

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

MARTIN VANĚK

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



**Stroje a strojní linky pro zpracování dřevního
odpadu – štěpkovače**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

Vypracoval:
Martin Vaněk

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Stroje a strojní linky pro zpracování dřevního odpadu – štěpkovače 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 Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Janu Červinkovi, CSc. za jeho odborné vedení mé práce, věcné připomínky a možnost konzultací při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat obsluze a majitelům srovnávaných strojů za ochotu a poskytnuté informace. V neposlední řadě chci poděkovat všem, kteří mě během studia podporovali.

Abstrakt

Práce popisuje stroje a strojní linky pro zpracování dřevního odpadu – štěpkovače. V teoretické části podává přehled o tom, co jsou to štěpkovače a k čemu slouží. Práce představuje základní rozdělení štěpkovačů s následným přestavením základních druhů drtícího ústrojí. Následně jsou představeni čeští a zahraniční výrobci spolu s jejich vyráběnými typy. Na závěr teoretické části jsou popsány jednotlivé stroje a strojní linky spolu s celým pracovním procesem. Tento proces se využívá při kácení a následné likvidaci dřevní hmoty na lesních pozemcích, i ve městech.

Praktická část srovnává navržené strojní soupravy v polně laboratorním měření. Naměřené hodnoty byly srovnány mezi sebou. Nakonec jsou vyčísleny náklady a ekonomické zhodnocení linek.

Klíčová slova: štěpkovač, drtič, štěpka, dřevní hmota, biomasa

Abstract

Thesis describes machines and mechanical lines for the processing of wood waste – chippers. The teoretical part reports about chippers and their ulitization. Thesis introduces basic division of chippers with presentation of basic types of crushing devices. Czech and foreign producers are presented with their produced types of machines. At the end of the teoretical part are described individually machines and machinal lines with complete work process. This process is used for felling and following disposal of wood mass in wood lands and in cities.

In the practical part thesis compares desinged machine sets in field laboratory mensuration. Measured values were compared. Costs and economical aspects of the compared machine lines are quantified in the end.

Key words: chipper, shredder, chip, wood mass, biomass

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	ŠTĚPKOVAČE.....	11
4	DRUHY ŠTĚPKOVAČŮ	11
4.1	Podle dělicího ústrojí	14
4.1.1	Diskové ústrojí	14
4.1.2	Bubnové ústrojí	16
4.1.3	Šnekové ústrojí.....	16
4.1.4	Ústrojí s protiběžnými hřídeli	17
4.1.5	Kladívkové ústrojí.....	18
4.1.6	Princip sekery	18
5	PŘEHLED VÝROBCŮ ŠTĚPKOVAČŮ A JEJICH TYPY	19
5.1	Čeští výrobci	19
5.1.1	Laski, s.r.o.	19
5.1.2	AMD Konstrukt, s.r.o.....	22
5.1.3	Rojek	26
5.1.4	Bystroň	27
5.2	Zahraniční výrobci	30
5.2.1	Jensen	30
5.2.2	Farmi Forest	31
5.2.3	Linddana.....	33
6	KÁCENÍ A LIKVIDACE DŘEVNÍ HMOTY	36
6.1	V lese	36
6.1.1	Kácení	36
6.1.2	Soustředování dříví.....	37
6.1.3	Vyvážení lesní dendromasy	39

6.1.4	Frézování pařezů	41
6.2	Ve městě	42
6.2.1	Kácení	42
6.2.2	Zpracování pokáceného kmenu a zpracování větví	43
6.2.3	Zpracování pařezu	44
6.3	V zemědělství	45
6.3.1	Sklizeň rychle rostoucích dřevin (RRD)	45
7	SROVNÁVANÉ STROJNÍ LINKY	47
7.1	Popis srovnávaných strojních linek	47
7.1.1	Junkkari HJ 4G s malotraktorem Vinea 36 HP comfort + malotraktor Vinea 36 HP comfort s návěsem Ravenna RT 250 (linka č. 1)	47
7.1.2	Junkkari HJ 5G s traktorem Zetor 3011 + traktor Zetor 7245 s návěsem domácí výroby (linka č. 2)	48
7.1.3	Heizohack 6-400 s traktorem Zetor 12145 + traktor Zetor 6945 s návěsem NS 900 (linka č. 3)	49
7.1.4	Jenz HEM 583 Z s traktorem Fendt 939 Vario + Fendt 939 Vario s návěsem Krampe Big body 650 (linka č. 4)	50
7.2	Srovnání technických parametrů navrhovaných linek	50
8	METODIKA POLNĚ LABORATORNÍHO MĚŘENÍ	52
8.1	Příprava materiálu pro štěpkování	52
8.2	Postup práce při štěpkování	52
8.3	Stanovení sledovaných parametrů u štěpkovacích souprav	56
8.3.1	Spotřeba pohonných hmot (PHM)	56
8.3.2	Měření motohodin (mth)	56
8.3.3	Otáčky motoru	56
8.3.4	Otáčky drtícího ústrojí	56
8.3.5	Množství vyrobené štěpky	57

8.3.6	Měření času na naplnění návěsu	57
9	NAMĚŘENÉ HODNOTY V POLNĚ LABORATORNÍM MĚŘENÍ	58
10	EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ LINEK	61
10.1	Vstupní data	61
10.2	Fixní náklady	63
10.3	Variabilní náklady.....	65
10.4	Ziskovost jednotlivých linek.....	66
11	DISKUZE.....	68
12	ZÁVĚR	70
13	CITOVANÁ LITERATURA.....	70
14	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
15	SEZNAM TABULEK.....	78

1 ÚVOD

Neustále zvyšující se populace klade stále větší nároky na produkci energie. Spolu s problémy globálních změn klimatu, související se spalováním ropy, uhlí a jiných neobnovitelných zdrojů, které souvisejí s neustálým zvyšováním CO₂ v atmosféře se stále více klade důraz na produkci čisté energie tzv. zelené energie, která má produkci CO₂ nulovou.

S tematikou produkce zelené energie se v dnešní době stále více ozývá důležitost biomasy. Jde o rostlinnou hmotu, která vznikla využitím energie slunečního záření spolu s fotosyntézou při které dochází k absorpci CO₂. Vzniklou rostlinou hmotu využíváme ke spalování pro výrobu elektrické energie a tepla. Ze zprávy Ministerstva průmyslu a obchodu vyplývá, že podíl získané elektřiny v roce 2015 z biomasy činil 2,5 % z celkové hrubě vyrobené elektřiny. Na hrubé výrobě tepla se biomasa podílela z 9 %. Na výrobě elektřiny se z 50 % podílelo spalování štěpky a dřevního odpadu.

Štěpka zaujímá klíčové postavení na trhu s biomasou. Se vzrůstající poptávkou po produkci štěpky na sebe navazuje i rostoucí nabídka strojů na její produkci, které se označují jako štěpkovače. Jde o stroje, které dokáží rozdrtit dřevní hmotu, kmeny, větve na menší frakci. Tyto částice označujeme jako štěpku, která v závislosti na typu štěpkovače může mít rozměry od 3 do 50 mm.

Štěpka se získává při zpracování lesních těžebních zbytků tzv. klestu. Dříve se tento klest páčil při přípravě lesních ploch, ale vzhledem k tomu, že dřevo je jeden z obnovitelných zdrojů, začali se tyto zbytky vyvážet a pro lepší transport do elektráren štěpkovat. Kromě klestu se ke štěpkování využívají náletové dřeviny a dřevo nízké kvality. S rostoucí poptávkou po biomase se na zemědělské půdě začaly pěstovat plantáže rychle rostoucích dřevin (označované jako RRD). Jde o dřeviny, které mají rychlý nárůst nadzemní biomasy s krátkou dobou obmýtí, kdy nadzemní část při době obmýtí narůstá do výšky 10 – 15 metrů s průměrem pařezu okolo 15 cm. Po sklizni není potřeba RRD znovu sázet jak klasické lesní dřeviny, protože noví jedinci vyrůstají z pařezové výmladnosti.

Snaha rozšíření produkce biomasy je podporována pomocí dotací z Ministerstva zemědělství na založení plantáží RRD. I díky těmto dotacím se plochy RRD z 250 ha v roce 2008 zvětšili na 2 811 ha v roce 2015 na základě dat z veřejného registru půdy.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je představit stroje a strojní linky pro zpracování dřevního odpadu neboli štěpkovače. Popsat a vysvětlit co jsou to štěpkovače, jaké druhy a typy štěpkovačů se vyskytují na českém a zahraničním trhu spolu s představením jejich výrobců. Cílem je představit stroje a strojními linky které se využívají při kácení a likvidaci dřevní hmoty na lesních pozemcích a ve městech. Na konci teoretické části je cílem popsat stroje, které se využívají pro likvidaci dřevní hmoty v plantážích rychle rostoucích dřevin.

V praktické části je cílem práce popsat technické parametry srovnávaných strojních souprav s pracovním postupem používaným při polním laboratorním měření. V závěrečné části práce je cílem provést ekonomické srovnání výhodnosti linek.

3 ŠTĚPKOVAČE

Štěpkovače spolu s drtiči slouží ke zpracování organické hmoty. Pomocí těchto strojů dochází ke zmenšování objemu organické hmoty a vytváří se zhomogenizovaná hmota, která je vhodná na kompostování, mulčování. Drtiče slouží ke zpracování větví o menším průměru, přibližně do 30 – 40 mm, trávy, listí a jiného organického materiálu. Na rozdíl od drtičů štěpkovače jsou stroje sloužící ke zpracování dřevní hmoty. Z této dřevní hmoty vznikají štěpky o různé velikosti (viz obr. 1). Kromě využití štěpky na kompostování se dále používá na mulčování v zahradách nebo k topení [1].

Štěpkování je jedním z nejčastějších způsobů dezintegrace dřevního odpadu na menší frakce. Dezintegrací (označováno i jako desintegrace) se myslí rozpad dřevního odpadu na menší částice. Principem je založen na podávání dřevní hmoty podél osy proti sekacímu noži a protinoži. Výsledná délka štěpek je měnitelná na základě rozdílné vzdálenosti nože a protinože [2].



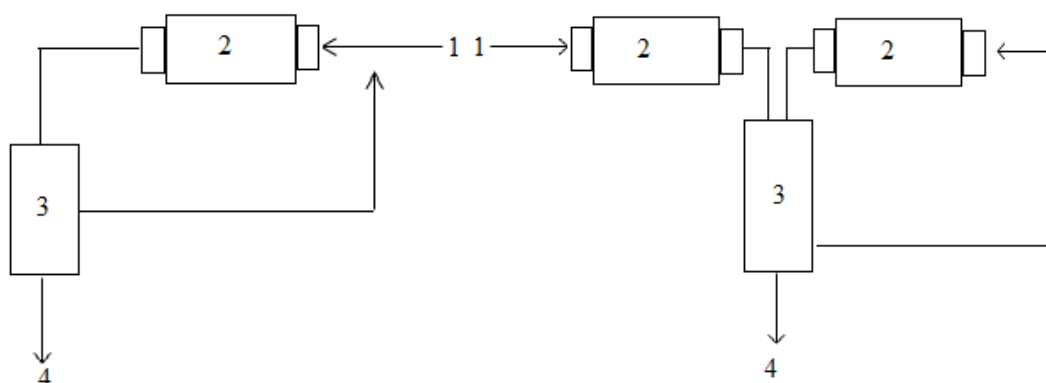
Obr. 1 Produktem štěpkovačů je štěpka (Zdroj: vlastní)

4 DRUHY ŠTĚPKOVAČŮ

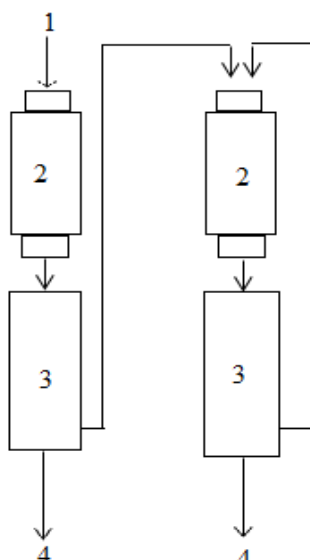
Štěpkovače podle štěpkovacího ústrojí můžeme dělit na 5 základních kategorií, které si podrobněji rozebereme v kapitole 4.1:

- kolové
- bubnové
- šnekové
- diskové
- jiné

Další skupinou strojů, které se využívají ke zpracování dřevní hmoty jsou drtiče. Drtiče se oproti štěpkovačům využívají v případě, kdy nejsou kladeny přesné požadavky na výslednou frakci. Hmotu bývá drcena nárazy, lomem nebo roztíráním. Díky své velikosti bývají umístěny na samostatné podvozky s vlastním motorem. Pro výslednou kvalitu štěpky se nejčastěji sdružují do linek (viz obr. 2, 3), kdy dochází k víceúrovňové desintegraci. V takovém to případě bývají zapojeny dva drtiče za sebou pro produkci rovnoměrnější štěpky nebo se dále využívá za drtiči třídič [3].



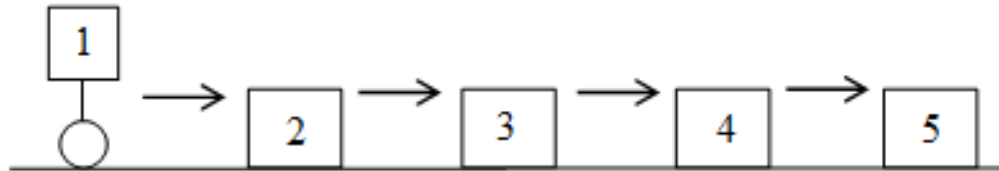
Obr. 2 Vlevo ukázka víceúrovňové desintegrace, varianta s jedním třídičem a jedním desintegračním zařízením, napravo ukázka víceúrovňové desintegrace, varianta s jedním třídičem a dvěma desintegračními zařízeními, 1 – vstup, 2 – desintegrační zařízení, 3 – třídič, 4 – výstup (Zdroj: Souček, 2008)



Obr. 3 Víceúrovňová desintegrace, varianta s dvěma třídiči a dvěma desintegračními zařízeními 1 – vstup, 2 – desintegrační zařízení, 3 – třídič, 4 – výstup (Zdroj: Souček, 2008)

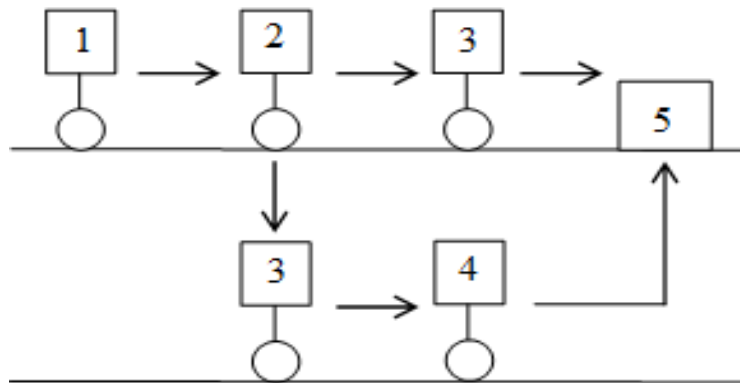
V závislosti na technickém a technologickém řešení linky rozlišujeme štěpkovače:

- stacionární – sekací agregát je pevně zabudován do technologie linky na pevném základu



Obr. 4 Schéma stacionární štěpkovací linky, 1- vyvážecí souprava, 2 – odvozní místo, 3 – firemní areál, 4 – stacionární štěpkovač, 5 – sklad (Zdroj: vlastní)

- mobilní – sekací agregát je umístěn na podvozek, pomocí kterého můžeme sekačku přesunovat [4]



Obr. 5 Schéma mobilní štěpkovací linky, 1 – vyvážecí souprava, 2 – mobilní štěpkovač, 3 – odvozní souprava, 4 – překladní místo, 5 – sklad (Zdroj: vlastní)

Na základě mobility rozlišujeme tyto druhy štěpkovačů a drtičů:

- přívěsný štěpkovač a drtič
- samojízdný štěpkovač a drtič
- návěsný štěpkovač a drtič
- nesený štěpkovač a drtič

Na základě podvozku rozeznáváme:

- traktorový
- automobilový
- pásový [1]

Podle způsobu vkládání dřevní hmoty:

- s ručním dávkováním – tenčí materiál
- s mechanickým dávkováním – materiál vkládáme pomocí hydraulické ruky

Podle způsobu podávání:

- bez podávacího zařízení – k sekacímu agregátu se dřevní hmota dostane vtahovacím účinkem sekacích nožů
- s mechanickým podávacím zařízením – dřevní hmota je dopravována k sekacímu agregátu pomocí podávacích válců nebo pomocí řetězového dopravníku s válci [4]

Štěpkovače dále můžeme rozdělit na základě výkonu motoru a svému použití na:

- zahradní – slouží k likvidaci zahradního odpadu, např. listí, slabší větve, jejich mobilita je zajištěna pomocí dvou kol, na které se stroj naklopí a následně je odtažen na určené místo. Výkon motoru těchto strojů je od 1,6 do 2,2 kW. Jejich uplatnění se nachází při úklidu okolo domu a výsledná štěrka se hodí ke kompostování nebo mulčování.
- malé – typickým znakem strojů této velikosti je, že bývají vyráběné jako nesené za traktor. Požadovaný výkon bývá mezi 15 – 40 kW. Svou konstrukcí a výkonem jsou již schopny zpracovávat dřevní hmotu pro energetické účely. Štěpkovací ústrojí je nejčastěji diskového charakteru.
- střední – vzhledem ke své velikosti jsou konstruovány na jednonápravových podvozcích. Potřebný výkon se pohybuje mezi 41 – 100 kW. Poháněné bývají pomocí vlastního motoru nebo traktorem pomocí vývodové hřídele. Konstrukčně již jde o štěpkovače s bubnovým ústrojím [5].

4.1 Podle dělicího ústrojí

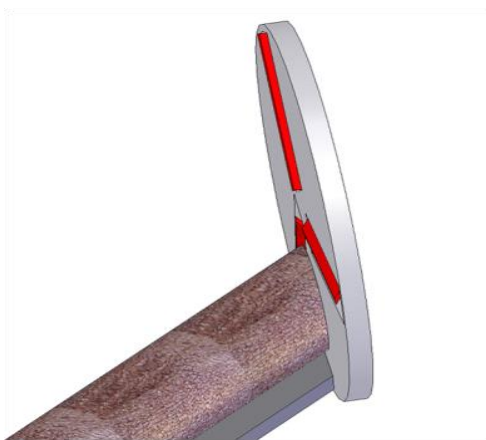
4.1.1 Diskové ústrojí

Původně vychází z velkých stacionárních sekaček, u kterých byl mechanismus upraven, aby byl schopen produkovat štěrku z celých stromů. V praxi rozeznáváme dva typy, kdy u prvního typu vkládáme materiál pod úhlem k dělicímu ústrojí (viz obr. 6). Díky této konstrukci sekací ústrojí materiál samo vtahuje. U druhého typu vkládáme materiál kolmo k dělicímu ústrojí (viz obr. 7). Změnou úhlu získáme nižší výšku

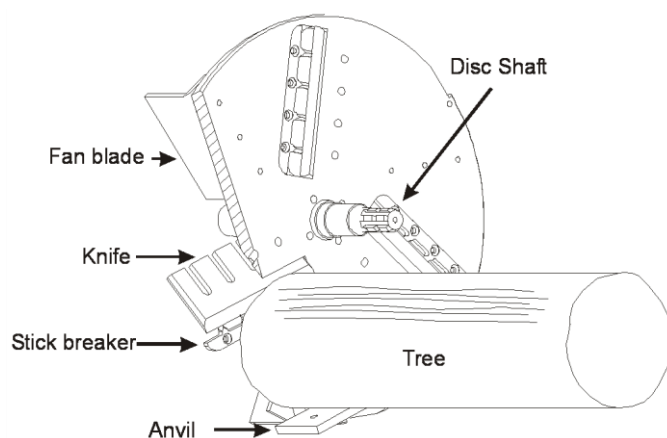
vkładacího dopravníku, naopak ztratíme vtahovací sílu, kterou musíme nahradit využitím podávacích válců [4].

Dělicí ústrojí se skládá s nožů, které jsou na přední straně rotujícího kotouče neboli disku, jenž plní funkci setrvačníku. Po rozpořhování disku dochází k využití kinetické energie pro překonávání rozdílné tloušťky a nerovnoměrnosti materiálu, kdy nože odsekávají kousky materiálu [2].

Dopravu štěpky zajišťují lopatky připevněné na disku a proto není nutné samostatného ventilátoru. Díky kinetické energii nám stačí využívat zdroj s nízkým výkonem [4].



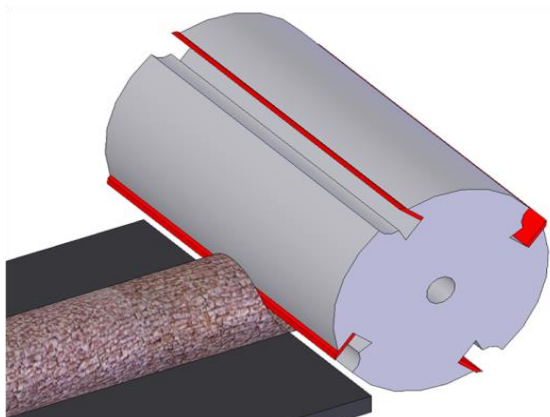
Obr. 6 Vkládání štěpkovaného materiálu pod úhlem
(Zdroj: <http://www.woodenergy.ie/media/woodenergy/content/woodharvestingequipment/equipment2/DiscChipper2.png>)



Obr. 7 Vkládání štěpkovaného materiálu kolmo
(Zdroj: <http://www.woodenergy.ie/media/woodenergy/content/woodharvestingequipment/equipment2/DiscChipper1.png>)

4.1.2 Bubnové ústrojí

Sekací nože jsou umístěny rovnoběžně s osou otáčení na obvodu rotujícího válce (viz obr. 8). Vstupní otvor můžeme upravit zvětšením nebo zmenšením průměru válce. Tato konstrukce je vhodná pro drcení chaotického materiálu v podobě lesního klestu, který potřebuje větší vstupní otvor, nad nímž je mačkácí válec. Díky velikému vstupnímu otvoru se může materiál stočit a dojde k sekání materiálu napříč, tím nevznikají štěpky, ale dlouhé třísky. Produkci třísek se zabraňuje přidáním sít, které nadměrné kousky vrací zpátky ke štěpkování. Následně je štěpka odvedena do vymetací roury. Nejvýkonnější bubnové sekačky jsou umístěny na podvozky automobilů či vyvážecích souprav. Průměr zpracovaného materiálu je u měkkého dřeva až 900 mm a tvrdého 700 mm [2]. Nevýhodou je nutnost energetického prostředku s větším výkonem, protože válec s noži nám na rozdíl od disku svou malou hmotností neposkytuje dostatečnou kinetickou energii [6].



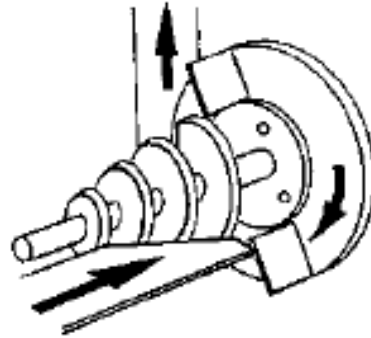
Obr. 8 Schéma bubnového drtícího ústrojí (Zdroj: <http://www.woodenergy.ie/media/woodenergy/content/woodharvestingequipment/equipment2/DrumChipper1.png>)

4.1.3 Šnekové ústrojí

Sekací mechanismus je odvozem podle svého názvu, tj. ve tvaru šroubovice se stoupajícím průměrem (viz obr. 9). Při otáčení šroubovice dochází k tomu, že se šroubovice zařezává do materiálu až ho odřízne a následně je odveden od šroubovice (viz obr. 10). Otáčivým pohybem dochází k vtahování materiálu do ústrojí [4]. Délka produkované štěpky je závislá na stoupáním pracovní spirály. Požadavek na změnu délky by znamenal vyměnění celého šnekového ústrojí. Jde o poměrně jednoduchý, spolehlivý a energeticky nenáročný mechanismus [1].



Obr. 9 Ukázka šnekového drtícího ústrojí (Zdroj: <http://www.bystron.cz/obr/pirana/v/8.jpg?ver=12>)

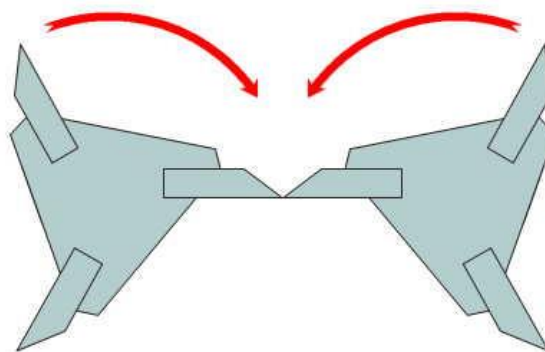


Obr. 10 Schéma pohybu materiálu ve šnekovém drtícím ústrojí (Zdroj: Souček, 2008)

4.1.4 Ústrojí s protiběžnými hřídeli

Do štěpkovačů bývá často mylně zařazován i chunk chopper Rojek, který je také schopen zpracovávat dřevní hmotu, ale vzniklý produktem není štěpka nýbrž dřevěné špalíky [2].

Toto ústrojí vychází z principu dvou protiběžných hřídelí, s tím že na každou hřídel jsou připevněny 3 nože. Při otáčení hřídelí se nože setkávají v přímém úhlu naproti sobě a mezi noži vzniká mezera o velikosti 0,1 mm, která zapříčiní oddělení špalíku od vkládaného materiálu [7].



Obr. 11 Drtící ústrojí s protiběžnými hřídeli (Zdroj: <http://www.rojek.cz/img/detail/DH10noze-500.JPG>)

4.1.5 Kladívkové ústrojí

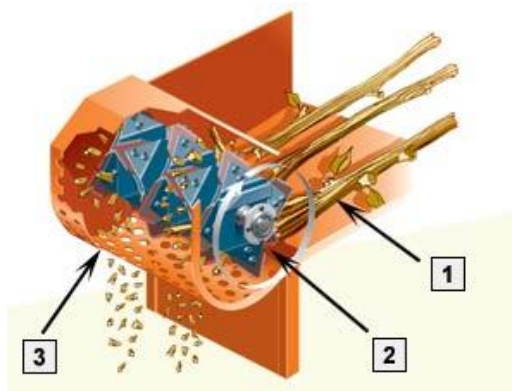
Kladívkový drtič se skládá z jednoho nebo více rotorů, na němž jsou pevně či otočně upevněny kladiva neboli tlouky (viz obr. 12). Velikost produkované frakce je dána vzdáleností mezi rotory, které mezi sebou mají přepážky, a tím nám vytváří proti ostří jako u diskového mechanismu. Za kladívky bývají umístěny síta, jenž nadrozměrné frakce vrací zpátky ke kladivům k dalšímu rozdrčení [1].



Obr. 12 Princip kladívkového drtící ústrojí u štěpkovače Laski KDO 90 T (Zdroj: vlastní)

4.1.6 Princip sekery

Princip sekery je patentován společností Eliet. Základním principem je, že vkládaný materiál je oddělován noži po směru vláken jako při štípání dříví (viz obr. 13). Následně je materiál dále zpracován rotujícími noži na hřídeli. Stejněměrná velikost produkované frakce je zajištěna pomocí síta [8].



Obr. 13 Drtící ústrojí firmy Eliet s principem sekery (Zdroj: <http://www.agrocar.cz/lesni-hospodarstvi/drtice-a-stepkovace-dreva/mobilni-stepkovace-eliet/>)

5 PŘEHLED VÝROBCŮ ŠTĚPKOVAČŮ A JEJICH TYPY

V následujících dvou podkapitolách si představíme jednotlivé výrobce štěpkovačů. Nejprve v podkapitole 5.1 si ukážeme české výrobce štěpkovačů, kteří se začali na trhu objevovat po roce 1993. Ve výrobním portfoliu českých výrobců můžeme najít štěpkovače od velikosti zahradních až po velké. Technické zpracování štěpkovačů je srovnatelné s předními zahraničními výrobci. Někteří jako např. firma Rojek má vlastní patentovaný drtící mechanismus. V podkapitole 5.2 si představíme zahraniční výrobce s jejich stroji.

5.1 Čeští výrobci

5.1.1 Laski, s.r.o.

Společnost Laski, s.r.o. vznikla v roce 1992 jako česká firma sídlící ve Smržicích. Počátky jsou spojeny s prodejem náhradních dílů na zemědělské stroje. V současné době se společnost zabývá prodejem motorů a výrobou profesionální komunální techniky např. štěpkovače, drtiče, vysavače, drážkovače a frézy na pařezy. Export tvoří 90 % výroby a stroje jsou dodávány do více než čtyřiceti zemí světa [9].

Diskový štěpkovač LS 160

Model LS 160 je jeden z největších a zároveň nejnovější model, který firma vyrábí (větší je už pouze LS 200 ve verzi za traktor). Tento model je prodáván s označením LS 160 DW, který je na nebrzděném podvozku s možností připojení za automobil. Drtící ústrojí je na principu diskového mechanismu, který je osazen noži. Štěpkovač má horní část otočnou, takže vkládací žlab se může natočit do směru dle potřeby. Stroj je vybaven počítadlem motohodin, kontrolkou dobíjení, kontrolkou mazání, bezpečnostním spínačem a bezpečnostním madlem. Štěpkovač je navíc vybaven systémem no-stress, který zabraňuje přetížení spalovacího motoru [10]. Model s označením LS 160 DWB je navíc vybaven nájezdovou brzdou [11]. Pro práci v terénu je stroj vybaven pásovým podvozkem (viz obr. 14). Tento model se označuje LS 160 Track s dálkovým ovládním. Naklápací rám zabezpečuje svahovou dostupnost až 30 °. Navíc je stroj vybaven elektrickým navijákem a ISO koulí k tažení přívěsu [12].



Obr. 14 Samohybný štěpkovač Laski LS 160 DW Track
(Zdroj: <http://www.laski.cz/data/produkty/photos/ls160dw-track-4.jpg>)

Tab. 1 Technická specifikace různých provedení Laski 160 (Zdroj: <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dw-track>, <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-t-1000>, <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dwb>, <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dw>)

Technické údaje	Jednotka	LS 160 DW/DWB	LS 160 T	LS 160 DW Track
Délka	mm	3 450	2 265	2 610
Pracovní šířka	mm	1 590	1 280	1 400
Pracovní délka	mm	2 500	2 350	2 535
Celková hmotnost	kg	750	568	1 250
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	12 – 16	12 -16	12 - 16
Spotřeba paliva	l·h ⁻¹	3,5 – 4	-	3,5 – 4
Max. průměr větví	mm	160	160	160
Průměr řezacího kotouče	mm	600	600	600
Počet nožů	ks	2	2	2
Délka štěrky	mm	5 – 15	5 – 15	5 - 15
Velikost vstupního otvoru	mm	240 x 170	240 x 170	240 x 170
Podávací válce	ks	2	2	2
Pohon	-	vlastní motor	PTO traktoru	vlastní motor
Výkon	kW	22	22 – 40	22 – 40

Štěpkovač KDO 90

Model KDO 90 patří mezi nejmenší, které firma vyrábí. Vyrábí se pod označením KDO 90 T, kdy tato verze je poháněna vývodovým hřídelem traktoru a je nesen v tříbodovém závěsu traktoru. Drtící ústrojí je kladívkového principu, ale můžeme zde vidět i náznak diskového. Štěpkovač je opatřen boční násypkou (vhodnou pro silnější materiál), ve které hmota je prvně odsekuta noži, jenž jsou umístěny na disku a následně odseknutý kus je rozdrcen kladivy a transportován do odhozní koncovky. Horní násypkou se dostane materiál přímo do kontaktu s kladivy (vhodnější pro slabší větve a listí) [13].

Verze označená KDO 90/14 osazena zážehovým motorem značky Kohler s označením CH 440, jehož výkon je 10,4 kW (14 HP) [14]. Označení KDO 90/13 nabízí zážehový motor od společnosti Honda s označením GX 390 s výkonem 8,7 kW (11,7 HP) [15].



Obr. 15 Štěpkovač Laski KDO 90 T (Zdroj: vlastní)

Tab. 2 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Laski KDO 90

(Zdroj: <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-t>, <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-13>, <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-14>)

Technické údaje	Jednotka	KDO 90/13	KDO 90/14	KDO 90 T
Délka	mm	1 635	1 635	920
Pracovní šířka	mm	1 130	1 130	1 530
Pracovní výška	mm	1 510	1 510	1 510
Celková hmotnost	kg	221	223	230
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	2 – 4	2 – 4	2 – 4
Max. průměr větví	mm	85	85	85
Průměr řezacího kotouče	mm	350	350	350
Počet nožů	ks	2	2	2
Průměr drtícího bubnu	mm	355	355	355
Počet nožů bubnu	ks	28	28	28
Max. průměr větví	mm	15	15	15
Pohon	-	vlastní motor	vlastní motor	PTO traktoru
Výkon	kW	8,7	10,4	15 – 40

5.1.2 AMD Konstrukt, s.r.o.

Jde o českou firmu, která využívá svých zkušeností s vývojem a konstrukcí štěpkovačů z první poloviny devadesátých let, kdy zakladatelé společnosti vyvinuly štěpkovač pro německého klienta. Zlom přišel se založením společnosti v roce 2004 a uvedením štěpkovačů pod označením Maxim.

Společnost produkuje středně velké až velké štěpkovače v mobilním, ale i stacionárním provedení [16].

Bubnový štěpkovač Maxim 420

Jde o nejmenší nabízenou modelovou řadu. Má široké spektrum využití od přímého v lesním porostu, štěpkování probírek, zpracování dřevních zbytků po těžbě až po zpracování dřevního odpadu z pil, železničních pražců a zbytků ze staveb do průměru 380 mm. Stroj je poháněn vývodovou hřídelí traktoru. Má vlastní hydraulický okruh, který zabezpečuje vtahovací pásy a další funkce stroje. Drtícím mechanismem je

bubnový rotor osazen noži. Řídicí jednotka zabraňuje zahlcení stroje. Výsledná frakce štěpky je zajištěna sítí. Stroj je osazen na jednonápravovém podvozku, který je možné zapojit do traktorového závěsu a zároveň podvozek obsahuje závěs pro připojení přívěsu na štěpku. Nadstandardní výbavou jsou například hydraulické úpravy vtahovacího stolu, výfuku a vlastní rozměr sít [17].

Tento typ má i svou stacionární verzi (označenou Maxim 420 ST/EL, viz obr. 16). Stroj je shodný s mobilní verzí. Rozdílem je pohonná jednotka zajišťovaná elektromotorem o výkonu 45 kW. Využití stacionární verze je především v pilách, briketárnách a peletárnách. Za příplatek lze stroj upravit, aby byl kompatibilní s výrobní linkou [18].



Obr. 16 Štěpkovač Maxim 420 ST/EL (Zdroj: http://www.stepkovace.cz/foto/Maxim420ST-EL_01f.jpg)

Tab. 3 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Maxim 420

(Zdroj: http://www.stepkovace.cz/maxim_420_ST-EL_tech.htm,

http://www.stepkovace.cz/maxim_420_tech.htm)

Technické údaje	Jednotka	Maxim 420	Maxim 420 ST/EL
Délka	mm	3 600	6 550
Pracovní šířka	mm	2 350	2 200
Pracovní výška	mm	2 980	1 650
Celková hmotnost	kg	2 700	3 750
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	40	40
Rychlost vtažovacího pásu	m·min ⁻¹	0 - 15	0 – 15
Max. průměr materiálu	mm	380	380
Průměr rotoru	mm	600	600
Počet nožů	ks	4	4
Délka štěpky	mm	5 – 70	5 – 70
Velikost vstupního otvoru	mm	420 x 390	420 x 390
Rozměr sít	mm	30 x 30, 50 x 50	30 x 30, 50 x 50
Pohon	-	vlastní motor	el. motor
Výkon	kW	75 - 145	45

Bubnový štěpkovač Maxim 1270 HR

Jde o největší stroj, který firma vyrábí. U tohoto stroje je kladen důraz na maximální výkonnost a lze ho použít kdekoliv, od štěpkování klestu, dřevní pražce až celé kmeny. Drtící jednotkou je bubnový rotor s noži. Pohon je řešen přes vývodovou hřídel traktoru a využívá řemenový převod. Součástí výbavy je také vlastní hydraulický okruh, vtažovací pásy, elektronická jednotka zabraňující zahlcení stroje, ventilátorem nezávislým na otáčkách rotoru, čímž se zabraňuje možnosti ucpání odhozní koncovky. Stroj je usazen na tademovém podvozku s připojením za traktor a vlastním závěsem pro připojení přívěsu. Pro lepší průchodnost terénem je vybaven kyvnými nápravami [19].



Obr. 17 Štěpkovač Maxim 1270 HR (Zdroj: http://www.stepkovace.cz/foto/Maxim1270_04f.jpg)

Tab. 4 Technická specifikace štěpkovače Maxim 1270 HR (Zdroj: http://www.stepkovace.cz/maxim_1270_tech.htm)

Technické údaje	Jednotka	Maxim 1270 HR
Pracovní délka	mm	6 500
Pracovní šířka	mm	2 480
Pracovní výška	mm	2 890
Celková hmotnost	kg	15 600
Výkonnost	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	120 – 150
Rychlost vtažovacího pásu	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	0 – 22
Max. průměr materiálu	mm	700
Průměr rotoru	mm	900
Počet nožů	ks	12
Délka štěpky	mm	5 – 70
Velikost vstupního otvoru	mm	1 200 x 700
Rozměr sít	mm	30 x 30, 50 x 50
Pohon	-	PTO traktoru
Výkon	kW	250 – 300

5.1.3 Rojek

Firma Rojek je rodinnou firmu znovuobnovenou roku 1991 sídlící v Kostelci nad Ohří. Společnost se zabývá výrobou dřevoobráběcích strojů a tepelnou technikou. Firma má zastoupení ve více než 65 státech na světě.

Drtič DH 10

Jde o jediný typ drtiče vyráběný firmou. Drtící ústrojí je tvořeno dvěma protiběžnými hřídeli s třemi noži, které je možné brousit a zmenšit až o 4 mm, kdy odbroušený materiál se nahrazuje plechovými pásky, aby mezi noži zůstala mezera 0,1 mm. Drtič se vyrábí ve variantách s elektromotorem (DH 10 E), čtyřtákním benzínovým motorem (DH 10 S) či verzi do tříbodového závěsu traktoru (DH 10 Tp). Podrcený materiál buď padá na zem nebo je zde možnost pytlovacího zařízení (u verze DH 10 Tp je pytlovací zařízení v ceně). Produktem není klasická drobná štěrka, ale dlouhá štěrka, označující se špalíky [7].



Obr. 18 Drtič dřevní hmoty DH 10 Sp (Zdroj: <http://rojek.cz/img/stroje/DH10SP-3161.JPG>)

Tab. 5 Technická specifikta různých provedení drtiče DH 10

(Zdroj: http://rojek.cz/pdf/Drvice_cz.pdf)

Technické údaje	Jednotka	DH 10 TP	DH 10 S	DH 10 E
Délka	mm	1 360	1 520	1 360
Pracovní šířka	mm	1 855	880	880
Pracovní výška	mm	1 660	1 570	1 570
Celková hmotnost	kg	240	165	165
Výkonnost	kg·h ⁻¹	900	900	900
Max. průměr větví	mm	90	80	80
Počet nožů	ks	6	6	6
Horní otvor násypky	mm	650 x 650	650 x 650	650 x 650
Max. otáčky nožové hřídele	ot·h ⁻¹	500	90	65
Pohon	-	PTO traktoru	vlastní motor	el. motor
Výkon	kW	25	4	2,2

5.1.4 Bystroň

Firma Bystroň sídlí ve Valašském Meziříčí, která se zabývá výrobou zemědělské, lesnické techniky a vázací jeřábovou technikou [20]. Jejich sortiment nabízí štěpkovače s drtícím mechanismem pomocí šnekového nebo diskového ústrojí [21].

Štěpkovač Murena I

Stroj je vhodný ke štěpkování větví, odkorků a jiného dřevního odpadu. Jde o štěpkovač s diskovým mechanismem obsahující tři nože. Součástí stroje je vlastní hydraulický okruh, který zajišťuje podávací mechanismus. K dispozici je ve verzi mobilní a stacionární. Stacionární verze je vybavena elektromotorem. Mobilní verze je poháněna vlastním spalovacím motorem nebo vývodovou hřídelí traktoru. Za traktorovou verzi je možné do připraveného závěsu zapojit přívěs [22].



Obr. 19 Štěpkovač Murena ve verzi za traktor (Zdroj: <http://www.bystron.cz/obr/murena/v/5.jpg?ver=12>)

Tab. 6 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Murena (Zdroj: <http://www.bystron.cz/stepkovac-murena1.php>)

Technické údaje	Jednotka	Za traktor	S motorem	Stacionární
Délka	mm	1 400	1 600	1 600
Pracovní šířka	mm	1 500	1 500	1 500
Pracovní výška	mm	1 900	1 900	1 900
Celková hmotnost	kg	415	450	255
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	5	5	5
Max. rozměr dřeva	mm	100 x 90	100 x 90	100 x 90
Velikost štěrky	mm	5 – 10	5 – 10	5 – 10
Počet nožů	ks	3	3	3
Vstupní otvor	mm	200 x 140	200 x 140	200 x 140
Podávací válce	ks	1	1	1
Pohon	-	PTO traktoru	vlastní motor	el. motor
Výkon	kW	30	23,8	11

Štěpkovač Pirana

Stroj je určen pro drcení větví a jiného dřevního odpadu vhodného ke spálení či kompostování. Drtící mechanismus je šnekový. Vtahování materiálu je prováděno vtahovací silou drtícího ústrojí. Pirana se vyrábí ve verzi pro tříbodový závěs traktoru s pohonem přes vývodovou hřídel. Další verze jsou s elektromotorem nebo spalovacím

motorem. Verze označená pomaloběžná Pirana nemá pytlovací zařízení a produkovaná štěrka padá na zem [23].



Obr. 20 Štěpkovač větví Pirana (Zdroj: <http://www.bystron.cz/obr/pirana/v/2.jpg?ver=12>)

Tab. 7 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Pirana

(Zdroj: <http://www.bystron.cz/drtic-vetvi-pirana.php>)

Technické údaje	Jednotka	Za traktor	S motorem	Pomaloběžná
Délka	mm	1 780	1 780	1 780
Pracovní šířka	mm	1 120	1 120	1 120
Pracovní výška	mm	1 650	1 650	1 650
Celková hmotnost	kg	200	-	240
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	5	5	2
Max. průměr větví	mm	70	70	70
Velikost štěrky	mm	70	70	70
Pohon	-	PTO traktoru	vlastní motor	el. motor
Výkon	kW	10	17,52	4

5.2 Zahraniční výrobci

5.2.1 Jensen

Jedná se o Německou firmu sídlící Maasbüllu na severu Německa. Výrobou štěpkovačů se zabývá již 130 let. Své zastoupení mají ve většině Evropských zemí [24]. Sortiment obsahuje od menších diskových po velké bubnové štěpkovače. Z hlediska mobility zde najdeme verze nesené za traktorem, s podvozkem nebo na pásech [25].

Bubnový štěpkovač TJ 1250

Jde o největší nabízený štěpkovač německé společnosti. Drtící ústrojí je tvořeno bubnem s 24 noži. Je to vysokokapacitní štěpkovač, který je určen pro drcení veškerého dřevního materiálu. Výsledná frakce štěrky se určuje pomocí sít. K dispozici je verze poháněná vývodovou hřídelí traktoru umístěná na dvounápravovém podvozku (viz obr. 21) nebo verze rovněž na dvounápravovém podvozku s vlastním motorem. Hmotnost tohoto stroje je 14 620 kg, včetně hydraulické ruky [26].



Obr. 21 Bubnový štěpkovač Jensen TJ 1250 (Zdroj: http://www.agrocar.cz/storage/photo/large/jensen_tj_7.jpg)

Tab. 8 Technická specifikace štěpkovače Jensen TJ 1250 (Zdroj: http://www.profistroje.cz/bubnovy-stepkovac-jensen-tj_721.html)

Technické údaje	Jednotka	Jensen TJ 1250
Pracovní délka	mm	5 850
Pracovní šířka	mm	2 530
Pracovní výška	mm	3 850
Celková hmotnost	kg	14 620
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	120 – 140
Max. průměr materiálu	mm	550
Průměr rotoru	mm	820
Počet nožů	ks	12/24
Velikost vstupního otvoru	mm	1 250 x 690
Rozměr sít	mm	40, 60, 80, 100
Pohon	-	PTO traktoru
Výkon	kW	260,9

5.2.2 Farmi Forest

Farmi Forest je firma ve Finsku, která se od roku 1962 specializuje na lesní logistiku a výrobu biomasy. Firma dbá na preciznost svých strojů a proto patří mezi špičky na trhu se štěpkovači. Obrat firmy je z 80 % tvořen prodejem na zahraničních trzích [27].

Firma produkuje štěpkovače v různých variantách. Jsou k dispozici verze bez podávacích válců nebo s nimi, stacionární verze, verze na podvozku s vlastní hydraulickou rukou nebo verze s pásovým dopravníkem pro drcený materiál [28].

Farmi CH 381 HFC

Štěpkovač je určen pro profesionální použití. Drtícím mechanismem je disk se čtyřmi noži. Stejnóměrnost a kvalita štěpky je zajištěna pomocí dvojitého disku. Nejprve dojde k odseknutí drceného materiálu noži, následně jde zpracováváný materiál na přídatné nože, jenž mají odsekнутý materiál dále rozdrtit. Na vstupu do drtícího ústrojí je přidán tzv. lamač větví, který by měl zamezit vzniku nezpracovaných slabých větvíček. Štěpkovač je vybaven podávacím dopravníkem (viz obr. 22). Bez dopravníku je verze označena CH 381 HF. Samozřejmostí je vlastní hydraulický okruh, no-stress

system. Pohon je řešen vývodovou hřídelí z traktoru. Štěpkovač lze různě upravit a dovybavit hydraulickou rukou či přidat na samostatný podvozek [29].



Obr. 22 Štěpkovač Farmi CH 381 HFC (Zdroj: http://farmiforest.fi/wp-content/uploads/2015/02/ch_381_hfc.jpg)

Tab. 9 Technická specifikace štěpkovače Farmi CH 381 HFC (Zdroj: http://www.farmiforest.fi/en/files/brochures/brochures/CATCHENG_web.pdf)

Technické údaje	Jednotka	Farmi CH 381 HFC
Celková hmotnost	kg	2 300
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	30 - 100
Max. průměr materiálu	mm	380
Velikost štěpky	mm	10 - 30
Průměr rotoru	mm	1 460
Počet nožů	ks	4
Velikost vstupního otvoru	mm	380 x 420
Pohon	-	PTO traktoru
Výkon	kW	125 - 205

5.2.3 Linddana

Společnost Linddana je Dánský výrobce štěpkovačů, který se jejich výrobou zabývá přes 25 let. Produktové portfolio nabízí tři řady štěpkovačů (les, park, zahrada). Liší se svojí konstrukcí, velikostí zpracovaného materiálu a výkonností. Řada zahrada má drtící mechanismus na bubnovém principu a park s lesem na diskovém. Štěpkovače mohou být nesený v tříbodovém závěsu traktoru či osazený na podvozek s vlastním motorem [30].

TP 100

Jde o jediný produkt v kategorii zahrada. Drtící mechanismus je bubnový s dvěma noži. Konstrukce násypky zde není kolmá (viz obr. 23), ale vstupovaný materiál přichází do kontaktu s noži pod úhlem, čímž drtící ústrojí samo vtahuje hmotu bez nutnosti podávacích válců. K dispozici je ve verzi za traktor nebo na vozíku s vlastním pohonem [31].



Obr. 23 Štěpkovač Linddana TP 100 ve verzi za traktor (Zdroj: <http://www.forestmeri.cz/cms/upload/galerie/nahledy/1332510320.jpg>)

Tab. 10 Technická specifikace štěpkovače Linddana TP 100

(Zdroj: http://www.tphacker.de/gfx/products/7/datablad_de.pdf)

Technické údaje	Jednotka	Linddana TP 100
Pracovní délka	mm	791
Pracovní šířka	mm	1 515
Pracovní výška	mm	1 580
Celková hmotnost	kg	195
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	7
Max. průměr materiálu	mm	100
Velikost štěrky	mm	8 - 20
Průměr bubnu	mm	410
Počet nožů	ks	2
Velikost vstupního otvoru	mm	150 x 275
Pohon	-	PTO traktoru
Výkon	kW	11,2 – 29,8

TP 400

TP 400 je největším nabízeným diskovým štěpkovačem od Linddany na našem trhu. Štěpkovač má na disku čtyři nože. Pro stálý přísun materiálu je vybaven dvěma podávacími válci, o které se stará systém TP Pilot K, jenž hlídá tlak oleje, jeho teplotu, přívod oleje do válců, který je možno regulovat. Pro stejnoměrnou frakci je možné stroj vybavit lámacími prsty. Stroj je konstruován pro zapojení do tříbodového závěsu traktoru. Pohon je řešen přes vývodovou hřídel traktoru [32].



Obr. 24 Štěpkovač Linddana TP 400 (Zdroj: <http://www.tpchipper.com/gfx/Products/6/file1.jpg>)

Tab. 11 Technická specifikace štěpkovače Linddana TP 400
(Zdroj: http://www.tpchipper.com/gfx/products/6/datablad_en.pdf)

Technické údaje	Jednotka	Linddana TP 400
Pracovní délka	mm	2 582
Pracovní šířka	mm	1 538
Pracovní výška	mm	3 290
Celková hmotnost	kg	3 000
Výkon	m ³ ·h ⁻¹	400
Max. průměr materiálu	mm	400
Velikost štěrky	mm	15 - 40
Průměr disku	mm	1 225
Počet nožů	ks	4
Velikost vstupního otvoru	mm	400 x 440
Pohon	-	PTO traktoru
Výkon	kW	184 - 294

6 KÁCENÍ A LIKVIDACE DŘEVNÍ HMOTY

6.1 V lese

6.1.1 Kácení

Kácení stromů v lesích porostech představuje základní operaci při těžbě dříví. Dochází k oddělení nadzemní části stromu od pařezu do předem určeného prostoru. Nejčastěji se pro kácení využívá přenosná motorová pila známá pouze pod pojmem motorová pila.

Při kácení musíme postupovat podle daných kroků. Nejprve je nutné si určit směr pádu stromu (je nutné vzít v potaz terénní podmínky, tvar koruny, kmene či směr vyklízení dříví). Následně si připravíme stanoviště včetně bezpečné ústupové cesty šikmo vzad. Poté upravíme spodní část kmene, kdy odřezeme velké kořenové náběhy (viz obr. 25). Při samotném kácení vytvoříme směrový zásek a následně hlavní řez. Po kácení následuje odvětvení pokáceného stromu a rozřezání na požadované délky [33].



Obr. 25 Odřezávání kořenových náběhů

(Zdroj: Neruda, 2013)

Kromě kácení motorovou pilou se v dnešní době využívají i tzv. harvestory (viz obr. 26). Jde o samopojízdné víceoperační stroje, které jsou schopny strom nejen pokácet, ale i odvětvit, rozřezat, změřit a zaregistrovat (označit). Vzniklé výřezy se nechávají uspořádaně či neuspořádaně v lesním porostu nebo se ukládají na hráně k vyvážecím linkám. Nejčastěji se setkáme s pásovými nebo kolovými harvestory, jenž na základě výkonnosti dělíme na malé, střední a velké [34].



Obr. 26 Harvester Rottne H-20 (Zdroj: <http://www.rm-forest.cz/images/contentslider/original/rottne-h20.jpg>)

6.1.2 Soustředování dříví

Pod pojmem soustředování dříví se myslí jakýkoliv transport dříví od pařezu na odvozní místo. Můžeme se setkat i se synonymem primární doprava dříví [2].

Soustředování můžeme rozlišovat na manuální, gravitační, animální a mechanizované, s tím že v praxi se nejčastěji setkáme s animálním a mechanizovaným.

V animálním způsobu se využívá tažná síla koní (dříve i volů). Koně i v dnešní době plní nenahraditelnou funkci v soustředování dříví. Jde sice o méně výkonnou a finančně náročnější variantu z hlediska nutnosti se starat o koně i mimo les. Výhodou je dobrá manévrovatelnost v porostu, díky principu pohybu koně (kráčení) nevznikají vytlačené koleje, které vedou ke vzniku eroze. Důležitá je také menší poškození okolního porostu. Tažná síla koně se udává mezi 10 až 15 % jeho živé hmotnosti. V praxi se nejčastěji používá přiblížení dříví z porostu na odvozní linku, ze které se dříví přepravuje dále mechanizovaně na odvozní místo.

Mechanizované soustředění rozlišujeme na komplexně a částečně mechanizované. Komplexně mechanizovaná se jinak nazývá bezúvazkové. Jde o proces soustředování dříví, kdy není potřeba dotyk lidské ruky na dříví [35].

U bezúvazkové technologie používáme pro sevření dříví se používá nástroj ve tvaru kleští. Jde buď o drapák nebo svěrný oplen (klembák). Oba způsoby jsou vybaveny

hydraulicky ovládanou čelistí, která dříví sevře. Rozdíl je hlavně v poloze čelistí, kdy u drapáku směřují dolů a u svěrného oplenu nahoru.

Drapák existuje ve dvou variantách. První je na krátkém výložníku s dosahem přibližně 3 metrů, kterou využívají hlavně univerzální kolové traktory (UKT) připojené v třibodovém závěsu. Na lesním kolovém traktoru (LKT) nebo na speciálním lesním kolovém traktoru (SLKT) je využíván druhý typ drapáku na tzv. delším výložníku, který má dosah 6 – 8 metrů, ale i více.

Svěrný oplén se využívá pro přibližování dlouhého dříví v polozávěsu. Část nákladu je umístěna na oplenu a zbylá část je vlečena po zemi. Díky vyššímu zatížení zadní nápravy vyvíjeli v minulosti stroje s oplénem větší tlak na půdu. V současné době díky vícekolovým podvozkům, zdvojeným nápravám a širším pneumatikách vyvíjejí stejný či nižší tlak než traktor táhnoucí dříví na laně pomocí navijáku.

V praxi se už často objevují speciální lesní kolové tahače, které jsou vybaveny drapáky na delším výložníku spolu se svěrným oplénem (viz obr. 27) [2].



Obr. 27 SLKT značky Equus 175N se svěrným oplénem (Zdroj: <http://www.forestmeri.cz/cms/upload/galerie/obrazky/1423417345.jpg>)

Dalším zástupcem komplexně mechanizovaného soustředování dříví jsou vyvážecí traktory a vyvážecí soupravy (viz obr. 28). Vyvážecí traktor neboli forwarder je speciální stroj předem určený k nakládání, převozu a skládání dříví. Konstrukčně vychází ze dvou polarámů spojených pomocí kloubu, na kterých je umístěna motorová a ložná část. Vyvážecí souprava představuje dočasné spojení dvou samostatných prostředků. Kdy traktor či tahač vytvoří soupravu s přívěsem s pevnou ojí. Přívěsy mohou být osazeny boogie nápravami s možností pohánění hydraulickým pastorkem.

Vyvážecí souprava je univerzálnější, ale nedosahuje takových výkonností jako vyvážecí traktory [34].



Obr. 28 Ukázka vyvážecí soupravy (Zdroj: Michal Hrnčíř)

U částečně mechanizovaného se využívají také traktory a tahače. Hlavním rozdílem je použití lidské ruky. Hlavním prvkem u úvazkového soustředování je naviják, který je nesen v tříbodovém závěsu nebo pevně upevněn na konstrukci traktoru (viz obr. 29). V terénu je nutné vytvořit na kmeni pomocí řetězu úvazek, na který upevníme ocelové lano, jenž je pomocí navijáku přiblíženo k traktoru či tahači. Následně dříví dopravíme na odvozní místo a pomocí rampovače umístíme na skládky [35].



Obr. 29 UKT s navijákem pro úvazkové soustředování dříví

(Zdroj: <http://www.agama-as.cz/tajfun-2-x-55ahk>)

6.1.3 Vyvážení lesní dendromasy

Stroje pro vyvážení se volí podle charakteristiky materiálu. Pokud je materiál po těžbě zpracován štěpkovacím strojem, vzniklou štěpku odvážíme nejčastěji kontejnerovými vyvážecími traktory. Nachází-li se hmota ve formě lesních těžebních

zbytků či balíků vzniklých paketováním těchto zbytků, následné vyvážení se provádí běžnými vyvážecími traktory či soupravami. Paketování přispívá ke zvýšení efektivity vyvážených těžebních zbytků, protože dojde k jejich stlačení a následně balíky je možné vysypat přímo na odvozním místě, místo časově náročnějšího skládání hydraulickým jeřábem. U vyvážecích traktorů a souprav můžeme zvýšit efektivnost zvětšením ložné plochy (rozšířením klanic, prodloužením ložné plochy), musíme brát ale ohled na konstrukci vyvážecích linek, proto se toto zvětšení dá využít hlavně u holosečných ploch.

Pokud je hmota silně rozptýlená po ploše, před samotným vyvážením se provede shrnutí klestu. Shrnovač je adaptér ocelové konstrukce, jenž se zapojuje na přední nebo zadní část univerzálních či speciálních traktorů (viz obr. 30). Skládá se z hydraulicky ovládaného nosníku s regulovatelnou výškou, kdy na nosníku jsou upevněny ocelové prsty. Jednotlivé prsty jsou samostatně odpruženy pro kopírování nerovností terénu. Při shrnování využíváme tři základní pracovní postupy. Prvním je shrnování do pruhů s podélnou osou paseky, kdy nám vznikají podélné valy s rozstupem 20 až 50 metrů. Dalším typem je shrnování do porostních okrajů, jenž se využívá u úzkých a dlouhých pasekách, kde by vzniklé valy překážely. Stejně jako u shrnování do valů začínáme od středu plochy. Poslední variantou je shrnování do hromad, kdy se pohybujeme spirálovitě směrem ke středu hromad nebo klest shrneme do pruhů a následně je rozdělíme do hromad.



Obr. 30 Shrnovač klestu na UKT značky John Deere (Zdroj: <http://www.forestmeri.cz/cms/upload/galerie/obrazky/1331314387.jpg>)

Pro lepší efektivitu a hlavně čistotu těžebních zbytků jsou na hydraulické jeřáby instalovány speciální prstové drapáky, oproti drapákům na kulatinu. Konstrukce prstů zlepšuje průchodnost hromadami těžebních zbytků, zabraňují kontaminaci zeminou. Rychlost nakládky a celková efektivita spolu s dopravou je o 15 % vyšší než s drapáky na kulatinu, avšak vlastníci nejsou často ochotni platit druhý drapák speciálně na klest, proto je v nabídce také kombinovaný drapák, který je z jedné části konstruován jako drapák na kulatinu a z druhé jako drapák na klest.

Těžební zbytky se následně z lesních porostů vyváží na odvozní místa, kde proběhne jejich poštěpkování či jiné zpracování, pokud neproběhlo přímo v lese [2].

6.1.4 Frézování pařezů

Po sklizení těžebních zbytků se následně využívají pařezové frézy, které odstraní pařez na těžebních plochách a umožní lepší průjezd sázecí techniky. Frézy mohou být osazeny na kolovém nebo pásovém energetickém prostředku zajišťující pohyb a pohon pracovní části. Frézy mohou být přípojně, závěsné, návěsné nebo samojízdné. Pracovní část frézy se skládá z rotujícího kotouče, na němž jsou přišroubovány karbidové nože. Průměr kotouče a počet nožů je variabilní v závislosti na velikosti frézy, například průměr 500 mm je osazen 18 karbidovými noži. Samotná frézovací hlava může být ovládána nahoru a dolů popřípadě natáčena v různých úhlech. V případě traktorů bude ovládána pomocí zadního tříbodového závěsu a poháněna vývodovou hřídelí. V praxi fréza rozpohybuje kotouč s noži, které následně postupně ponořuje do frézovaného pařezu. Odfrézovaná hmota je vrhána směrem ke stroji [5].



Obr. 31 Pařezová fréza za traktorem Fendt 936 Vario (Zdroj: Pavel Vykrent)

6.2 Ve městě

6.2.1 Kácení

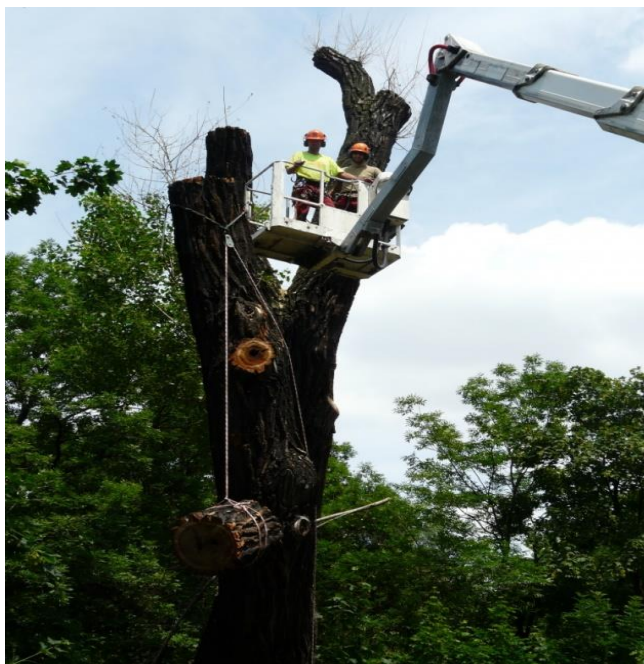
Oproti kácení stromu v lese, je při kácení ve městě nutno dbát na větší důraz přípravných prací. Musíme zkontrolovat okolní prostor, zda nehrozí ohrožení objektů, dopravní infrastruktury nebo elektrického vedení. Dále bereme v potaz terénní dostupnost pro mechanizaci. Následně se provádí kontrola káceného stromu. Zjišťuje se těžiště stromu (směr vychýlení kmene), kontrola zdravotního stavu (výskyt dřevokazných hub, dutiny v kmeni, hniloba). Nesmí se zapomenout na suché či zavěšené větve, které ohrožují okolí svým pádem.

Stejně jako u kácení stromů v lese se využívají motorové pily. Většinou jde o jednomužné motorové pily. Oproti motorovým pilám v lese jsou jednomužné pily méně výkonné, ale vyznačují se nižší hmotností. Novější jednomužné pily mají již pohon vyřešen pomocí akumulátorové baterie [36]. Zadní rukojeť je u jednomužných pil přenesena nad těleso motoru [1].

Samotné kácení má několik různých možností. Při dostatku volného prostoru o velikosti poloměru minimálně 2 násobku výšky káceného stromu (u opodstatněného případu stačí 1,5 násobek) v jakémkoliv směru lze provést volné kácení (S-KV). Volné kácení se uplatňuje i u stromů do průměru kmene 150 mm.

V případech kdy máme volný pouze určitý koridor, který splňuje podmínky vzdálenosti jako u volného kácení a koridor má šířku minimálně 2 násobku průměru koruny využíváme kácení s přetažením (S-KSP). Při tomto kácení se využívají prostředky k přetáhnutí jako naviják, směrová kladka, tažný klín, kmenový spínač. Pokud je strom nakloněn významně mimo směr kácení, nemůžeme tuto metodu použít.

Pokud máme dostatečně volnou souvislou dopadovou plochu o velikosti minimálně 75 % průměru koruny můžeme provést postupné kácení s volnou dopadovou plochou (S-KPV). V tomto kácení se běžně využívá mechanizace v podobě vysokozdvizné plošiny (viz obr. 32), jeřábu nebo stromolezeckého vybavení. Při postupném kácení odstraňujeme části kmene a koruny v takové velikosti, abychom je byli schopni v případě potřeby bezpečně spustit na zem. Kácení provádí minimálně dva proškolení pracovníci pro práci ve výškách s potřebným vybavením. Nejprve se odstraní větve a následně se kmen zpracovává od vrcholu dolů.



Obr. 32 Kácení z plošiny a následným spouštěním kmene

(Zdroj: <http://www.navetvi.eu/data/gallery/view/reference4.JPG>)

Poslední variantou je postupné kácení s překážkou v dopadové ploše (S-KPP). Tento postup se uplatňuje pokud nemáme dostatečný prostor ke kácení a poškoditelné překážky zabírají větší výseč než 25 % průměru koruny stromu [36].

6.2.2 Zpracování pokáceného kmenu a zpracování větví

Po pokácení stromů pobíhá i jeho odvětvení jako v případě lesní těžby, pokud samotné odvětvení neproběhlo při postupném kácení. Větve do průměru 100 mm se odstraňují a následně se ukládají na hromadu v jednom směru, která není vzdálenější než 20 metrů od pokáceného stromu. Výška vzniklé hromady by neměla překročit 1,5 metru, přičemž musí být bez zajištění stabilní. Při zajištění stability může vzniklá hromada vyšší než 1,5 metru. Kmen a kosterní větve se dále manipulují podle toho zda jde o ruční vyklízení nebo odvoz mechanizací. Při mechanickém odvozu vytváříme stabilní hromady o maximální výšce 1,5 metru v délce, která umožňuje odvoz v daném terénu, avšak maximálně 14 metrů. Při ručním vyklízení se hmota rozmanipuluje na kusy o maximální hmotnosti 30 kg a pravidla pro rovnání do hromad jsou stejné jako u podmínek pro rovnání větví [36].

Při péči o dřeviny okolo veřejné technické infrastruktury jsou podmínky pro manipulaci jiné. Klest a zbytky po těžbě se chápe jako veškerá hmota do průměru

70 mm. Dřevní hmota s průměrem nad 70 mm je již chápána jako produkční hmota patřící majiteli stromu, který rozhodne o jejím dalším využití [37].

Zbytky větví po odvětvení je vhodné zpracovat v drtičích či štěpkovačích. Následně vzniklou štěpkou je možné kompostovat na obecních kompostárnách nebo použít jako mulč při údržbě obecní zeleně [1].

6.2.3 Zpracování pařezu

Odstranění pařezů není vždy nutné, probíhá pouze v opodstatněných případech s ohledem k danému místu, abychom nezvyšovali riziko eroze půdy. Je několik možností jak pařez odstranit. Nejjednodušší variantou je pařez seříznout s úrovní okolního terénu s tolerancí 5 % průměru kmene káceného stromu v místě řezu. Jednou z dalších možností je vytrhnutí pařezu i s kořenem pomocí mechanizace. Velmi často se využívá možnost použití pařezových fréz (viz obr. 33) a vrtáků [36].

Pařezové frézy jsou stroje, které jsou určeny k rozdrčení pařezu na dřevní štěpky a třísky. Frézy jsou schopny pařezy vyfrézovat až do hloubky 30 cm pod okolní terén. Fréza funguje na principu kdy frézovací kotouč s horizontální osou rotace je osazen střídavě frézovacími noži, jejichž šířka se pohybuje mezi 20 – 30 mm. Pohon pařezových fréz je řešen pomocí vlastního spalovacího motoru u převozných typů. U nesených a návěsných jsou poháněny vývodovým hřídelem traktoru. Frézovací kotouč je ovládán mechanicky či hydraulicky, což zajišťuje jeho pohyb do stran pomocí kyvného ramene. Vzniklou štěpkou a třísky se promíchají se zeminou a nechávají na místě.



Obr. 33 Pařezová fréza od společnosti Laski (Zdroj: <http://www.laski.cz/data/produkty/photos/F460E-27-5.jpg>)

Dalším častým strojem pro odstraňování pařezů jsou pařezové vrtáky, jenž jsou schopny pařezy odstraňovat až do hloubky 1 metru. Vrtáky bývají agregovány v třibodovém závěsu traktoru a pohon řešen pomocí hydrauliky nebo vývodové hřídele traktoru. Rozlišujeme kuželové (šroubové), které svým otáčivým pohybem pomocí bočních břitů štípe a láme části pařezu o velikosti 1 dm³, se následně odklidí nebo ponechají v půdě. Druhým typem je dutý válcový vrták (viz obr. 34), kdy je dolní strana vrtáku osazena frézovacími noži. Oproti kuželovému vrtáku zde dojde k přerušení postranních kořenů a otáčením dojde k nasunutí pařezu do dutiny vrtáku, který se otáčí až dojde k přerušení hlavního kořene. Při vytáhnutí vrtáku vytáhneme i zbylý pařez a hydraulicky ho vytlačíme z vně vrtáku [36].



Obr. 34 Dutý válcový vrták na pařezy (Zdroj: http://komunalweb.cz/wp-content/uploads/sites/10/2013/03/24-Burg_750x714-608x578.jpg)

Méně tradiční způsob pro odstranění pařezu je využití mechanických vytrhávacích kleští. Ty jsou tvořeny pomocí dvou horizontálních čelistí, kdy přítlačnou silou sevřou pařez a následně pomocí hydrauliky traktoru dojde k vytržení pařezu [38].

6.3 V zemědělství

6.3.1 Sklizeň rychle rostoucích dřevin (RRD)

Situace na dnešním energetickém trhu ukazuje, že v budoucnu budeme mít nedostatek pevných paliv. Při současné poptávce vyráběná štěpka z lesních porostů není dostačující, vzniká zde šance pro zemědělce, aby rozšířili svoje portfolio podnikání

o pěstování rychle rostoucích dřevin. Mezi hlavní zástupce RRD patří vrba a topol, které se vysazují do tzv. výmladkových plantáží, kde jsou používány klony v podobě prutů nebo řízků. Životnost těchto plantáží se pohybuje mezi 15 – 25 roky, kdy se sklizeň provádí jednou za 3 – 6 let. Produkční maximum plantáží přichází po 6 letech. Sklizeň RRD se provádí jednofázově nebo vícefázově. V našich podmínkách, kdy zatím plantáže RRD nedosahují takových velkých celků se ve většině případů využívá vícefázová sklizeň, kdy nejprve dojde ke skácení pomocí motorové pily či křovinořezu. Uříznuté kmínky jsou sneseny na hromádky a následně zpracovány pomocí štěpkovače nebo drtiče. S rostoucím zájmem a zvětšováním se ploch s RRD se vyplatí využívat tzv. jednofázovou sklizeň. Pro tento typ sklizně se využívají upravené samojízdné sklízecí řezačky (viz obr. 35), které jsou vybaveny speciálně robustní hlavicí. S touto hlavicí jsou samojízdné sklízecí řezačky schopny sklízet až dva řádky najednou. Vhodnou samojízdou sklízecí řezačkou pro jednofázovou sklizeň je například Class Jaguar série Mega s řezacími hlavicemi HS-2 nebo John Deere 7400 s řezací hlavicí Kemper. Samojízdná sklízecí řezačka je schopna zpracovat denně plochy o velikosti 5 – 6 ha. Štěpka z jednofázové sklizně má vyšší kvalitu než štěpka z vícefázové sklizně [39].



Obr. 35 Samojízdná sklízecí řezačka při sklizni plantáže RRD (Zdroj: <http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/p2010059-d9476.jpg>)

7 SROVNÁVANÉ STROJNÍ LINKY

V následující kapitole si představíme navržené strojní linky. Strojní linky se skládají z štěpkovací a odvozní soupravy. V podkapitole 7.1 si popíšeme vybavení navrhovaných strojních linek. Po představení bude provedeno srovnání technických parametrů navržených linek v podkapitole 7.2.

7.1 Popis srovnávaných strojních linek

7.1.1 Junkkari HJ 4G s malotraktorem Vinea 36 HP comfort + malotraktor Vinea 36 HP comfort s návěsem Ravenna RT 250 (linka č. 1)

Štěpkovač Junkkari HJ 4G vyrábí finská společnost Junkkari Oy, která vyrábí zemědělské a lesnické stroje [40]. Drtící mechanismus je zajištěn pomocí masivního disku. Materiál se dostává do kontaktu s diskem pod úhlem a tím se dotýká materiálu jako první, díky tomu není potřeba vynaložit velikou energii na zpracování vkládaného materiálu. Disk je osazen 3 noži, které umožňují nastavit velikost štěpky. Pro bezproblémový chod je stroj vybaven hnaným horním podávacím válcem, který umožňuje při zacpání zpětný chod pro lehčí vyčištění. Vynášení lopatky na disku zabraňuje ucpání drtícího ústrojí a plně otočná koncovka zajišťuje možnost rozhození štěpky všemi směry. Stroj drtí dřevní hmotu do průměru 90 milimetrů [41]. Štěpkovač je možné vybavit za příplatek náhradními noži, prodloužením odhozní koncovky nebo systémem no-stress, který hlídá otáčky štěpkovacího disku, čímž zabraňuje přetěžování stroje a zvyšuje komfort obsluhy při štěpkování [40]. Štěpkovač byl agregován za malotraktorem Vinea 36 HP comfort (viz obr. 36), vyráběn firmou Agroservis Šálek. Malotraktor byl osazen vznětovým 3 válcovým motorem značky Lombardiny o objemu 1 649 cm³ a výkonu 26 kW [42].

Vzhledem k tomu, že majitel štěpkovací soupravy vlastní pouze jeden malotraktor, tak se odvozní souprava skládala opět z malotraktoru Vinea 36 HP comfort a třístranně sklopného návěsu Ravenna RT 250 s nastavbou domácí výroby (viz obr. 41).



Obr. 36 Malotraktor Vinea 36 HP comfort se štěpkovačem Junkkari HJ 4G (Zdroj: vlastní)

7.1.2 Junkkari HJ 5G s traktorem Zetor 3011 + traktor Zetor 7245 s návěsem domácí výroby (linka č. 2)

Diskový štěpkovač Junkkari HJ 5G je vyráběn stejnou firmou jako Junkkari HJ 4G. Konstrukce je podobná typu HJ 4G. Oproti němu je osazen 4 štěpkovacími noži, které jsou uloženy na větším a masivnějším štěpkovacím disku. Díky větší konstrukci je HJ 5G schopen drtit hmotu až průměru 17 cm [43]. Štěpkovač byl agregován za traktorem Zetor 3011 (viz obr. 37), na kterém došlo k výměně původního motoru za silnější ze Zetoru 5011. Výkon motoru činí 34,2 kW [44].

Odvozní souprava u této linky byla tvořena traktorem značky Zetor 7245, ve kterém byl zapojen sklopný návěs domácí výroby s říditelnou nápravou (viz obr. 42).



Obr. 37 Junkkari HJ 5G s Zetor 3011 (Zdroj: Josef Janečka)

7.1.3 Heizohack 6-400 s traktorem Zetor 12145 + traktor Zetor 6945 s návěsem NS 900 (linka č. 3)

Štěpkovač Heizohack 6-400 vyrábí německá společnost Heizomat GmbH. Jde o bubnový štěpkovač, který je schopen drtit veškerou dřevní hmotu do průměru 40 cm. Pro spolehlivé vtahování materiálu se využívá horní hnaný podávací. Výhodou tohoto štěpkovače je snadný přístup k nožům umístěných na bubnu, které není nutno vydělavat pro jejich broušení. Stejnouměrnou štěpku zajišťují vyměnitelná síta [45]. Štěpkovač je osazen hydraulickou rukou Hiab FMV 290. Heizohack byl zapojen za traktorem značky Zetor s označením 12145 (viz obr. 38). Traktor je osazen 6 válcovým vznětovým motorem s objemem motoru 6,8 litrů o výkonu 89,5 kW [46].

Pro odvoz štěpky byla připravena odvozní souprava, která se skládala z traktoru značky Zetor 6045 a sklopným návěsem NS 900 od výrobce STS Opava (viz obr. 43).



*Obr. 38 Heizohack HM 6-400 s Zetor Crystal 12145
(Zdroj: Marek Maršál)*

7.1.4 Jenz HEM 583 Z s traktorem Fendt 939 Vario + traktor Fendt 939 Vario s návěsem Krampe Big body 650 (linka č. 4)

Štěpkovače Jenz 583 Z vyrábí německá firma GmbH. Jenz HEM 583 Z je mobilní štěpkovač umístěn na dvou nápravách s maximální povolenou rychlostí $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Drtící ústrojí tvoří masivní buben až s 24 noži, který je schopen drtit materiál do průměru 56 cm. Bezproblémové podávání materiálu zajišťuje horní podávací válec spolu s spodním podávacím pásem. Velká plocha sít zajišťuje stejnoměrnou kvalitu štěpky. Hydraulický ventilátor se stará o správný odvod štěpky, čímž zabraňuje zanášení sít a opotřebování ventilátoru. Otáčky ventilátoru a spodního pásu jsou stavitelné podle potřeby obsluhy. Štěpkovač je poháněn pomocí vývodové hřídele traktoru [47]. Podávání materiálu do štěpkovače je zajišťováno pomocí hydraulické ruky Palfinger M70 s dosahem 10 metrů. O pohon se stará traktor značky Fendt s označením 939 Vario (viz obr. 39). Jde o koncernový traktor, který byl osazený 6 válcovým motorem o objemu $7\,750 \text{ cm}^3$. Výkon motoru činí 287 kW [48].

Štěpku na odvozní místo, kde docházelo k překládce na kamión zajišťovala odvozní souprava složená z traktoru Fendt 939 Vario se sklopným návěsem značky Krampe s označením Big body 650 (viz obr. 44).



Obr. 39 Jenz HEM 583 Z s Fendt 939 Vario (Zdroj: Patrik Hlavatý)

7.2 Srovnání technických parametrů navrhovaných linek

V podkapitole 7.1 jsme si představili strojní linky, které budeme dále srovnávat. V následující tabulce č. 12 si ukážeme technické parametry jednotlivých linek udávaných z výroby.

Tab. 12 Technické parametry navrhovaných linek (Zdroj: majitelé a obsluha srovnávaných linek)

Parametry	Jednotk a	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 3	Linka č. 4
Vel. vstupního otvoru	mm	200x170	240x220	500x400	1 200x680
Průměr štěp. disku / bubnu	mm	430	630	495	820
Hmotnost disku / bubnu	kg	45	97	300	-
Počet nožů	ks	3	4	6	12/24
Max. průměr materiálu měkké/tvrdé dřevo	mm	90/90	170/170	400/400	560/450
Výkonnost	m ³ ·h ⁻¹	2-6	4-8	20-25	200
Velikost štěpky / perforace síta	mm	4-12	5-12	35/40	-
Požadovaný příkon štěpkovače	kW	10-35	20-50	52-134	132-350
Hmotnost stroje	kg	280	385	3150	14 500
Transportní/pracovní délka	m	1,2/1,7	1,6/2,2	-/3,42	6,54/-
Transportní/pracovní šířka	m	1,25/1,6	1,6/1,6	2,26,/3,1	2,55/-
Transportní výška	m	1,90	2,4	2.58	3,9
Výkon motoru traktoru	kW	26	34,15	89,48	287
Počet válců motoru	ks	3	3	6	6
Objem motoru traktoru	cm ³	1 649	2 696	6 800	7 750
Objem návěsu	m ³	4	16	20	30

Z uvedených parametrů vychází, že bubnové štěpkovače jsou konstrukčně větší a těžší. Mohutnější konstrukce jim umožňuje zpracovávat větší průměr materiálu se kterým souvisí vyšší výkonost těchto strojů, kdy jsou schopny vyrobít až 200 m³·h⁻¹ štěpky. Pro vyšší produkci štěpky jsou proto bubnové štěpkovače vybaveny až 24 noži. Podle tabulky vyplývá, že linky č. 1 a 2 produkují štěpku srovnatelné velikosti, protože jsou stejné (diskové) konstrukce na rozdíl od bubnových u kterých je velikost štěpky nastavitelná rozměrem síta.

8 METODIKA POLNĚ LABORATORNÍHO MĚŘENÍ

8.1 Příprava materiálu pro štěpkování

U všech čtyř sledovaných linek, byl materiál pro štěpkování připraven z úklidu lesní těžby. U linky číslo 1 probíhaly úklidové práce ručně. Při ručním uklízení klestu byla vytvořena hromada přibližně o velikosti 30 - 40 prn (prostorového metru). V hromadě byly zastoupeny pouze smrkové větve v různých délkách a různých průměrech (do 10 cm). Díky ručnímu úklidu byla hromada klestu pečlivě srovnána bez větších vzduchových mezer (viz obr. 40). Linka číslo 2 neměla předem přichystaný klest ke štěpkování z úklidu, protože úklid se prováděl během štěpkování současně. U zbylých linek byl úklid klestu proveden pomocí vyvážecích souprav. Vyvážen byl všecken klest, který zbyl po vytěžení dřevěné kulatiny. Oproti lince číslo 1 vzniklé hromady mohly obsahovat i silnější štěpkovaný materiál v podobě špic stromů, ale vzniklé hromady naopak nebyly tak kvalitně srovnány. Velikost vzniklých hromad byla v desítkách až stovkách prn (viz obr. 40).



Obr. 40 Hromada linky č. 1 (vlevo), hromada linky č. 4 (vpravo) (Zdroj: vlastní)

8.2 Postup práce při štěpkování

U linky číslo 1 byl malotraktor se štěpkovačem umístěn v co nejbližší možné vzdálenosti od štěpkovaného materiálu, ale zároveň v takové, aby neomezovali obsluhu při práci. Ideální vzdálenost se ukázala přibližně 0,5 metru. Při této vzdálenosti byl dostatek prostoru pro manipulování s materiálem a ovládání podávacího válce bylo v dosahu obsluhy, jenž mohla v případě zaseknutí vkládaného materiálu změnit chod podávacího válce na zpětný a tím vytáhnout zaseknutý materiál, který mohl být následně znovu vložen do násypky štěpkovače. Samotné štěpkování prováděli 2 osoby.

Jedna osoba vkládala materiál do násypky poblíž sebe. Druhá osoba přibližovala materiál z hromady blíže ke štěpkovači. V případě dostatečné zásoby materiálu u štěpkovače se i druhá osoba zapojila do vkládání materiálu. Po odebrání většího množství materiálu došlo ke zvětšení vzdálenost mezi štěpkovačem a hromadou. Výsledkem bylo nevyužití potenciálu štěpkovače, proto bylo nutné práci zastavit a přesunout štěpkovač s malotraktorem blíže k hromadě. Práci zpomaloval slabý tlak hydraulického čerpadla na malotraktoru, který je 12 MPa. Minimální doporučený tlak je 14 MPa, tím docházelo u silnějších a tvarově deformovaných kusů k zasekávání v podávacím zařízení, protože podávací válec je nedokázal posunout do dále k disku. Při práci bylo zařazeno 1000 otáček/minutu na vývodové hřídeli. Změna na 540 otáček/minutu vedla k horšímu odvodu štěrky z drtícího ústrojí a následného transportu do připraveného návěsu o objemu 4 m³. Po naplnění návěsu byl štěpkovač odvezen zpátky a následně se malotraktor vrátil pro odvezení návěsu. Místo pro skladování štěrky bylo vzdálené přibližně 5 km od místa štěpkování.



Obr. 41 Štěpkování do návěsu Ravenna RT 250 (Zdroj: vlastní)

U druhé linky nebyla předem nachystaná hromada materiálu ke zpracování, to probíhalo zároveň s úklidovými pracemi po lesní těžbě. Souprava vjela do místa, kde byla největší koncentrace klestu. Vzdálenost od štěpkovače byla opět co nejmenší, ideální se opět ukázala vzdálenost okolo 0,5 metrů, ze stejných důvodů jako u linky číslo 1. Na práci se podíleli 4 lidé. Nejprve se vytvořila menší hromada, kdy se posbíral klest okolo štěpkovače z důvodu bezpečnosti práce. Po nachystání hromady se štěpkování věnovali 2 lidé. Další 2 lidé se starali o přibližování klestu ke štěpkovači ze

vzdálenosti do 8 až 10 metrů. Pokud došlo k zpracování nachystané hromady a osoby, které přibližování klestu obstarávali, došlo k zastavení štěpkovače. Následně se uklízený prostor pečlivě douklízel. Klest se sesbíral na hromadu a poštěpkoval. Poté se traktor přesunul na jiné místo a pracovalo se stejným způsobem. Na traktoru při práci bylo zařazeno 540 otáček za minutu na vývodové hřídeli, protože 1 000 otáčkami za minutu traktor nedisponuje. Štěpka byla produkována do návěsu domácí výroby o celkovém objemu 16 m³. Následně byl plný návěs odvezen do vlastní haly pro uložení štěpky vzdálené 10 km od místa štěpkování.



Obr. 42 Štěpkování do připraveného návěsu u linky č. 2 (Zdroj: Josef Janečka)

Třetí pozorovaná linka zpracovávala materiál po těžbě vyvážený vyvázečí soupravou. Štěpkování zajišťovala jedna osoba, která ovládním z kabiny traktoru řídila hydraulickou ruku umístěnou na stejném podvozku jako štěpkovač. Stroj je umístěn ve vzdálenosti 1,3 m od drceného materiálu z důvodu nutnosti sklopení podávacího stolu, jenž ale nebyl vybaven podávacím pásem. Stroj štěpkoval nepřetržitě dokud byl materiál v dosahu hydraulické ruky, která dosáhla do vzdálenosti 6,5 metrů. Síto ve štěpkovači bylo o rozměrech 5x5 cm s účinnou plochou 50x65 cm. Vyprodukovaná štěpka byla plněna do návěsu NS 900 od výrobce STS Opava s domácí nástavbou a celkovým objemem 20 m³. Následně byla štěpka přepravená na určené místo vzdálené přibližně 1 km, kde došlo k překládce do kamiónu.



Obr. 43 Štěpkování do připraveného návěsu u linky č. 3 (Zdroj: Marek Maršál)

U čtvrté zkoumané linky byl zpracován klest, vyvážený vyvážecí soupravou na odvozní místo. V tomto případě je samotná práce plně mechanizovaná. Na obsluhu stroje stačí 1 osoba, jenž celý pracovní proces řídí z traktoru. Obsluha traktoru ovládá hydraulickou ruku z kabiny pomocí joystickového ovládání. V závislosti na pracovních podmínkách se nastaví otáčky bubnu a rychlost podávacího pásu. Materiál je vkládán buď přímo do vstupního otvoru nebo na podávací pás hydraulickou rukou. Následně je štěpka foukána do připraveného návěsu. Pro lepší transport štěpky z drtícího ústrojí, lze nastavit otáčky ventilátoru. Samotné štěpkování probíhá nepřetržitě dokud byl drcený materiál v dosahu hydraulické ruky, který činil 10 metrů. Přestávky byly dělány pokud hydraulická ruka již neměla v dosahu materiál ke zpracování či při naplnění odvozního prostředku. Štěpka při našem měření byla produkována do návěsu Krampe big body 650 o objemu 30 m³. Po naplnění návěsu byla štěpka převezena na 3 km vzdálené překládací místo, kde došlo k překládce na kamión.



Obr. 44 Štěpkování do odvozní soupravy u linky č. 4 (Zdroj: Patrik Hlavatý)

8.3 Stanovení sledovaných parametrů u štěpkovacích souprav

V polně laboratorním měření probíhalo sledování parametrů pouze pro štěpkovací soupravy, které budou navzájem srovnávány z následujících technických parametrů: z hlediska spotřeby pohonných hmot, měření motohodin, otáček motoru při práci, otáček drtícího ústrojí, množství vyrobené štěpky, která je ovlivněna výsuvem nožů na disku a rozměrem sít, čas potřebný pro naplnění. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 13.

8.3.1 Spotřeba pohonných hmot (PHM)

Spotřeba byla u souprav č. 1, 2, 3 měřena na základě každodenního doplňování paliva. Traktory pro pohon štěpkovače, tak i pro odvoz štěpky vyjeli ráno s plnou nádrží, která byla po dojetí opět doplněna. U soupravy č. 4 byla spotřeba traktoru ve štěpkovači odečtena na základě hodnot z palubního počítače.

8.3.2 Měření motohodin (mth)

Vzhledem k tomu, že u zemědělské techniky se pro měření času využívají i motohodiny, probíhalo na srovnávaných linkách i měření motohodin potřebných pro naplnění návěsu. Měření probíhalo na základě odečtu stavu motohodin před a po štěpkování. Zjištěný stav motohodin jsme od sebe odečetly.

8.3.3 Otáčky motoru

Otáčky motoru ovlivňují spotřebu, proto je nutné najít optimální otáčky při pracovní činnosti. Malotraktor Vinea 36 HP comfort nedisponuje otáčkoměrem, proto otáčky motoru byly stanoveny na základě výpočtu z naměřených motohodin. Zbylé traktory otáčkoměrem disponovaly. Otáčky motoru byly následně odečteny z něj.

8.3.4 Otáčky drtícího ústrojí

Otáčky drtícího ústrojí byly u souprav č. 1, 2, 3 dopočítávány na základě zjištěných otáček motoru. Obsluha soupravy číslo 4 měla možnost samostatného nastavení otáček podle aktuální potřeby.

8.3.5 Množství vyrobené štěrky

Dalším měřeným parametrem bylo množství vyrobené štěrky. Množství vyrobené štěrky bylo měřeno u soupravy číslo 1, 2, 3 změřením vnitřní velikosti plněných návěsů. Objem návěsu Krampe big body 650 (linka č. 4) byl objem návěsu udán výrobcem. Štěpka byla při naplnění návěsu Ravenna RT 250 srovnána železnými hráběmi do stejné výšky po celé délce návěsu. U zbylých linek bylo rozložení štěrky bylo zajištěno upravením pozice odhozní koncovky na štěpkovači.

8.3.6 Měření času na naplnění návěsu

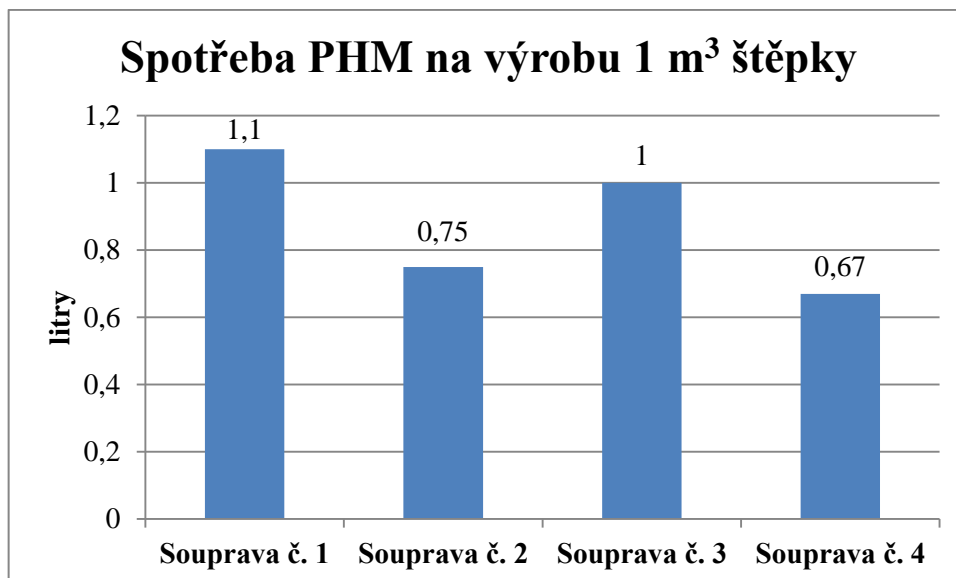
Doba potřebná pro naplnění připravených návěsů byla měřena pomocí stopek. Během měření nevznikly žádné prostoje, při kterých by došlo k výraznějšímu přerušení práce. Pro dosažení nejpřesnějšího času, byl štěpkovač před zahájením štěpkování umístěn na místo s maximálním množstvím materiálu. Při měření soupravy č. 1 nevznikly prakticky žádné prostoje, pouze došlo jednou k posunutí štěpkovače přibližně o 1 metr blíž ke zpracovávanému materiálu. Souprava č. 2 byla přesouvána několikrát. Tyto přesuny souvisely s uvedeným pracovním postupem (viz podkapitola 8.2). Zbylé linky nemusely být přesouvány, protože dosah hydraulické ruky jim umožnil naplnit návěs bez nutnosti přerušit pracovní proces.

9 NAMĚŘENÉ HODNOTY V POLNĚ LABORATORNÍM MĚŘENÍ

V následující tabulce č. 13 jsou uvedeny naměřené hodnoty zjištěné při polně laboratorním měřením. Jsou zde uvedeny i údaje, jenž byly získány výpočtem z naměřených údajů, které se následně využijí pro ekonomické srovnání v kapitole č. 10.

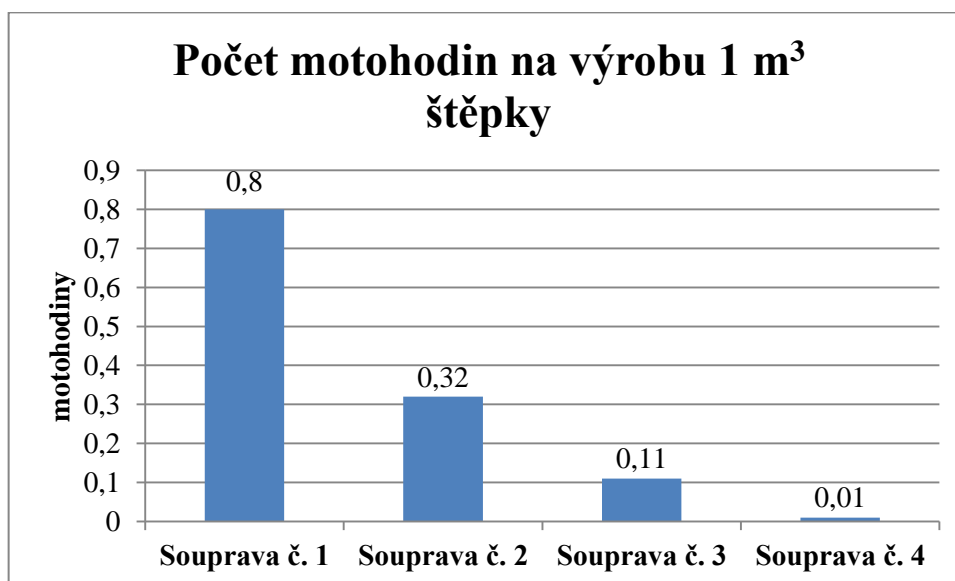
Tab. 13 Naměřené parametry srovnávaných souprav

	Jednotka	Souprava č. 1	Souprava č. 2	Souprava č. 3	Souprava č. 4
Objem štěpkovaného návěsu	m ³	4	16	20	30
Spotřeba PHM na naplnění návěsu	l	4,4	12	20	20,25
Spotřeba PHM na výrobu m ³ štěpky	l	1,1	0,75	1	0,67
Počet mth na naplnění návěsu	mth	3,4	5	2,2	0,33
Počet mth na výrobu 1 m ³ štěpky	mth	0,8	0,32	0,11	0,01
Otáčky motoru traktoru	ot.·min ⁻¹	1 592	1 900	1 700	1 900
Otáčky disku, bubnu	ot.·min ⁻¹	830	540	500	500
Čas štěpkování na naplnění návěsu	min	205	240	120	20
Čas štěpkování na výrobu 1 m ³ štěpky	min	51,25	15	6	0,66
Výsuv nožů, velikost síta	mm	12	12	50x50	80x80



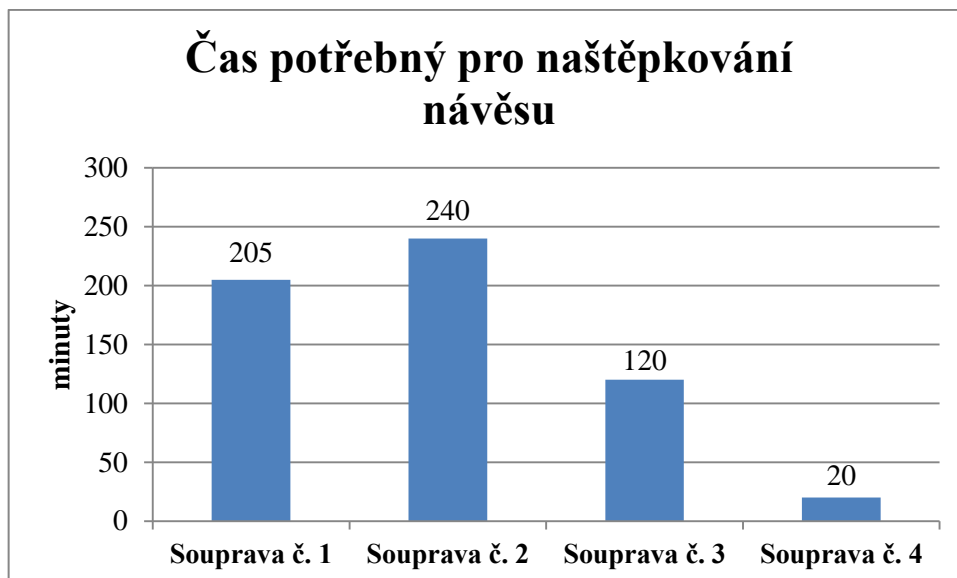
Obr. 45 Graf znázorňující spotřebu PHM na 1 m³ vyrobené štěpky

Na obrázku č. 45 můžeme vidět, že ve spotřeba pohonných hmot jsou na tom diskové a bubnové štěpkovače velice podobně. Diskové štěpkovače dosahují nízké spotřeby díky menším energetickým nárokům na požadovaný výkon traktoru.



Obr. 46 Graf znázorňující počet mth na 1 m³ vyrobené štěpky

Na základě dat v obrázku č. 46 je zřejmé, že bubnové štěpkovače jsou mnohem výkonnější oproti diskovým štěpkovačům. Vyšší výkonnost bubnových štěpkovačů souvisí s jejich konstrukcí a možností vkládat větší zpracovávaný materiál. Reálně to znamená, že souprava č. 4 vyprodukuje 32 m³ štěpky, přičemž souprava č. 2 vyrobí pouhý 1 m³. Při srovnání bubnových štěpkovačů vyprodukuje souprava č. 4 o 10 m³ více štěpky za stejný čas než souprava č. 3.



Obr. 47 Graf znázorňující potřebný čas pro naštěpkování návěsu

V obrázku č. 47 můžeme vidět naměřený čas pro naplnění připravených návěsů. Z důvodu velmi rozdílných hodnot při přepočítání potřebného času na 1 m³ štěpky, bylo nutné zadat čas pro celý návěs, ačkoliv každý měl jinou velikost. Z grafu se potvrdilo, že bubnové štěpkovače jsou mnohem produktivnější. Souprava č. 2 dosáhla jen o 35 minut horšího času, ačkoliv plnila větší návěs o 12 m³. Takto malý časový rozdíl byl zapříčiněn využitím více lidí při štěpkování.

10 EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ LINEK

Ekonomické srovnání bude probíhat pro linky, nikoliv jenom pro štěpkovací soupravy. Srovnání linek budeme provádět z hlediska provozních a fixních nákladů na provoz sledovaných linek. Následně pak zjistíme ziskovost jednotlivých linek.

10.1 Vstupní data

Pro ekonomické srovnání nákladů jsou zadávány následující vstupní údaje: pořizovací cena traktorů, pořizovací cena štěpkovače, pořizovací cena návěsů, cena nafty, zákonné pojištění (povinné ručení), jiné pojistky, koeficient nákladů na maziva, náklady na opravy a udržování, počet osob obsluhy, osobní náklady obsluhy, roční nasazení strojů.

Pořizovací cena traktorů, štěpkovače a návěsů je zadávána jako prodejní cena na základě získaných ceníků. Ve výpočtu se používají aktuální ceny, protože některé stroje byly pořízeny jako nové, některé jako bazarové (Junkkari HJ 4G, Heizohack). U Heizohacku byla cena stanovena s hydraulickou rukou KTS, která z nabízených od prodejce byla nejlevnější a měla dosah skoro totožný, jako ruka Hiab, jenž se oficiálně ke štěpkovači v současné době nenabízí. Cena vyráběného návěsu u linky č. 2 byla stanovena majitelem. U starších traktorů značky Zetor a návěsu NS 900 byla zjištěna jejich prodejní cena v době výroby. Vzhledem k tomu, že cena byla zjištěna v dolarech nebo tehdejší měně, byla na základě tehdejšího kurzu přepočítána na naši měnu a poté přepočítána na dnešní cenu se zohledněním inflace. Cena do výpočtu byla zadána bez DPH.

Cena nafty byla u každé pozorované linky jiná, proto byla zadána jednotná cena ze dne 10. 2. 2017 25 Kč/l rovněž bez DPH.

Pro výpočet nákladů musíme vzít v potaz i cenu pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla, kterému byla přidělena registrační značka. Vzhledem k tomu, že se nepodařilo zjistit přesnou cenu všech placených pojistek u našich linek, stanovíme cenu povinného ručení na všechny traktory a návěsy jako 0,1 % z pořizovací ceny bez DPH. Z důvodu vyšší pořizovací ceny štěpkovačů Heizohack a Jenz bereme v potaz i cenu strojní pojistky. Její cena bude 1 % z pořizovací ceny štěpkovače bez DPH.

Koeficient nákladů na maziva je určen jako poměr nákladů na paliva a maziva k nákladům na paliva. Tato hodnota byla konstantní pro všechny stroje. Tento koeficient se počítá pro náklady traktorů

Náklady na opravu a udržování zohledňují náklady spojené s opravou a údržbou strojů. U traktorů jsou tyto náklady vztaženy na 1 litr spotřebovaného paliva, u návěsů na 1 hodinu práce.

Počet osob obsluhy uvádí počet lidí, kteří se přímo podílejí na štěpkování a následném odvozu štěpky. U prvních dvou linek odvoz zajišťovali stejné osoby jako štěpkování. U zbylých linek byla pro odvoz určena jiná samostatná osoba než pro štěpkování.

Osobní náklady obsluhy je finanční ohodnocení osob v korunách za hodinu práce. Tato hodinová mzda bude navýšena o sociální a zdravotní pojištění placené zaměstnavatelem, což navýší částku o 34 %.

Doporučení nasazení stroje je počet hodin za rok při kterých bude štěpkovač, traktory i návěs v provozu. Pro každou linku bude množství hodin stanovené v závislosti na jejím pracovním nasazení. Počet hodin bude stanoven na základě předpokládaného ročního objemu vyprodukované štěpky v m³ a následně pokrácen dobou potřebnou na produkci m³ štěpky z našeho měření. Linka č. 1 je majitelem používána pouze pro úklid vlastních lesů, popřípadě při výpomoci sousedům v jejich lesích. Malotraktor i návěs jsou používány i na jiné práce, proto počet hodin pro malotraktor a návěs bude stanoven z ročního provozu. Linka č. 2 byla provozována jako vedlejší přivýdělek majitelů a byla nasazována pravidelně každý víkend. Zbylé linky jsou využívány jako hlavní zdroj činnosti a jsou nasazovány 5 dní v týdnu na 8 hodin za den. Doporučené hodinové nasazení návěsů je stejné jako u štěpkovačů, protože návěs je využíván po celou dobu štěpkování.

Tab. 14 Vstupní hodnoty pro výpočet nákladů

	Jednotky	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 3	Linka č. 4
Cena štěpkovače	Kč·10 ³	159	180	1 091	6 158
Cena traktorů v lince	Kč·10 ³	319	719	2 737	10 538
Cena návěsu	Kč·10 ³	100	100	270	1 100
Cena nafty	Kč·l ⁻¹	25	25	25	25
Zákonné pojištění celkem	Kč·rok ⁻¹	419	819	3 007	11 538
Jiné pojistky	Kč·rok ⁻¹	nejsou	nejsou	10 918	61 583
Koef. nákl. na maziva	%	1,08	1,08	1,08	1,08
Nákl. na opravy a udržování traktoru	Kč·l ⁻¹	15	14	13	8
Nákl. na opravy a udržování návěsu	Kč·h ⁻¹	9	27	43	70
Počet osob obsluhy	Osob	2	4	2	2
Osobní náklady obsluhy	Kč·h ⁻¹	134	160,8	154	268
Doporučené nasazení traktoru	h·rok ⁻¹	200	208	2 080	2 080
Doporučené nasazení štěpkovače	h·rok ⁻¹	50	208	2 080	2 080
Doporučené nasazení návěsu	h·rok ⁻¹	80	208	2 080	2 080

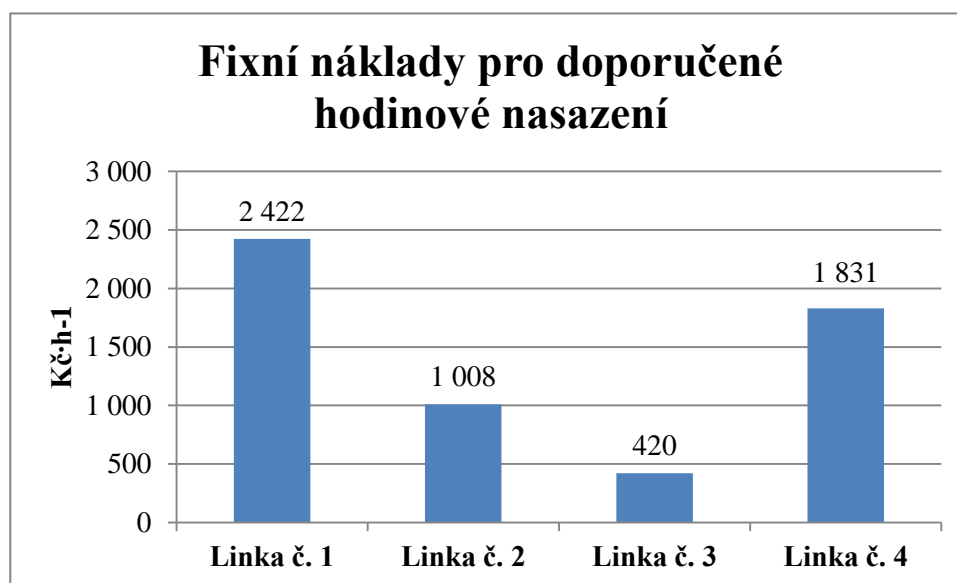
10.2 Fixní náklady

Hlavní složku fixních nákladů tvoří amortizace. Amortizace se vyjadřuje pomocí účetních odpisů, které nám vyjadřují míru opotřebování majetku. Všechny naše zkoumané stroje spadají do 2. odpisové skupiny, jejíž doba je 5 let. Odpisy jdou zvolit zrychlené či rovnoměrné. Následně započítáváme i zúročení kapitálu, který jsme investovali do pořízení stroje. Náklady na garážování jsme nebrali v potaz, protože stroje byly uchovávané na soukromých pozemcích nebo ve firemních areálech. Poslední

naše položka započítaná do fixních nákladů bylo pojištění, které se skládalo z povinného ručení a strojní pojistky.

Tab. 15 Fixní náklady jednotlivých linek

Položka	Jednotka	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 3	Linka č. 4
Amortizace	Kč·rok ⁻¹ ·10 ⁻³	115	199	819	3 559
Zúročení kapitálu	Kč·rok ⁻¹ ·10 ⁻³	5,7	9,9	40,9	177,9
Garážování	Kč·rok ⁻¹	není	není	není	Není
Pojištění	Kč·rok ⁻¹	419	819	13 925	73 121
Celkové fixní náklady	Kč·rok ⁻¹ ·10 ⁻³	121,1	209,7	873,8	3 810
Fixní náklady u doporučeného hodinového nasazení	Kč·h ⁻¹	2 422	1 008	420	1 831



Obr. 48 Graf znázorňující fixní náklady u doporučeného hodinového nasazení

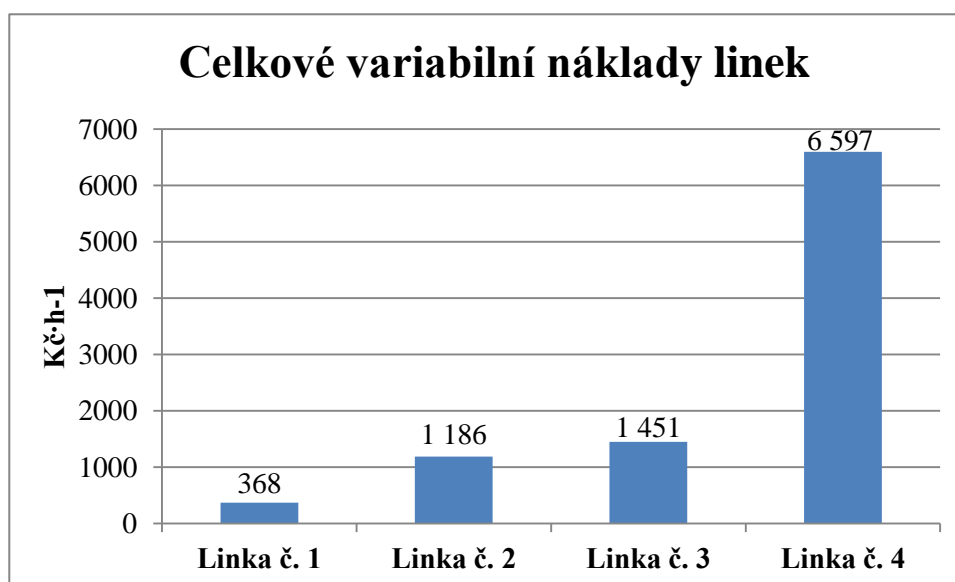
Ze zjištěných fixních nákladů pro doporučené hodinové nasazení, které je zobrazeno v obrázku č. 48 je patrné, že fixní náklady jsou nejvyšší u linky č.1. Tento fakt se dal předpokládat na základě nízkého ročního nasazení stroje, kdy nejdražší linka z hlediska pořizovací ceny (linka č. 4) dosahuje o 25 % menších fixních nákladů.

10.3 Variabilní náklady

Hlavní část variabilních nákladů tvoří pohonné hmoty spolu s mazivy. Je nutné započítat i náklady na opravy a udržování. Poslední námi započítávanou položkou do variabilních nákladů je mzda řidiči či obsluze stroje.

Tab. 16 Variabilní náklady sledovaných linek

Položka	Jednotka	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 3	Linka č. 4
Pohonné hmoty a maziva	Kč·h ⁻¹	36	295	462	2 830
Opravy a udržování	Kč·h ⁻¹	64	248	679	3 231
Mzda řidiči a obsluze	Kč·h ⁻¹	268	643	310	536
Celkové variabilní náklady	Kč·h ⁻¹	368	1 186	1 451	6 597



Obr. 49 Graf znázorňující variabilní náklady linek

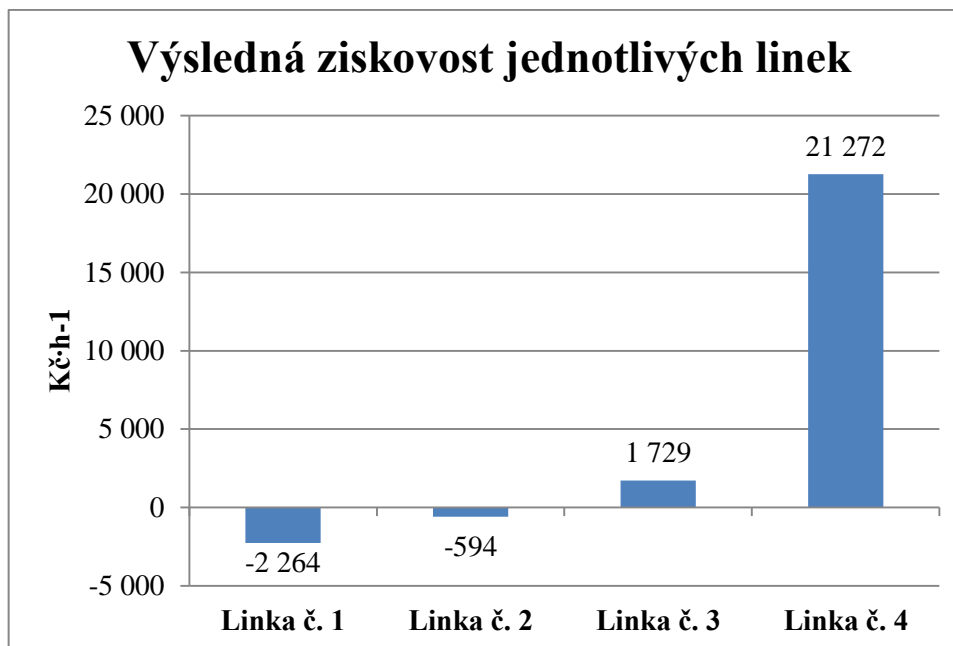
Na základě obrázku č. 49 můžeme vidět, že nejvyšších variabilních nákladů dosahuje linka č. 4. Je to dáno z důvodu vysoké spotřeby pohonných hmot a nákladů na udržování. Linka č. 2 a 3 mají podobné variabilní náklady, ale jejich rozložení je odlišné (viz tab. 16), kdy u linky č. 2 byl vyšší podíl lidské práce oproti lince č. 3 kde jsou vyšší náklady na pohonné hmoty a opravy.

10.4 Ziskovost jednotlivých linek

V této kapitole si porovnáme jednotlivé linky z hlediska ziskovosti. Kdy zisk je výnosy (cena prodané štěpky) je větší než náklady. Bereme v potaz fixní a variabilní náklady, které jsme si uvedli v minulých kapitolách. Od majitelů pozorovaných linek bylo zjištěno jaká je prodejní cena 1 m³ štěpky. Odběratelé štěpky se lišili pro každou pozorovanou linku z hlediska její roční produktivity a osobní potřeby jejich majitelů. Linka č. 1 produkovanou štěpkou využívá jako palivo a případné nadbytky prodává do zahradnictví, které využívá štěpku jako mulčovací materiál. Druhá sledovaná linka část vyprodukované štěpky využívá jako palivo. Zbytek je prodáván menším odběratelům na topení. Zbylé sledované linky vzhledem ke své produkci dodávají štěpku do elektráren pro výrobu elektrické energie. Výkupní cena v elektrárnách se liší závislosti na aktuální poptávce elektráren. Výkupní cena se nepočítá u elektráren na m³ štěpky, ale bere se z hlediska výhřevnosti v GJ. V případě výhřevnosti je hlavním faktorem vlhkost štěpky, která ovlivňuje i náklady na dopravu. Vlhkost se liší v závislosti na zpracovávaném materiálu. Čerstvě vytěžený klest má vlhkost okolo 50 %. Závisí tedy na samotných linkách, jestli mají k dispozici prostory na případné sušení štěpky a tím zvýšení prodejní ceny. Pro výpočet ziskovosti využijeme průměrnou cenu za celý rok, aby nemohlo dojít k ovlivnění výsledků na základě jednoho měření. Dalším faktorem pro výši stanovené ceny elektrárnami je i roční nasmlouvané množství.

Tab. 17 Výsledná ziskovost jednotlivých linek

Položka	Jednotka	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 3	Linka č. 4
Variabilní náklady	Kč·h ⁻¹	368	1 186	1 451	6 597
Fixní náklady	Kč·h ⁻¹	2 422	1 008	420	1 831
Celkové náklady	Kč·h ⁻¹	2 790	2 194	1 871	8 428
Prodejní cena štěpky	Kč·m ⁻³	450	400	360	330
Výnos z prodeje	Kč·h ⁻¹	526,8	1 600	3 600	29 700
Zisk	Kč·h ⁻¹	-2 264	-594	1 729	21 272



Obr. 50 Graf znázorňující ziskovost jednotlivých linek

Z grafu v obrázku č. 50 je jasně patrné, že zisku jsou schopny dosahovat hlavně bubnové štěpkovače (linka č. 3 a 4). Pořizovací a provozní náklady jsou sice vyšší (viz tab. 15 a 16), ale jsou vynahrazeny vysokou produkcí štěpky. Z grafu je taky jasně patrné, že pro domácí použití (linka č. 1) se taková to investice nevyplatí. Z výsledků u linky č. 2 můžeme konstatovat, že linka skončila ve ztrátě. Při štěpkování byl prováděn úklid pozemku po lesní těžbě, jenž bude samostatně zaplacen a nebyl zde započítán, tudíž linka č. 2 by nemusela skončit ve ztrátě. Diskové štěpkovače, které jsou schopny drtit větší průměry materiálu (nad 15 cm) při pořízení hydraulické ruky pro vkládání materiálu jsou schopny dosahovat zisku. Došlo by ke snížení největší složky variabilních nákladů v podobě nákladů na obsluhu, která tvoří 54 % fixních nákladů.

11 DISKUZE

Ze zjištěných údajů můžeme vidět, že při výběru štěpkovače s cílem produkovat biomasu je zavádějící si vybírat štěpkovač na základě udávaného výkonu produkce $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ štěpky. Při našem měření jsme zjistili, že u všech pozorovaných linek jsme dosáhli přibližně 50 % výkonosti oproti udávaným hodnotám. Výrobci počítají výkonnost štěpkovačů při kontinuální práci s maximálním průměrem zpracovávaného materiálu. V praxi dosáhnout takové výkonosti tedy není možné, je možné pouze se snažit zlepšit předcházející operace, tj. lépe shromažďovat zpracovávaný materiál, při vyvážení klestu vytvářet hromady bez větších mezer, které potom mají za následek, že pracovníci, popřípadě hydraulická ruka nebude vkládat materiál tak rychle a v takovém množství do štěpkovače.

Při srovnání jednotlivých pozorovaných štěpkovačů můžeme konstatovat, že diskové štěpkovače se výkonností nemohou srovnávat s bubnovými. Základní rozdíl je v maximálním možném průměru drceného materiálu, jenž mají bubnové štěpkovače větší. Větší výkonost podporuje i hydraulická ruka, pomocí níž je zpracovávaný materiál vkládán na podávací pásy. Podobné produkce jsou schopny pouze největší diskové štěpkovače jako např. Linddana TP 400, která má udávanou produkci $50 - 150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a je vybavena hydraulickou rukou a podávacím pásem. Spotřeba pohonných hmot na m^3 vyrobené štěpky vycházela u všech pozorovaných strojů podobně. Diskové štěpkovače jsou díky své konstrukci méně náročné na požadovaný výkon energetického prostředku, protože diskové ústrojí díky své hmotnosti působí jako setrvačnick, čili menší produkce štěpky je vyrovnána menším potřebným výkonem pro pohon stroje.

Při ekonomickém srovnání bereme v potaz jednotlivé fixní a variabilní náklady. Z fixních nákladů můžeme vidět, že největší podíl zaujímá položka amortizace, která se vyjadřuje pomocí účetních odpisů a doba odpisování těchto strojů je 5 let. Po 5 letech by fixní náklady byly minimální, protože by došlo k účetnímu odepsání jednotlivých strojů. Nejvyšší fixní náklady měla linka č. 1 a to $2\,422 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$. Ve srovnání s linkou č. 4, u které fixní náklady dosahují hodnoty $1\,813 \text{ Kč} \cdot \text{h}^{-1}$. Můžeme vidět, že linka č. 4 má přibližně o 25 % menší fixní náklady za rok, než linka č. 1 přitom její pořizovací cena je třiceti násobně větší. Hlavním faktorem ovlivňující výši fixních nákladů je doporučené hodinové nasazení stroje, které u linky č. 1 činí pouze 50 hodin ročně oproti 2 080 hodin u linky č. 4.

Větší důraz klademe na variabilní náklady, které můžeme ovlivnit, protože pořizovací cenu strojů, tvořící hlavní část fixních nákladů ovlivnit nemůžeme. Spotřeba pohonných hmot je velmi rozdílná, je zda nutné najít optimální výkon motoru. Z uvedených údajů můžeme říci, že u diskových štěpkovačů náklady na pohonné hmoty tvoří menšinovou položku ve fixních nákladech. U bubnových štěpkovačů je to naopak, kdy pohonné hmoty ovlivňují variabilní náklady z třetiny až čtvrtiny. Výše nákladů a opravu a udržování odpovídá pořizovacím cenám strojů a jejich hodinovému nasazení. Rozdílná situace je u nákladů na obsluhu, kdy diskové štěpkovače nebyly obsluhovány pomocí hydraulické ruky proto tyto náklady dosahují přibližně 50 - 70 % z celkové částky variabilních nákladů. Při srovnání s linkou č. 4, kde náklady na obsluhu vzhledem k využití hydraulické ruky dosahovali přibližně 8 % variabilních nákladů.

Vypočítané náklady byly pro rozdílné doporučené hodinové nasazení. Je zřejmé že při domácím použití se pořízení takového stroje ekonomicky nevyplatí. Jako minimální doporučené nasazení bychom se museli pohybovat okolo 200 hodin ročně jako u linky č. 2. Z důvodu vyšší pořizovací ceny bubnových štěpkovačů je vhodné jejich použití pro každodenní nasazení, abychom mohli dosáhnout ekonomického zhodnocení. Částečně výhodné může být u diskových štěpkovačů manuální obsluha štěpkovače, protože můžeme ovlivnit výslednou kvalitu produkované štěpky, ale je nutné najít odběratele, kterou takovou štěpku bez různých příměsí větví apod. ocení. U bubnových štěpkovačů se kvalita dá ovlivnit pouze na stejnoměrnou frakci pomocí sít, protože při vyšší mechanizaci v podobě vyvážecích souprav a následné obsluze pomocí hydraulické ruky kvalitu v podobě příměsí ovlivnit nemůžeme. Proto je výkupní cena této štěpky nižší a hodí se pro dodávky do elektráren či tepláren. Menší prodejní cena je ale vyrovnána větší produkcí štěpky.

12 ZÁVĚR

Současný trend zvyšující se poptávky po dřevní štěpce jako formy obnovitelného zdroje energie se může projevit na větším zájmu o stroje pro její výrobu. Vycházíme-li z naměřených hodnot v polně laboratorním měření, tak pro podnikatelské využití se hodí zejména bubnové štěpkovače. Z našeho měření jsme zjistili, že bubnový štěpkovač je schopen vyrobit 1 m³ již za 0,66 minut (tj. 40 sekund) oproti diskovému, kdy jsme potřebovali alespoň 15 minut na výrobu 1 m³ štěpky. Taková to vysoká produkce štěpky u bubnových štěpkovačů klade větší nároky na velikost dopravních strojů, které štěpku dopravují spolu se skladovacími prostory. Spotřeba pohonných hmot nám u všech sledovaných souprav vyšla poměrně podobně, kdy nejmenší spotřeba na 1 m³ vyrobené štěpky činila 0,67 litrů (souprava č. 4) a největší 1,1 litrů (souprava č. 1). Hlavní část fixních nákladů přibližně 90% tvořila amortizace jednotlivých linek, které souvisí s pořizovací hodnotou. Variabilní náklady byly velmi proměnné, kdy mzda u linky č. 1 byla 268 Kč·h⁻¹ a linky č. 2 byla 643 Kč·h⁻¹. Tyto zjištěné hodnoty tvoří přibližně 50 - 75 % variabilních nákladů těchto linek. Opačný trend je v případě zbylých linek, kdy u linky č. 3 a 4 variabilní náklady tvoří hlavně pohonné hmoty a náklady na opravy. V případě linky č. 3 šlo o 1 141 Kč·h⁻¹ (přibližně 78 % variabilních nákladů) a u linky č. 4 šlo o 6 061 Kč·h⁻¹ (to představuje až 92 % variabilních nákladů). Na základě vypočítaných nákladů je vhodné bubnové štěpkovače využívat v místech s vysokou koncentrací zpracovávaného materiálu, aby byla využita výkonnost těchto strojů, která souvisí s vysokými náklady. Při nízké koncentraci zpracovávaného materiálu je vhodné použít diskové štěpkovače, kdy nižších nákladů můžeme dosáhnout nižším počtem osob obsluhy.

V současné době probíhá poměrně rychlý vývoj ve všech dostupných odvětvích, kdy jsou vyvíjeny nové technologie a možnosti. Začínají se objevovat názory, že vstupujeme do 4. průmyslové revoluce, u které bude hlavním tématem automatizace. V případě zpracování biomasy při současném trendu, kdy se rozvíjejí plochy s produkcí topolů a vrb jako RRD nebo energetických plodin jako např. čirok se budou nabízené stroje specializovat pro zpracování jednotlivých komodit. Dojde ke specializaci na stroje, které se budou zaměřovat na zpracování dřevní nebo rostlinné hmoty. Vývoj štěpkovačů bude směřovat ke zlepšení a zdokonalení již stávajících drtících ústrojí s cílem produkovat stejnoměrnou frakci štěpky, aby odpadla nutnost následného využití třídíčů. V budoucnu může dojít k úpravám konstrukce štěpkovačů, aby obsahovaly již ve své

konstrukci systém třídění a vznikly by z nich víceoperační stroje, které by mohli stanovovat i parametry štěpky, např. vlhkost nebo objem vyrobené štěpky. S úsporami z rozsahu se budou zvětšovat maximální průměry zpracovávaného materiálu. Větší pokrok se dá předpokládat u samojízdných sklízecích řezaček, které se používají s kácecí hlavicí na sklizeň RRD. Současná praxe ukazuje, že po jedné sezóně tyto stroje musí projít generální opravou. Pravděpodobně dojde k úpravám samojízdných sklízecích řezaček pro tyto účely nebo s rostoucím zájmem o RRD vznikne zcela nový stroj, který bude speciálně určen pro sklizeň těchto plodin. Nový stroj může dosahovat větší výkonnosti při sklizni a tím by se tato technologie sklizně stala levnější a dostupnější.

13 CITOVANÁ LITERATURA

1. Pospíšil, J. *Technika pro komunální služby*. Brno : Mendlova univerzita v Brně, 2014. 978-80-7509-004-1.
2. Neruda, J. a kolektiv. *Technika a technologie v lesnictví Díl druhý*. Brno : Mendlova univerzita v Brně, 2015. 978-80-7509-192-5.
3. Souček, J. *Drtiče, štěpkovače a řezačky pro úpravu rostlinné biomasy*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. 978-80-86884-31-8.
4. Pastorek, Z., Kára, J. a Jevič, P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC, 2004. 80-86534-06-5.
5. Celjak, I. *Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací*. České Budějovice : autor neznámý, 2009.
6. Brüggemann, C. Stroje zpracovávající odpadní dřevní biomasu z údržby veřejné zeleně na dřevní štěpku. *greengain*. [Online] 23. Zář 2015. [Citace: 9. Leden 2017.] <http://greengain.eu/cs/2015/09/23/stroje-zpracovavajici-odpadni-drevni-biomasu-z-udrby-verejne-zelene-na-drevni-stepku/>.
7. Rojek. DRTIČE DŘEVNÍ HMOTY DH 10. *Rojek*. [Online] 5. Leden 2017. [Citace: 10. Leden 2017.] http://www.rojek.cz/pdf/Drvice_cz.pdf.
8. Eliet. Zpracování bio-odpadu. *Eliet*. [Online] 2007-2017. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.eliet.cz/eliet/zpracovani-bio-odpadu.asp>.
9. Laski. Profil firmy LASKI, s.r.o. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/o-nas>.
10. Laski. LS 160 DW. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dw>.
11. Laski. LS 160 DWB. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dwb>.
12. Laski. LS 160 DW Track. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/ls-160-dw-track>.
13. Laski. KDO 90 T. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-t>.
14. Laski. KDO 90/14. *laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-14>.
15. Laski. KDO 90/13. *Laski*. [Online] 2015. [Citace: 10. Leden 2017.] <http://www.laski.cz/produkt/kdo-90-13>.

16. AMD Konstrukt. AMD Konstrukt s.r.o. *stepkovace*. [Online] 2005-2010. [Citace: 10. Leden 2017.] http://www.stepkovace.cz/o_firme.htm.
17. AMD Konstrukt. MAXIM 420. *stepkovace*. [Online] 2005-2010. [Citace: 10. Leden 2017.] http://www.stepkovace.cz/maxim_420.htm.
18. AMD Konstrukt. MAXIM 420 ST/EL. *stepkovace*. [Online] 2005-2010. [Citace: 10. Leden 2017.] http://www.stepkovace.cz/maxim_420_ST-EL.htm.
19. AMD Konstrukt. MAXIM 1270 HR. *stepkovace*. [Online] 2005-2010. [Citace: 10. Leden 2017.] http://www.stepkovace.cz/maxim_1270.htm.
20. Bystroň. O nás. *Bystron*. [Online] 2007. [Citace: 11. Leden 2017.] <http://www.bystron.cz/index.php>.
21. Bystroň. Výrobní program - ceník. *Bystron*. [Online] 2007. [Citace: 11. Leden 2017.] <http://www.bystron.cz/cenik.php>.
22. Bystroň. Štěpkovač Murena I. *Bystron*. [Online] 2007. [Citace: 11. Leden 2017.] <http://www.bystron.cz/stepkovac-murena1.php>.
23. Bystroň. Štěpkovač (drtič) větví Pirana. *Bystron*. [Online] 2007. [Citace: 11. Leden 2017.] <http://www.bystron.cz/drtic-vetvi-pirana.php>.
24. Jensen service. About us. *jensen-service*. [Online] 2010-2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.jensen-service.de/eng/about-us.php>.
25. Jensen service. Products. *jehsen-service*. [Online] [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.jensen-service.de/eng/products.php>.
26. Agrocar. Vysokokapacitní bubnový štěpkovač JENSEN TJ. *Agrocar*. [Online] 2013-2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.agrocar.cz/lesni-hospodarstvi/drtice-a-stepkovace-dreva/stepkovace-pro-komunalni-a-lesni-hospodarstvi/vysokokapacitni-bubnovy-stepkovac-jensen-tj/>.
27. Farmi Forest. Focus on productive forestry. *farmiforest*. [Online] 2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://farmiforest.fi/about-us/>.
28. Farmi Forest. Wood Chippers. *farmiforest*. [Online] 2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://farmiforest.fi/products/chippers/>.
29. Farmi Forest. WOOD CHIPPER COMBINATIONS. [PDF]. místo neznámé : Farmi Forest, 2017.
30. Forest Meri. Linddana A/S štěpkovače pro zahradu, park, les. *forestmeri*. [Online] 2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.forestmeri.cz/linddana/>.

31. Forest Meri. LINDDANA A/S štěpkovače pro zahradu. *forestmeri*. [Online] 2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.forestmeri.cz/tp-100/>.
32. Forest Meri. Linddana A/S štěpkovače do lesa. *forestmeri*. [Online] 2017. [Citace: 12. Leden 2017.] <http://www.forestmeri.cz/tp-400/>.
33. Neruda, J., Nevrkla, P. a Cach, A. *Práce s motorovou pilou a křovinořezem*. Brno : Mendlova univerzita, 2013. 978-80-7375-841-7.
34. Ulrich, R. *Využití těžebně dopravních strojů v lesním hospodářství ČR: Metodika přípravy výroby v těžební činnosti pro vlastníky a uživatele lesů*. Brno : Tribun EU, 2008. 978-80-7399-604-8.
35. Neruda, J. a Vladimír, S. *Technika a technologie v lesnictví*. Brno : Mendlova univerzita, 2006. 978-80-7157-988-5.
36. Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně. Kácení stromů. *STANDARDY PÉČE O PŘÍRODU A KRAJINU*. [PDF]. Brno : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2015.
37. Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně. Péče o dřeviny kolem veřejné technické infrastruktury. *STANDARDY PÉČE O PŘÍRODU A KRAJINU*. [PDF]. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2014.
38. Burg, P. Mechanizace pro odstraňování nežádoucích dřevinných vegetačních prvků. *Komunální technika*. [Online] 7. Březen 2013. [Citace: 27. Leden 2017.] <http://komunalweb.cz/mechanizace-pro-odstranovani-nezadoucich-drevinnych-vegetacnich-prvku/>.
39. Mrnka, L. *Pěstování vrb a topolů formou výmladkových plantáží na půdách kontaminovaných rizikovými prvky: teoretické podklady a praktický návod pro pěstitelé v ČR*. Průhonice : Botanický ústav AV ČR, 2011. 978-80-86188-35-5.
40. Agrocentrum ZS. ŠTĚPKOVAČE ZA TRAKTOR JUNKKARI. *agrocentrumzs*. [Online] 2017. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.agrocentrumzs.cz/produkty/lesnictvi/stepkovace-za-traktor-junkkari#vyvod-stepky>.
41. Agrocentrum ZS. ŠTĚPKOVAČ JUNKKARI HJ 4. *agrocentrumzs*. [Online] 2017. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.agrocentrumzs.cz/produkty/lesnictvi/stepkovace-za-traktor-junkkari/stepkovac-hj-4>.

42. agroservispv. Cabrio 36HP – Comfort. *agroservispv*. [Online] 2012. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.agroservispv.cz/malotraktory/s-prednim-rizenim/cabrio-36hp-comfort>.
43. Agrocentrum ZS. ŠTĚPKOVAČ JUNKKARI HJ 5. *agrocentrumzs*. [Online] 2017. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.agrocentrumzs.cz/lesnictvi/lesnictvi/stepkovace-za-traktor-junkkari/stepkovac-hj-5>.
44. zeton.freetzi. Čtvrtá modernizace. *zeton.freetzi*. [Online] 2016. [Citace: 1. 2 2017.] <http://zeton.freetzi.com/udaje2.htm>.
45. Agreo. heizohack-stepkovace. *Agreo s.r.o.* [Online] 2015. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.agreo.cz/heizohack-stepkovace>.
46. Peter. Zeton 12145 - engine. *tractordata*. [Online] 29. Květen 2014. [Citace: 3. Únor 2017.] <http://www.tractordata.com/farm-tractors/001/7/2/1729-zeton-12145-engine.html>.
47. Karlow Karlshof. JENZ HEM 583 Z. *karlow-karlshof*. [Online] 2015. [Citace: 6. Únor 2017.] <http://www.karlow-karlshof.eu/jenz-hem-583-z>.
48. Fendt. Fendt 900 Vario. *Fendt*. [Online] 2017. [Citace: 26. Březen 2017.] <http://www.fendt.com/int/11916.asp>.

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1</i>	<i>Produktem štěpkovačů je štěpka.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 2</i>	<i>Vlevo ukázka vícestupňové desintegrace, varianta s jedním třídičem a jedním desintegračním zařízením, napravo ukázka vícestupňové desintegrace, varianta s jedním třídičem a dvěma desintegračními zařízeními, 1 – vstup, 2 – desintegrační zařízení, 3 – třídič, 4 – výstup</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 3</i>	<i>Vícestupňová desintegrace, varianta s dvěma třídiči a dvěma desintegračními zařízeními 1 – vstup, 2 – desintegrační zařízení, 3 – třídič, 4 – výstup.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 4</i>	<i>Schéma stacionární štěpkovací linky, 1- vyvážecí souprava, 2 – odvozní místo, 3 – firemní areál, 4 – stacionární štěpkovač, 5 – sklad.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 5</i>	<i>Schéma mobilní štěpkovací linky, 1 – vyvážecí souprava, 2 – mobilní štěpkovač, 3 – odvozní souprava, 4 – překladní místo, 5 – sklad</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 6</i>	<i>Vkládání štěpkovaného materiálu pod úhlem</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 7</i>	<i>Vkládání štěpkovaného materiálu kolmo</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 8</i>	<i>Schéma bubnového drtícího ústrojí.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 9</i>	<i>Ukázka šnekového drtícího ústrojí</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 10</i>	<i>Schéma pohybu materiálu ve šnekovém drtícím ústrojí</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 11</i>	<i>Drtící ústrojí s protiběžnými hřídeli</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 12</i>	<i>Princip kladívkového drtícího ústrojí u štěpkovače Laski KDO 90 T.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 13</i>	<i>Drtící ústrojí firmy Eliet s principem sekery</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 14</i>	<i>Samohybný štěpkovač Laski LS 160 DW Track</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 15</i>	<i>Štěpkovač Laski KDO 90 T</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 16</i>	<i>Štěpkovač Maxim 420 ST/EL.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 17</i>	<i>Štěpkovač Maxim 1270 HR</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 18</i>	<i>Drtič dřevní hmoty DH 10 Sp.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 19</i>	<i>Štěpkovač Murena ve verzi za traktor</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 20</i>	<i>Štěpkovač větví Pirana</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 21</i>	<i>Bubnový štěpkovač Jensen TJ 1250</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 22</i>	<i>Štěpkovač Farmi CH 381 HFC</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 23</i>	<i>Štěpkovač Linddana TP 100 ve verzi za traktor</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 24</i>	<i>Štěpkovač Linddana TP 400.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 25</i>	<i>Odřezávání kořenových náběhů</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 26</i>	<i>Harvestor Rottne H-20</i>	<i>37</i>

Obr. 27 SLKT značky Equus 175N se svěrným oplenem	38
Obr. 28 Ukázka vyvážecí soupravy	39
Obr. 29 UKT s navijákem pro úvazkové soustředování dříví.....	39
Obr. 30 Shrnovač klestu na UKT značky John Deere	40
Obr. 31 Pařezová fréza za traktorem Fendt 936 Vario	41
Obr. 32 Kácení z plošiny a následným spouštěním kmene	43
Obr. 33 Pařezová fréza od společnosti Laski	44
Obr. 34 Dutý válcový vrták na pařezy	45
Obr. 35 Samojízdná sklízecí řezačka při sklizni plantáže RRD.....	46
Obr. 36 Malotraktor Vinea 36 HP comfort se štěpkovačem Junkkari HJ 4G	48
Obr. 37 Junkkari HJ 5G s Zetor 3011	48
Obr. 38 Heizohack HM 6-400 s Zetor Crystal 12145.....	49
Obr. 39 Jenz HEM 583 Z s Fendt 939 Vario	50
Obr. 40 Hromada linky č. 1 (vlevo), hromada linky č. 4 (vpravo)	52
Obr. 41 Štěpkování do návěsu Ravenna RT 250.....	53
Obr. 42 Štěpkování do připraveného návěsu u linky č. 2	54
Obr. 43 Štěpkování do připraveného návěsu u linky č. 3	55
Obr. 44 Štěpkování do odvozní soupravy u linky č. 4.....	55
Obr. 45 Graf znázorňující spotřebu PHM na 1 m ³ vyrobené štěpky	59
Obr. 46 Graf znázorňující počet mth na 1 m ³ vyrobené štěpky	59
Obr. 47 Graf znázorňující potřebný čas pro naštěpkování návěsu	60
Obr. 48 Graf znázorňující fixní náklady u doporučeného hodinového nasazení	64
Obr. 49 Graf znázorňující variabilní náklady linek	65
Obr. 50 Graf znázorňující ziskovost jednotlivých linek.....	67

15 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Technická specifikace různých provedení Laski 160.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 2 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Laski KDO 90.....</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 3 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Maxim 420.....</i>	<i>24</i>
<i>Tab. 4 Technická specifikace štěpkovače Maxim 1270 HR</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 5 Technická specifikace různých provedení drtiče DH 10</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 6 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Murena</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 7 Technická specifikace různých provedení štěpkovače Pirana.....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 8 Technická specifikace štěpkovače Jensen TJ 1250.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 9 Technická specifikace štěpkovače Farmi CH 381 HFC</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 10 Technická specifikace štěpkovače Linddana TP 100</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 11 Technická specifikace štěpkovače Linddana TP 400</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 12 Technické parametry navrhovaných linek</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 13 Naměřené parametry srovnávaných souprav</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 14 Vstupní hodnoty pro výpočet nákladů</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 15 Fixní náklady jednotlivých linek.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 16 Variabilní náklady sledovaných linek.....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 17 Výsledná ziskovost jednotlivých linek.....</i>	<i>66</i>