Vynášení dříví je charakterizováno jako pohyb dříví z místa těžby k vyklizovací lince. V případě dříví malých dimenzí jde o manuální snášení krátkých výřezů či stromků, u větších kmenů o manipulaci výložníkem káčekého stroje, tedy vynášení. (Neruda a kol., 2013)

4.1.2 Vyklizování dříví

Jde o pohyb dříví z místa těžby k vyklizovací lince. Transport probíhá smykem po zemi bez nakládání na transportní prostředek a zpravidla se pohybuje každý kus po své vlastní trajektorii. (Neruda a kol., 2013)

4.1.3 Přibližování dříví

Jedná se o dopravu dříví vlečením po povrchu přibližovací linky

4.1.4 Vyvážení dříví

Odpovídá stejné činnosti jako přibližování dříví s tím rozdílem, že manipulované kusy jsou naložené na dopravní prostředek, a nepřijdou tak přímo do kontaktu s půdním povrchem. (Neruda a kol., 2013)

4.1.5 Vývozní místo

Jedná se o místo, kde se mění vyklizování na přibližování (resp. vyvážení). (Neruda a kol., 2013)

4.2 Způsoby pozemního soustřeďování dříví

4.2.1 Manuální soustřeďování dříví

Tento způsob transportu dříví lze využít pouze u kusů malých dimenzí, protože člověk disponuje silou jen asi 15 kp při pracovní rychlosti 1 m/s. Lze ho tedy použít pro snášení stromků z prořezávek či prvních probírek. (Neruda a kol., 2013)

4.2.2 Gravitační soustředování dříví

Pojem zahrnuje veškeré historické i dnes používané způsoby dopravy dříví využívající gravitaci.

4.2.3 Sáňkování dříví

Jedná se o historickou metodu používanou ještě v 60. letech 20. století zejména v oblasti Krkonoš, Šumavy a Beskyd. Typy saní se lišily dle regionu. Dřevo se ukládalo do hrání blízko sáňkařských drah. V zimě se dřevo naložilo na saně a svázalo řetězem do balíku. Pro brzdění pohybu z kopce se umísťoval za saně balík dřeva, který fungoval jako brzda. (Neruda a kol., 2013)

4.2.4 Gravitační spouštění ve smycích

Tato metoda může být rozdělena dle typu použitých smyků (zemní, dřevěné, vodní). Používané jsou mobilní smyky z plastu či plechu, spojené pomocí šroubů či klínových spojek z asi 5 m dlouhých sekcí. Ideální sklon pro tento druh přibližování je 25-35 %. Délka je neomezená, obvykle ale nepřesahuje 200 m. (Neruda a kol., 2013)

4.2.5 Volné gravitační spouštění dříví

Na místech, kde chybí hřebenové a etážové cesty. Optimální sklon pro možné spouštění je 20°, na sněhu 15°. Metoda se užívá na svazích do 200 m. Jde o levný, ale velmi nešetrný způsob dopravy. (Neruda a kol., 2013)

4.2.6 Mechanizované soustředování dříví

Již desítky let představuje mechanizované soustředování dříví naprosto nejpoužívanější metodu dopravy dříví z lokality P na OM ve všech lesnický vyspělých zemích. (Neruda a kol., 2013)

4.2.7 Komplexně mechanizované (bezúvazkové)

Zcela mechanizovaný postup v podstatě bez přímého zásahu lidské ruky. Veškeré manuální činnosti provádějí stroje – vyvážecí soupravy, vyvážecí traktory vybavené hydraulickým jeřábem s drapákem, traktory s klešťovými závěsy. (Neruda a kol., 2013)

4.2.8 Částečně mechanizované (úvazkové)

Zde je vyžadován určitý podíl manuální lidské práce, zejména při uvazování úvazků, vytahování lana z navijáku apod. (Neruda a kol., 2013)

4.3 Technika a technologie práce při soustředování dříví koňmi

4.3.1 Soustředování koňmi napřímo

Metoda vhodná pouze na krátké vzdálenosti přibližně do 100 m. Vlivem nutného odpočinku koně dochází k častému přerušování činnosti, což velmi snižuje křivku výkonnosti v závislosti na vzdálenosti soustředování oproti použití mechanizačního prostředku (Simanov a Kohout, 2004)

4.3.2 Soustředování dříví párem koní

Tento pracovní postup má několik variant. Velmi časté je tzv. rozpřahání, kdy na pracoviště dotáhne pár koní potahový vůz a dva kočí. Na pracovišti dojde k rozpřahání a s každým koněm pracuje zvlášť jeden pracovník. Snižuje se tím únava koní oproti situaci, kdy táhne vůz pouze jeden pracovník. Z hlediska BOZP je dobré, že na pracovišti jsou dva pracovníci.

Dále existuje možnost tahu párem koní u výřezů a kmenů větších dimenzí, popřípadě přibližovaných do kopce, kde síla jednoho koně by byla nedostačující. Tažná síla se ovšem nenásobí dvěma, ale přibližně 1,8 násobkem síly jednoho koně. Důvodem bývá rozdílná tělesná stavba, ovladatelnost, temperament či nesouslednost obou jedinců v zápřahu.

Tento způsob práce se užívá i při zaučování mladých či nezkušených koní do tahu. Další variantou práce dvou koní je práce s jedním kočím, kdy vždy jeden z koní odpočívá. Tento způsob se také používá zejména u koní v zácviku, u březích klisen či koní v rekonvalescenci.

Nejčastější provozní metoda je používání jednoho koně. Vysoké pracovní nasazení může mít neblahé následky na kondici a délku života koně. Zejména pokud je kočí na koni ekonomicky závislý, může docházet k přetěžování koně, nedodržování doby nutné k rekonvalescenci po nemocech či úrazech apod. (Simanov a Kohout, 2004)

4.3.3 Kombinované soustředování

Postup prací, při kterém je pro pohyb dříví z lokality P na VM použito koně a pro pohyb z VM na OM je použit prostředek vyšší výkonnosti např. UKT či SLKT. (Simanov a Kohout, 2004)

4.3.4 Pracovní postup práce s koněm

Po zavedení koně do porostu dochází k vyhledání kmenů a sestavení nákladu. Postupuje se od kmenů ležících na linkách ke kmenům vzdálenějším. Velikost nákladu kočí reguluje dle místních podmínek. Silnější kmeny soustřeďuje zvlášť, slabší kmeny lze sestavovat do nákladu již v porostu. Nejprve se upoutá kmen vzdálenější, který se přitáhne ke kmeni blíže k lince. Kočí přivede koně ke kusu a otočí jej do směru vyklizování. Úvazek je přivlečen do porostu koňmi na rozporce. Háky úvazků se upevňují tak, aby nezachytávaly za podrost, kořeny nebo klest. Úvazek se podvleče pod kmenem a upevní se asi 50 cm od čela nebo čepu. Před upevněním je třeba úvazek vyjmout z háku rozporky, aby nedošlo k úrazu v případě nenadálého pohybu koně. V průběhu této operace je třeba dodržovat dostatečnou vzdálenost od zadních kopyt koně. Během vyklizování sleduje kočí kmen, aby mohl včasným zastavením koně předejít nárazu na překážku. (Radvan, 1995)

Kmen může kočí upoutat dvěma způsoby. Kmen lze uchytit a vléct za čep (tenký konec) vpřed, přičemž dochází k menšímu odporu tření, ale úvazky mají větší tendenci sklouzávat a začelení na skládce je obtížnější. Častěji se užívá vlečení za čelo (silný konec), což vyžaduje sice větší tažnou sílu, ale úvazky nesklouzávají a začelování je snadnější. (Neruda a kol., 2013)

4.4 Historický vývoj animálního soustředování dříví

Přibližně 3000 let před naším letopočtem započal proces domestikace divokých koní a turů. Tento fakt umožnil pohyb dříví animálními povozy. Do vynálezu kola bylo možné dříví pouze smýkat, a to buďto po zemi nebo na určitém typu podložky (např. sáně). Na našem území existují zmínky o chovu koní již ze 6. století, většího významu ovšem nabývá až ve století 7. a 8., kdy bylo naše území protkáno řadou hradišť, jejichž zásobování a pohyb zboží a materiálu zabezpečovali právě koně.

Koně byli schopni přepravovat relativně malé náklady, neboť cesty nebyly zpevněné a postroje byly jen velmi jednoduchého složení. Užívání chomoutu se v našich zemích rozmohlo až ve 12. století.

V následujících stoletích chov koní nabýval na významu. K nesení nákladů ve 14. a 15. století se používali v evropských státech zejména koně, v jižních státech osly, muly a mezci.

Ve stoletích 17. a 18. se těšili velké oblibě koně italsko-španělského typu, tzv. koně starokladrubští, zejména při tahu kočárů. Rozvíjející se průmysl kladl v průběhu 18. století nároky na koně, jež způsobily změnu struktury plemen, a to zvýšením vlivu anglických plemen na úkor koní španělského typu. V první polovině 19. století dochází k silnému rozmachu chovu koní. Zavedení plemenných knih, pořádání výstav, organizace plemenitby, to vše silně přispívá ke zvýšení produktivity práce koně v zemědělství. (Neruda a kol. 2013)

V roce 1955 bylo 95 % dříví vyklizeno a 50 % soustředěno koňmi. V této době se jednalo zejména o belgické a norické koně, ale i o huculy a koně dalších plemen. O decennium později činí celkový podíl soustředěného dříví zhruba 60 %. Díky rozsáhlé mechanizaci zemědělství se podíl animální práce snižuje. Od konce 50. let koňskému potahu konkuruje UKT upravený pro lesnické účely.

V roce 1963 pracovalo u lesních závodů více než 7000 kočů a závozníků.

S postupným rozvojem SLKT a další mechanizace je koňský potah stále více marginalizován. Podíl dříví soustředěvaného mechanizovaně stoupal. V roce 1961 činil přibližně 31 % z celkového objemu soustředěvaného dříví, v roce 1970 52 %, v roce 1981 86,5 %. V tomto období se soustředěvalo potahy z porostů na odvozní místa 1,7 mil. m³ a na vývozní místa asi 2,7 mil. m³ většinou dříví slabších dimenzí z porostů nepřístupných mechanizačními prostředky.

V letech 1934 až 1938 bylo zaměstnáno v zemědělství a lesnictví 656 000 koní. V roce 1955 to bylo již 543 000, v roce 1961 už jen 330 000 a 1. lednu 1996 stav klesl na 188 400 kusů. V průběhu sedmi decenií se tedy stav koní v zemědělství snížil zhruba na třetinu.

Současný stav není nijak statisticky evidován a je tedy možné jej pouze odhadovat. Nicméně prognózy, které předpokládaly plnou mechanizaci soustředěování dříví, bez jakéhokoliv podílu animální síly, se nepotvrdily. Je tedy velmi reálný předpoklad, že soustředěování dříví koňským potahem bude ještě dlouho nezanedbatelnou součástí praxe. (Neruda a kol. 2013)

4.5 Plemena koní používaná v lesnictví

Pro práci v lese je u nás téměř výhradně užíváno plemen chladnokrevných – plemen českomoravský belgický kůň, norický a slezský norický kůň. Jejich plemenné knihy vede Asociace svazů chovatelů koní ČR (ASCHK) se sídlem v Písku.

Použití jiných registrovaných plemen (huculský kůň, český teplokrevník) je v současnosti minimální. Není možné říci, které plemeno je pro práci v podmínkách ČR nejvhodnější. Je nutné zvážit dané podmínky a postupovat individuálně. Jisté je, že vysloveně těžký kůň není pro práci v našem lesnictví vhodný, protože ztracenou obratností nedokáže využít své síly. (Křeček LP, 6/2007)

Dle živé hmotnosti dělí Neruda (2013) tažné koně takto:

Koně lehcí do 400 kg

Koně středně těžcí 400-600 kg

Koně těžcí nad 600 kg

4.5.1 Norický kůň

Norik byl pojmenován podle bývalé římské provincie Noricum (současná alpská oblast Rakouska, Bavorska a Švýcarska), která se stala oblastí vzniku tohoto plemene. Je pravděpodobně nejčistším potomkem divokého koně západního typu. Na našem území chov vzkvétal hlavně na severní Moravě a Slezsku. Díky specifickým podmínkám a dovozu norických hřebců z Bavorska a Rakouska se vytvořil místní typ norického koně. (Ottova encyklopedie, 2014)

Tabulka 1 Norický kůň

Výška	hřebci min. 166 cm, klisny 165 cm
Zbarvení	hnědáci, ryzáci, sporadicky vraníci a bělouši
Typ	chladnokrevník
Využití	v tahu, v zápřeži, pod sedlem, v zemědělství
Povaha	mírná, klidná, ochotná
Původ	Rakousko



Obrázek 1 Norický kůň (www.horses-online.cz)

Oblast římské provincie Norincum, odkud pochází název tohoto plemene, byla známá svými solnými doly. Římané do zdejšího náročného terénu potřebovali silné soumary. Pomoc předků dnešního norika byla nezanedbatelná a mimo nošení nákladu se proslavili i jako koně váleční. Významným střediskem chovu norika byl Juav, ležící blízko dnešního Salcburku. Již v roce 1565 byl s podporou církve zřízen pro toto plemeno samostatný hřebčín. Plemenná kniha norika byla založena roku 1903. Dnes se běžně chová i v jižním Německu, kde je známý jako bavorský neboli jihoněmecký chladnokrevník. Dnešní chov je založen na pěti liniích: Volcano, Nero, Diamant, Schaunitz a Elmar. Cílem chovu je získat silného, přívětivého, zdravého a vytrvalého koně s jistým krokem. Vhodného pro horský terén. (Ottova encyklopedie, 2014)

4.5.1 Slezký norik



Obrázek 2 Slezký norik (www.horses-online.cz)

Slezský norik byl uznávaný jako samostatné plemeno do roku 1970. V letech 1970 až 1990 byl označován jako chladnokrevný kůň společně s českomoravským belgickým koněm. Od roku 1990 se chladnokrevníci dělí na tři populace – norika, slezského norika a českomoravského belgického koně. Asociace chovatelů koní vede plemennou knihu slezského norika. Hlava je velká s charakteristickými oválnými bočnicemi. Krk má středně dlouhý a vysoko nasazený. Často se objevuje nízký kohoutek. Prostorný a vydatný chod, díky němuž výborně pracuje v těžkém lesním terénu, mu umožňuje strmější lopatka. Hrud' má hlubokou a širokou záď mohutnou, bedra dobře vázaná. Typické jsou výrazné klouby a šlachy a krátké až středně dlouhé spěnky. Toto méně ušlechtilé, nenáročné plemeno se výborně hodí pro práci v těžké zápřeži v těžko dostupném terénu exponovaných poloh. Slezký norik je

klidný, snadno ovladatelný a spolupracující, přiměřeně temperamentní. (Ottova encyklopedie, 2014)

Tabulka 2 Slezský norik

Výška	hřebci min. 166 cm, klisny 165 cm
Zbarvení	nejčastěji ryze hnědé, vzácněji černé
Typ	chladnokrevník
Využití	v zápřeží i pod sedlem, ideální pro hipoterapii
Povaha	klidná, snadno ovladatelná
Původ	Česká Republika

4.5.3 Českomoravský belgik

U zrodu českomoravského belgika stáli belgičtí chladnokrevní hřebci. Ke šlechtění plemene docházelo především v letech 1970-1980 s cílem získat mohutného a klidného koně potřebného v intenzivně se rozvíjejícím zemědělství. Čeští chovatelé si jako základní kritérium šlechtění zvolili výkonnostní zkoušky v podobě zkoušky v těžkém tahu párů. Českomoravský belgik je naším nejstarším plemenem. Více než 70 let je chován téměř bez použití cizích plemen. Dospívá již ve třetím roce života, ve srovnání s jinými chladnokrevníky není příliš robustní, vyniká výraznými chody a pohyblivostí. Výborně se hodí do těžkého tahu, ale vzhledem k nárokům na výživu potřebuje příznivější přírodní i klimatické podmínky. (Ottova encyklopedie, 2014)



Obrázek 3 Českomoravský belgik (www.horses-online.cz)

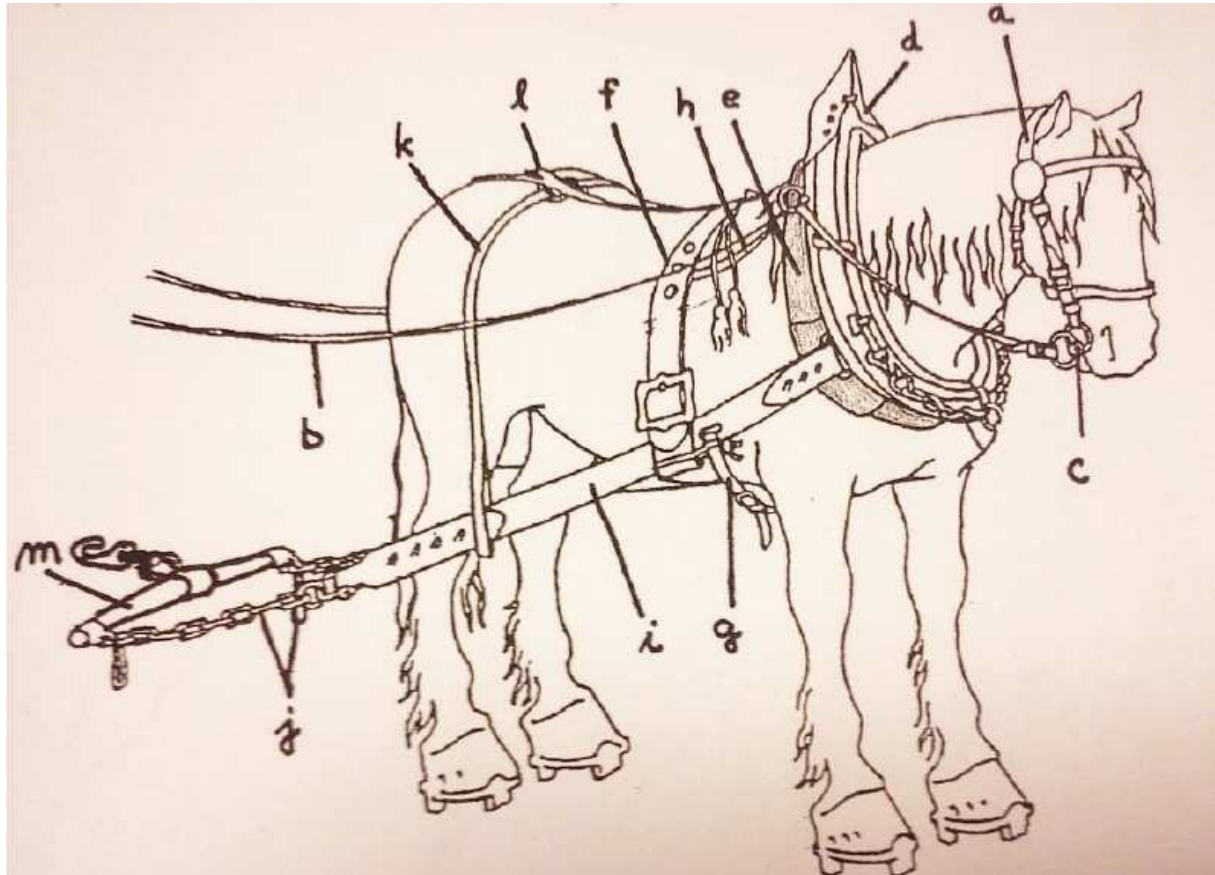
Tabulka 3 Českomoravský belgik

Výška	hřebci min. 162 cm, klisny 159 cm
Zbarvení	nejčastěji ryzé, vzácněji hnědé nebo černé
Typ	chladnokrevník
Využití	v tahu, hipoterapii i agroturistice
Povaha	ovladatelná, přátelská, klidná
Původ	Česká Republika

4.6 Postroj koně

Chomoutový postroj je nejčastěji používaný a skládá se z chomoutu a jeho příslušenství, postrojové ohlávky a opratí. Chomout je složen z koženého těla a dřevěných kleštin (ohýbaný buk, jasan). Příslušenstvím k chomoutu jsou poté pobočnice s háky a postraňky, náprsník s držákem, náhrbetník, spojovací řemínek, podpínka a zádržné řmení, sloužící při jízdě z kopce či zastavování. Postrojová ohlávka se skládá z nátylníku, čelenky, podhrdelníku,

lícnice, nánosníku a udidla. Opratě jsou složeny ze dvou dílů, dlouhých 400-550 mm. (Dušek 2007)



Obrázek 4 Chomoutový postroj (Radvan 1990)

a – ohlávka, b – opratě, c – udidlo, d – chomout, e – poduška, f – náhřbetník, g – podpínka, h – spojovací řemen, i – pobočnice, j – postraňky, k – nákřížník, l – podocasník, m – rozporka s hákem

4.7 Vyklizovací pomůcky

4.7.1 Úvazky

Nezbytnou pomůckou pro vyklizování dříví jsou úvazky. Jsou používány nejčastěji ocelové úvazky z krátkočlánekového řetězu o průměru 8 mm. Na jednom konci je úvazek opatřen okem tzv. C hákem. Úvazek je možné kterýmkoli článkem zaklesnout do plochého háku rozporky. (Radvan 1995)

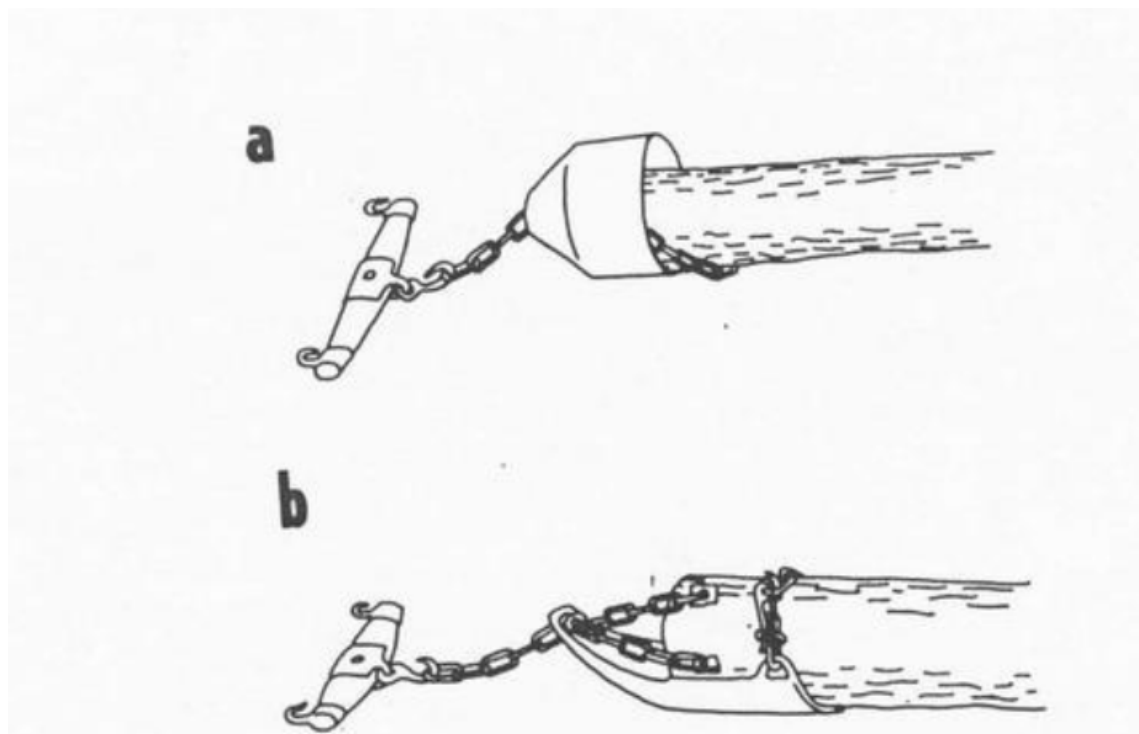
4.7.2 Vyklizovací čepec

Čepec je vyroben z ocelového plechu kuželovitého tvaru. Průměr se mění dle velikosti soustředěvaného dříví. Předním otvorem čepece se provleče upínací řetěz s háky, kterými se upevňuje dřevo. Na druhé straně řetězu je oko, kterým se náklad upíná na rozporku. Čepec

chrání čelo kulatiny před poškozením a umožňuje lépe zdolávat překážky, protože se může při vleku převracet. Čepce nejsou příliš oblíbeny zejména pro jejich váhu. (Žaba, 1963)

4.7.3 Vyklizovací šupka

Vyklizovací šupka může být vyrobená ze dřeva, se spodní částí z plechu, popřípadě celokovová či z gumotextilního pásu. Má tvar lopaty. Jejím užitím se snižuje rozrývání lesní půdy a poškození cest. Je lépe využitelná v rovných terénech, protože ve svahu snadno dochází k jejímu převrácení. (Žaba, 1963)



Obrázek 5 Vyklizovací pomůcky (Radvan, 1995)

a – vyklizovací čepce, b – vyklizovací šupka (Radvan, 1990)

4.8 Tažná síla a výkon koně

Normální tažná síla koně se rovná 13–15 % hmotnosti. V krátkých okamžicích těžkého zabránění se může rovnat až 80-100 % hmotnosti. Tažná síla koně často kolísá a často překračuje hranice normální tažné síly. (Dušek, 1976)

Hmotnost koně (kg)	Normální tažná síla koně (N)		Maximální tažná síla koně v N při normální rychlosti na trati dlouhé max. 600 m	
	Podle sovětských údajů (pracovní doba 10 h)	Podle KAVENA (pracovní doba 8 h)	Podle sovětských údajů (pracovní doba 10 h)	Podle MASCHKA (pracovní doba 8 h)
250-350	290-500	490-740	390-740	880-1270
351-450	500-610	740-980	740-980	1270-1770
451-650	610-820	980-1270	980-1270	1770-2300
651-850	820-1020	1270-1570	1279-1620	2300-2840

Obrázek 6 Tažná síla koně (Neruda a kol., 2013)

Normální tažná síla je taková síla, kterou může kůň dlouhodobě poskytovat, aniž by došlo k poškození organismu. Maximální tažná síla je síla, kterou může vyvinout jen krátkodobě, aniž by došlo k poškození organismu. (Dušek, 1976)

Normální tažnou sílu lze vyjádřit vzorcem (Ronay, 1982)

$$Fn = \frac{Qk}{5} \cdot 9,81$$

Kde F_n je normální tažná síla, Q_k je hmotnost koně, 9,81 je gravitační zrychlení

Maximální tažnou sílu znázorňuje vzorec (Ronay, 1982)

$$F_{max} = Qk \cdot \left(0.3 - \frac{l}{4000}\right) \cdot 9,81$$

Kde F_{max} je maximální tažná síla koně, Q_k je hmotnost koně a l je délka tratě, na kterou je třeba sílu vyvinout (m).

Obecně se uvádí, že lehká práce je nižší 13 % hmotnosti, střední práce 13-15 %, těžká 15-18 %, velmi těžká 18-20 %, nad 20 % živé váhy může být pro koně škodlivá (Dušek, 1976)

Velmi důležitým faktorem je sklon přibližovací dráhy. Tažnou sílu na svahu lze vyjádřit vztahem

$$P_s = P + Q_k \cdot \sin \alpha$$

P_s – tažná síla koně na svahu

P – tažná síla koně na rovině

Q_k – hmotnost koně

A – sklon svahu

Dále pak má na výkon koně vliv přibližovací vzdálenost (Kostroň,1971)

Přibližovací vzdálenosti (m)	0-60	65	90	120	150	175	200	220	300	500	1000
Tažná síla (kg)	265	240	196	176	162	152	142	137	132	118	108

Obrázek 7 Vztah tažné síly a přibližovací vzdálenosti (Kostroň, 1971)

5 MALÉ MECHANIZOVANÉ PROSTŘEDKY PRO SOUSTŘEĐOVÁNÍ DŘÍVÍ

V průběhu 80. let minulého století se posílil zájem o tzv. malé výrobní technologie. Pro jejich užití je typické kombinování motomanuálních postupů s drobnější, méně výkonnou mechanizací o nižším výkonu. Tato mechanizace je určena pro menší objem prací, zpravidla v hůře dostupných terénech. Tyto prostředky nebyly vždy určeny pro transport dříví, ale i pro účely výkonu práva myslivosti či rekreační použití (ATV prostředky – terénní čtyřkolky).

Tato mechanizace vyniká relativně nízkými náklady na pořízení i provoz, vysokou variabilitou užitkovosti a šetrností k lesnímu prostředí. Jednoduché a malé typy (přenosné navijáky) se hodí zejména pro plnění malých občasných úkolů. Vyspělejší, jako jsou saňové tahače, minitahače či minivyvážecí, jsou dobrým doplňkem strojového parku v běžném výrobním procesu. Jejich uplatnění nalezneme zpravidla ve výchovných těžbách, výjimečně v mýtních. (Neruda a kol., 2013)

V podmínkách ČR označujeme za malé těžební technologie tyto:

Přenosné navijáky – adaptéry k motorové pile

Přenosné navijáky s vlastním pohonem

Malé navijáky na lehkém ručním podvozku

Malé samohybné saňové navijáky

Kolové a pásové samohybné navijáky a tahače

Vyvážecí minisoupravy a minitahače

5.1 Kolové a pásové navijáky a minitahače

Tyto stroje vyklizují dříví ve výchovných zásazích k lince (svazkují) a některé z nich jsou schopny i dříví přibližovat. Často jsou tyto stroje využívány v situacích, kdy si pracovník sám dřevo nakácí a poté i vyklidí. V malých porostech či při nižších přibližovacích vzdálenostech lze těmito prostředky přibližovat dřevo přímo na odvozní míst, čímž odpadá potřeba sítě vyklizovacích linek. Ačkoli se práce s těmito stroji může zdát snadná, není tomu tak a k jejich obsluze a bezproblémovému chodu je zapotřebí zkušená a dobře proškolená obsluha. (Neruda a kol., 2013)

5.1.1 Lesan 50

Lesní pásový vytahovač (železný kůň) pohání zážehový agregát o výkonu 8 kW. Tento je pohonem pro pás podvozku i jednobubnový naviják. Naviják o tažné síle 30 kN je schopen navíjet rychlostí 0,3 m/s. Standartní průměr lana je 8 mm. Vyrábí se i verze s dvoububnovým navijákem. Při přesunu je ovládán portálovou rukojetí pracovníkem jdoucím vedle stroje. Naviják lze ovládat přímo rádiově na dálku. Rychlost pojezdu je 4 km/h. (Neruda a kol., 2013)

5.1.2 Husqvarna PRO 5 HP

Husqvarna PRO 5 HP je pásový tahač (železný kůň) konstrukce umožňující svazkování dříví i jeho přibližování na kratší vzdálenosti. Podvozek je opatřen dvojicí pryžových pásů se zpevňující vložkou. Směrové řízení je pomocí oje spojené s kuželovými spojkami pásů. Při natočení stroje na stranu dochází k brždění daného pásu a tím k zatáčení stroje. Pracovník při pohybu stroje kráčí před ním nebo za ním a oj přidržuje. Stroj je vybaven zážehovým agregátem o výkonu 4 kW, který pohání pojezd i naviják. Maximální rychlost pojezdu je 5 km/h. Jednobubnový naviják pojme 30 m lana o tloušťce 8 mm. Stroj je vybaven otočným oplnem se sklopnými klanicemi, s jehož pomocí lze lépe přepravovat dříví ve svazku. Maximální objem taženého kusu je 0,75 m³. (Neruda., 2013)

5.1.3 Železné koně firmy Lennartfors



Švédský výrobce lesnických strojů Lennartfors AB, se sídlem ve městě Arjang byl založen roku 1947 a dnes se zaměřuje především na menší lesnickou techniku určenou spíše pro hobby a

*Obrázek 8 Lennartfors Classic,
(www.lennartfors.com)*

farmářské užití. Výrobní program této firmy představuje řadu pásových pil, železné koně a drobné forwardery.

Firma nabízí dvě řady železných koní Classic a Flex v různých variacích dle volitelné výbavy.

5.1.4 Lennartfors Edice Classic

Stroj je vybaven benzínovým agregátem značky Honda GX160 o výkonu 5,5 koní nebo Honda GX270 o výkonu 9 koňských sil. Stroj je vybaven vodící tyčí pro řízení a navádění stroje v terénu, dvojitou boggie nápravou, brzdou, variátorem, pohonem vpřed a vzad a uzávěrkou diferenciálu. Dále lze stroj osadit držákem na motorovou pilu, bedničkou na nářadí, manuálním navijákem s 10 m lana nebo motorovým navijákem s 20 m lana o tažné síle 7/10 kN. (www.lennartfors.com, 4/2017)

5.1.5 Lennartfors Edice Flex



Obrázek 9 Železný kůň Lennartfors edice Flex (www.lennartfors.com)

Tento stroj je poháněn motorem Honda GX270 o síle 9 koní. Stroj je taktéž vybaven vodící tyčí s pozicí pro převoz, dvojitou nápravou typu boggie, brzdou, variátorem, pohonem dopředu i vzad, uzávěrkou diferenciálu. Navíc je však osazen speciální mechanickou platformou pro připojení příslušenství. Mimo manuální a motorový naviják o kapacitě 10/20 m lana lze využít stroje zvýšením o jednotku integrovaného systému řízení a

hydraulické čerpadlo. K hydraulice lze připojit doplňky jako je teleskopická hydraulická ruka s drapákem či menší lžíce pro manipulaci sypkých materiálů.

Parametry železného koně:

Tabulka 4 Parametry železných koní Lennartfors

Délka	1780 mm
Výška	1080 mm
Šířka	1560 mm
Váha	328-454 kg (dle modelu, bez adaptérů)
Max. váha manipulovaného kusu	700-1200 kg
Maximální rychlost	9 km/h
Pojzdový tlak na povrch	0,15 kg/cm ² (při váze manip. kusu 500 kg)
Kapacita nádrže	3,6/6 l (dle typu)

(www.lennartfors.com, 4/2017)

Nejdůležitější adaptéry pro železné koně firmy Lennartfors:

Hydraulická ruka – Hydraulickou integrovanou teleskopickou ruku lze namontovat na železné koně řady Flex. Design ruky je navržený tak, aby stabilita celého stroje nebyla narušena.

Tabulka 5 Hydraulická ruka Lennartfors

Dosah	550-2150 mm
Délka výsuvných částí	1600 mm (2x800mm)
Síla zdvihu	220-800 kg
Maximální úhel zdvihu	70°
Maximální úhel rotace	122° (+- 61°)
Váha	690 kg

5.1.6 Železný kuň Kapsen

Hydraulicky poháněný pásový stroj KAPSEN je českým výrobkem, určeným do lesního provozu. Může být plně řízen pomocí dálkového ovládání LINUS 4, kterým lze ovládat pohyb a rychlost stroje, naviják nebo sklopný štít. Díky velké průchodnosti terénem a nízkému tlaku na půdu je využíván v porostech s neúnosnou půdou, jako jsou rašelina a mokřady. Vylepšený KAPSEN 18 je vybaven inovativními prvky, které usnadňují práci při přibližování dřeva: ventil regulovaného odvíjení umožňuje současně jízdu stroje a odvíjení lana z navijáku a druhým vylepšením je montáž dorazové vany pro snadnější nakládání břemena. (www.lesni-technika.cz, 4/2017)



Obrázek 10 Kapsen RC 18 v prostředí ŠLP (archiv autora)

Od roku 2014 jsou v nabídce dvě provedení stroje, se standardním ovládáním ojí a nově s rádiovým řízením.

Stroj o hmotnosti 690 kg je nesen na kolech z gumy o rozměrech 5x8. Gumové kurty pásu s osmi plátny mají sílu 12 mm a šíři 400 mm. Příčnický na záběrových pásch jsou konstruovány tak, aby byla snížena možnost uklouznutí stroje na zledovatělém terénu. Stroj je ovládán pomocí oje, ze které je možná i regulace rychlosti pojezdu až do 6 km/h. Dříví je vyklizováno a přibližováno navijákem poháněným hydromotorem, jenž je ovládaný pákovým rozvaděčem.

Dvacet metrů dlouhé lano, nesené na bubnovém navijáku, je vedeno přes ocelové kladky uložené na ložiscích na pevném rameni. Rameno umožňuje vložení kmene do oplenu, který je vybaven ozubeným příčnickem zabraňujícím skluzu dřeva z podvozku. Stroj je vybaven hydraulickými zámky pojezdu pro bezpečné zastavení stroje bez následného ujždění (např. v prudkém svahu). (Lesnická Práce 6/2007)

Tabulka 6 Železný kůň Kapsen

Délka	2000 mm
Výška	1650 mm
Šířka	1200 mm
Váha	690 kg
Tažná síla	1000 kp
Maximální rychlost	4-6 km/h
Kapacita nádrže	6 l

Další alternativu pro vyklizování a manipulaci s dřívím stroji české provenience představují stroje firmy Engineering Blatna s.r.o

5.1.7 Sortiment železných koní firmy Engineering Blatná

Tabulka 7 Železné koně firmy Engineering Blatná s.r.o

Model	MK 13	MK 15	MK 18
Motor	Briggs and Stratton Vanguard 13HP, benzín 1 válec	Kohler CH 15 pro, 15HP, benzín, 1 válec	Kohler CH 18 pro, 18HP, benzín, 2 válce, V - twin
Hydraulický systém	Plně hydrostatický pohon	Plně hydrostatický pohon	Plně hydrostatický pohon
Rychlost pojezdu	4 km/h	4-6 km/h	4-6 km/h
Rychlost/síla navijáku	40 m/min, 10 kN	40 m/min, 10kN nebo 20 m/min, 13kN	40 m/min, 10kN nebo 20 m/min, 13kN
Ovládání stroje	Vysílačkou ovládané pracovní funkce-naviják, štít, pracovní otáčky a start motoru. Ruční vedení pojezdu v obtížně dostupném terénu. Volitelné proporcionální řízení hydraulicky, včetně pojezdu stroje ovládaného vysílačkou	Vysílačkou ovládané pracovní funkce-naviják, štít, pracovní otáčky a start motoru. Ruční vedení pojezdu v obtížně dostupném terénu. Volitelné proporcionální řízení hydraulicky, včetně pojezdu stroje ovládaného vysílačkou	Vysílačkou ovládané pracovní funkce-naviják, štít, pracovní otáčky a start motoru. Ruční vedení pojezdu v obtížně dostupném terénu. Volitelné proporcionální řízení hydraulicky, včetně pojezdu stroje ovládaného vysílačkou
Svahová dostupnost	36	45	45
Šířka pásů	40 cm	40 cm	40 cm
tlak na půdu	prázdný 1,2 N/cm ² , plně zatížený 2,1 cm/m ²	prázdný 1,2 N/cm ² , plně zatížený 2,1 cm/m ²	prázdný 1,2 N/cm ² , plně zatížený 2,1 cm/m ²
Rozměry celkové d/š/v	2600/1200/1350 mm	2600/1200/1350 mm	2600/1200/1350 mm

5.1.8 Motorový kůň MK 18 RC



Obrázek 11 MK RC 18 v prostředí ŠLP (archiv autora)

Tento konkrétní model byl součástí praktické části práce.

Motorový kůň je stroj primárně určený zejména pro práci v lesních podmínkách pro svazkování a přibližování dříví z úmyslných i nahodilých těžeb. Výrobce uvádí, že stroj je schopen přiblížit výřez o objemu 1- 1,2 m³, cca 800 až 1000 kg váhy. (www.engineeringlatna.cz, 4/2017)

Motorový kůň s rampovacím štítem je kompaktní zařízení, které se skládá ze dvou základních částí:

5.1.9 Pohonná jednotka

Pohonná jednotka obstarává mobilitu celého zařízení. Spalovací benzínový čtyřdobý motor KOHLER s výkonem 18 HP, jedním válcem (respektive dvěma) zajišťuje dostatečný výkon. Elektrický startér je uložen podélně v přední části stroje před přední nápravou, což zajišťuje zvýšenou odolnost vůči překlopení celého stroje při nadměrném zatížení, tedy vyvinutí příliš

velké síly v tažném laně. Veškerá mobilita a pracovní funkce jsou dosaženy hydropohony. Spalovací motor je přímo osazen dvěma společně propojenými zubovými čerpadly. Čerpadla svým výkonem zásobují hydromotory tlakovým olejem, který zajišťuje veškeré pracovní pohyby a funkce.

5.1.10 Pásový podvozek

Pásový podvozek skládající se ze tří náprav (jedné hnací a dvou hnaných) zajišťuje pohyb celého stroje. Rotační hydromotor obstarává pohon každého z hnaných kol. Táhla, jež zajišťují ovládání těchto hydromotorů přes pákový hydraulický rozvaděč, jsou součástí řídicí oje. Nádrž na hydraulický olej o objemu 25 litrů je umístěná do podvozku stroje.

Primární pracovní funkce stroje jsou dvě. Odvíjení a zpětné navíjení lana a spouštění a opětné zatažení rampovacího štítu. Spouštění a opětné zatažení rampovacího štítu je uskutečněno přímočarým hydromotorem, zatímco odvíjení a zpětné navíjení tažného pracovního lana rotačním hydromotorem. Obě pracovní funkce stroje jsou vykonávány s využitím dálkového ovládání tlačítka, jimiž je vybavena přenosná krabička dálkového ovládání. Tlačítka slouží k dálkovému elektrickému ovládání 12 V cívek elektrohydraulických rozvaděčů, servopohonu plynu motoru a startéru motoru.

5.1.11 Pracovní příslušenství

Pracovní příslušenství je velmi důležitou součástí stroje, protože násobí užité možnosti stroje a jeho využitelnost.

5.1.12 Rampovací štít

Rampovací štít je adaptérové zařízení s funkcí maximální aretace stroje při pracovní činnosti. Se záběrem 1000 mm poskytuje motorovému koni dostatečnou stabilitu vůči vlastnímu posunutí při přibližování dřeva. Je navíc navrhnut tak, aby při své činnosti využil maximální výkon na tažném laně. Právě při převodu lana přes kladku umístěnou v horní oblasti štítu dochází k jeho samovolnému přitlačování k povrchu terénu, čímž se snižuje pravděpodobnost pohybu stroje směrem k přibližovanému dříví. Jako nedílná součást štítu jsou také umístěny nízké klanice, které mohou částečně fixovat uchopený a přiblížený materiál při jeho odtažení z manipulačního prostoru. Tento úkon lze provést po předchozím přitažení materiálu k čelu rampovacího štítu a jeho následném sklopené do přepravní polohy.

O sklápění a vysunování štítu se stará přímočarý hydromotor, který se aktivuje s pomocí dálkového ovládání. Bezpečnostní drátěný kryt je neoddelitelnou částí štítu.



Obrázek 12 MK RC 18 se sklopeným štítem navijáku (archiv autora)

5.1.13 Lanový naviják

Lanový naviják s kapacitou 45 m válcovaného lana o průměru 6,3 mm nebo 35 m lana o průměru 8 mm. Lanový naviják je umístěn v pomocném rámu mezi motorem a štítem. Osa bubnu navijáku je osazena v kolmém směru na podélnou osu stroje. Rotační hydromotor obstarává pohon navijáku, přičemž odvíjení a zpětné navíjení je aktivováno pomocí tlačítek dálkového ovládání.

5.1.14 Přídavné zařízení

Ke stroji vybavenému přídavným hydraulickým okruhem existuje možnost připojit další nářadí, které je poháněno tlakovým olejem. Kupříkladu jsou to tlakové hydraulické nůžky, postřikovač k chemickému ošetření kultur a porostů, štípačka na dřevo, půdní vrták pro výstavbu oplocení a individuální výsadbu, sypač a jiné. Tato adaptérová zařízení mnohonásobně zvyšují užitnost stroje. Připojení těchto zařízení je umožněno pomocí rychlospojek. Ovládání okruhu je možné vysílačkou – po přestavení směru toku oleje kulovými kohouty tlačítka funkce navijáku. Při stisknutém tlačítku odvíjení v době cca 5

vteřin zůstane tato funkce aktivní, čímž je cesta tlakového oleje otevřená pro přídavná zařízení, která jsou opatřena svým vlastním pracovním rozvaděčem. Deaktivace dodávky tlakového oleje do přídavného okruhu se provádí stiskem jednoho z tlačítek ovládání navijáku. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

Tabulka 8 Parametry železného koně MK 18

Délka	2600 mm
Výška	1200 mm
Šířka	1500 mm
Váha	890 kg
Tažná síla	1000 kg
Maximální rychlost	4-5 km/h
Rychlost navíjení	0,5 m/s
Kapacita nádrže	11 l
Palivo	Natural 95
Motorový olej	Briggs and Stratton 4-cycle 1,4 l
Hydraulický olej	HMF 46 (Naturelle HF-E 46) 25 l
Akumulátor	12 V, 30 Ah
Spotřeba	1,5-2 l/mth

5.2 Spuštění, pohyb, obsluha a údržba stroje MK RC 18

5.2.1 Start

Před spuštěním motoru je zapotřebí přezkontrolovat předepsaný stav provozních kapalin. Konkrétně tedy hladinu oleje ve skříní motoru, množství paliva v nádrži. Provoz motoru je třeba provádět v souladu s jeho provozní knihou. Hlavní součástí údržby je pravidelná výměna motorového oleje předepsaná výrobcem dle odpracovaných motohodin a důsledné čištění vzduchového filtru. Spuštění motoru je možné provést tlačítkem dálkového vysílače nebo klíčkem. Po zahřátí motoru je možno zvýšit otáčky na pracovní úroveň.

5.2.2 Pojezd

Pohyb stroje v prostoru obstarávají rotační hydromotory, jimiž jsou osazena obě hnaná kola. Jejich funkci zajišťuje tlakový olej dodávaný pomocí pákových rozvaděčů, jež je možné ovládat vodící rukojetí. Systém táhel je synchronizován s logickými pohyby vodící rukojeti takovým způsobem, že při jejím natočení vykoná stroj pohyb příslušným směrem. Pro pohyb kupředu je nutné zatáhnout za vahadlo ovladače, naopak pro pohyb směrem vzad je potřeba vahadlo zatlačit. Konstrukce ovládání obsahuje tzv. systém „mrtvý muž“. Tento systém zajišťuje, že při upuštění vahadla obsluhou se stroj pohybující v manipulačním prostoru

samovolně zastaví. Za užití vodicí dopravní rukojeti se stroj dostane do optimální vzdálenosti a polohy k dříví. Tento pohyb je vykonáván při složeném rampovacím štítu.

5.2.3 Přibližování



Obrázek 13 Dálkové ovládání RC (archiv autora)

Po ustavení stroje do polohy vhodné pro manipulace musí obsluha umístit rukojeť do fixační polohy. Je nutné před započítím operace přibližování provést aretaci stroje vůči přibližovanému kusu sklopením štítu do pracovní polohy. Poté může začít s přibližováním kusu pomocí navíjení pracovního lana na buben. Obě dvě pracovní funkce ovládá operátor stroje pomocí čtyř tlačítek dálkového ovladače. Lano: odvíjení, navíjení. Štít: vyklopení, zatažení. V systému tzv. „mrtvého muže“ jsou všechny pracovní funkce vykonávány pouze při stisknutí příslušného tlačítka. Po přiblížení manipulovaného kusu ke štítu obsluha zavěsí tento pomocí řetězových úvazků do závěsných vidlic a sklopí štít do polohy pro přepravu. S takto nachystaným strojem naloženým kusem může operátor zahájit pohyb pomocí pojezdu stroje. Je nezbytně nutné, aby se operátor stroje, v každém okamžiku manipulace s kusem, nacházel v bezpečném prostoru. Tedy tak aby nemohlo v žádné situaci dojít ke kontaktu obsluhy s vlečeným kusem či zasažení náhodně uvolněným lanem. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.2.4 Podrobný popis přídavných zařízení

Stroj může být vybaven přídavným hydraulickým okruhem ovládaným po přestavení kulových ventilů tlačítka vysílače pro ovládání navijáku.

5.2.5 Drapák

Jde o adaptér vhodný zejména pro úklid klestu, připojitelný na rampovací štít. Slouží ke sběru a přibližování klestu v probírkách. Rozevření kleští ovládané rádiovým dálkovým ovládaním dosahuje až 130 cm. Připojení rychlospojkami. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.2.6 Vyvážecí vozík

Slouží k odvozu dřeva k místu expedice. Vyvážené dřevo nedochází do kontaktu s půdním povrchem a není tak znečištěno v procesu přibližování. Naložení nákladu se uskutečňuje pomocí sklopných klanic s kladkami a navijáku. Není tedy potřeba pomoci druhé osoby. Délku oje pro přepravu dříví lze nastavit v rozmezí 3-10 m. Maximální nosnost vozíku je 1500 kg.

5.2.7 Vyvážčečka

Slouží k odvozu dřeva k místu expedice. Nebržděná vyvážecí souprava o nosnosti 1500 kg. Hydrostatický pohon je napojen na okruh železného koně. Boggie kola zajišťují dobrou průchodnost terénem a nízký pojízdný tlak na povrch. Připojení se provádí pomocí rychlospojek. Souprava je schopná přepravovat dříví do 5 m délky. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.2.8 Půdní vrták

Vhodný pro vrtání děr pro sloupky oplocení pro ochranu mladých kultur a jamkování pro výsadbu. Maximální průměr vrtaných otvorů je 25 cm a hloubka 100 cm. Vrták je poháněn hydrostaticky a jeho připojení se provádí pomocí rychlospojek. Připojení k rampovacímu štítu zajišťují dva čepy. Posun vrtáku je zajištěn ručně. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.2.9 Nesený postřikovač

S nádrží o objemu 200 až 600 l je tento adaptér určen zejména do lesních školek a nově zalesněných kultur, které jsou těžko dostupné pro rozměrnější kolovou techniku. Čerpadlo postřikovače pracuje nezávisle na pojezdu stroje a je poháněno hydrostaticky. Adaptér nabízí možnost připojení 1 až 4 cívek s hadicemi a koncovkami pro postřik kultur či pasek ať už pesticidními nebo nepesticidními přípravky. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.2.10 Sněhová radlice

Může být připojena na rampovací štít. Pro obsluhu této 1,7 m široké radlice není třeba další pohon. Tento adaptér pomůže rozšířit využitelnost stroje zejména v zimních měsících pro úklid sněhu. (www.engineeringblatna.cz, 4/2017)

5.3 Pracovní postupy pro využití malých pásových tahačů

Postup soustředování je takový, že nejdříve soustředíme kmeny (výřezy ležící) na lince a blízko linky, a poté se postupuje k nejbližším místům porostu. Nutné je směrové kácení. Nikdy se nevyklizuje přes ležící kmeny, a kmeny neležící v ideálním směru vyklizování se do něj nejprve přetočí. (Neruda a kol., 2013)

5.3.1 Vyklizování dříví pásovými tahači s jednočlennou posádkou

Při tomto způsobu soustředování dříví plní traktorista funkci strojníka i pomocníka. Dříví lze vyklizovat po jednom kuse či metodou sběrného lana. Pro volbu způsobu práce je důležitý způsob ovládnutí navijáku – ruční nebo dálkový.

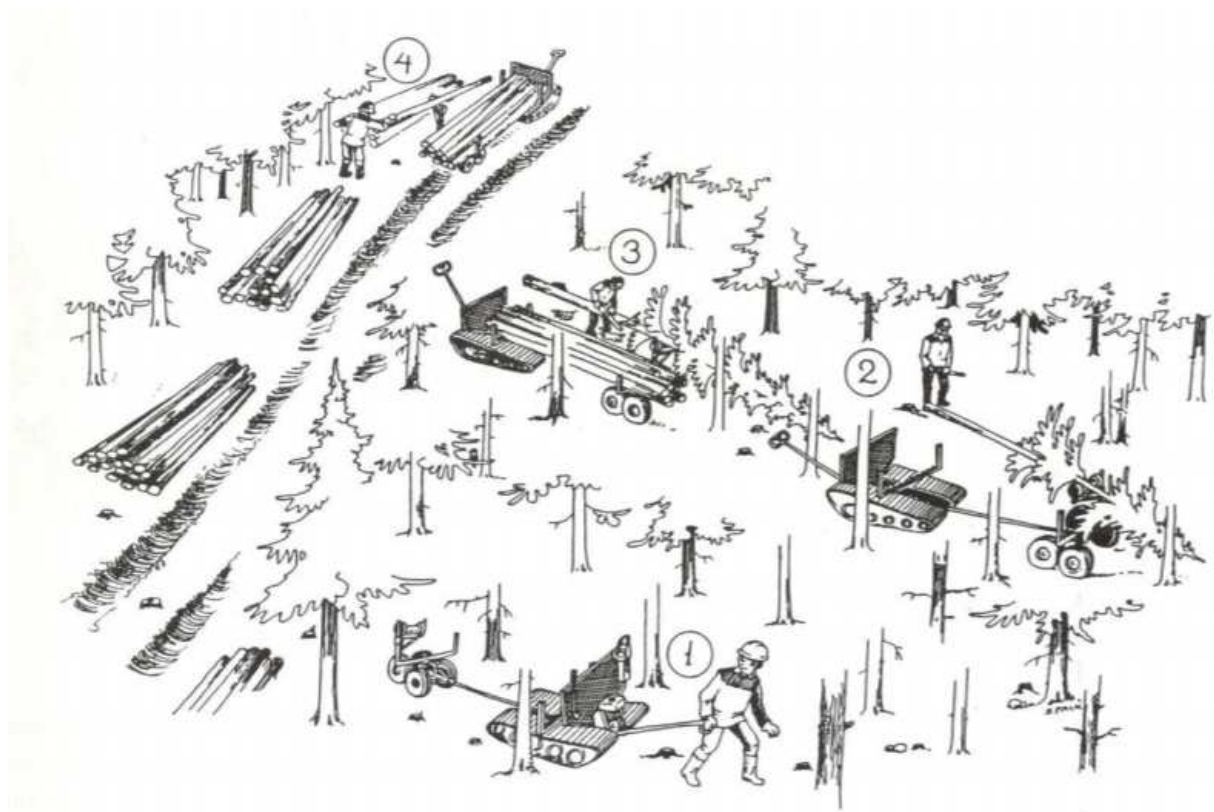
5.3.2 Vyklizování dříví ručně ovládaným navijákem

Traktorista pojezdem umístí stroj na vhodné místo a zabezpečí jej proti nežádoucímu pohybu. Vytáhne lano ke kusu (kusům) určeným k vyklizování a pomocí úvazku upne lano. Vráť se zpět, zapne náhon navijáku a sleduje průběh vyklízení. V případě zaklesnutí vyklizovaného kusu zastaví navíjení lana, lano povolí a kus vhodným způsobem uvolní či nasměruje. Po přitažení kusu jej odpojí a proces se opakuje. (Neruda a kol., 2013)

5.3.3 Vyklizování dálkově ovládaným navijákem

Operátor přijede se strojem na vhodné místo a zabezpečí jej proti nežádoucímu pohybu. Uvede ovládnutí do pohotovostního stavu a pokud to neprovedl dříve, provede funkční zkoušku zařízení. Uvolní lano a vytáhne jej ke kusu (kusům) určenému k vyklizování. Pomocí úvazku upne kus k lanu. Po odstoupení do bezpečné vzdálenosti zapne pohon navijáku a sleduje průběh navíjení. V případě zaklesnutí kusu vypne navíjení, uvolní lano a poté i zaklesnuté dříví. Po přitažení kusu jej odpojí a proces se opakuje. (Neruda a kol., 2013)

5.3.4 Návrh pohybu v terénu při prvním zásahu v probírce za pomoci železného koně dle Sennblada (1993)



Obrázek 14 Pohyb železného koně při první probírce dle Sennblada (Sennblad, 1993)

1. Operátor najede 30-50 m do porostu podél okraje oblasti zásahu a otočí se i se strojem
- 2-3. Stroj je přiblížen ke stromu označenému k těžbě. Strom je pokácen a odvětven za užití vyvážecího vozíku jako pracovní opory. Navalením přes vozík obsluha naloží rozřezaný odvětvený strom a pokračuje k dalšímu.
4. Stroj se pojezdem přesune k odvozní cestě a je vyložen.

6 METODIKA

Tato bakalářská práce se sestává ze dvou částí. První – teoretická část se snaží v daných mezích nastínit zvolenou problematiku na základě studia doporučené literatury, ústních informací, popřípadě obrázků vlastních nebo dostupných na internetu. Druhou – praktickou část tvoří výsledky měření v terénu zpracované elektronicky. Ke konečnému výsledku autor použil metodický postup, jenž by se dal rozdělit do tří částí.

6.1 První fáze: Přípravné práce

Přípravné práce probíhaly nejprve vyhledáním osob pracujících z danými technologiemi a ověření možnosti provedení výzkumu. Poté bylo nutné zajistit potřebné pomůcky a nástroje pro měření a sběr dat. Výbava běžná lesnickému provozu jako je pásma, metr, tabulky na kubírování dříví, lopata, fotoaparát aj. byla zajištěna z vlastních zdrojů. Stroje určené k specializovaným činnostem, jako je měření tepu koní a pracovníků, či měření momentálního tlaku na půdu, bylo nutno zapůjčit na ústavu lesnické techniky MENDELU v Brně, za velmi ochotné asistence zaměstnanců MENDELU prof. Ing. Jindřicha Nerudy CSc., Ing. Tomáše Zemánka, PhD., Ing. Pavla Nevrkly, a Ing. et Ing. Jiřího Kadlece PhD.

6.2 Druhá fáze: Vlastní měření

V reálných lesních podmínkách byla zkoumána fyzická zátěž pracovníka při práci s živým koněm a při práci s koněm železným. Oba prostředky byly zkoumány v prostředí stejného porostu. V průběhu prvních tří měření byl změřen a zaznamenán tep a procento nasycení krve kyslíkem u kočího pracujícího s koněm v průběhu jejich pracovní doby. U vlastního koně byl zaznamenáván pouze tep. Jelikož pracovní výkon člověka i koně závisí na váze a věku byly i tyto poznačeny. Autor práce si všímal způsobu rozdělení práce, nutných mezičasu a příprav nezbytných k dopravě do porostu a z něj.

Autor provedl rozdělení činnosti vyklizování dříví na jednotlivé segmenty a u nich provedl časové měření u obou uvedených metod. Byla zkoumána nebezpečnost práce pro obsluhu, pravděpodobnost vzniku pracovního úrazu.

Byl zaznamenán denní výkon pracovníka: v tomto případě objem dříví za časovou jednotku a spotřeba pohonných hmot nutná k jeho vytvoření. Denní výkon je vsazen do kontextu terénních podmínek, způsobu manipulace dříví, jeho hmotnosti a vyklizovací vzdálenosti.

Autor sledoval způsob pohybu v rámci porostu a trajektorie prostředků i obsluhy. Všímal si limitujících faktorů u obou technologií.

V obou částech porostu bylo provedeno terénní šetření škod způsobených danými prostředky. Byl zkoumán vliv prostředku na půdní povrch v porostu a na přibližovacích linkách. Taktéž byl poznačen stupeň poškození stromů v porostu zejména oděrků na spodní části kmene a kořenovém náběhu.

Pomocí specializovaného přístroje Handy 3020 byl zjištěn měrný tlak koňského potahu na půdu a půdní tlaky prázdného a naloženého stroje MK 18 RC.

Autor zjistil základní ekonomické vstupy u obou technologií, jejich předpokládanou návratnost, provozní náklady, možnosti využití mimo lesní prostředí).

6.3 Třetí fáze: Zpracování, vyhodnocení dat a prezentace výsledků

Získaná data autor zpracoval pomocí textových a číslcových editorů Microsoft Word a Microsoft Excel. Data z přístrojů na měření tepu a půdních tlaků bylo nutno zpracovat pomocí specializovaného softwaru. Výsledky šetření a měření jsou prezentovány v následující kapitole.

7 METODIKA MĚŘENÍ

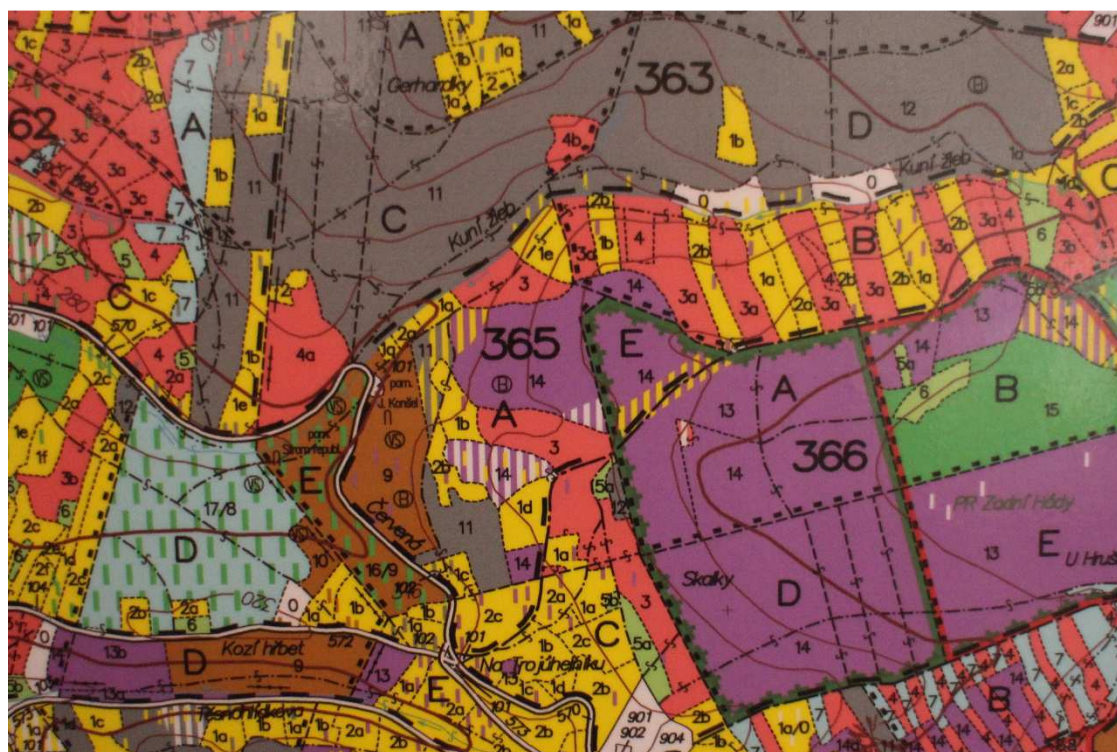
7.1 Rekognoskace terénu



Obrázek 15 Porost 365 B 3 a před zásahem (archiv autora)

Obrázek 16 Porost 365 B 3 a po těžbě (archiv autora)

Samotná série měření se odehrála na polesí Bílovice nad Svitavou. Před započítím jsme s panem prof. Nerudou a hajným místního úseku provedli prohlídku porostu. Veškeré informace týkající se porostu a hospodaření na úseku ochotně poskytl THP daného úseku. Lesník obhospodařující úsek Hády již několik let nám poskytl cenné informace celkově o hospodaření firmy od zalesňování přes těžbu až po zpracování dřeva. Porost 365 B 3 a nabízel vhodné terénní podmínky pro porovnání obou prostředků.



Obrázek 17 Situace na mapě s porostem 365 B 3 a (archiv autora)

Smrkový porost s příměsí borovice, modřínu a habru se nachází asi jeden kilometr od lesní asfaltové cesty vedoucí od hájenky polesí Bílovice nad Svitavou kolem Resslerovy hájenky a ústící na komunikaci I třídy z Ochozu u Brna do Líšně. Lesní cesta je celoročně přístupná a je ve stavu umožňujícím průjezd osobním automobilům. Zde jsme zaparkovali a dále jsme pokračovali pěšky po nezpevněné lesní cestě až k porostu. Cesta vykazovala známky předchozího poškození přiblížováním (vyjeté koleje) a počáteční vodní eroze. Bylo zřejmé, že zejména při větších srážkách se její únosnost snižuje. Sledovaný porost se dělí na pět částí, z nichž dvě již byly po zásahu. Již první zběžný pohled na porost svazkovaný koněm naznačil, že přiřazený pracovník jedná rozvážně, s klidem a zkušeností. Běžným pohledem nebylo možno spatřit jediný strom poškozený těžbou nebo svazkovaním hmoty.

Od roviny cesty směrem doprava se rozprostíral porost v poměrně prudkém svahu. Na vrcholu toho svahu se pak nacházela menší rovná část. Navzdory velmi těsnému zápoji byly smrky zavětvené téměř až k zemi. Tento fakt spolu s absencí vyklizovacích linek velmi znesnadňoval a znepríjemňoval pohyb v porostu. První část porostu byla přibližně tvaru obdélníku v průměru 50 m široká a 300 m dlouhá, dotýkající se kratšími stranami na vrchní i spodní straně odvozních cest (nezpevněných) ve směru téměř perpendikulárním. Přibližovací linky vedly po obou stranách porostu. Vzhledem k velmi strmému svahu ovšem bylo nutné veškerou hmotu přibližovat až k odvozní cestě na vrchní či spodní straně porostu. Vyklizovací vzdálenost se tím velmi zvýšila. V porostu se kromě mechu v podstatě nevyskytoval podrost. Postup terénem zejména po dešti znepríjemňovaly také kameny, které jsou za mokra velmi kluzké a značně tak zvyšují riziko pracovního úrazu.

Informace z hospodářské knihy k porostu 365 B 3 a.

Tabulka 9 Porost 365 B 3 a

Oddělení	365	plocha	35,73 ha	LS	ŠLP Křtiny
Dílec	B		12,44 ha	LO	30-Drahanská vrchovina
Porostní sk.	3a		5,42 ha	LHP	1.1.2013 - 31.12.2022
Věk	23 let			Polesí	Bílovice n. Svitavou
HS	441			Úsek	Hády
Zakmenění	10				
obmýtí/obn.	90/30				
zásoba	144 m3/ha	cca 784 m3			
těžba		cca 173 m3			
výchovná	32 m3/ha				
Lesní typ	3B2	dřevina	%	výška (m)	výčetní tloušťka (cm)
LVS	3	sm	87	11	16
Terénní typ	31	md	10	13	17
Terénní skup.	F	hb	3	9	10

7.2 Metodika měření zátěže tažného koně při práci.



Obrázek 18 Slezský norik s kočím při vyklizování v porostu 365 B 3 a (archiv autora)

V této sérii tři měření byla zaznamenána tepová frekvence tažného koně v klidu a v průběhu pracovních operací v rámci vyklizování dříví. Měření probíhala ve dnech 13., 14. a 17. března. V porostu 365 B 3 a. Záznam byl pořízen přístrojem Sporttester POLAR RC3 GPS. Tento přístroj zaznamenává nejen tep zvířete, ale i jeho rychlost pohybu, nadmořskou výšku a teplotu. Přístroj se sestává ze dvou jednotek. Senzor odečítající tepovou frekvenci a samotný přístroj s GPS stanicí a pamětí, na kterou se ukládají naměřená data. Senzor pro měření je uložen na textilním popruhu s elektrodami, které zaznamenávají tepovou frekvenci. Tento pás je před začátkem měření nutno navlhčit lubrikantem pro lepší přenos elektrických signálů přes srst zvířete. Samotný přístroj je designován jako náramkové hodinky a je nutné jej umístit na postroj koně, pokud možno co nejbližší senzoru.

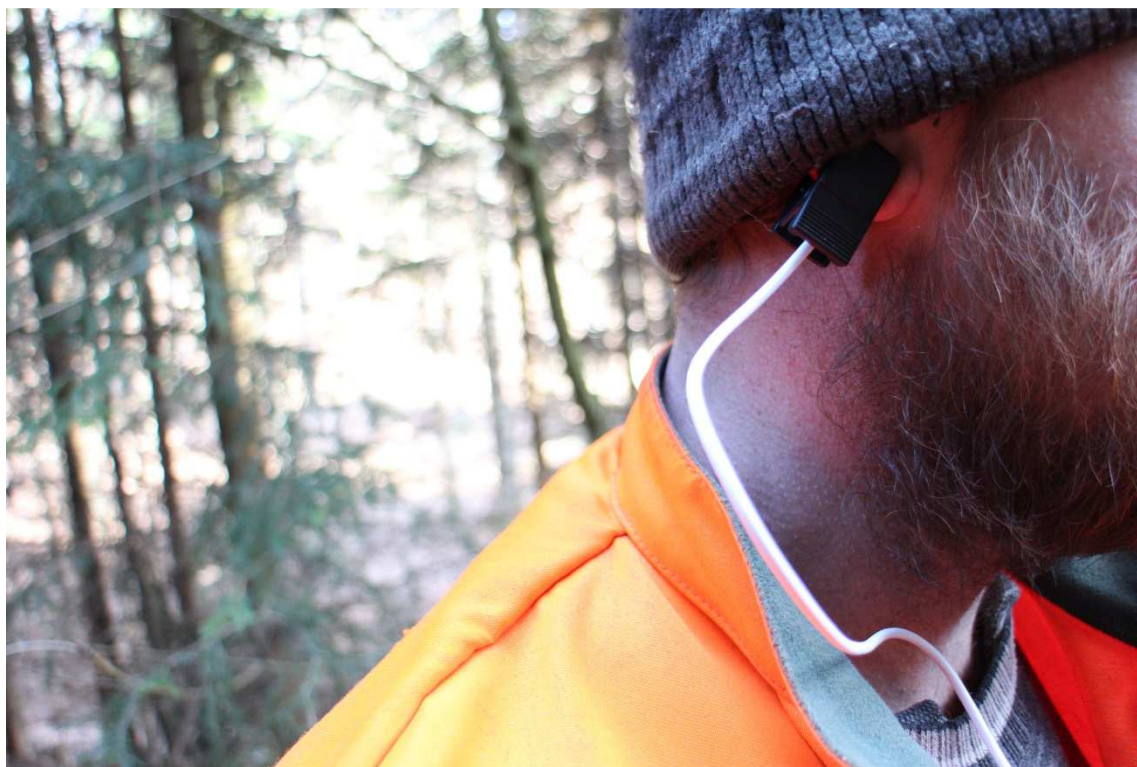


Obrázek 19 Přístroj Polar (archiv autora)

Obrázek 20 Přístroj Polar, snímač s elektrodami (archiv autora)

7.3 Metodika měření fyzické zátěže kočího při práci s koněm

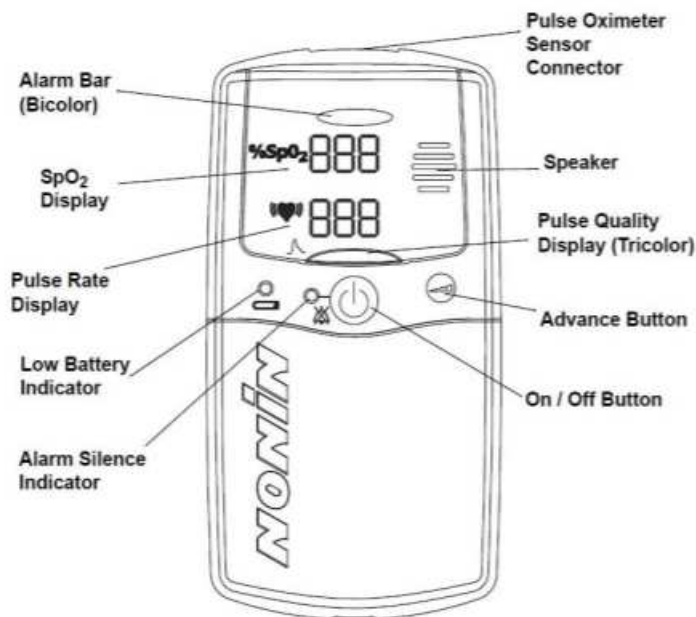
Údaje z toho měření byla získána přístrojem pro monitorování tepu a úrovně nasycení krve kyslíkem. Pulsní oxymetr Nonin PalmSA_t 2500 pracuje na optické bázi. Data jsou měřena s chybou 3 %. Přístroj určuje hladinu kyslíku v krvi pomocí měření absorpce červeného a infračerveného světla, které prochází tkání. Zachycené údaje jsou zobrazovány na displeji a uloženy do paměti přístroje. K měření je nutné ještě připojit k přístroji senzor. Ten je možné umístit na ucho či na prst sledovaného člověka. Pro účely tohoto měření byl použit ušní senzor. Výrobce uvádí možnou odchylku v měření 1 %. Mimo výše zmíněná data byla též poznačena váha, výška a věk obsluhy.



Obrázek 21 Ušní senzor oxymetru Nonin (archiv autora)

7.4 Metodika měření fyzické zátěže obsluhy při práci s železným koněm

Měření probíhalo pulsním oxymetrem, stejným způsobem jako u živého koně. Jako první byla zjištěna výška, váha a věk pracovníka. Pracovník obsluhující stroj byl v provozní lesnické praxi strávil většinu svého profesního života. S železným koněm MK 18 RC pracoval s přestávkami již půl roku a měl tedy jeho obsluhu dobře zvládnutou.



Obrázek 22 Oxymetr Nonin (archiv autora)

7.5 Metodika časoběrných měření pracovních úkonů.

Dalším sledovaným parametrem byla časová náročnost jednotlivých úkonů při vyklizování dříví. Pro tuto činnost bylo nutné rozdělit proces na několik částí a poté změřit pomocí stopky.

Pro účely toho měření bylo vyklizování rozděleno takto:

- 1. Chůze s koněm manipulovanému kusu** (začíná vykročením směrem k manipulovanému kusu a končí zastavením v přímé blízkosti dříví)
- 2. Uvázání kusu** (začíná otočením koně do směru dalšího pohybu, pokračuje vypřažením úvazku z háku rozporky a ovinutím úvazku kolem čepu (popř. čela) kmene, končí zaháknutím úvazku do háku rozporky a uchopením opratí)

- 3. Vlečení kusu na VM** (začíná povelom kočího směřujícím koně i s břemenem směrem k vývoznímu místu, končí zastavením na VM, v rámci této fáze je možné opakovat fáze 1 a 3 pokud po cestě leží další, vhodně nasměrovaný kus)
- 4. Uvolnění kusu** (začíná uchopením úvazku a jeho uvolněním, často je zde nutné udělit koni povel vzad (Curuk, huj) pro uvolnění napjatého řetězu, končí otočením koně do směru dalšího pohybu)

Autor si poznačil časovou náročnost těchto segmentů, a to v počtu 20 cyklů. Z nich pět bylo zaznamenáno na video.

7.6 Časoběrná měření práce s železným koněm

Pro účely tohoto měření byla práce s železným koněm rozdělena na tyto segmenty:

- 1. Pojezd k místu tvoření svazku** (jde o pohyb po odvozní cestě či vývozní lince nutný k uvedení stroje do místa vhodného k utvoření svazku hmoty, může obsahovat spuštění štítu navijáku, pokud je to nutné pro zvýšení stability)
- 2. Chůze s lanem k manipulovanému kusu** (začíná uchopením lana navijáku a spuštěním odvíjení lana, končí u manipulovaného kusu)
- 3. Uvázání kusu** (proces uvázání kusu do úvazku)
- 4. Tažení kusu** (zahájeno knoflíkem dálkového ovládní navijáku, u modelů bez RC musí obsluha jít zpět ke stroji a spustit navíjení přímo na něm, pohyb končí na VM vypnutím navíjení, v průběhu této operace lze připojit další kusy dříví)
- 5. Uvolnění kusu** (obsluha uvolní svazkovaný kus)

Autor si poznačil časovou náročnost těchto segmentů, a to v počtu 20 cyklů. Z nich pět bylo zaznamenáno na video.

7.7 Metodika porovnání dopadu práce na porost a půdní pokryv

Hlavním rizikem poškození stromů při přibližování jsou oděrky. Určitá část odřených stromů vznikne často již při těžbě (zejména ve vyšších hmotnostech), další možnost odření kmenů a kořenových náběhů vzniká v procesu přibližování dříví.

V této části výzkumu autor zjišťoval, jaké je procento odřených stromů a jaké velikosti jsou oděrky.

Další možný způsob poškození porostů představuje poškození lesní půdy. K poškození půdy dochází zhutněním a rýhami v hrabance či svrchních vrstvách půdy. Případně vyjetím kolejí.

Oděrky na stromech i poškození půdy byly sledovány v průběhu práce všech prostředků na celé ploše zásahu a výsledky byly zpracovány ve formě tabulky.

Tabulka 10 Metodika vyhodnocení poškození stromů a půdy

Poškození stromů (%)	
Prostředek	Užitý výrobní prostředek
Porost	
Bez poškození	bez zjevného poškození
do 10 cm ²	drobné odření povrchu stromu s plochou do 10 cm ²
do 100 cm ²	větší odření povrchu stromu s plochou do 100 cm ²
nad 100 cm ²	rozsáhlé odření povrchu stromu s plochou nad 100 cm ²
Poškození půdy (%)	
Bez poškození	humus nenarušen, bez zjevného poškození
Humus narušen	slabé poškození, humus je změněn ve svém uložení a skladbě svrchní vrstva půdy obnažena, ale nedotčena
Humus a svrchní vrstva promíchána	slabé poškození, humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány, struktura půdy zůstává nezměněna
Hlubkové poškození do 5 cm	poškození způsobené koly a pásy, do hloubky 5 cm
Hlubkové poškození do 5-15 cm	poškození způsobené koly a pásy, do hloubky 15 cm
Hlubkové poškození do 15-30 cm	poškození způsobené koly a pásy, do hloubky 30 cm

Vyhodnocení proběhlo dle uvedené tabulky sestavené na základě McMahonovy metody (Neruda a kol., 2013). Jedná se o procentuální odhad na celé ploše.



Obrázek 23 Poškození půdy po vyklízování koněm (archiv autora)

7.8 Metodika měření okamžitých půdních tlaků.

Toto měření probíhalo dle metodických pokynů poskytnutých panem Ing. Tomášem Zemánkem PhD. Data byla pořízena přístrojem MultiHandy 3020 od firmy Hydrotechnik GmbH. Sestava pro měření se sestává z půdních sond, kabeláže a samotného přístroje. Počet možných měření závisí na délce doby snímání. Při 30 vteřinové době jednoho záznamu je možné na přístroj uložit 14 měření. Sedm měření bylo zaznamenáno s vlečeným surovým kmenem o objemu 0,2 kubíku, sedm bez nákladu. Tento postup byl opakován u koně i u obou strojů (MK RC 18, Kapsen RC 18).

První sonda byla zakopána na lince do hloubky 15 cm, druhá přibližně jeden metr vedle, do



Obrázek 24 Půdní snímač přístroje MultiHandy 3020 (archiv autora)

hloubky 10 cm. Sondy byly uloženy vodorovně. Vzhledem k relativně velmi malé ploše koňského kopyta nebylo vždy snadné záznam pořídit a některé záznamy jsou prázdné nebo nevykazují dopad celé plochy koňského kopyta. Navádění koně (zejména při měření tlaku v zápřeži) bylo velmi náročné, a ne vždy se setkalo s úspěchem. Pro měření bylo vybráno místo téměř rovné s minimálním sklonem terénu.

Výkop byl proveden rýčem značky Fiskars. Pro lepší uložení sondy byla na dně výkopu vytvořena rýha, tak aby povrch sondy byl v jedné rovině se dnem výkopu. Po umístění sond byly tyto zasypany vykopanou zeminou, která byla jemně udusána. Přesné označení místa se sondou bylo označeno pomocí lesnického vyznačovacího spreje. Přístroj byl nastaven na záznam o délce 30 vteřin, což v některých případech stačilo pro dvojitý přechod (tam a zpět) přes sondy. Získaná data jsou údaje o tlaku v půdě, uvedené v barech. Tato data byla zpracována pomocí specializovaného licenčního softwaru. Výrobce uvádí chybu měření 0,2 %.

Povrchový tlak byl vypočten z podílu hmotnosti stroje (koně) a jeho styčné plochy v metrech čtverečních. U koně se plocha kopyta (změřená pomocí milimetrového papíru) pohybuje kolem $0,01 \text{ m}^2$, hmotnost byla podělena čtyřmi – předpokládá se rovnoměrné rozložení váhy na končetinách. Kapsen má styčnou plochu pásů $2 \times 140 \times 40 \text{ cm}$ tedy $1,12 \text{ m}^2$ u stroje MK je to pak $1,08 \text{ m}^2$. Vypočtené kg/m^2 byly převedeny na bary ($1 \text{ bar} = 10197 \text{ kg/m}^2$).



Obrázek 25 Měřič půdních tlaků MultiHandy 3020 (archiv autora)

7.9 Metodika měření emisí hluku železného koně

Hodnoty byly naměřeny u dvou strojů české výroby. MK RC 18 od firmy Engineering Blatná s.r.o a Kapsen RC 18 od firmy Reparoservis s.r.o.

Data byla nashromážděna digitálním měřičem úrovně zvuku Chauvin Arnoux C.A 834, s přesností $\pm 1,4$ dB. Měření probíhalo přímo u stroje na volné otáčky. Poté v plných otáčkách ve vzdálenosti 1 až 6 m od stroje, vždy po jednom metru dostupu. Tato měření emisí hluku byla snímána z boku a z přední strany stroje. Měření proběhla na strojích MK RC 18 a Kapsen RC 18. Běžný hluk v lese se pohyboval v rozmezí 50-60 dB.



Obrázek 26 Měřič úrovně zvuku CA 834 (archiv autora)

7.10 Metodika měření denního výkonu a nákladů na jeho vynaložení

Měření denního výkonu bylo provedeno spočítáním a zkubírováním všech kusů na VM. Vydělením počtu kusů počtem všech oddenků byla získána průměrná hmotnost. Pro naprosto zanedbatelnou příměs ostatních dřevin byly i tyto počítány jako dřevina hlavní. Příhodné podmínky umožnily přesně oddělit části porostu, dle použitých technologií.

Pro účely této úvahy byla uvažována akvizice za hotové a životnost prostředku 10 let. Počet pracovních dní pro výpočet byl uvažován 22 za měsíc. Tento přístup vychází z konkrétních příkladů v rámci měření této BP. Kočí měl koně ustájeného ve stáji i s krmením za 5000 Kč měsíčně. Ani jeden z pracovníků nefinancoval akvizici leasingem či úvěrem. Ani jeden z pracovníků nebyl plátcem DPH. Do úvahy byly promítnuty běžné předpokládané výdaje. Cena kování a očkování 330 Kč na měsíc. U koně železného výměna olejového filtru a oleje přibližně 500 Kč na měsíc. Výdaje na dopravu nejsou zahrnuty a dá se předpokládat, že budou podobné výše u obou technologií. Rovněž výdaje na drobné opravy v průběhu provozu stroje se předpokládají v podobné výši, jako náklady na případné veterinární ošetření. Spotřeba pohonných hmot uvedená u železných koní byla získána reálným měřením v terénu. Měření

proběhlo pomocí odměrných válců a předpokládaná chyba měření se pohybuje v rozmezí 0,05 l. Prvních pět dní měření proběhlo v podmínkách jednoho porostu. Další tři dny v porostu podobném jak průměrnou hmotností, tak terénem.

Měření denního výkonu probíhalo ve dnech 13., 14., a 17. března u koně živého.

20., 21. března a 28. dubna u železného koně MK RC 18

21. a 26. dubna u železného koně Kapsen



Obrázek 27 Železný kůň MK RC 18 (archiv autora)

8 VÝSLEDKY

8.1 Výsledky měření zátěže tažného koně při práci

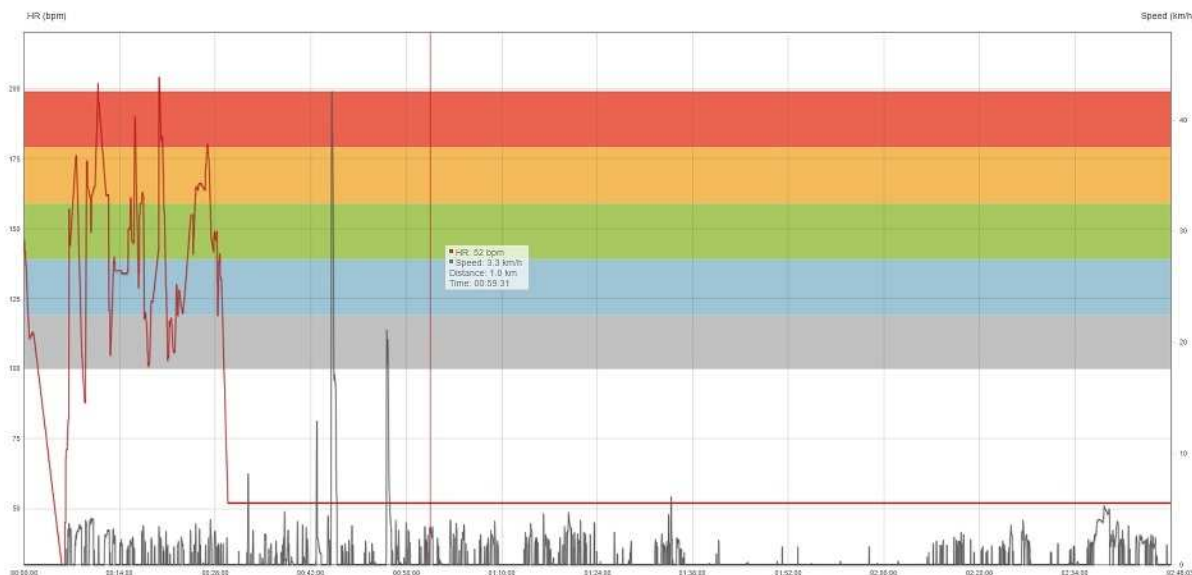
Po připojení na internetové stránky firmy Polar zpracoval software naměřená data.

13. březen

Tabulka 11 Záznam práce koně dne 13. března

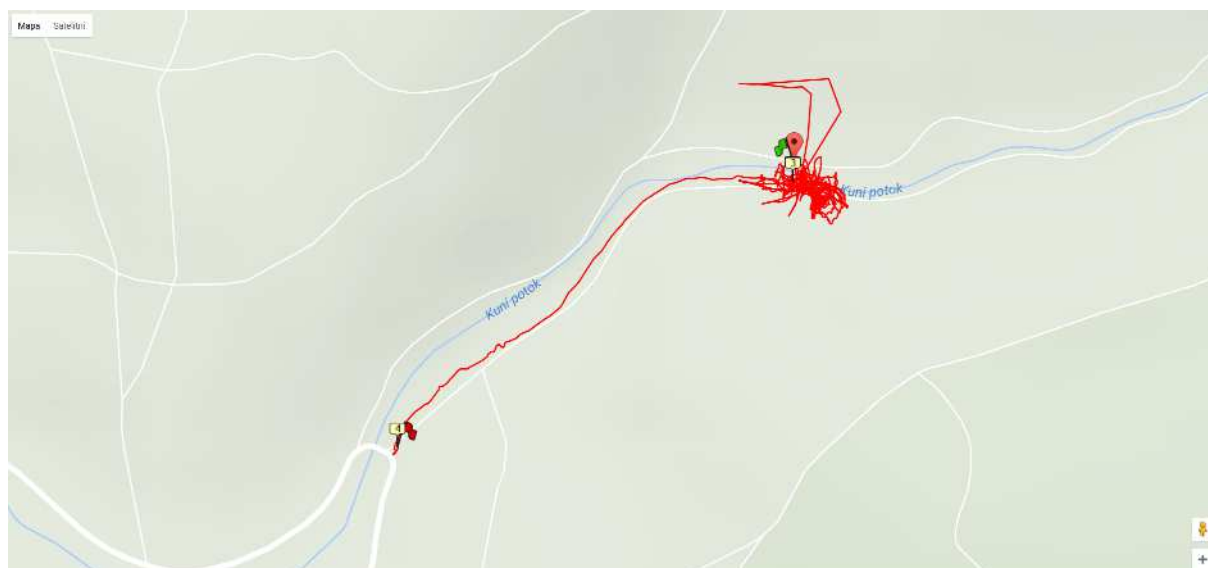
Čas	9:14	hod
Celkový čas	2:48	hod
Tepové minimum	45	t/m
Tepové maximum	166	t/m
Tepový průměr	137	t/m
Rychlost maximální	42	km/h
Rychlost průměrná	0,7	km/h
Celková vzdálenost	2,03	km
Nadmořská výška min.	299	m
Nadmořská výška max.	569	m
Nadmořská výška průměrná	359	m

Tep koně v průběhu práce dosahoval až 189 stahů za minutu.



Obrázek 28 Záznam průběhu tepu koně 13. března (záznam z přístroje Polar)

Přístroj zaznamenává pohyb pomocí GPS souřadnic.



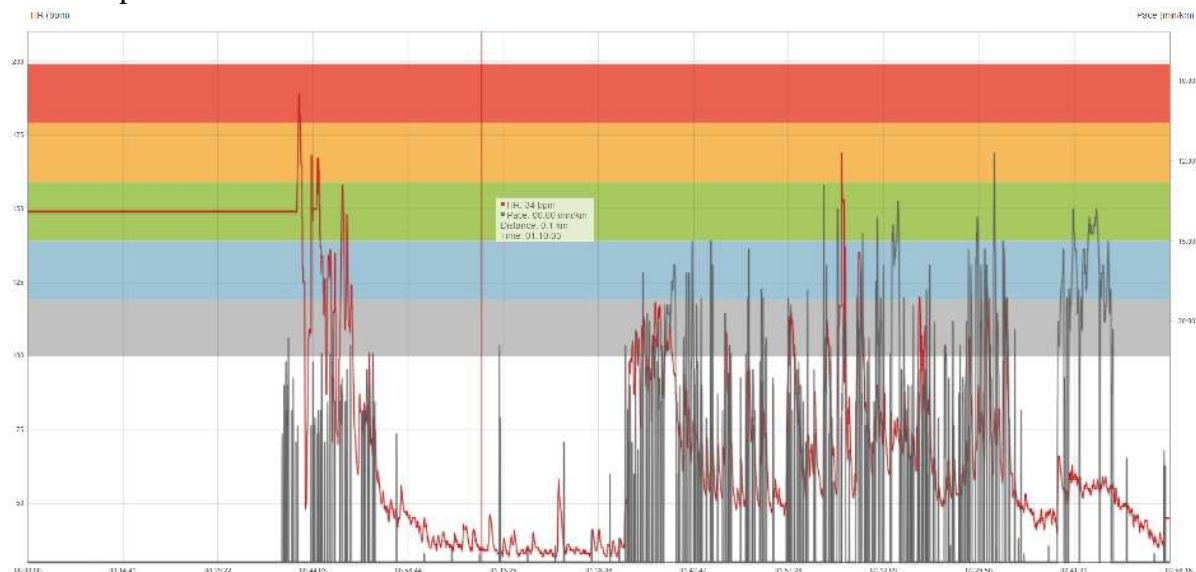
Obrázek 29 Trajektorie koně při práci 13. března (záznam z přístroje Polar)

Měření 14. března

Tabulka 12 Záznam práce koně dne 14. března

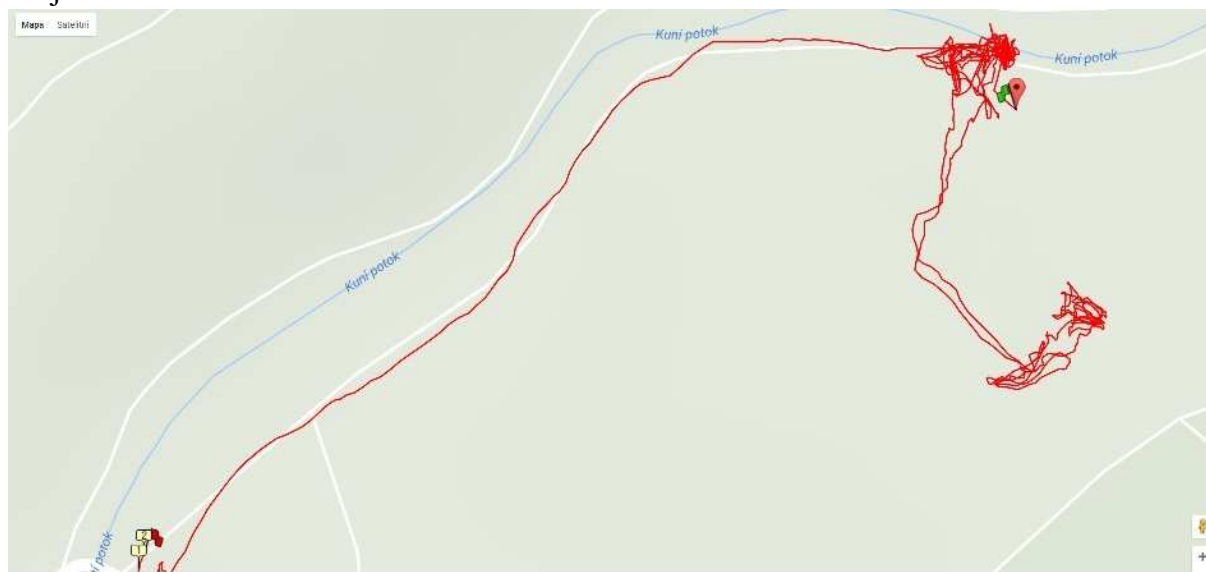
Čas	10:27	hod
Celkový čas	2:56	hod
Tepové minimum	32	t/m
Tepové maximum	189	t/m
Tepový průměr	63	t/m
Rychlost maximální	5,1	km/h
Rychlost průměrná	0,5	km/h
Celková vzdálenost	1,48	km
Nadmořská výška min.	311	m
Nadmořská výška max.	400	m
Nadmořská výška prům.	360	m

Průběh tepové frekvence 14. březen



Obrázek 30 Záznam průběhu tepu koně 14. března (záznam z přístroje Polar)

Trajektorie 14. březen



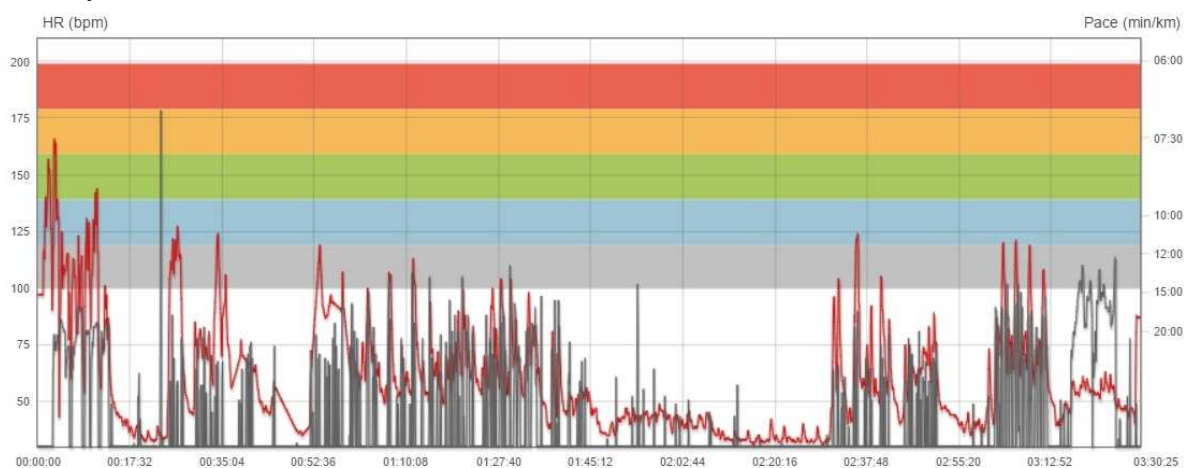
Obrázek 31 Trajektorie koně při vyklizování 14. března (záznam z přístroje Polar)

Dne 17. března

Tabulka 13 Záznam práce koně dne 17. března

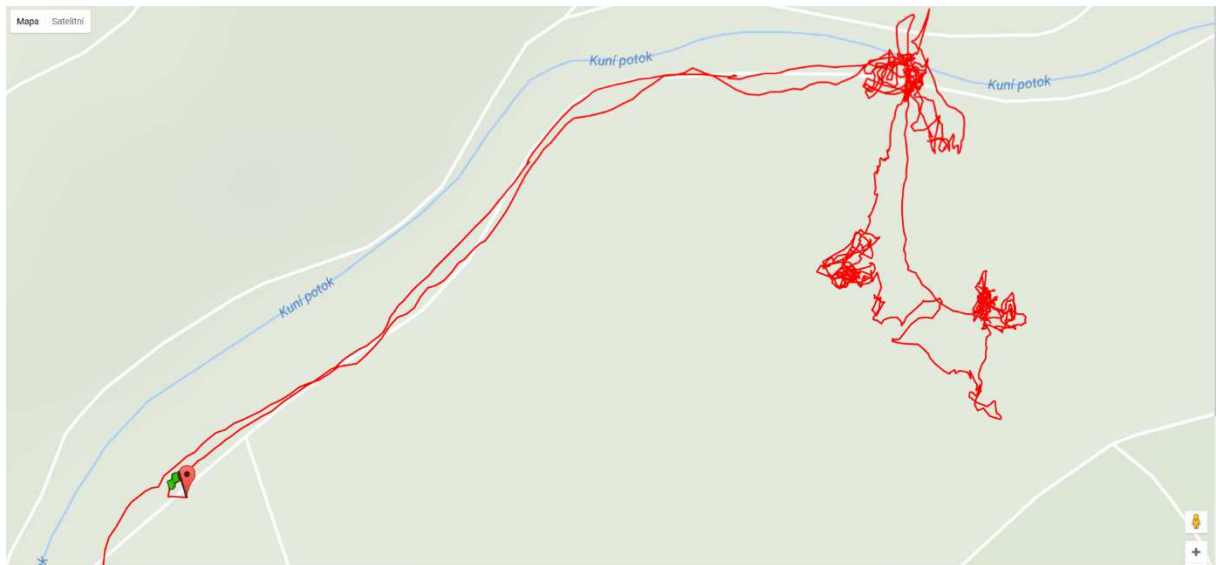
Čas	9:13	hod
Celkový čas	3:30	hod
Tepové minimum	31	t/m
Tepové maximum	182	t/m
Tepový průměr	59	t/m
Rychlost maximální	9,4	km/h
Rychlost průměrná	0,6	km/h
Celková vzdálenost	1,97	km
Nadmořská výška min.	310	m
Nadmořská výška max.	403	m
Nadmořská výška prům.	373	m

Hodnoty naměřené 17. března



Obrázek 32 Záznam průběhu tepu koně 17. března (záznam z přístroje Polar)

Trajektorie 17. březen



Obrázek 33 Trajektorie koně při práci 17. března (záznam z přístroje Polar)

Z uvedených hodnot vidíme, že klidový tep koně se pohybuje v hodnotách kolem 40 až 50 tepů za minutu. V tahu se pak může vyšplhat až k 180 tepům za minutu, což je víc než čtyřnásobek klidové frekvence. Bez zajímavosti je taktéž celková vzdálenost, kterou kůň s kočím urazí za zaznamenaný výkon. Ta je poměrně malá a pohybuje se kolem 2 km. Z technických důvodů nepředstavuje záznam zcela celý pracovní den kočího. Byl vždy vybrán nejdelší celistvý pracovní úsek. Běžná doba výkonu se většinou pohybuje kolem 5 až 6 hodin.

Porovnáme-li naměřené údaje s následující tabulkou (Bitschnau a kol., 2013) dojdeme k závěru, že tažný kůň v momentech největšího vypětí dosahuje plné srdeční kapacity a vynakládá obdobné úsilí jako jeho teplokrevný protějšek v plném trysku. Tento výkon je udržitelný, je však nutné chvíle výkonu vyvažovat náležitými pauzami a udržovat koně v dobré kondici.

Tabulka 14 Úroveň námahy koně dle tepové frekvence

Úroveň námahy	Dopad	Doporučeno pro	Tep (pulsů za minutu)	Výskyt
90-100 %	zvyšuje maximální rychlost, utužuje nervově-svalový systém	zvyšování anaerobní kapacity, pouze pro trénované	Maximální (až 240)	rychlý sprint, trysk
80-90 %	vytváří schopnost dosahovat vysokých rychlostí	zvyšování anaerobní kapacity	plnokrevníci - 200, teplokrevníci 180	trysk, rychlý klus
70-80 %	zvyšuje výkon při aerobních procesech	zejména aerobní trénink	plnokrevníci - 160-190, teplokrevníci 150-160	cválání
60-70 %	zrychluje metabolismus a zvyšuje odolnost, kůň tak může podstoupit náročnější trénink	aerobní trénink odolnosti, nezbytný pro celkovou kondici	plnokrevníci do 160, teplokrevníci do 150	chůze, pomalý klus, pomalé cválání
30-60 %	zlepšuje celkovou kondici a rekonvalescenci po výkonu	rekonvalescenční trénink, rehabilitace, zahřívací trénink	všichni do zhruba 140	chůze

Tarabová (2015) uvádí při měření zátěže koní vlečením smrkového výřezu objemu 0,21 m³ nižší maximální tepové frekvence.

Tabulka 15 Maximální tepové frekvence tažných koní Tarabová 2015

Tarabová		
Kůň	věk	tep max.
Sagar	10	147
Nemoš	4	148
Jurášek	11	115

Slezský norik Matěj dosahoval při sledované činnosti až 189 tepů za minutu. Tuto skutečnost si lze vysvětlit vysokým věkem (18 let) testovaného zvířete.

8.2 Výsledky měření fyzické zátěže obsluhy

Věk kočího byl v době měření 36 let, váha 75 kg, výška 176 cm. S koněm pracuje druhým rokem. Rozsah tepových frekvencí a procento nasycení krve kyslíkem znázorňují následující grafy získané měřením dne 13. března 2017.

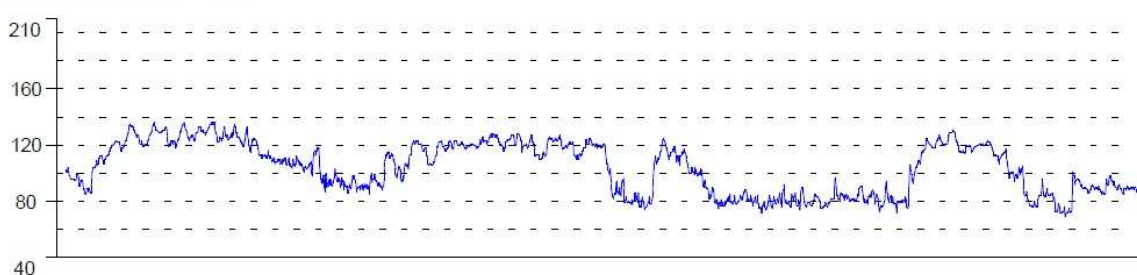
Graphic Summary

SpO2 (10 % per division)



Obrázek 34 Nasycení krve kočího kyslíkem při práci s koněm (záznam z přístroje NONIN)

Pulse (20 BPM per division)



Obrázek 35 Tepové frekvence kočího při práci s koněm (záznam z přístroje NONIN)

Měření zátěže kočího bylo vedeno po dva pracovní dny. Rovněž zátěž s železným koněm byl sledována po dobu dvou pracovních dní. Získaná data byla zpracována do následující tabulky.

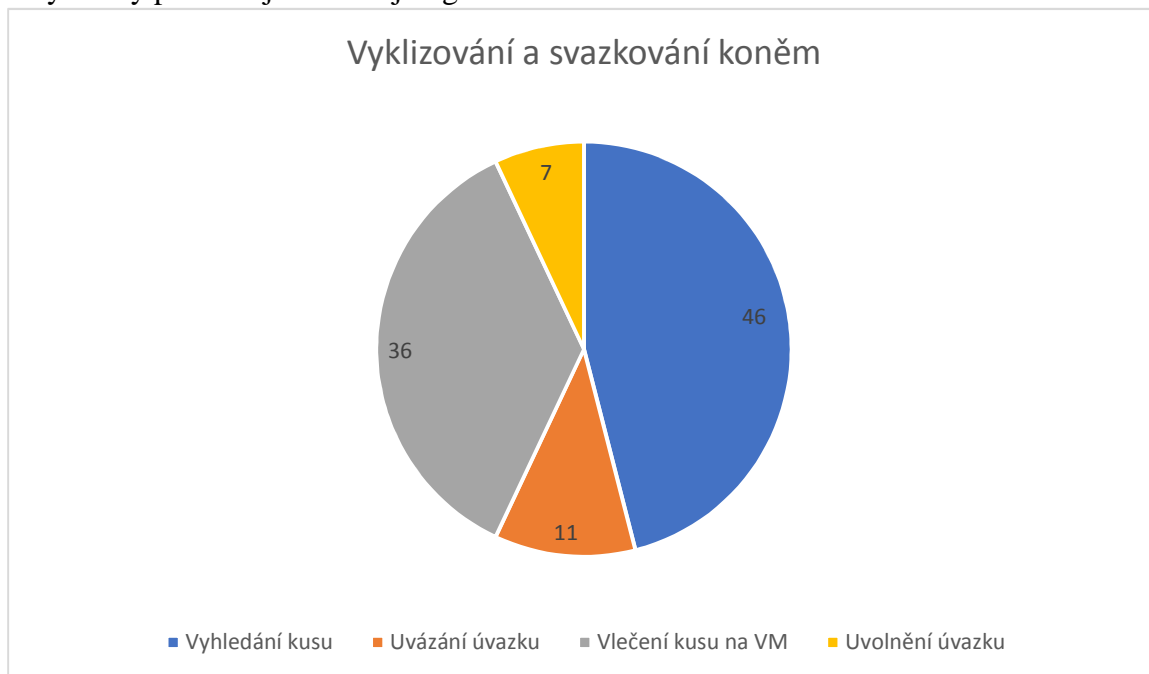
		Tep min.	Tep prům.	Tep max.	δ max.	doba záznamu
Den 1	Kůň	69	103,6	136	67	2:46
Den 2	Kůň	57	95,5	122	65	2:20
Den 3	Kapsen	62	106,4	139	77	5:54
Den 4	MK	85	112	140	55	2:05
		SpO2 min.	SpO2 prům.	SpO2 max.	δ max.	
Den 1	Kůň	90	95,4	98,8	8,8	2:46
Den 2	Kůň	98	99	99,7	1,7	2:20
Den 3	Kapsen	77	97	99,6	22,6	5:54
Den 4	MK	86	95	99,1	13,1	2:05
						hod:min

Pracovník s koněm byl vysoký 172 cm, jeho hmotnost byla 75 kg a věk 36 let. Pracovník s koněm železným byl vysoký 175 cm, jeho hmotnost byla 118 kg a věk 42 let. Oba dva pracovníci pracují manuálně v lesnictví déle než 5 let.

Při uvážení výše zmíněných faktů lze konstatovat, že v rámci tohoto měření se jeví rozdíly fyzické náročnosti na obsluhu při práci s koněm živým a s koněm železným minimální.

8.3 Výsledky časoběrných měření

. Výsledky prezentuje následující graf

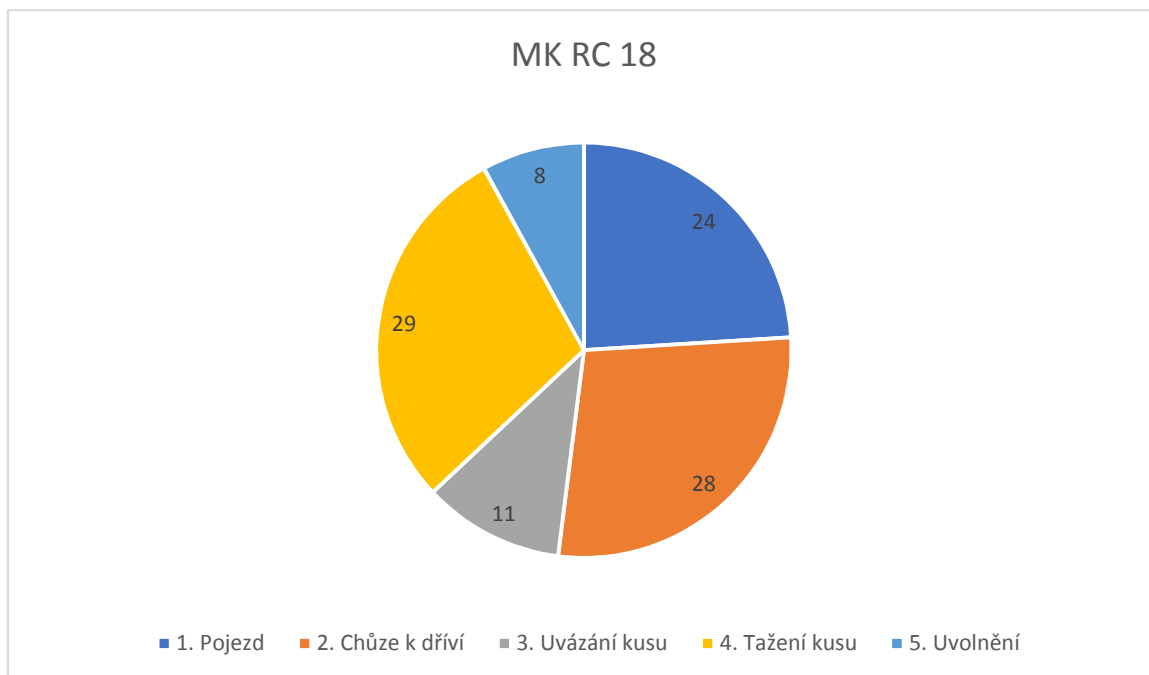


Obrázek 36 Vyklizování a svazkování koněm (archiv autora)

Průměrná doba celého cyklu se pohybuje kolem 5 minut (4:48). Graf znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých operací v rámci této doby.

Z výše prezentovaného grafu je zřejmé, že nejvíce času zabere vyhledání kusu v porostu. Zejména pokud se jedná o velmi špatně přístupný porost ve stráni se silně zavětvenými stromy v hustém zápoji. Roli zde hrála také nemalá průměrná vyklizovací vzdálenost (72 m). Druhá je poté operace vlečení kmene na VM, kdy dochází k největší námaze koně a také k největšímu riziku vzniku pracovního úrazu. Kočí musí v této chvíli sledovat terén, a to zejména klest a pařezy, jež by se mohly dostat do cesty. Zároveň však musí řídit koně a sledovat pohyb břemene. Pokud to dovolí terén a stromy jsou vhodně směrově nakáceny, je běžné přidávat po cestě další kusy, což tuto dobu prodlužuje.

Nejméně časově náročné je uvázání kmene a jeho následné uvolnění. V těchto momentech se často projeví povahové vlastnosti koně a jeho ovladatelnost a výcvik. Zde je vyžadováno časté otáčení na místě, kroky vzad a trpělivé čekání. Je-li kůň temperamentní a svéhlavý či lekavý, může nečekaně vyrazit a ohrozit tím kočího.



Obrázek 37 Vyklizování a svazkování železným koněm (archiv autora)

Data byla shromážděna ve stejné kvantitě i způsobu jako u koně živého. Průměrná doba na jeden celý proces vychází kolem 4 minut (4:26). Rozdílné rozdělení poměru jednotlivých segmentů procesu je třeba zasadit do kontextu způsobu práce s prostředkem. Zatímco při svazkování koněm se pohybuje kůň i obsluha vždy spolu s manipulovaným kusem, v případě práce se železným koněm jde spíše o způsob svazkování dříví lanem z jednoho místa. Stroj tedy zůstává na místě a přitahuje k sobě všechny kmeny pokácené ve vhodném úhlu směrem k němu.

8.4 Výsledky měření dopadu na porost a půdní pokryv

Je třeba zdůraznit, že množství a rozsah tohoto druhu poškození porostů velmi závisí na kvalifikaci všech pracovníků v procesu a taktéž na zpřístupnění porostu. Při neúčelném či nedostatečném rozčlenění, stejně jako při nevhodně směrově natěženém dříví, je škoda na porostech téměř nevyhnutelná. Při celkové ploše zásahu přibližně 0,5 ha vyklizovaných koněm byla sledována trajektorie z P na VM. Bylo zjištěno minimální poškození kmenů a kořenových náběhů. Nicméně z nemalé části tento fakt lze přisoudit zkušenému kočímu a jeho koni.

Tabulka 16 Vyhodnocení poškození stromů a půdního pokryvu

Poškození stromů (%)							
Prostředek	Kůň		MK RC 18	MK RC 18		Kapsen	Kapsen
Porost	365 B 3 a		365 B 3 a	44 C 3 a		365 B 3 a	44 C 3 a
Bez poškození	99		97	95		95	93
do 10 cm ²	1		3	4		4	6
do 100 cm ²	0		0	1		1	1
nad 100 cm ²	0		0	0		0	0
Poškození půdy (%)							
Bez poškození	94		86	85		85	86
Humus narušen	3		6	7		6	7
Humus a svrchní vrstva promíchána	2		5	5		7	5
Hlubkové poškození do 5 cm	1		3	3		2	2
Hlubkové poškození do 5-15 cm	0		0	0		0	0
Hlubkové poškození do 15-30 cm	0		0	0		0	0

Výše uvedená data naznačují vyšší šetrnost k vnějšímu prostředí při použití koňského potahu. Je třeba nicméně zdůraznit, že celkový výsledek nutně vyplývá také z přístupu všech pracujících, nejen kočího, ale i dřevorubce a traktoristy.



Obrázek 38 Oděrek po vyklizování strojem MK RC 18 (archiv autora)

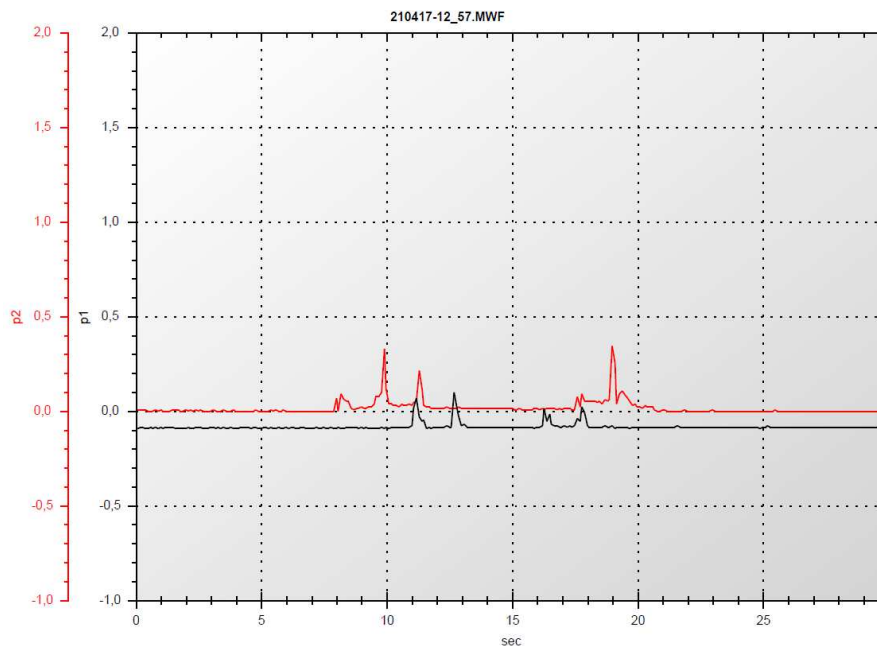
Míra poškození porostů byla tedy posouzena okulárně, a to na celé ploše zásahu. V této stati textu je třeba uvést skutečnost, že část porostu svazkovaná železným koněm byla kácena jiným dřevorubcem než část pro živého koně. Práce provedená tímto pracovníkem vykazovala znaky typické pro méně zkušeného dřevorubce. Problém představovalo nejen absence směrového kácení, ale i ponechávání kmenů v celých délkách. Vzhledem k tomu, že některé stromy dosahovaly i 16 m je jasné, že manipulace s takovýmto surovým kmenem, pokáceným kolmo k lince v podmínkách hustého mladého porostu, je značně problematická. Také zpřístupnění mnoha částí porostu bylo daleko od ideálního stavu. Je tedy s velkou pravděpodobností možné, že větší část škod na stromech vznikla z těchto důvodů.



Obrázek 39 Slabé poškození půdy strojem Kapsen (archiv autora)

K poškození půdního povrchu dochází jen v zanedbatelné míře. Větší škody mohou vzniknout v případě méně únosných terénů či za mokra v situaci, kdy je pojezd stroje veden opakovaně ve stejné trase (např. při využití stroje k přibližování na OM).

8.5 Výsledky měření půdních tlaků



Obrázek 40 Příklad záznamu z přístroje MultiHandy 3020 (archiv autora)

Před začátkem měření byly stroje zváženy. Hmotnost odpovídá téměř přesně údajům od výrobce. Rozložení hmotnosti na páscech levé a pravé strany bylo u obou strojů rovnoměrné 1:1. Ke zvážení byla použita mechanická nájezdová váha do 5 t s přesností $\pm 20\text{kg}$ značky WL 205 výrobce Haeni Švýcarské výroby. Proti poškození přístroje při měření a pro zlepšení nájezdu byla použita buková fošna.



Obrázek 41 Kapsen RC 18 při měření hmotnosti (archiv autora)

Údaj o hmotnosti tažného koně poskytl kočí. Naměřené údaje byly zpracovány do následující tabulky.

Ve výsledné tabulce jsou uvedeny tyto údaje.

Tlak povrchový – statický tlak stroje získaný teoretickým výpočtem hmotnosti stroje (koně) a jeho styčné plochy.

Tlak v 10 cm – Aritmetický průměr maximálních hodnot v rámci měření u sondy 10 cm pod povrchem.

Tlak v 15 cm – Aritmetický průměr maximálních hodnot v rámci měření u sondy 10 cm pod povrchem.

Tlak max. v 10 cm – Maximální naměřená hodnota 10 cm pod povrchem.

Tlak max. v 15 cm – Maximální naměřená hodnota 15 cm pod povrchem.

Tabulka 17 Porovnání půdních tlaků jednotlivých prostředků

	Hmotnost	Tlak povrchový	Tlak v 10 cm	Tlak v 15 cm	Tlak max. v 10 cm	Tlak max. v 15 cm
Slezský norik	780 kg	1,91	0,89	0,66	1,5	1
Kapsen RC 18	1000 kg	0,088	0,28	0,22	0,35	0,31
MK RC 18	890 kg	0,081	0,33	0,28	0,5	0,5
V zátěži – SM 0,2m ³						
Slezský norik	780 kg		1,21	1,05	1,9	1,4
Kapsen RC 18	1000 kg		0,35	0,18	0,39	0,21
MK RC 18	890 kg		0,51	0,28	0,8	0,35

8.6 Výsledky měření emisí hluku u železného koně

MK RC 18

Tabulka 18 Naměřené hodnoty emisí hluku stroje MK RC 18

	přední strana	z boku
Stroj na volnoběh	70,5	72
Plné otáčky přímo u stroje	81,5	87
Plné otáčky 1 m od stroje	78	86,5
Plné otáčky 2 m od stroje	77	83,4
Plné otáčky 3 m od stroje	75	81,6
Plné otáčky 4 m od stroje	73	80
Plné otáčky 5 m od stroje	72	78
Plné otáčky 6 m od stroje	69	76,2
v decibelech		

Kapsen RC 18

Tabulka 19 Naměřené hodnoty emisí hluku stroje Kapsen RC 18

	přední strana	z boku
Stroj na volnoběh	80,5	81
Plné otáčky přímo u stroje	90	90
Plné otáčky 1 m od stroje	82	84
Plné otáčky 2 m od stroje	80	81
Plné otáčky 3 m od stroje	76	78
Plné otáčky 4 m od stroje	74	75
Plné otáčky 5 m od stroje	72	73
Plné otáčky 6 m od stroje	70	70
v decibelech		

Z dat je zřejmé, že železný kuň Kapsen se vyznačuje vyšší hlučností.

Hluk představuje riziko, které se dlouhodobě kumuluje a odráží se na zdraví exponovaných osob. I proto byly stanoveny následující rizikové hladiny hluku pro různá prostředí:

- pro pracovní prostředí 85 dB
- pro obytné stavby a stavby občanského vybavení 40 dB
- pro venkovní prostory 50 dB

(nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací).

Dělení hluku dle Lehmana:

Pásmo	Hladiny zvuku	Příklady prostředí	Zdravotní rizika
I. pásmo „ticha“	Do 30 dB(A)	tichá noční místnost	bez rizik
II. pásmo „relativního hluku“	30–65 dB(A)	denní místnost v bytě 50 dB(A), 60 dB(A) běžná kancelář	bez rizik
III. pásmo „absolutního hluku“	65–90 dB(A)	tramvaj, nákladní auto na 7m vzdálenost	90 dB(A) je hranice zdravotního rizika pro sluch
IV. pásmo specifického vlivu hluku na člověka	90–110 dB(A)	pneumatické kladivo, pojiždění dopravního letadla, houkačka lokomotivy	působí sluchové ztráty při dlouhodobější expozici hladiny zvuku
V. pásmo specifického vlivu hluku na člověka	nad 110 dB(A)	zkouška proudového leteckého motoru	130 dB(A) je práh bolesti, při 140 vzniká akustické trauma

Obrázek 42 Dělení hluku dle Lehmana (Havránek, 1990)

Porovnáním naměřených hodnot s výše uvedenými hygienickými normami a doporučeními dojdeme k závěru, že emise hluku zejména u stroje Kapsen RC 18 se blíží hranici, při které by mohlo dojít ke škodě na zdraví. Pro obsluhu stroje je tedy nutná ochrana sluchového ústrojí.

8.7 Výsledky měření denního výkonu a nákladů při práci

Tabulka 20 Srovnání nákladů a výkonu na 1 směnu

Ceny v Kč	Slezský norik	MK RC 18	Kapsen
Pořizovací cena testované verze vč. DPH	55000	575000	451500
Náklady na 1 směnu (cca 6hod)			
Ustájení (včetně krmení)	227		
Postroj	4		
Kování a očkování	15		
Benzín (30kč/l)		324	180
Provozní kapaliny		22	22
Odpis prostředku na den při životnosti 10 let	21	218	171
Celkem náklady na 1 směnu	267	564	373
Naměřený denní výkon v m³ (hmotnatost 0,09)	7,4	8,6	8,7

Z uvedených dat vyplývá poměrně vysoký rozdíl v nákladech na provoz při přibližně stejném výkonu. Zejména u stroje MK RC 18 jsou jak náklady na nákup, tak spotřeba pohonných hmot značné.

8.8 Závěrečný souhrn výsledků tažného koně, stroje MK RC 18 a stroje Kapsen RC 18

Následující tabulka zobrazuje vybrané ukazatele zkoumaných prostředků. Prostředky se liší poměrně málo ve výkonnosti, terénní dostupnosti a náročnosti na obsluhu. Značné rozdíly jsou zejména v pořizovací ceně a nákladech na směnu. Ceny jsou včetně DPH, platné k 1.4. 2017.

Tabulka 21 Souhrn vybraných ukazatelů

	Denní výkon (m ³)	Náklady na směnu (Kč)	Cena (Kč)	Spotřeba benzínu l/mth	Fyzická zátěž obsluhy	Emise hluku (dB)	Půdní tlaky max. v 10 cm (bar)	Poškození stromů oděrky (%)	Životnost
Slezský norik	7,4	267	55000	0	srovnatelná s železným koněm	50-60	1,5	1	neznámá, předpoklad 10 let
MK RC 18	8,6	564	575000	1,8	srovnatelná s živým koněm	69-87	0,35	4	neznámá, předpoklad 10 let
Kapsen RC 18	8,7	373	451500	1	srovnatelná s živým koněm	70-90	0,5	6	neznámá, předpoklad 10 let

Mnohá měření v rámci této práce jsou zkrácena faktory, které nelze ovlivnit. Momentální fyzická kondice a stav pracovníka, lokální terénní abnormality, výkyvy počasí a další. Poskytnutá data mají tedy podat spíše rámcový přehled.

9 DISKUSE

Neruda (2013) uvádí, že šetrnost koňských potahů bývá často přeceňována. S tímto tvrzením nelze než souhlasit. Zkušenosti pracovníka, pečlivý přístup a vhodně zpřístupněný porost mají zásadní vliv na úroveň poškození porostu.

Při měření zátěže tažných koní při práci s koňským potahem zjistila Tarabová (2015), že koně pracující 4-6 dní v týdnu v průměru za den vyklidí 11-15 m³ dřeva. Uvážíme-li, že svoje měření prováděla v probírkách vyšších hmotností (0,19-0,29), dají se nižší denní výsledky (kolem 7 m³) přisoudit práci v porostech nižších hmotností (0,09).

Možnosti využití obou technologií jsou zaměřeny zejména na vyklizování dříví. Ačkoli obě technologie nabízejí i různé diferenciace užitkové hodnoty, s jistotou lze říci, že jejich hlavní oblast působení spočívá v realizaci pohybu dříví za lokality P na lokalitu VM. Zde zároveň v rámci možností dochází k soustředování dříví do svazků pro zvýšení výkonu následujícího technického prostředku.

Jak ukazují provedená měření oba prostředky vykazují při relativně stejné výkonnosti různé vlastnosti.

Chladnokrevní koně vynikají především velmi nízkou pořizovací cenou a šetrností k životnímu prostředí. Při jejich využití dochází k úspoře fosilních paliv. Nicméně charakter práce s koňmi, nutnost hbitosti a zkušenosti obsluhy, z důvodu poměrně rychlého sledu událostí při práci s nimi, poukazují na možné zvýšené riziko pracovního úrazu. Zároveň jsou tak kladeny poměrně specifické požadavky na pracovníka při velmi skromném finančním ohodnocení.

Na straně druhé se jeví pracovní postup s koňmi železnými mnohem metodičtější, přesnější. Obsluha má větší kontrolu nad vyklizovaným kusem a může pomocí dálkového ovládní ve vteřině operaci přerušit a vyřešit případný problém. Tyto nepřehlédnutelné výhody ovšem zastíňují argumenty zejména finančního rázu. Náklady na denní provoz jsou u těchto strojů citelně vyšší než u koně živého. U stroje MK RC 18 se dostáváme téměř na dvojnásobek. Z hlediska hygieny práce je také negativem zvýšený hluk, kterému je obsluha vystavena.

Je třeba také zdůraznit, že množství získaných dat jednotlivých sledovaných ukazatelů nemá statisticky významnou hodnotu a nelze je tedy takto prezentovat. Provedená měření měla za úkol nastínit modelový pohled na danou problematiku a jejich výsledky mohou být podkladem pro další, rozsáhlejší měření.

10 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení soustředování dříví animální silou za pomoci tažného koně a motomanuální metodou za pomoci koně železného.

V této práci autor popsal historii využívání tažných koní a plemena koní využívaná v lesnictví. Byla popsána základní výbava nutná pro práci s tažnými koňmi a základní postupy při vyklizování dříví. Obdobně byly popsány různé typy železných koní, jejich možné modifikace, základní funkce a postupy pro práci s nimi. Při měření v rámci praktické části byl využit živý kůň – slezský norik Matěj a stroje MK RC 18 a Kapsen RC 18. Měření zahrnovala záznam fyzické zátěže tažného koně při práci a jeho obsluhy. U koní železných byla změřena fyzická náročnost činnosti pro pracovníka. Po skončení činnosti byl spočítán pracovní výkon za směnu a náklady nutné pro jeho splnění. U všech prostředků byl zhodnocen jejich dopad na porost a půdní pokryv, u strojů navíc emise hluku v blízkém okolí stroje.

Obě technologie jsou prakticky využitelné a běžně používané. Jejich výkonnost, terénní dostupnost a náročnost na fyzickou práci obsluhy je velmi podobná. V terénech, které neumožňují příjezd stroje, lze využít vyklizování lanem. Obě technologie vyžadují poměrně kvalifikovanou obsluhu. Z hlediska bezpečnosti práce a náročnosti na fyzickou kondici mají koně železné nespornou výhodu. Jedná se zejména o přesnou kontrolu nad pohybem přibližovaného kusu za pomoci dálkového ovládání. Pravidelná péče o koně jako je krmení, hřebelcování, kování aj., také odpadá. Nicméně v oblasti provozních nákladů dosahují koně živé mnohem zajímavějších výsledků. Vynikají nejen nižšími pořizovacími, ale i provozními náklady. Rovněž hladina hluku při práci s koněm je nižší než při práci se stroji, což má nepopíratelně pozitivní vliv na psychiku a pohodlí člověka při práci.

Také v oblasti dopadu prostředků na porost a půdu představují koně poněkud šetrnější volbu. Tato vlastnost však není daná pouze typem prostředku. U všech technologií je značně ovlivněná zkušeností a pečlivostí pracovníka, způsobem, jakým je motivován a v neposlední řadě úrovní zpřístupnění porostu.

Z hlediska využití v rámci ŠLP i v provozní praxi všeobecně, se obě technologie jeví jako dlouhodobě konkurenceschopné.

11 SUMMARY

The aim of this thesis was to evaluate and compare the proces of skidding wood using cold blood horses and miniskidders (so called „iron horses“).

The history and use of cold blood horses and their breeds was desribed. The author listed basic equipment and working procedures for skidding with coldblood horses. Types of miniskidders, their modifications, basic functions and work procedures were desribed.

During the practical measuring, the author had live coldblood horse (Silesian norik „Matěj“) and two types of miniskidder (Kapsen RC 18 and MK RC 18) at his disposal.

The physical endurance of cold blood horse and his owner was measured during skidding. Same feature was measured in workers skidding with iron horses.

The average shift production and its runing costs were established. The damage after skidding with both animal and mechanical horse was investigated.

Both technologies are reliable and common in daily forestry. Their level of productivity, terrain accessibility and physical endurance of a worker is similar.

Both technologies require rather skilfull workers. The advantage of iron horse lies in total control of the machine during skidding. Radio command is essential to maintain this advantage. Daily care for horse as is feeding, grooming, ironwork and such are of course omitted in case of the iron horse.

However live horses show lower expenses. Runing and purchasing costs are significantly smaller. The amount of noise emited during the work period is lower, which is a positive feature regarding the health of an operator.

The amount of damage on trees and soil is also lower when using the coldblood horse, rather than miniskidder. Nevertheless this feature depends heavily on the capability of the operator and other conditions.

Considering the use of these technologies in the forest estate of MENDELU and forestry in general, it must be stated that both are practical and commercialy competitive.

SEZNAM DOPORUČENÉ A POUŽITÉ LITERATURY

DUŠEK, J., 1967, Kůň v zemědělství. Praha: SZN, 202 s.

DUŠEK, J., 1999, Chov koní. Praha: Brázda 350 s, ISBN 80-209-0282-1

HAVRÁNEK, J., 1990. Hluk a zdraví. Praha: Avicenum

KOSTROŇ, L., 1971, Lesní těžba a dopravnictví. Praha: SZN, 202 s.

NERUDA, J., a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl první. Brno, Mendelova univerzita, 364 s., ISBN 978-80-7375-839-4

NERUDA, J., a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl druhý. Brno, Mendelova univerzita, 300 s., ISBN 978-80-7375-840-0

OTTOVA encyklopedie, 2014. Koně a poníci. Přeložil Petra NOVÁKOVÁ. Praha: Ottovo nakladatelství, 2014. ISBN 978-80-7451-342-8.

RADVAN, J., 1995, Soustředování dříví koňmi. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1995, 50 s. ISBN 80-7105-104-7

TARABOVÁ, V., 2015, Hodnocení faktorů působících na fyzické a psychické vlastnosti koní v soustředování dříví. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. 75 s.

SENNBLAD, G., 1993, Small scale technology in the forest. Garpenberg, Sweden. 60 s. ISBN 91-576-4723-2

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

ŽABA, R., 1963, Přibližování dříví koňmi a jinými způsoby. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 137 s.

Seznam internetových zdrojů:

www.schchk.cz

www.lesprace.cz

www.strojevlese.cz

www.polarpersonaltrainer.com

www.lennartfors.com

www.jonsered.com

www.husqvarna.com

www.sera-sawmills.com

www.engineeringblatna.cz

www.lesni-technika.cz

www.slpkrtiny.cz

www.horses-online.cz

www.zemedelec.cz

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Norický kůň (www.horses-online.cz).....	18
Obrázek 2	Slezský norik (www.horses-online.cz).....	19
Obrázek 3	Českomoravský belgik (www.horses-online.cz).....	21
Obrázek 4	Chomoutový postroj (Radvan 1990).....	22
Obrázek 5	Vyklizovací pomůcky (Radvan, 1995).....	23
Obrázek 6	Tažná síla koně (Neruda a kol., 2013).....	24
Obrázek 7	Vztah tažné síly a přibližovací vzdálenosti (Kostroň, 1971).....	25
Obrázek 8	Lennartfors Classic, (www.lennartfors.com).....	27
Obrázek 9	Železný kůň Lennartfors edice Flex (www.lennartfors.com).....	28
Obrázek 10	Kapsen RC 18 v prostředí ŠLP (archiv autora).....	30
Obrázek 11	MK RC 18 v prostředí ŠLP (archiv autora).....	32
Obrázek 12	MK RC 18 se sklopeným štítem navijáku (archiv autora).....	34
Obrázek 13	Dálkové ovládání RC (archiv autora).....	36
Obrázek 14	Pohyb železného koně při první probírce dle Sennblada (Sennblad, 1993).....	39
Obrázek 15	Porost 365 B 3 a před zásahem (archiv autora).....	41
Obrázek 16	Porost 365 B 3 a po těžbě (archiv autora).....	41
Obrázek 17	Situace na mapě s porostem 365 B 3 a (archiv autora).....	42
Obrázek 18	Slezský norik s kočím při vyklizování v porostu 365 B 3 a (archiv autora).....	44
Obrázek 19	Přístroj Polar (archiv autora).....	45
Obrázek 20	Přístroj Polar, snímač s elektrodami (archiv autora).....	45
Obrázek 21	Ušní senzor oxymetru Nonin (archiv autora).....	45
Obrázek 22	Oxymetr Nonin (archiv autora).....	46
Obrázek 23	Poškození půdy po vyklizování koněm (archiv autora).....	49
Obrázek 24	Půdní snímač přístroje MultiHandy 3020 (archiv autora).....	50
Obrázek 25	Měřič půdních tlaků MultiHandy 3020 (archiv autora).....	51
Obrázek 26	Měřič úrovně zvuku CA 834 (archiv autora).....	52
Obrázek 27	Železný kůň MK RC 18 (archiv autora).....	53
Obrázek 28	Záznam průběhu tepu koně 13. března (záznam z přístroje Polar).....	54
Obrázek 29	Trajektorie koně při práci 13. března (záznam z přístroje Polar).....	55
Obrázek 30	Záznam průběhu tepu koně 14. března (záznam z přístroje Polar).....	56
Obrázek 31	Trajektorie koně při vyklizování 14. března (záznam z přístroje Polar).....	56
Obrázek 32	Záznam průběhu tepu koně 17. března (záznam z přístroje Polar).....	57

Obrázek 33 Trajektorie koně při práci 17. března (záznam z přístroje Polar)	58
Obrázek 34 Nasycení krve kočího kyslíkem při práci s koněm (záznam z přístroje NONIN)	60
Obrázek 35 Tepové frekvence kočího při práci s koněm (záznam z přístroje NONIN)	60
Obrázek 36 Vyklizování a svazkování koněm (archiv autora)	61
Obrázek 37 Vyklizování a svazkování železným koněm (archiv autora)	62
Obrázek 38 Oděrek po vyklizování strojem MK RC 18 (archiv autora)	64
Obrázek 39 Slabé poškození půdy strojem Kapsen (archiv autora).....	65
Obrázek 40 Příklad záznamu z přístroje MultiHandy 3020 (archiv autora)	66
Obrázek 41 Kapsen RC 18 při měření hmotnosti (archiv autora).....	67
Obrázek 42 Dělení hluku dle Lehmana (Havránek, 1990).....	69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Norický kůň.....	17
Tabulka 2 Slezský norik	20
Tabulka 3 Českomoravský belgik	21
Tabulka 4 Parametry železných koní Lennartfors.....	29
Tabulka 5 Hydraulická ruka Lennartfors	29
Tabulka 6 Železný kůň Kapsen	31
Tabulka 7 Železné koně firmy Engineering Blatná s.r.o.....	31
Tabulka 8 Parametry železného koně MK 18	35
Tabulka 9 Porost 365 B 3 a	43
Tabulka 10 Metodika vyhodnocení poškození stromů a půdy.....	48
Tabulka 11 Záznam práce koně dne 13. března	54
Tabulka 12 Záznam práce koně dne 14. března	55
Tabulka 13 Záznam práce koně dne 17. března	57
Tabulka 14 Úroveň námahy koně dle tepové frekvence	59
Tabulka 15 Maximální tepové frekvence tažných koní Tarabová 2015	59
Tabulka 16 Vyhodnocení poškození stromů a půdního pokryvu.....	63
Tabulka 17 Porovnání půdních tlaků jednotlivých prostředků	68
Tabulka 18 Naměřené hodnoty emisí hluku stroje MK RC 18.....	68
Tabulka 19 Naměřené hodnoty emisí hluku stroje Kapsen RC 18	68
Tabulka 20 Srovnání nákladů a výkonu na 1 směnu.....	70
Tabulka 21 Souhrn vybraných ukazatelů	71

