

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Stanovení objemu vyráběné zelené štěpky
z klestu smrku v závislosti na objemu těžených
kmenů na LZ Kladská**

Diplomová práce

Autor: Ing. Pavel Straka

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Dipl.-Ing. Ing. Pavel Straka

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Stanovení objemu vyráběné zelené štěpky z klestu smrku v závislosti na objemu těžných kmenů na LZ Kladská

Název anglicky

Calculation of Production Volume of Wood Chips from Spruce Branches in dependence on Volume of Felled Trees at Forest Enterprise Kladska

Cíle práce

Cílem práce je stanovení objemu vyráběného dezintegrovaného materiálu, který je možné vyrobit z klestu smrku, v závislosti na objemech těžných kmenů. Druhým cílem je výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem vyrobeného dezintegrovaného materiálu a objemem těžného kmene pro LZ Kladská. Analýza a výpočet je prováděna pro dřevinu smrk.

Metodika

Úvod a rešerše bude obsahovat informace o postupech zpracování a evidenci klestu; technologie kumulace a zpracování klestu; postup kubírování klestu; postup kubírování dezintegrovaného materiálu – štěpky; postup evidence potřebných zbytků.

Metodika diplomové práce bude popisovat postup výroby zelené štěpky v porostech; postup kubírování štěpky po výrobě a metodiku analýzy závislosti objemu vyrobené štěpky na objemu těžných kmenů.

Výsledky práce budou obsahovat výstupy z kubírování vyrobené štěpky z vybraných smrkových porostů. Diplomant vyhodnotí závislost vyrobeného dezintegrovaného materiálu na objemu těžných stromů. Z daných výstupů bude vyčíslen přepočtový koeficient.

Citace z dalších literárních zdrojů budou prováděny v souladu s normou ČNS ISO 690:2011.

Diplomová práce bude vypracována v souladu s Pravidly pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD.

Doporučený rozsah práce

40 NS + 10 stran příloh

Klíčová slova

příjem dříví, klest, štěpka, nehroubí

Doporučené zdroje informací

Alexandr P., Roček I. Technika a technologie výroby lesních štěpek. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991, 132 s.

DVOŘÁK, J. – FRANC, J. – VALDMAN, S. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A ENVIRONMENTÁLNÍ FAKULTA. *Cvičení z lesnické mechanizace*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006. ISBN 80-213-1524-5.

Ilavský J., Laitila J., Tahvanainen T., Tuček J., Koreň M., Papaj V., Žiaková M., Bavlšík J. Štúdia o dostupných zdrojoch biomasy a ich efektívnom zabezpečení na výrobu energie vo Zvolenskej teplárenskej a.s.

Ilavský J. Technológia štiepkovania dreva. Bratislava: Príroda, 1983, 99 s.

RÓNAY, E. – DEJMAL, J. *Lesná ťažba*. BRATISLAVA: PRÍRODA, 1991.

SVAZ ZAMĚSTNAVATELŮ DŘEVOZPRACUJÍCÍHO PRŮMYSLU. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008 : platnost od 1.1.2008*. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-01-4.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 22. 5. 2019

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 01. 04. 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Stanovení objemu vyráběné zelené štěpky z klestu smrku v závislosti na objemu těžných kmenů na LZ Kladská“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Dvořáka, Ph.D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 18. dubna 2021

.....

Ing. Pavel Straka

Poděkování:

Rád bych na tomto místě poděkoval doc. Ing. Jiřímu Dvořákovi, Ph.D. za poskytnutou profesionální pomoc, velmi příjemnou spolupráci a trpělivost. Zároveň děkuji panu řediteli Ing. Janu Němickému za umožnění zpracování diplomové práce na LZ Kladská a jeho cenné a praktické rady. V neposlední řadě děkuji své rodině za velkou míru trpělivosti, ohleduplnosti, tolerance a podpory, kterou mi poskytovali po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na výpočet přepočtového koeficientu objemu zelené štěpky v závislosti na objemu těžného kmene smrku v probírkovém porostu u státního podniku Lesy České republiky, Lesní závod Kladská. Pro dosažení zvoleného cíle byla z nehroubí jednotlivých kmenů vyrobena zelená štěpka. Naměřené hodnoty byly analyzovány z důvodu zjištění jejich vzájemné závislosti. Z naměřených dat byl vypočten přepočtový koeficient, který se pohybuje v intervalu 1,33 – 1,88 a vypovídá o možnosti objemu výroby zelené štěpky v probírkových porostech, v závislosti na objemové třídě těžných kmenů. Z analýzy dat byla zjištěna vysoká závislost mezi objemem těžného kmene a objemem zelené štěpky. U přepočtového koeficientu bylo vypočteno, že se vzrůstající objemovou třídou těžného kmene úměrně klesá hodnota přepočtového koeficientu pro výpočet zelené štěpky.

Klíčová slova: zelená štěpka, objem stromu, nehroubí, štěpkování, koeficient objemu.

Abstract

The diploma thesis is focused on the calculation of the conversion coefficient of the volume of green chips depending on the volume of mined spruce trunk in the sampling stand at the state enterprise Lesy České republiky, Lesní závod Kladská. To achieve the chosen goal, green wood chips were made from the non-coarseness of individual strains. The measured values were analyzed to determine their interdependence. The conversion coefficient is calculated from the measured values, This coefficient ranges 1,33 – 1,88 and it indicates the possibility of the volume of green wood chips production in the sample stands, depending on the volume class of logged trunks. The analysis of the data revealed a high dependence between the volume of the mined log and the volume of green chips. For the conversion factor, it was calculated that with increasing volume class of the mined log, the value of the conversion factor for the calculation of green wood chips decreases proportionally.

Keywords: green woodchip, tree volume, no chipping, chipping, volume coefficient.

Obsah

1 ÚVOD.....	12
2 CÍLE PRÁCE	13
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	14
3.1 BIOMASA	14
3.2 DENDROMASA	15
3.3 DŘEVNÍ ŠTĚPKA.....	16
3.3.1 Zelená štěpka.....	17
3.3.2 Hnědá štěpka	17
3.3.3 Bílá štěpka znehodnocená	17
3.3.4 Bílá štěpka	17
3.4 KLEST A POTĚŽEBNÍ ZBYTKY	17
3.4.1 Zbytky z lesní těžby.....	18
3.5 ZPRACOVÁNÍ A EVIDENCE KLESTU.....	18
3.6 SOUSTŘEDOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ POTĚŽEBNÍCH ZBYTKŮ	19
3.6.1 Ruční snášení klestu	20
3.6.1.1 Pálení klestu.....	20
3.6.1.2 Snášení klestu do pruhů	20
3.6.2 Mechanizované soustředování klestu.....	20
3.6.2.1 Soustředování klestu vlečením	20
3.6.2.2 Soustředování klestu vyvážením	20
3.6.2.3 Svazkování klestu	20
3.6.2.4 Shrnování klestu s vyvážením.....	21
3.7 POSTUP ZJIŠŤOVÁNÍ OBJEMU KLESTU.....	21
3.8 KUBÍROVÁNÍ NEHROUBÍ A VĚTVÍ	21
3.8.1 Postup kubírování dezintegrovaného dříví	22
3.9 NEHROUBÍ A JEHO VYUŽITÍ	22
3.9.1 Biopaliva	22
3.9.2 Dřevní štěpka (Dendromasa).....	22
3.9.3 Dřevěné pelety.....	24
4 METODIKA.....	26
4.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE	26
4.2 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA VYBRANÉHO ÚZEMÍ.....	26
4.2.1 Orografické a hydrologické poměry.....	26
4.2.2 Půdní poměry LÚ Cihelny.....	27
4.2.3 Klimatické podmínky	28
4.2.4 Větrné podmínky	28

4.2.5	Soubory lesních typů LÚ Cihelny	28
4.2.6	Vybraný porost	29
4.3	VÝROBA ZELENÉ ŠTĚPKY V POROSTU	29
4.4	POSTUP KUBÍROVÁNÍ ZELENÉ ŠTĚPKY PO VÝROBĚ	32
4.5	POSTUP ANALÝZY ZÁVISLOSTI OBJEMU VYROBENÉ ŠTĚPKY NA OBJEMU TĚŽENÝCH KMENŮ	33
5	VÝSLEDKY	34
5.1	VÝSLEDNÉ OBJEMY STROMŮ A ZELENÉ ŠTĚPKY	34
5.2	ANALÝZA DAT	39
5.2.1	Výpočet korelačního koeficientu	39
5.2.2	Výpočet koeficientu Determinace	40
5.2.3	Podíl štěrky k objemu kmene	40
5.2.4	Statistická analýza dat dle jednotlivých objemů kmene	41
5.2.5	Přepočtový koeficient	44
6	DISKUZE	46
7	ZÁVĚR	48
8	LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE	49
9	PŘÍLOHY	54

Seznam tabulek

Tabulka č. 1	Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost (zdroj: www1)	15
Tabulka č. 2	Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost a měrnou hmotnost (zdroj: www8)	16
Tabulka č. 3	Výhřevnost některých paliv (zdroj: www9)	16
Tabulka č. 4	Geomorfologické členění LÚ Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)	27
Tabulka č. 5	Hydrologické poměry LHC Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)	27
Tabulka č. 6	Zastoupení LT v ha na LÚ Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)	29
Tabulka č. 7	Tabulka objemu (m ³) smrkové kulatiny, měřené s kůrou (zdroj: www5)	31
Tabulka č. 8	Výsledné hodnoty naměřené u objemové třídy „0“	34
Tabulka č. 9	Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,1 m ³ („1“)	35
Tabulka č. 10	Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,2 m ³ („2“)	36
Tabulka č. 11	Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,3 m ³ („3“)	37
Tabulka č. 12	Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,4 m ³ („4“)	38
Tabulka č. 13	Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,5 – 0,7 m ³	39
Tabulka č. 14	Výsledek analýzy naměřených dat pro souhrn objemových tříd „0 - 4“	39
Tabulka č. 15	Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „0“	42
Tabulka č. 16	Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „1“	42
Tabulka č. 17	Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „2“	43
Tabulka č. 18	Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „3“	43
Tabulka č. 19	Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „4“	43
Tabulka č. 20	Koeficienty objemu štěpky z objemu těžného kmene	48

Seznam obrázků a grafů

Obrázek č. 1	Vyjádření značného potenciálu dřevní biomasy k výrobě produktů s vyšší přidanou hodnotou (zdroj: Solarte-Toro et al., 2021).....	24
Obrázek č. 2	Přibližování dříví na „OM“ za pomoci UKT (zdroj: vlastní fotodokumentace).....	30
Obrázek č. 3	Přibližování dříví z „VM“ na „OM“ za pomoci koňského potahu (zdroj: vlastní fotodokumentace).....	30
Obrázek č. 4	Klest uložený do vymezeného prostoru 2x2 m s měřicí tyčí (zdroj: vlastní fotodokumentace).....	31
Obrázek č. 5	Výroba zelené štěpky do měřicí bedny (zdroj: vlastní fotodokumentace).....	32
Graf č. 1	Vyjádření procentuálního podílu štěpky k objemu těžného kmene.....	41
Graf č. 2	Roční potenciální objem LTZ z těžby obnovní a výchovné (zdroj: www3).....	46

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je zjistit závislost objemu zelené štěpky na objemu těžených stromů v probírkových porostech na vybraném území pro dosažení přepočtového koeficientu.

Z mnoha důvodů není možné získat univerzální přepočtový koeficient pro celou Českou republiku, neboť odlišností vstupních faktorů pro jeho výpočet je velmi mnoho, díky čemuž se zvyšuje procentuální rozsah odchylky a tím by tato diplomová práce pozbývala smyslu.

Smyslem této práce je zjistit možný přesnější přepočtový koeficient objemu zelené štěpky k objemu těžených stromů na Lesním závodu Kladská, LČR, s.p. z důvodu ověření obecně zažitého přepočtového koeficientu, predikce zvýšení těžby v souvislosti s postupující kůrovcovou kalamitou a tím i zvýšené výroby zelené štěpky, která je jednou ze sekundárních obchodních komodit při těžbě dříví.

V neposlední řadě je smyslem této práce popsat zrychlující se vývoj při zpracování a využití potěžebních zbytků, které byly před dvaceti lety považovány za neatraktivní sekundární produkt lesní těžby.

2 Cíle práce

Cílem práce je stanovení objemu vyráběného dezintegrovaného materiálu, který je možné vyrobit z klestu smrku, v závislosti na objemech těžných kmenů.

Druhým cílem je výpočet přepočtového koeficientu mezi objemem vyrobeného dezintegrovaného materiálu a objemem těžného kmene pro LZ Kladská.

Analýza a výpočet jsou prováděny pro dřevinu smrk.

3 Literární rešerše

3.1 Biomasa

Biomasa nazýváme hmotu organického původu, do které spadají jak živočišné, tak i rostlinné organismy (www2). K energetickým účelům je využívána zejména biomasa pocházející z rostlin. Není však výjimkou, kdy dochází ke zpracování také živočišné biomasy či komunálního organického odpadu. Bez ohledu na dělení biomasy se vždy jedná o obnovitelný zdroj, který je možné záměrně pěstovat, ale taktéž i využívat zbytky a odpady z dendromasy (např. různých odvětví), jakými jsou zejména zemědělská výroba a dřevozpracující průmysl (www12). Biomasa dosahuje svého maxima využití v případě, kdy je hlavním produktem teplo. V tomto případě dosahuje účinnosti přes 90 %. Následuje kombinované využití biomasy k výrobě tepla a elektřiny, kde se účinnost pohybuje v rozmezí 50 až 90 %, v závislosti na použité technologii. Nejnižší účinností použití biomasy je v případě výroby pouze elektrické energie, jelikož zde se nám účinnost využití pohybuje pod 50 %. Kombinovanou výrobou (tepla a elektrické energie) se v České republice nejvíce zabývá společnost ČEZ, která v současnosti z možného podílu až 75 % biomasy, využívá již cca 30 % podíl (www1). Na samotné výrobě tepla z biomasy se podílejí i samotné domácnosti, které využívají kotle, krby i kamna, které jsou určeny ke spalování této komodity. V neposlední řadě je teplo získáváno z biomasy i v bioplynových stanicích. Z nejčastějšího využití biomasy, tj. k výrobě tepla, je dřevo spalováno krbech a kotlích, upravených ke spalování dřevěné štěpky a pelet, za pomoci automatického systému, ale taktéž i v klasických kotlích na tuhá paliva, kde však nedosahuje spalování takové účinnosti. Vzhledem ke stále se zpřísnujícím emisním limitům, bylo nutné vyvinout nové technologie, díky kterým je možné těchto přísnějších limitů dosáhnout. Jelikož každý vývoj s sebou v naprosté většině nese i nepříjemnou stránku, a to zvýšené finanční náklady při pořízení kotle s novou technologií spalování, jsou alespoň částečně tyto náklady státem dotovány. Díky tomuto lze tedy při výměně starého kotle na tuhá paliva využít např. dotačního programu Zelená úsporám, který zvýhodňuje automatické kotle na biomasu. Získávání tepla z biomasy má své výhody i nevýhody.

Výhody:

- vysoká účinnost (až 95 % – pelety),
- příznivá cena (kusové dřevo – nejlevnější),
- poskytované dotace na kotle (nejvyšší pro automatické kotle),
- nízký obsah popelovin a emisí (moderní kotle a krby).

Nevýhody:

- vysoké nároky na skladovací prostory spojené s rizikem degradace materiálu a požáru (pelety, brikety – nižší nároky),
- manipulace s topivem a popelem (minimální u automatických kotlů),
- náklady spojené s přepravou paliva (www1).

3.2 Dendromasa

Dendromasou nazýváme biologickou surovinu stromů (biomasu), která se při průběhu standardních biologických procesů rozkládá. Minimální množství dendromasy se akumulovalo pod zemským povrchem, kdy došlo k přeměně na námi nazývané neobnovitelné zdroje ve formě uhlí, jak jej známe dnes. V případě možnosti ukládání dendromasy pod zemským povrchem a následnou přeměnu v uhlí, by tak bylo možné považovat i uhlí za obnovitelný zdroj energie. Zde je však zásadní veličinou čas potřebný pro přeměnu, díky čemu se z uhlí stává v lidském pojetí času zdroj neobnovitelný, jelikož jeho spotřeba je rychlejší než jeho možná obnova. Další nevýhodou uhlí oproti využívání dendromasy jsou velké náklady na jeho těžbu a vzdálenost od spotřebitelů, jelikož ložiska s uhlím jsou omezena svým místem výskytu, kdežto dendromasu lze získávat v blízkosti naprosté většiny obydlí, především však vesnických sídel, které pro velkou vzdálenost není možné připojovat na městské teplovody. Dendromasa má i velmi dobrou výhřevnost, oproti nejvíce rozšířenému hnědému uhlí, což lze vyčíst z tabulek č. 1, 2 a 3, výhřevnosti energetických dřevin a výhřevnosti některých paliv.

U dendromasy se liší výhřevnost podle jednotlivých dřevin a jejich procentuálnímu obsahu vody.

Tabulka č. 1 Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost (zdroj: www1)

Druh dřeva	Výhřevnost [MJ/kg] (vlhkost 20 %)	Výhřevnost [MJ/kg] (vlhkost 25 %)	Třída tvrdosti dřeva
Vrba	16,9	12,8	velmi měkké
Olše	16,7	12,9	měkké
Akát	16,3	12,7	tvrdé
Jasan	15,7	12,7	tvrdé
Bříza	15,0	13,5	měkké
Topol	12,9	12,3	velmi měkké

Tabulka č. 2 Vliv vlhkosti dřeva na výhřevnost a měrnou hmotnost (zdroj: www8)

Druh paliva	Obsah vody [%]	Výhřevnost [MJ/Kg]	Objemová hmotnost volně ložená [kg/m ³]
Poleno (měkké dřevo)	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
Dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225

Tabulka č. 3 Výhřevnost některých paliv (zdroj: www9)

Palivo	Výhřevnost
Černé uhlí	19 až 24 MJ/kg
Hnědé uhlí	10 až 13 MJ/kg
Lignit	9,1 MJ/Kg
Ropa	43,6 MJ/Kg
Zemní plyn	34 MJ/Kg
Sláma obilná	15,5 MJ/Kg
Lněné stonky	16,9 MJ/Kg
Polena	16,4 MJ/Kg (měkké dřevo)

3.3 Dřevní štěpka

Dřevní štěpka je zařazena do vyhlášky č. 477/2012 Sb., o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a stanovení a uchovávání dokumentů. K této vyhlášce v příloze č. 1, týkající se zařazení druhů biomasy, které jsou předmětem podpory, do jednotlivých skupin podle kategorií, najdeme v kategorii 2 pod písmenem o), že se jedná o zbytkovou hmotu z těžby dřeva, tzv. nehroubí, tj. dřevo do průměru 7 cm a zbytkové produkty z jejího zpracování včetně kořenů (pařezů), biomasa vzniklá v lese z probírek a prořezávek, dřevní hmota z údržby veřejné a soukromé zeleně včetně tratí, vodotečí, rozvodů elektřiny apod. a zbytkové produkty jejího zpracování, včetně jejich úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy. Úpravou pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy se rozumí např. balíkování, štěpkování, řezání a mletí biomasy.

Dřevní štěpka se dělí na zelenou štěpku, hnědou štěpku a bílou štěpku (Simanov, 1995). Toto označení má původ v samotné barvě štěpky, kdy zabarvení štěpky ovlivňují faktory ve formě přítomnosti např. jehličí, listů a kůry (Gandelová et al., 2009).

3.3.1 Zelená štěpka

Štěpka získaná ze zbytků po lesní těžbě. Může obsahovat části drobných větví, listů nebo jehličí. Obsah dřeva je více než 55 % a zelené hmoty a hrabanky max. do 45 %. Hrabanka je v maximálně do 20 %. Vzhledem ke značným hnilobným procesům a vysokému obsahu vody, je velmi náchylná ke samovznícení. Z tohoto důvodu je vhodné nechat zpracováváný materiál přirozeně proschnout. Při dočasném skladování na hromadách, je vhodné tyto zakrýt nepromokavou plachtou, proti srážkové vodě. V severských zemích se k tomuto využívá papír s vodoodpudivou úpravou (Slejška a Ust'ak, 2006).

3.3.2 Hnědá štěpka

Získává se ze zbytkových částí kmenů, větví s minimálním obsahem jehličí nebo listů. Obsah dřeva je více než 70 % a hrabanky včetně kůry obsahuje maximálně do 30 %. Obsah kůry v hrabance je maximálně do 15 %, kdy kůra nesmí vykazovat známky rozkladu, prachu či písku.

3.3.3 Bílá štěpka znehodnocená

Jedná se o použité dřevo nebo použité výrobky ze dřeva nebo dřevěných materiálů, dále dřevěné obaly, při splnění dalších požadavků. Taktéž štěpka získaná ze zbytků odkorněného dříví, odřezků při pilařské výrobě, které jsou nevhodné pro další zpracování. Bílá štěpka může obsahovat nepatrné množství kůry.

3.3.4 Bílá štěpka

Získává se štěpkováním odkorněného dřeva a je určena především k technickému využití (Šimanov a Kohout, 2004).

3.4 Klest a potěžební zbytky

Dříve se klest využívala k ozdobným či užitkovým účelům (Kostroň et al., 1971). V dnešní době lze považovat klest a potěžební zbytky především za vhodné palivo k výrobě obnovitelné energie (Kotas a Vlkanova, 2011). Klest a těžební zbytky často bez dalšího ekonomického zhodnocení zůstávají po provedené těžbě v místě provedeného těžebního zásahu až do doby jejich zetlení. Obsahují však stromovou zeleň a dřevní hmotu z probírek nevyužitelnou pro výrobu sortimentů surového dříví, z prořezávek a výseků vedlejších dřevin, z rekonstrukcí porostů, z výseků nárostů podél liniových staveb a produktovodů, kdy nedosahují dimenzí hroubí, případně s příměsí nevyužitelného hroubí (Předpis, 2013).

3.4.1 Zbytky z lesní těžby

Zbytky z lesní těžby:

- **klest:** vrcholové části stromů do průměru 7 cm (nehroubí) a větve po odvětvení, ořezu a oklestu,
- **další těžební odpad:** odřezky kmene po manipulaci (např. kořenové náběhy),
- **celé kmeny:** neodvětvené kmeny mladých stromů z výchovných zásahů (prořezávky, probírky), nevyužitelné pro průmyslové zpracování (www11).

Zbytky z lesní těžby se nejčastěji vyvázejí pomocí vyvážecích traktorů nebo souprav, aby nedocházelo k nadměrnému znečištění kameny, pískem a dalším nežádoucím materiálem, který by způsoboval technické i finanční problémy při štěpkování, kdy se těžební zbytky dostávají do kontaktu s kovovými nástroji drtičů a štěpkovačů. Pokud jsou tedy těžební zbytky určeny k dalšímu zpracování v drtičích a štěpkovačích, není vhodné je soustřeďovat technologií shrnováním či vlečením (www12).

3.5 Zpracování a evidence klestu

Klest je v rámci státního podniku Lesy České republiky, s.p. (dále jen LČR) zařazen do těžebních zbytků k energetickým účelům a evidován po těžbě do příslušných JPRL. Objem klestu v plnometrech se vždy zaokrouhluje na celá čísla dolů, a to bez rozdílu výše čísla za desetinnou čárkou. V praxi je zavedené pravidlo týkající se objemu klestu, kdy objem vytěženého dříví je roven objemu vzniklého klestu. Takto je klest zaevidován na doklad č. 511, viz příloha č. 2, pod výkon č. 11 (klest) a příslušného JPRL do programu MVO (mzdy, výroba, obchod), který je standardním systémem k vykazování provedených lesnických činností v rámci LČR. Samotný prodej těžebních zbytků u LČR upravuje procesní směrnice č. 8/2019 „Výroba a prodej dříví na LS a LZ“. Pokud se jedná o prodej těžebních zbytků k energetickým účelům, jedná se o těžební zbytky, které napadly při těžbě dříví evidovaného jako množství objemu hroubí bez kůry v m³. V případě prodeje těžebních zbytků napadnutých při zásazích v porostech, kde není vykazován objem hroubí, řeší se kvantifikace množství těžebních zbytků individuálně, dle technických možností a podmínek (př. podle plochy, hmotnosti, prostorového objemu apod.). Realizace těžebních zbytků u LČR je možná ve třech případech:

1. Prodej těžebních zbytků na lokalitě „P“, a to volně ložených na ploše, případně likvidace nárostů apod.
2. Prodej těžebních zbytků na lokalitě „P“ na hromadách nebo pruzích.
3. Prodej těžebních zbytků na lokalitě „OM“ na hromadách.

Jestliže těžební zbytky nejsou prodejné ani za 1,-Kč/m³, to znamená, že jejich hodnota je menší než náklady na úklid klestu v místě a čase obvyklé, nejedná se u LČR o prodej, ale

o nákup služby úklidu klestu s povinností odběru uklizeného klestu poskytovatelem služby.

LČR mají ve své směrnici zakotvené i lokality, kde je sběr těžebních zbytků vyloučen. Jedná se o kategorii lesů ochranných (CHS 01, 02, 03). Povolen je sběr těžebních zbytků pouze v dostupných částech mimo extrémní a exponovaná stanoviště nebo rašeliniště. Vyloučený sběr je však také v NPR, NPP, PR, PP, 1. zóny CHKO, smluvně chráněná a bezzásahová území, EVL v případech, kdy by odstraněním těžebních zbytků došlo k poškození předmětu ochrany. Taktéž v lokalitách, kde je právním předpisem omezen nebo vyloučen odběr těžebních zbytků nebo použití mechanizace (např. ochranná pásma vodních zdrojů).

Ostatní porosty se pro sběr těžebních zbytků posuzují individuálně. Ovšem za nevhodné (s ohledem na hrozící škody) jsou lokality exponované a vodou ovlivněná stanoviště (CHS 21, 31, 41, 51, 71, 19, 27, 29, 39, 47, 57, 59, 77, 79). Zároveň i přirozená borová stanoviště (CHS 13), lokality v zonálním vymezení 7. a 8. lesního vegetačního stupně, plochy s přirozeným zmlazením cílových dřevin (kde by byl znemožněn bežeškový sběr), lokality nedostupné pro techniku ke sběru klestu (krátké prudké typologicky nemapované svahy apod.

Lokality, které nejsou ve směrnici uvedené jako nevhodné či vyloučené ke sběru těžebních zbytků, lze považovat za technologicky vhodné pro sběr těžebních zbytků k energetickým účelům (Předpis, 2019).

3.6 Soustředování a zpracování potěžebních zbytků

Soustředování potěžebních zbytků po těžbě dříví je vždy nákladovou položkou a výnos z této činnosti nastal až v době, kdy bylo možné potěžební zbytky drtit, či štěpkovat. Bez jeho soustředování by bylo v hospodářských lesích zakládání nových porostů velmi omezené, jelikož klest ponechaný v hromadách či pruzích v místě těžby zmenšuje plochu k zalesnění, omezuje v potřebném pohybu při zalesňování, ožinu, stavění oplocenek a dalších činnostech, spojených s výsadbou a následnou péčí o ni. Klest je v současné době v přístupných porostech pro lesní techniku nejčastěji vyvážen z porostu. Tento proces je velmi jednoduchý, kdy za pomoci drapáku (přímo určeného k nakládání klestu) na hydraulickém výložníku klasického lesního vyvážecího traktoru, traktoru s terénním přívěsem, případně další lesní technikou je klest vyvážen z porostu na odvozní místo, kde je většinou zároveň stroj, který dezintegrací klestu vyrobí štěpku a štěpka se nakládá na přistavený návěs nebo přívěs odvozní soupravy. Vzhledem k nižší pořizovací ceně stacionárních a mobilních štěpkovačů, oproti štěpkovačům terénním, je tato metoda výhodnější, než štěpkování přímo v porostu s následným vyvážením štěpky z porostu na odvozní místo (Simanov a Kohout, 2004).

3.6.1 Ruční snášení klestu

Klest je snášen na hromady či do pruhů, a to zejména v porostech, které svým členitým terénem, svahovou dostupností, zařazením do ochrany území a dalšími omezeními, nedovolují použití mechanizace určené ke shrnování klestu.

3.6.1.1 Pálení klestu

Při tomto způsobu je klest z pasek po těžbě soustředován do hromad přímo v místě svého vzniku. Tato metoda soustředování klestu je však velmi náročná na lidskou práci, takže ačkoliv se dodnes využívá, plánuje se především do míst, kde není možnost soustředování klestu za pomoci strojů. Další nevýhodou této metody je, že při následném pálení těchto hromad vzniká značné riziko požáru okolního porostu a vzhledem k současným klimatickým podmínkám se zužuje počet dnů v roce, kdy je tedy možné tuto metodu použít.

3.6.1.2 Snášení klestu do pruhů

Touto metodou je klest soustředován do souvislých pruhů při okraji pasek, vzniklých po těžbě dříví. Nevýhodou této metody je nejen náročnost na lidskou práci, ale taktéž zábor části lesní půdy, jinak určené k dalšímu pěstování lesa. Tato metoda se tedy využívá často ve velmi svažitéch terénech, kde by bylo soustředování do hromad a jejich následné pálení extrémně náročné.

3.6.2 Mechanizované soustředování klestu

Mechanizované soustředování klestu značně urychlilo a usnadnilo uvolňování lesní půdy, pro následné zalesňování.

3.6.2.1 Soustředování klestu vlečením

Při této metodě se využívá tažné síly jak lidské, tak i koňské nebo strojní (traktor). Nevýhodnou této metody je, že při transportu se v klestu uchycují nežádoucí částice z povrchu, po kterém je tažen, např. kameny, písek a další nečistoty.

3.6.2.2 Soustředování klestu vyvážením

Jedná se způsob, při kterém je volně uložený klest na ploše naložen za pomoci drapáku na ložnou plochu vyvážecího traktoru a dopraven na určené místo, kde dochází k dalšímu zpracování klestu štěpkováním do návěsu nákladního automobilu.

3.6.2.3 Svazkování klestu

Svazkování klestu s následným vyvážením z porostu probíhá zcela za pomoci strojů, kdy většinou operátor vyvážecího traktoru podává klest hydraulickou rukou s kleštěmi do svazkovacího zařízení, které klest stáhne pomocí motouzu do balíku (www10). Nejčastěji je balík o délce 3 metry, průměru od 60 do 70 cm a váze 400 – 700 Kg. Balíky jsou většinou skládány podél linky a vyvezeny z porostu, kde se buď nakládají na odvozní soupravu nebo jsou v místě odvozního místa seštěpkovány přímo do odvozní

soupravy. Takovouto optimalizací dochází k plnému využití odvozní soupravy a dobré následné manipulaci (Neruda a Simanov, 2006).

3.6.2.4 Shrnování klestu s vyvážením

Nejčastěji se jedná o využití shrnovače klestu neseného na čele traktoru. Pětiprstý shrnovač klestu, má jednotlivé prsty odpruženy za pomoci hydraulických pístnic. Shrnutý klest se nakládá na polopřívěs s hydraulickou rukou, tažený za stejným traktorem. (Dvořák et al., 2006).

3.7 Postup zjišťování objemu klestu

V případě dřevin je biomasa odhadována alometrickými funkcemi, kdy vstupními daty jsou druh dřeviny, tloušťka ve výčetní výšce a výška. Používány jsou i porostové rovnice, které nejsou závislé na druhu dřeviny, ale vztahují se k hustotě zakmenění, vlhkosti a dalších dat. Rovnice obsahují data asimilačního aparátu nebo je měřen zvlášť v podobě opakovaného měření živého i mrtvého dřeva (www6).

3.8 Kubírování nehroubí a větví

Za nehroubí je považovaná každá nadzemní část stromu o tloušťce s kůrou do 7 cm na oddenku (spodní části výřezu). Nehroubí je možné ještě rozdělit na tlustší (od 3 – 7 cm) a tenčí (do 1 – 3 cm). V lesním hospodářství je v praxi používáno určování objemu nehroubí z empirických tabulek, které jsou odvozeny výzkumem, kdy získaná data pochází ze zmýcených vzorníků za pomoci některé z fyzikálních metod. V našich poměrech je možné objem nehroubí (resp. objem větví) jednotlivých dřevin určit jako rozdíl mezi objemem stromu a kmenu, na základě objemových tabulek, které odvozují tyto jednotky (Sequens, 2007).

Stanovení objemu dendromasy nabývá na stále větším významu, z důvodu zjištění komplexní produkce lesních ekosystémů, kterou je v dnešní době možné efektivně využít v oblasti obnovitelných zdrojů surovin a energie.

Metodu pro stanovení dendromasy je možné shrnout do následujících kroků:

- výběr a zmýcení vzorníku (definovaný soubor stromů),
- měření stereometricky pravidelných částí,
- zjištění objemu stereometricky pravidelných částí tzn. kmen, větve s kůrou a bez kůry, váha všech čerstvých částí,
- následný odběr vzorků z kořenů, dřeva, kůry a listové zeleně a po vysušení stanovení hmotnosti této sušiny,
- výsledný přepočítání získaných dat ze vzorků na celý vzorník s uvedením výpočtu jak celé dendromasy stromu, tak i jeho částí v hmotnosti (váhových) jednotkách sušiny (Sequens, 2007).

3.8.1 Postup kubírování dezintegrovaného dříví

Za dezintegrované dříví považujeme štěpku, jelikož se jedná o dříví, které bylo dezintegrováno na částice dle parametrů štěpkovače. Štěpka je měřena v prostorových mírách, většinou se jedná o výpočet vnitřního objemu nákladního návěsu nebo přívěsu (délka, šířka, výška) s přesností 1 cm. U výšky měříme samotnou výšku nákladu (štěpky), kterou následně redukuje o 2 – 5 % z důvodu setřesu nákladu během přepravy. V případě požadavku na výpočet objemu v m³ bez kůry, se prostorové metry vynásobí převodním koeficientem. V případě štěpky se jedná o koeficient s hodnotou 0,40.

Převodní koeficienty existují i pro ostatní dezintegrovanou dřevní hmotu:

- 1 prm klestu 0,3 – 0,4 m³,
- 1 prm vázaných pilařských odřezků 0,5 – 0,65 m³,
- 1 prm pilin volně sypaných 0,3 – 0,36 m³,
- 1 prm hoblin volně sypaných 0,18 – 0,22 m³,
- 1 prm kůry volně sypané 0,28 – 0,32 m³ (Bílek et al., 2013).

3.9 Nehroubí a jeho využití

Jedná se o objem stromové části, která je na oddenku slabší, než 7 cm. Nehroubí obsahuje zejména větve a vrcholovou část stromu.

3.9.1 Biopaliva

Z dřevní štěpky je možné získávat ethanol, který se v současné době přimíchává do paliva pro motorová vozidla, jako podíl ekologické suroviny pocházející z obnovitelných zdrojů. V případě dřevní štěpky bylo prokázáno, že oproti fosilním palivům a kukuřičnému ethanolu celulosový ethanol na bázi dřeva, obsahuje skoro neutrální extrakce hemicelulózy, což má vynikající vliv na životní prostředí. Nevýhodou zatím stále zůstává energetická náročnost, spotřebovaná při výrobě (Neupane et al., 2013).

3.9.2 Dřevní štěpka (Dendromasa)

Dřevní štěpka se v současné době velmi často využívá jako palivo při spalování v automatických kotlích, což díky primárnímu a sekundárnímu přívodu vzduchu, společně se senzory výfukových plynů a regulace dávkování paliva, činí z těchto kotlů velmi cenné zdroje tepelné energie, které splňují i současné nejpřísnější ekologické normy. Záleží však na původu dřevní štěpky, zejména tedy na konkrétní dřevině, jelikož bylo zjištěno, že štěpka z bukového či dubového dřeva dokáže produkovat méně emisí než například samotné spalování zemního plynu. Opakem je spalování štěpky z borovicového dřeva, kde bylo při spalování naměřena naopak podstatně vyšší koncentrace emisních hodnot. Z tohoto je patrné, že pro nízkoemisní spalování nejsou vhodné všechny dřeviny (Tucki et al., 2020). Kvalitu a tím i výhřevnost štěpky v porovnání s náklady na její skladování,

ovlivňuje samotný systém skladování. Při čtyřech způsobech skladování, tj. venku na ploše, venku pod zastřešením, uvnitř haly anebo v silu, je neekonomičtější způsob skladování venku na ploše. Tento způsob však není nejvýhodnější, jelikož samotná štěpka je vystavena přírodním vlivům, při které dochází ke ztrátě sušiny a značné vlhkosti, kdy výhřevnost takto skladované štěpky může klesnout až na 37 %. Jako neekonomičtější systém skladování vychází uskladnění v silech (Sahoo et al., 2018).

Dalším důležitým kvalitativním znakem dřevní štěpky pro spalování v ekologických kotlích, je tvorba strusky, která vzniká při spalování cizích přimísených těles do dřevní štěpky. Struska vznikající při spalování může poškodit pohyblivé části dnešních automatických kotlů. Štěpku je tedy nutné udržovat v přibližné čistotě, bez příměsí cizích těles. Cizí tělesa se do štěpky dostávají většinou při nakládání z manipulační plochy, kdy tento obsah lze ovlivnit celkem snadno vhodně zvolenou technologií manipulace. Další významným způsobem příměsí cizích těles do dřevní štěpky je jejich zachycení v kůře dřevin. Z tohoto důvodu obsah kůry v dřevní štěpce snižuje její výslednou kvalitu (Rodriguez et al., 2021).

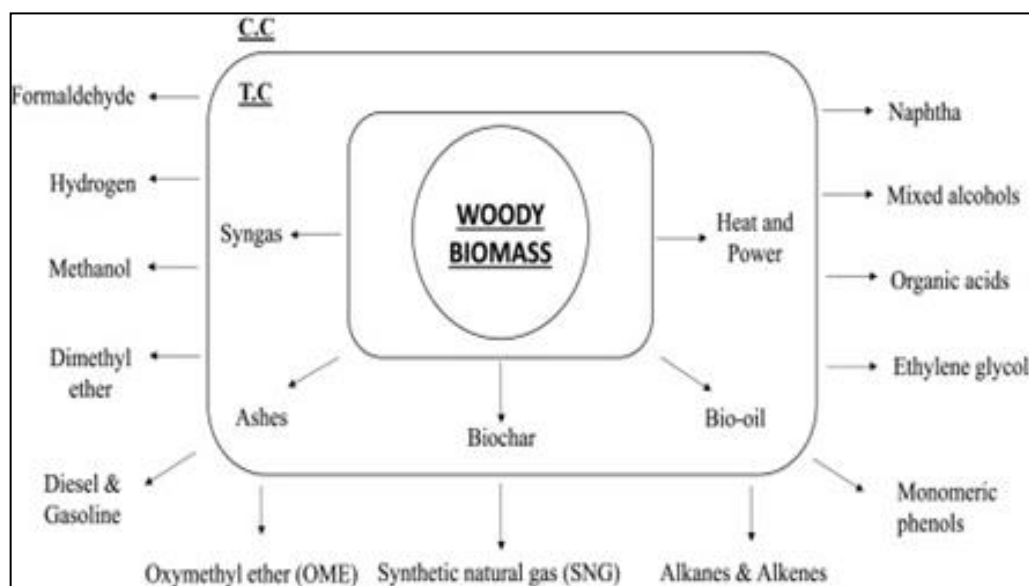
Dřevní štěpka je upřednostňována k výrobě tepla i tepelné energie, a to jak v domácím, tak i průmyslovém odvětví (Sawin, 2011). Preferování dřevní štěpky pro tyto účely jsou dány lepší manipulací, vysokým obsahem energie a vyšším obsahem fixního uhlíku (Pradhan et al., 2018). Dřevní štěpka dodala skoro 9 % celkové spotřeby energie, čímž 65 % přispěla k celkové energii vyrobené za poslední léta z obnovitelných zdrojů (Lauri et al., 2014). Projekty zabývající se bioenergií z obnovitelných zdrojů upřednostňují dřevní štěpku na základě jejího vysokoenergetického obsahu a taktéž díky jejím chemickým vlastnostem (García et al., 2018).

Jednou z výhod je také to, že z dřevní štěpky lze vyrábět chemické sloučeniny (heterogenní katalýzou) - viz obrázek č. 1, které jsou schopny ekonomicky konkurovat ropným produktům (Pang, 2019).

Bez rozdílu v klasifikaci dřevní štěpky, zda-li se jedná o tvrdé dřevo, měkké dřevo či eukalypt a chemické složení jsou již nyní publikovány studie, zabývající se dřevní štěpkou, jakožto surovinou pro samostatné procesy a biorafinérie. Například García et al. (2018), popisují produkci vodíku (H₂) za pomoci zplynování *Pinus patula* (Borovice rozložená) vzduchem. K tomu navíc Li et al. (2012), popsali přímé katalytické zušlechťování více zdrojů dřevní biomasy, a to za vzniku ethylenglykolu (0,756 g / g celulózy a hemicelulózy) a dále monomerních fenolů (0,465 g / g ligninu). Dále Ghaziaskar et al. (2019), uvádí vyprodukování organických sloučenin katalyzovanou hydrotermální karbonizací a Klosowski et al. (2019), popsali vyprodukování kyseliny levulinové (0,25 g / g dřevní štěpky) při využití katalyzátoru v podobě kyseliny sírové. Kyselina levulinová často využívaným prekurzorem při výrobě kyseliny delta aminolevulinové, kdy se jedná o biologicky rozložitelný herbicid, nejvíce používaný v jižní Asii. Kyselina levulinová je využívána nejen k výrobě výše uvedeného biologicky

rozložitelného herbicidu, ale také v kosmetice nebo při přípravě sloučenin biopaliv (gamma valerorakton, 2-methyltetrahydrofuran (2-methyl-THF) a ethyllevulinát), jak jsem již uvedl výše.

Taktéž byla zkoumána výroba produktů z termochemického zpracování dřevní štěpky, a to methanol a dimethylether (Brown, 2019). Z těchto důvodů lze považovat termochemickou a katalytickou úpravu dřevní štěpky za možný způsob výroby několika produktů.



Obrázek č. 1 Vyjádření značného potenciálu dřevní biomasy k výrobě produktů s vyšší přidanou hodnotou (zdroj: Solarte-Toro et al., 2021)

3.9.3 Dřevěné pelety

Dřevěné pelety spadají do udržitelné výroby energie s využitím obnovitelných zdrojů, kdy s ohledem na životní prostředí je nutné omezovat využívání fosilních paliv. Jejich výroba prochází neustálým vývojem z důvodu zlepšení vlastností pelet s ohledem na jejich výhřevnost, mechanické vlastnosti i manipulaci. Dřevěné pelety se běžně lisují z pilin o různé velikosti a čistotě, a to podle toho, zda-li jsou spalovány v kotlích do 50 kW nebo větších. Jednou z metod zlepšení vlastností dřevěných pelet je torefikace neboli pražení (Liu a Westman, 2009; Peng et al., 2013). Díky této tepelné úpravě se z dřevěné pelety stává materiál, který výhřevností můžeme přirovnat černému uhlí a má tedy lepší vlastnosti (váha, obsah popela, neabsorbuje vodu) než běžná dřevní peleta (Phanphanich, 2010). Torefikované pelety jsou ovšem náročnější na výrobu, jelikož se využívá vyšší lisovací tlaku, což má podstatný vliv na zvýšení jejich kvality (Peng et al., 2013).

U nás se dřevěné pelety řadí do tří kategorií, a to A1, A2, B (www7). Pelety třídy A1 se jedná o výrobu čistě ze dřeva, bez příměsí kůry a chemického ošetření. Musí splňovat nejpřísnější limity, týkající se obsahu popelovin, dusíku a síry. Pelety třídy A2 již mohou obsahovat kůru, odpad po těžbě dřeva nebo z dřevovýroby, ale stále se musí

jednat pouze o dřevo, bez chemického ošetření. Obsah popela i dusíku je vyšší. Pelety třídy B jsou vyráběny ze dřeva, které již může být kontaminováno např. barvami, ale i tak musí splňovat danou maximální koncentraci těžkých kovů (www4).

4 Metodika

4.1 Základní údaje

Lesy České republiky, s.p., Lesní závod Kladská v Karlovarském kraji spravují 64 % lesa. Na celkové těžbě v Karlovarském kraji se LČR podílelo 698 000 m³ dřeva, a to na svých 5-ti organizačních jednotkách - LS Toužim, LS Františkovy Lázně, LS Kraslice, LS Horní Blatná a LZ Kladská.

Lesní hospodářský celek Cihelny vznikl dne 1. 1. 2013 oddělením z původního LHC Žlutice, které bylo na státních pozemcích obhospodařováno LČR, s.p., LS Žlutice. Od 1. 1. 2006 byla zrušena LS Žlutice a LS Teplá a jejich zrušením došlo ke vzniku LS Toužim. Součástí těchto změn bylo i rozdělení Revíru Cihelny, kdy z naprosté většiny byl tento revír předán LZ Kladská a nevelké části byly předány do správy LS Horní Blatná, LS Kraslice a LS Toužim, které jednotně spadají pod LČR, Oblastní ředitelství západní Čechy.

4.2 Základní charakteristika vybraného území

Celková výměra LHC Cihelny je necelých 874 ha. Jedná se o celistvý komplex lesa s přidruženými lesními majetky, které zbyly po vypořádání restitučních nároků města Loket. Rozkládá se po severovýchodním okraji Polesí Krásno a tvoří hranici mezi LZ Kladská a sousední LS Toužim. Jižní hranice je tvořena pastvinami po železniční přejezd v osadě Kfely, která spadá pod město Horní Slavkov. Východní hranice je velmi dobře znatelná, jelikož vede od železničního přejezdu v osadě Kfely, kde nadále pokračuje korytem řeky Teplá, až do obce Cihelny. Severní hranice je tvořena bezejmenným potokem po křižovatku lesních cest. Západní hranice lemuje historické hranice Loketských městských lesů, kde je značena barvou, příkopy a kamennými valy, či žulovými mezníky (Vejřík, 2017).

4.2.1 Orografické a hydrologické poměry

LÚ Cihelny spadá v celou svou rozlohou do přírodní lesní oblasti 3 – Karlovarská vrchovina. Geomorfologické členění LÚ Cihelny lze vyčíst z tabulky č. 4, hydrologické poměry LHC Cihelny poté z tabulky č. 5.

Tabulka č. 4 Geomorfologické členění LÚ Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)

Systém	Hercynský
Subsystém	Hercynská pohoří
Provincie	Česká vysočina
Subprovincie	Krušnohorská soustava
Oblast	Karlovarská vrchovina
Celek	Slavkovský les
Podcelek	Hornoslavkovská vrchovina
Okrsek	Loketská vrchovina

Tabulka č. 5 Hydrologické poměry LHC Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)

Úmoří	Severní moře
Hlavní povodí I. řádu – říční soustava	Labe
Hlavní povodí řeky	Ohře

Řeka Ohře je hlavní řekou PLO 3, a to z důvodu odvodnění přibližně 2/3 území celé PLO. Nejvýznamnějším přítok tvoří řeka Teplá, která tvoří východní hranici LHC Cihelny. Odvodňuje centrální část PLO 3 (Zeman et al., 2012).

4.2.2 Půdní poměry LÚ Cihelny

Lesní úsek Cihelny je tvořen převážně kambisolů, kdy pro tuto skupinu je typický proces braunifikace nebo-li hnědnutí. Dochází zde k oxidickému zvětrávání primárních minerálů, obsahujících dvoumocné železo, které se následně uvolňuje, čímž vzniká jeden z našich nejrozšířenějších půdních typů kambizem. LÚ Cihelny je z většiny na kambickém horizontu KAd – dystrická, s typickou skeletností.

V horizontu Bv je nasycenost $V < 20 \%$, nasycenost hliníkem $Val > 30 \%$. Půdotvorným substrát tvoří na živiny chudší horniny s častým výskytem náznaku podzolizace, bez eluviálního horizontu Ep.

Druhou nejvíce zastoupenou půdou LÚ Cihelny je ze skupiny fluvisolů. Fluvizemě jsou typickým půdním typem tvořeným sedimenty okolních řek a potoků. V LÚ Cihelny

je výskyt fluvizemě glejové (Flg), s výraznějšími reduktormorfními znaky níže než 0,6 metrů. Dalšími půdními typy vyskytujícími se na toto LÚ jsou pseudogleje modální a modální gleje (Zeman et al., 2012).

4.2.3 Klimatické podmínky

LÚ Cihelny je v oblasti mírně teplé (B) s mírně vlhkými, vrchovinovými okrsky (B5), v menším rozsahu s vrchovinovými vlhkými (B8), velmi vlhkým vrchovinovým na návětrných svazích (B10), dále mírně vlhkým s mírnou zimou, pahorkatinový (B3) a také mírně suchou s převážně mírnou zimou na úpatí svahů do Podkrušnohorských pánví. Nejvyšší zdejší polohy jsou zařazeny v chladné oblasti (C) a okrsku mírně chladného (C1) (Tolasz a Baštýřová, 2007).

Vegetační doba převyšuje hodnotu 140 dní s dešťovým faktorem Langovy hodnoty (poměr srážek ku teplotě) mezi 80 – 110 (LDF).

Podle poměru teplot a srážek v červenci je patrné, že dub a další teplomilné listnaté stromy mají podmínky k růstu velmi omezené, stejně jako buk v nejvyšších polohách. Dominantní dřevinou je na LÚ Cihelny smrk (Zeman et al., 2012).

4.2.4 Větrné podmínky

Karlovarská vrchovina je značná část dnů bez větru. Dominantními větry vanou od západu, naopak nejméně vanou větry jižní. Západní větry, do kterých patří i vítr severozápadní a jihozápadní, jsou větry vlhké, povětšinou s typickými srážkami na návětrných svazích a vrcholech zdejší krajiny. Od východu vanou většinou suché větry, které jsou v zimním období většinou mrazivé a v letním období suché a výsušné. Díky zdejší značné členitosti terénu, se vyskytuje i několik směrů větru v jednom dni na uvedeném LÚ Cihelny. Poškození lesního porostu větrem se však do současnosti vyskytuje pouze lokálně a velmi zřídka (Vejrík, 2017).

4.2.5 Soubory lesních typů LÚ Cihelny

Nachází se zde deset souborů lesních typů, kdy z toho jich je pět plošně významných, jelikož převyšují rozlohu 10 ha. Zbylé plochy nedosahují nad tuto výměru, viz tabulka č. 6.

Tabulka č. 6 Zastoupení LT v ha na LÚ Cihelny (zdroj: Vejřík, 2017)

LT	Název	Plocha (ha)
3S1	Svěží dubová bučina	0,41
3Z3	Zakrslá dubová bučina	0,18
5K1	Kyselá jedlová bučina	9,36
5K3	Kyselá jedlová bučina	439,68
5K9	Kyselá jedlová bučina	0,81
5M1	Chudá jedlová bučina	110,87
5M2	Chudá jedlová bučina	0,48
5M3	Chudá jedlová bučina	5,48
5M9	Chudá jedlová bučina	58,03
5N1	Kamenitá kyselá jedlová bučina	14,44
5S1	Svěží jedlová bučina	1,57
5S6	Svěží jedlová bučina	42,85
5Z1	Zakrslá jedlová bučina	1,65
6G1	Podmáčená smrková jedlina	0,14
6G3	Podmáčená smrková jedlina	0,63
6O1	Svěží smrková jedlina	0,65
6P2	Kyselá smrková jedlina	21,13

4.2.6 Vybraný porost

Posuzovaným vybraným porostem je smrkový porost Lesů České republiky, Lesního závodu Kladská, Lesní hospodářský celek (LHC) Cihelny, porost 620 D 4, viz příloha č. 1. Jedná se o lesní typ 5S1 (svěží jedlová bučina) se 75% zastoupením smrku, 10 % břízy, 10% borovice a 5% buku; LVS 5, CHS 55, zakmenění 9, k.ú. Údolí u Lokte. Porost se nachází v NRBC Svatošské skály, CHOPAV, OPPLZ IIb. CHKO Slavkovský les II. zóna. Střední až prudký svah, ve středu žlebu s potokem, převaha severozápadní expozice. Převaha mladé kmenoviny. Porost na počátku obnovy. V okolí potoka vyšší dimenze, vtroušenými dřevinami javor, modřín, olše. Věk porostu v době vydání LHP byl 39 let, viz příloha č. 3. Platnost LHP od 1.1.2003 do 31.12.2022. Výroba a měření v terénu proběhlo, po přípravě stanoviště - viz příloha č. 5, v srpnu 2019.

4.3 Výroba zelené štěpky v porostu

Po pokácení vyznačených stromů ve zvoleném porostu byly neodvětvené stromy vyklizovány za pomoci koňského potahu, viz příloha č. 6, z lokality „P“ do lokality „VM“ a z lokality „VM“ byly následně neodvětvené stromy přiblíženy do lokality „OM“ za pomoci UKT John Deere, jak lze vidět na obrázku č. 2. Slabší dimenze stromů byly přiblížovány z lokality „VM“ do lokality „OM“ za pomoci koňského potahu, viz obrázek č. 3.



Obrázek č. 2 Přibližování dříví na „OM“ za pomoci UKT (zdroj: vlastní fotodokumentace)



Obrázek č. 3 Přibližování dříví z „VM“ na „OM“ za pomoci koňského potahu (zdroj: vlastní fotodokumentace)

Na „OM“ byl každý strom odvětven za pomoci JMP a odříznut vrchol kmene (nehroubí < 7 cm v kůře). Následně byla u kmene změřena délka (výška) a dle její hodnoty byla v polovině naměřené délky změřena tloušťka ve dvou na sebe kolmých směrech, viz přílohy č. 7 a 8. Po naměření těchto hodnot byl kmen zatříděn dle objemových tabulek kulatiny (m³) pro dřevinu SMRK, viz tabulka č. 7.

Tabulka č. 7 Tabulka objemu (m³) smrkové kulatiny, měřené s kůrou (zdroj: www5)

Délka v m		I. TABULKY OBJEMU KULATINY BEZ KŮRY V m ³																			SMRK
		Středová tloušťka měřená v kůře (10-29 cm)																			
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
3		0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
4		0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24
5		0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30
6		0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37
7		0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43
8		0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,49
9		0,06	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,51	0,55
10		0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61
11		0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,67
12		0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,73
13		0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,54	0,59	0,63	0,68	0,74	0,79
14		0,09	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,44	0,49	0,53	0,58	0,63	0,68	0,74	0,79	0,85
15		0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,52	0,57	0,62	0,68	0,73	0,79	0,85	0,91
16		0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,46	0,51	0,56	0,61	0,66	0,72	0,78	0,84	0,91	0,97
17		0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,65	0,70	0,77	0,83	0,90	0,96	1,04
18		0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,37	0,41	0,46	0,51	0,57	0,62	0,68	0,75	0,81	0,88	0,95	1,02	1,10
19		0,13	0,16	0,19	0,22	0,26	0,30	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,08	1,16
20		0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,51	0,57	0,63	0,69	0,76	0,83	0,90	0,98	1,05	1,13	1,22
21		0,14	0,17	0,21	0,25	0,29	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54	0,60	0,66	0,73	0,80	0,87	0,95	1,02	1,11	1,19	1,28
22		0,15	0,18	0,22	0,26	0,30	0,35	0,40	0,45	0,51	0,57	0,63	0,69	0,76	0,84	0,91	0,99	1,07	1,16	1,25	1,34
23		0,16	0,19	0,23	0,27	0,31	0,36	0,42	0,47	0,53	0,59	0,66	0,73	0,80	0,87	0,95	1,04	1,12	1,21	1,30	1,40
24		0,16	0,20	0,24	0,28	0,33	0,38	0,43	0,49	0,55	0,62	0,69	0,76	0,83	0,91	1,00	1,08	1,17	1,26	1,36	1,46
25		0,17	0,21	0,25	0,29	0,34	0,39	0,45	0,51	0,58	0,64	0,71	0,79	0,87	0,95	1,04	1,13	1,22	1,32	1,42	1,52

Větve a odříznutý vrchol kmene byly včetně asimilačních orgánů přeneseny do vytyčeného čtvercového prostoru o rozměrech 2 x 2 metry, s umístěnou tyčí uprostřed tohoto prostoru, na které byla následně změřena výška položeného klestu ve vymezeném prostoru, viz obr. č. 4.

**Obrázek č. 4** Klest uložený do vymezeného prostoru 2x2 m s měřicí tyčí (zdroj: vlastní fotodokumentace)

4.4 Postup kubírování zelené štěpky po výrobě

Hodnota objemu klestu z jednotlivých kmenů není součástí analýzy, jelikož klest z jednotlivých kmenů takto mladého porostu tvoří velké mezery díky své nízké hmotnosti a velké pružnosti a tím poskytuje naprosto nepřesná data o jeho objemu, přesto byl objem klestu měřen. Po změření klestu z jednotlivého kmene, byl veškerý klest z každého kmene jednotlivě vložen do štěpkovacího stroje, viz příloha č. 4, kdy směr vyhazované štěpky ze stroje byl usměrněn do předem připravené dřevotřískové bedny o rozměru 100 (d) x 100 (š) x 130 (h) - uvedeno v cm, kdy uvnitř bedny byla ve výšce 100 cm vytvořena značka, pro označení maximální výšky tak, aby byl zřetelný prostor uvnitř bedny o objemu 1 m³. Pro přesnější odečítání hodnot vyrobené štěpky v měřicí bedně, byly v jedné čelní stěně krychle vytvořeny průzory s očíslováním z důvodu snadného a rychlého odečítání výšky vyrobené štěpky v bedně, viz obrázek č. 5.



Obrázek č. 5 Výroba zelené štěpky do měřicí bedny (zdroj: vlastní fotodokumentace)

Po štěpkování klestu z jednotlivého kmene do připravené bedny, viz přílohy č. 9 a 10, byla odečtena výška vyrobené štěpky a zapsána do připravené tabulky. Takto byl změřen kmen, klest a následně vyrobená štěpka z každého jednotlivého kusu pokáceného stromu. Výsledné hodnoty byly zaneseny do připravené tabulky a následně podrobeny statistické analýze se zaměřením na jednotlivé objemové skupiny taxačních tabulek s naměřenými daty objemu dřevní kulatiny a objemu vyrobené zelené štěpky.

4.5 Postup analýzy závislosti objemu vyrobené štěrky na objemu těžných kmenů

Každý kmen byl po změření dle svého objemu v m³ označen číslem „0“ až „4“ na základě zatřídění do objemové třídy kmene, dle definovaných hodnot odečtených z objemových tabulek (tabulka č. 7) pro měření dříví s kůrou. Tímto způsobem bude vyrobeno a následně zařazeno do každé skupiny 25 ks kmenů z důvodu potřebného objemu dat, pro následné analýzy korelačního koeficientu, koeficientu determinace a přepočtového koeficientu. Korelační koeficient byl analyzován systémem SPSS Statistics 24 z důvodu zjištění míry závislosti naměřených dat. Koeficient determinace byl analyzován z důvodu procentuálního vyjádření ovlivnění objemu zelené štěrky objemem těžného kmene (v m³). Přepočtový koeficient byl analyzován mezi objemem vyrobeného dezintegrovaného materiálu a objemem těžného kmene, pro praktičtější výpočet v terénních podmínkách.

5 Výsledky

5.1 Výsledné objemy stromů a zelené štěpky

V níže uvedených tabulkách jsou zaznamenány naměřené hodnoty provedené přímo v terénu dle výše popsané metodiky. V prvním sloupci je uvedena délka kmene (m), na kterém byl odříznut vrchol (nehroubí < 7 cm v kůře). Druhý sloupec obsahuje průměr, naměřený v polovině délky kmene (po odříznutí vrcholové části). Ve třetím sloupci je uveden objem zelené štěpky (m³), která byla vyrobena z celého klestu kmene (vrcholová část + větve). Čtvrtý sloupec obsahuje údaje o výšce klestu z jednotlivého kmene a pátý sloupec obsahuje údaj, odečtený z objemových tabulek pro dřevinu smrk s kůrou. Tabulky jsou rozděleny podle dimenzí z objemových tabulek a v každé z tabulek podrobených statistické analýze je uvedeno 25 ks kmenů. Tabulky se zbylou dimenzí (tabulky č. 8, č. 9 a č. 10) nejsou součástí statistické analýzy.

Tabulka č. 8 Výsledné hodnoty naměřené u objemové třídy „0“

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
8	10	0,12	28	0	0,05
6	9	0,07	16	0	0,04
7	10	0,09	25	0	0,05
7	11	0,20	35	0	0,06
7	9	0,08	20	0	0,05
7	10	0,06	24	0	0,05
9	9	0,07	20	0	0,06
5	11	0,06	18	0	0,04
6	10	0,05	16	0	0,04
9	10	0,09	19	0	0,06
9	10	0,07	22	0	0,06
8	8	0,09	27	0	0,05
8	10	0,10	25	0	0,05
7	11	0,11	32	0	0,06
9	9	0,09	21	0	0,06
7	10	0,06	19	0	0,05
9	10	0,11	23	0	0,06
8	8	0,09	26	0	0,05
8	10	0,11	29	0	0,05
7	11	0,18	32	0	0,06
8	10	0,13	29	0	0,05
8	10	0,12	24	0	0,05
7	10	0,08	25	0	0,05
9	9	0,08	22	0	0,06

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
9	10	0,10	21	0	0,06
		2,41 prm	23,92 prm		1,32 m³

Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,05 m³ („0“):

- objem vytěženého dříví 1,32 m³,
- objem klestu 23,92 prm,
- objem vyrobené zelené štěpky 2,41 prm.

Tabulka č. 9 Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,1 m³ („1“)

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
10	10	0,18	28	1	0,07
14	11	0,21	32	1	0,12
9	11	0,14	21	1	0,07
14	12	0,23	29	1	0,14
12	10	0,17	35	1	0,08
10	10	0,13	25	1	0,07
12	12	0,14	38	1	0,12
13	12	0,15	28	1	0,13
12	13	0,15	27	1	0,14
14	12	0,13	24	1	0,14
11	13	0,19	48	1	0,13
11	10	0,12	30	1	0,07
10	11	0,12	28	1	0,08
11	10	0,06	22	1	0,07
11	13	0,11	32	1	0,13
11	13	0,34	71	1	0,13
7	15	0,45	78	1	0,11
11	13	0,10	29	1	0,13
13	10	0,10	38	1	0,09
14	12	0,12	18	1	0,14
9	12	0,13	35	1	0,09
10	10	0,16	31	1	0,07
12	13	0,26	38	1	0,14
11	13	0,18	46	1	0,13
10	11	0,12	34	1	0,08
		4,19 prm	34,6 prm		2,67 m³

Výsledek měření:

- 2,67 m³ objemu kulatiny,
- 34,6 prm klestu,
- 4,19 prm zelené štěpky.

Tabulka č. 10 Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,2 m³ („2“)

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m³)
15	14	0,35	33	2	0,21
14	15	0,29	31	2	0,22
12	14	0,24	39	2	0,16
13	15	0,27	29	2	0,21
14	15	0,29	49	2	0,22
9	19	0,33	46	2	0,23
15	15	0,29	37	2	0,24
15	14	0,26	35	2	0,21
15	14	0,68	81	2	0,21
14	14	0,21	31	2	0,19
15	15	0,32	35	2	0,24
13	13	0,27	40	2	0,15
13	15	0,30	32	2	0,21
13	15	0,21	36	2	0,21
14	15	0,29	31	2	0,22
15	15	0,41	38	2	0,24
15	14	0,42	65	2	0,21
15	15	0,39	30	2	0,24
13	14	0,23	29	2	0,21
12	14	0,16	23	2	0,16
14	15	0,36	40	2	0,22
15	14	0,31	37	2	0,21
14	14	0,27	29	2	0,19
14	15	0,29	30	2	0,22
15	15	0,35	41	2	0,24
		7,79 prm	37,88 prm		5,27 m³

Výsledek měření:

- 5,27 m³ kulatiny,
- 37,88 prm klestu,
- 7,79 prm zelené štěpky.

Tabulka č. 11 Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,3 m³ („3“)

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
13	18	0,25	50	3	0,3
16	17	0,36	38	3	0,33
17	16	0,45	35	3	0,31
15	17	0,42	33	3	0,31
15	18	0,44	35	3	0,35
14	17	0,35	45	3	0,29
13	19	0,37	48	3	0,33
16	17	0,34	48	3	0,33
17	16	0,49	30	3	0,31
15	18	0,44	36	3	0,35
15	17	0,42	35	3	0,31
16	17	0,49	29	3	0,33
16	17	0,45	36	3	0,33
15	18	0,38	40	3	0,35
16	17	0,39	47	3	0,33
17	16	0,43	31	3	0,31
15	18	0,45	33	3	0,35
16	17	0,41	35	3	0,33
16	16	0,40	32	3	0,29
16	15	0,38	46	3	0,25
18	16	0,58	86	3	0,32
16	15	0,29	49	3	0,25
17	16	0,45	30	3	0,31
17	16	0,48	32	3	0,31
15	18	0,54	59	3	0,35
		10,45 prm	40,72 prm		7,93 m³

Výsledek měření:

- 7,93 m³ kulatiny,
- 40,72 prm klestu,
- 10,45 prm zelené štěpky.

Tabulka č. 12 Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,4 m³ („4“)

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
16	18	0,52	65	4	0,37
17	18	0,59	90	4	0,39
16	18	0,42	52	4	0,37
17	17	0,58	82	4	0,35
16	18	0,45	51	4	0,37
14	21	0,72	124	4	0,44
17	19	0,64	84	4	0,44
18	18	0,68	75	4	0,41
17	18	0,61	79	4	0,39
18	17	0,55	65	4	0,37
16	18	0,43	51	4	0,37
16	19	0,47	54	4	0,41
17	19	0,61	77	4	0,44
17	17	0,55	62	4	0,35
16	19	0,49	71	4	0,41
17	18	0,69	92	4	0,39
16	19	0,41	52	4	0,41
16	18	0,39	55	4	0,37
17	19	0,71	88	4	0,44
17	19	0,66	81	4	0,44
15	19	0,35	45	4	0,39
17	17	0,59	69	4	0,35
18	18	0,65	89	4	0,41
18	17	0,51	63	4	0,37
17	19	0,63	79	4	0,44
		13,90 prm	71,8 prm		9,89 m³

Výsledek měření:

- 9,89 m³ kulatiny,
- 71,8 prm klestu,
- 13,9 prm zelené štěpky.

Tabulka č. 13 Výsledek měření při objemu měřeného kmene 0,5 – 0,7 m³

Délka (m)	Tloušťka (cm)	Objem štěpky (prm)	Výška klestu (cm) ve čtverci 2 x 2 (m)	Obj. třída	Objem kmene (m ³)
19	20	0,49	59	5	0,54
12	26	0,43	48	6	0,59
20	22	0,26	49	7	0,69
16	24	0,65	79	7	0,66
		1,83 prm	9,4 prm		2,48 m³

Výsledek měření:

- 2,48 m³ kulatiny,
- 9,4 prm klestu,
- 1,83 prm štěpky.

5.2 Analýza dat

5.2.1 Výpočet korelačního koeficientu

Korelační koeficient byl vypočítán za pomoci programu SPSS Statistics 24 a výsledné hodnoty jsou znázorněny v tabulce č. 14. Jelikož je rozmezí korelačního koeficientu -1 až +1, lze konstatovat, že vypočtený korelační koeficient vyjadřuje přímou silnou míru závislosti pro daná vstupní data (objemová třída 0 - 4) $R = 0,912$ (běžně označován „r“), což znamená, že přímka je vhodnou funkcí k vyjádření průběhu těchto závislostí (Kába a Svatošová, 2012). Přímá závislost je to proto, že vyšel korelační koeficient kladný - tudíž s rostoucí velikostí objemu kmene roste i objem štěpky.

Tabulka č. 14 Výsledek analýzy naměřených dat pro souhrn objemových tříd „0 - 4“

Model Summary ^a										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,912 ^a	0,832	0,831	0,07644	0,832	610,096	1	123	0	2,023
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu 0,1,2,3,4 (souhm)										
b. Dependent Variable: objem_stepky 0,1,2,3,4 (souhm)										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	0,028	0,013		2,102	0,038				
1	m3_vyrezu 0,1,2,3,4 (souhm)	1,302	0,053	0,912	24,7	0	0,912	0,912	0,912	
a. Dependent Variable: objem_stepky 0,1,2,3,4 (souhm)										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „ r “ = 0,912^a,
- determinační koeficient „ r^2 “ = 0,832.

Vysvětlivky:

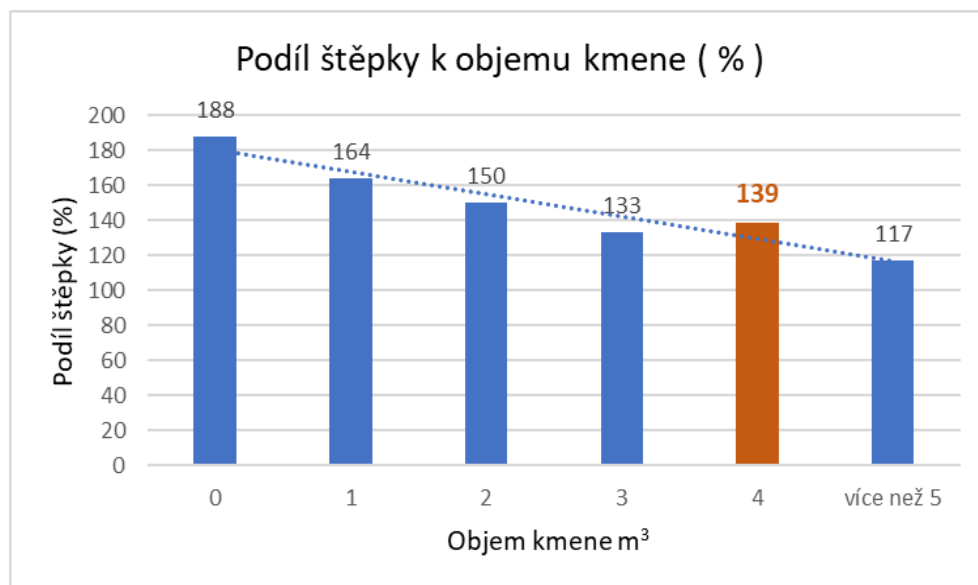
R	korelační koeficient
R Square	determinační koeficient
Adjusted R Square	vhodný k prvotnímu modelu upravený model determinace
Durbin-Watson	autokorelace
Coefficients ^a	směrodatná odchylka
B	bodové odhady „ a, b “ parametry modelu
m^3_{vyrezu}	regresní konstanta
Zero-order	párové korelační koeficienty
Partial	parciální korelační koeficienty
Part	částečné korelační koeficienty

5.2.2 Výpočet koeficientu Determinace

V uvedené tabulce č. 14 je vypočten také koeficient Determinace, který potvrzuje vysokou přímou závislost danou korelačním koeficientem (Meloun a Militký, 2006). Koeficient Determinace „ r^2 “, vyšel 82,3% a vyjadřuje nám, z kolika procent je objem štěpky ovlivněn velikostí objemu kmene (v m^3). V našem případě objem štěpky lze vyjádřit z 82,3% velikostí objemu kmene.

5.2.3 Podíl štěpky k objemu kmene

V níže uvedeném grafu č. 1 je přehledně znázorněn procentuální podíl zelené štěpky k střednímu objemu těženého kmene. Z naměřených hodnot vyplývá, že každá statisticky analyzovaná dimenze naprosto převyšuje popsany současny přepočet při prodeji nehroubí (na 1 m^3 hroubí připadá 1 prm nehroubí).



Graf č. 1 Vyjádření procentuálního podílu štěpky k objemu těžného kmene

5.2.4 Statistická analýza dat dle jednotlivých objemů kmene

Naměřená data objemových tříd (v desetinách 0,1 m³) 0, 1, 2, 3, 4 byla podrobena analýze ve stejném analytickém programu SPSS Statistics 24. Jak je vidět v níže uvedených tabulkách č. 15, 16, 17, 18, 19, výsledná čísla korelačního a determinačního koeficientu jsou oproti souhrnnému analyzování velmi nízká, ačkoliv v analýze souhrnných dat je výsledek uvedených koeficientů velmi vysoký. Výsledek analýzy po jednotlivých objemech těžného kmene má vysvětlení v evidentně nízkém počtu analyzovaných dat (25 ks kmenů) v jednotlivé objemové třídě. Přesto jsou tyto výsledky znázorněny, aby při případném budoucím měření bylo předem patrné, že při požadavku na relevantní výsledek korelačního a determinačního koeficientu v jednotlivých dimenzích, je nutné použít podstatně vyšší počet pokácených stromů než bylo v tomto případě.

Tabulka č. 15 Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „0“

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,428 ^a	0,183	0,147	0,03252	0,183	5,148	1	23	0,033	1,217
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu0										
b. Dependent Variable: objem_stepky0										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-0,021	0,052		-0,401	0,692				
1	m3_vyrezu0	2,221	0,979	0,428	2,289	0,033	0,428	0,428	0,428	
a. Dependent Variable: objem_stepky0										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „r“ = 0,428^a,
- determinační koeficient „r²“ = 0,183.

Tabulka č. 16 Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „1“

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,289 ^a	0,083	0,043	0,08086	0,083	2,09	1	23	0,162	1,524
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu1										
b. Dependent Variable: objem_stepky1										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	0,079	0,063		1,252	0,223				
1	m3_vyrezu1	0,828	0,573	0,289	1,446	0,162	0,289	0,289	0,289	
a. Dependent Variable: objem_stepky1										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „r“ = 0,289^a,
- determinační koeficient „r²“ = 0,08.

Tabulka č. 17 Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „2“

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,383 ^a	0,147	0,11	0,09332	0,147	3,956	1	23	0,059	2,259
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu2										
b. Dependent Variable: objem_stepky2										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-0,01	0,163		-0,063	0,951				
	m3_vyrezu2	1,527	0,767	0,383	1,989	0,059	0,383	0,383	0,383	
a. Dependent Variable: objem_stepky2										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „r“ = 0,383^a,
- determinační koeficient „r²“ = 0,147.

Tabulka č. 18 Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „3“

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,404 ^a	0,163	0,127	0,06759	0,163	4,491	1	23	0,045	1,447
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu3										
b. Dependent Variable: objem_stepky3										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error				Beta	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	0,077	0,162		0,473	0,641				
	m3_vyrezu3	1,077	0,508	0,404	2,119	0,045	0,404	0,404	0,404	
a. Dependent Variable: objem_stepky3										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „r“ = 0,404^a,
- determinační koeficient „r²“ = 0,163.

Tabulka č. 19 Analýza naměřených dat pro objemovou třídu „4“

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,498 ^a	0,248	0,215	0,09516	0,248	7,591	1	23	0,011	2,558
a. Predictors: (Constant), m3_vyrezu4										
b. Dependent Variable: objem_stepky4										
Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	
1	(Constant)	-0,116	0,245		-0,474	0,64				
	m3_vyrezu4	1,699	0,617	0,498	2,755	0,011	0,498	0,498	0,498	
a. Dependent Variable: objem_stepky4										

Výsledek koeficientů:

- korelační koeficient „r“ = 0,498^a,
- determinační koeficient „r²“ = 0,248.

5.2.5 Přepočtový koeficient

Na základě naměřených dat objemu vyrobené zelené štěpky z kubírovaného kmene kulatiny, bylo možné vypočítat přepočtový koeficient pro jednotlivé objemové třídy, neboť bylo využito k měření přesně vyrobené kubírovací bedny, ve které bylo možné změřit objem štěpky v prostorových metrech s přesností na 0,01 prm. Tento přepočtový koeficient by usnadnil lesníkům následný přepočet v terénních podmínkách a v našem případě vyplývá z tabulky procentuálního podílu zelené štěpky k objemu kmene. Přesnost těchto dat uvedených v grafu č. 1 byla potvrzena výpočtem korelačního a determinačního koeficientu, u kterých byla zjištěna hodnota, která potvrzuje velmi přesnou závislost objemu vyrobené zelené štěpky z objemu těžného kmene.

Výsledný přepočtový koeficient:

Objemová třída „0“ – 1,88 prm zelené štěpky z 1 m³ dříví.

Objemová třída „1“ – 1,64 prm zelené štěpky z 1 m³ dříví..

Objemová třída „2“ – 1,50 prm zelené štěpky z 1 m³ dříví .

Objemová třída „3“ – 1,33 prm zelené štěpky z 1 m³ dříví.

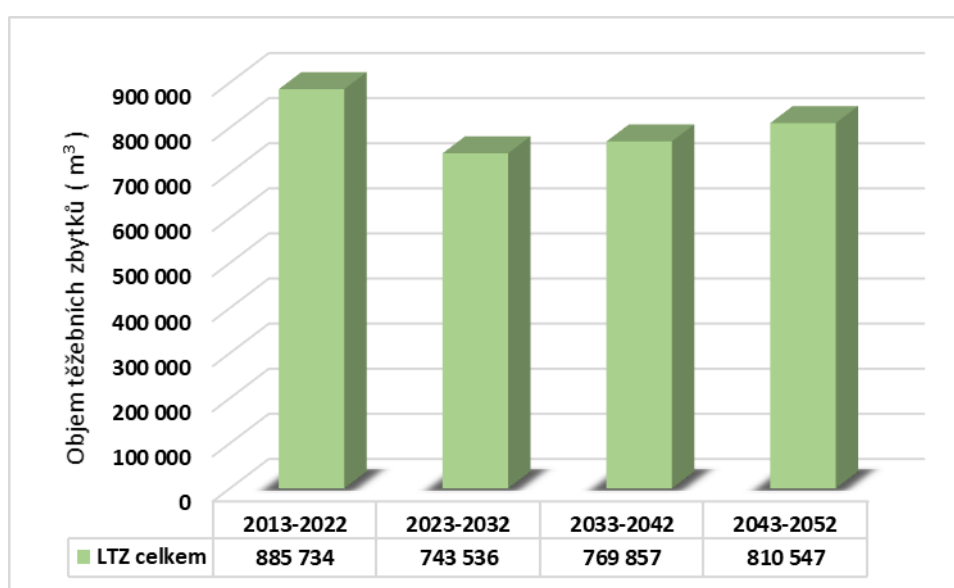
Objemová třída „4“ – 1,39 prm zelené štěpky z 1 m³ dříví.

Jak je patrné z grafu č. 1, tak se zvyšující se dimenzí těžného kmene kulatiny, se nám úměrně snižuje výše objemu vyrobené zelené štěpky a to až do objemové třídy „3“. Poté nám ale u objemové třídy „4“ vychází nepatrně vyšší naměřená hodnota vyrobené zelené štěpky. Tento fakt lze dovodit z věku a tím i charakteristiky zvoleného porostu, jelikož stromy s následnou objemovou třídou kulatiny „4“ jsou v porostu oproti objemové třídě „3“ již mírně předrůstavé a v nejsilnější konkurenci o světelné podmínky. Díky své

mírné předrůstavosti jsou stromy s objemovou třídou kulatiny „4“ vyšší, mají tedy více osluněné vrcholy a na to navázaný větší počet větvení s asimilačními orgány a tím tedy i větší objem nehroubí.

6 Diskuze

V současné době, kdy stále probíhá zpracovávání dříví z kůrovcové kalamity a těží se zdecimované smrkové porosty ve věku i mladším 40ti let, je zvýšená potřeba reagovat na tento stav co nejlepším využitím a zpeněžením dříví a dendromasy s cílem minimalizovat ztráty, vzniklé propadem cen a přehlceností odběratelských kapacit. S potenciálem objemu lesních těžebních zbytků (LTZ) uvedených v grafu č. 2 se nabízí jejich zpracování jako vhodná varianta zpeněžení vstupních investic a práce, které bylo nutné vynaložit od založení přes výchovu až po smýcení porostu.



Graf č. 2 Roční potenciální objem LTZ z těžby obnovní a výchovné (zdroj: www3)

Jak je patrné i z obrázku č. 1, využití dřevní biomasy, v dnešní době poskytuje podstatně vyšší možnost zpracování než pouze přeměny na tepelnou energii, ačkoliv ta bude zřejmě ještě dlouhou dobu hlavním cílem, s ohledem na stále se zvyšující tlak na útlum těžby v uhelných dolech, neboť v letech 2005 až 2010 pocházelo 16,76 % tepelné energie právě ze štěpky (Šafařík a Hlaváčková, 2013).

S tímto zároveň souvisí požadavek lesníků, majitelů lesů, ale také dalších lidí pracujících v lesním hospodářství, např. operátorů vyvážecích traktorů, na přesnější přepočtové koeficienty objemu jednotlivých lesních komodit, které lze získat lesní výrobou, jelikož s tím jsou neodmyslitelně svázané finanční prostředky, ať už na straně výdajové či příjmové.

Měření objemu štěpky z klestu se věnují například Bílek et al. (2013). Klest je následně koeficienty přepočítáván z objemu těžebního kmene nebo měřen v hromadách, ale každý tento způsob je značně nepřesný, jelikož pracujeme s velmi univerzálním

koeficientem. Jak uvádí Chytrý (2008) ve své disertační práci, průměrná výtěžnost je cca 0,8 prm štěpky z 1 m³ hroubí. Jedná se však o údaj, bez dalších podrobností, jelikož tato disertační práce je především zaměřena na jiné téma a to na ekonomiku při zpracování potěžebních zbytků. Námi vypočtený koeficient pro zvolený porost však dosáhl nejnižší hodnoty 1,33 prm štěpky z 1 m³ dříví a nejvyšší hodnoty dosáhl 1,88 prm z 1 m³ dříví. Pro vzájemné porovnání námi naměřených výsledků a údajů z výše uvedené disertační práce nám chybí další údaje, které je nutné brát na zřetel a těmi je například druh dřeviny, věk porostu a další potřebné údaje, které k námi zvolenému porostu uvádíme.

Doba, kdy nehroubí bylo lesníky považováno za přítěž z důvodu minimálního následného zpeněžení, je již minulostí. V současné době nabízí štěpka vyrobená z nehroubí další finanční příjem, neboť se podstatně rozšiřují možnosti jejího dalšího využití. V našem případě byla měřena závislost objemu měřeného kmene na objemu vyrobené štěpky. Když vezmeme v úvahu průměrnou výtěžnost zelené lesní štěpky 154,8 % z metru krychlového těžného kmene, v případě vyrovnaného počtu kusů kmenů v objemových třídách, při výchovného zásahu v námi zvoleném porostu, je už možné mít přesnější data o objemu možného finančního přínosu.

V případě přepočtových koeficientů objemu zelené štěpky na objemu těžného kmene pro jednotlivé objemové třídy je možné získávat detailnější data o lesní výrobě, kdy nemáme pouze souhrnná data o objemu vytěženého dříví a z toho souhrnným přepočtovým koeficientem vypočtený relativní objem zelené štěpky. Z vyrobeného objemu dříví (hroubí), který máme vždy vykázaný po jednotlivých kusech v objemových třídách, si lze přesněji vypočítat objem případné výroby zelené štěpky pro další obchod.

7 Závěr

V roce 2019 byl proveden terénní výzkum zaměřený na zjištění závislosti objemu vyrobené zelené štěpky na objemu těžného kmene. Byl zvolen probírkový porost, ve kterém bylo nejvíce zastoupeno pět objemových tříd. V každé této objemové třídě bylo změřeno 25 ks jednotlivých kmenů. Nehroubí z každého kmene bylo štěpkováno a následně byl změřen objem vyrobené zelené štěpky. U měřených dat byla analyzována míra jejich vzájemné závislosti za pomoci korelačního a determinačního koeficientu, kdy korelační koeficient uváděný v rozmezí od -1 až +1 vyšel v našem případě v hodnotě 0,912, tedy velmi blízko +1, čímž byla potvrzena velmi vysoká závislost objemu vyrobené zelené štěpky na objemu těžného kmene. Další potvrzující analýzou byl výpočet koeficientu determinace, který byl analyzován s hodnotou 82,3, což nám udává, že objem štěpky z 82,3 % závisí na objemu těžného kmene. Z výsledků měření tedy bylo možné sestavit následující přepočtové koeficienty objemu štěpky z objemové třídy těžného kmene, které byly vypočítány v hodnotách uvedených v tabulce č. 20 - koeficienty objemu štěpky z objemu těžného kmene.

Tabulka č. 20 Koeficienty objemu štěpky z objemu těžného kmene

Objemová třída těžného kmene	Přepočtový koeficient
0	1,88
1	1,64
2	1,50
3	1,33
4	1,39

S ohledem na zvyšující se potenciál využití štěpky (www3), nejen pouze jako zdroj tepelné energie, ale také jako zdroj dalších produktů uvedených na obrázku č. 1, by bylo zajímavé zaměřit další výzkum na objem zelené štěpky z těžného kmene i ve starších jehličnatých porostech a zjistit tak možnou výtěžnost této komodity.

8 Literatura a použité zdroje

- BÍLEK, K.; ČAPEK, F.; KOHOUT, V.; STEJSKAL, H. *Učební texty z předmětu: Těžba a doprava dříví*. Písek: Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek, 2013. 202 s.
- BROWN, R. C. (Editor). *Thermochemical processing of biomass: conversion into fuels, chemicals and power, 2nd Edition*. John Wiley & Sons, 2019. ISBN 978-1-119-41757-6.
- DVOŘÁK, J.; FRANC, J.; VALDMAN, S. *Cvičení z lesnické mechanizace*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 237 s. ISBN 80-213-1524-5.
- GARCÍA, C. A.; PENA, Á.; BETANCOURT, R.; CARDONA, C. A. Energetic and environmental assessment of thermochemical and biochemical ways for producing energy from agricultural solid residues: Coffee Cut-Stems case. *Journal of environmental management*. 2018, vol. 216, s. 160-168.
- GANDELOVÁ, L.; HORÁČEK, P.; ŠLEZINGEROVÁ, J. *Nauka o dřevě*. Brno: MZLU, 2009. 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.
- GHAZIASKAR, A.; MCRAE, G. A.; MACKINTOSH, A.; LAI, E. P. C.; BASU, O. D. Production of organic compounds through catalyzed hydrothermal carbonization of woody biomass. *Energy and Fuels*. 2019, vol. 33(10), s. 9879-9885.
- CHYTRÝ, M. *Dřevní štěpka - obnovitelný zdroj energie, metodika, kvantifikace zdrojů a předpoklady realizace*. Praha, 2008. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce prof. Ing. Karel Pulkrab, CSc.
- KÁBA, B.; SVATOŠOVÁ, L. *Statistické nástroje ekonomického výzkumu*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2012. ISBN 978-80-7380-359-9.
- KOSTROŇ, L.; BUMERL, M.; ČERMÁK, K.; DEJMAL, J.; KUČTÍK, J.; RÓNAY, E. *Lesní těžba a dopravnictví*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1971. 310 s.
- KOTAS, M.; VLKANOVÁ, D. Posouzení činností spojených s úklidem klestu. *Lesnická práce*. 2011, r. 90, LP č. 10/11, s. 22–25.
- KLOSOWSKI, G.; MIKULSKI, D.; MENKA, A. Microwave-assisted one-step conversion of wood wastes into levulinic acid. *Catalysts*. 2019, vol. 9(9), no. 753.
- LAURI, P.; HAVLÍK, P.; KINDERMANN, G.; FORSELL, N.; BÖTTCHER, H.; OBERSTEINER, M. Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy*. 2014, vol. 66, s. 19-31.

- LI, Ch.; ZHENG, M.; WANG, A.; ZHANG, T. One-pot catalytic hydrocracking of raw woody biomass into chemicals over supported carbide catalysts: simultaneous conversion of cellulose, hemicellulose and lignin. *Energy and Environmental Science*. 2012, vol. 5(4), s. 6383-6390.
- LIU, C.; WESTMAN, C. J. Biomass in a Norway spruce–Scots pine forest: a comparison of estimation methods. *Boreal Environment Research*. 2009, vol. 14(5), s. 875–888.
- MELOUN, M.; MILITKÝ, J. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy*. Praha: Academia, 2006. ISBN 80-200-1396-2.
- NERUDA, J.; SIMANOV, V. *Technika a technologie v lesnictví*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2006. 324 s.
- NEUPANE, B.; HALOG, A.; LILIEHOLM, R. J. Environmental sustainability of wood-derived ethanol: A life cycle evaluation of resource intensity and emissions in Maine, USA. *Journal of Cleaner Production*. 2013, vol. 44, s. 77 – 84.
- PANG, S. Advances in thermochemical conversion of woody biomass to energy, fuels and chemicals. *Biotechnology advances*. 2019, vol. 37(4), s. 589-597.
- PENG, J. H.; BI, H. T.; LIM, C. J.; SOKHANSANJ, S. Study on density, hardness, and moisture uptake of torrefied wood pellets. *Energy and Fuels*. 2013, vol. 27(2), s. 967-974.
- PENG, J.; WANG, J.; BI, X. T.; LIM, C. J.; SOKHANSANJ, S.; PENG, H.; JIA, D. Effects of thermal treatment on energy density and hardness of torrefied wood pellets. *Fuel Processing Technology*. 2015, vol. 129, s. 168-173.
- PHANPHANICH, M. *Pelleting characteristics of torrefied forest biomass*. 2010. University of Georgia: Doctoral dissertation.
- PRADHAN, P.; MAHAJANI, S. M.; ARORA, A. Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology*. 2018, vol. 181, s. 215-232.
- RODRIGUEZ, J. L.; ALVAREZ, X.; VALERO, E. ; ORTIZ, L.; DE LA TORRE-RODRIGUEZ, N.; ACUNA-ALONSO, C. Influence of ashes in the use of forest biomass as source of energy. *Fuel*. 2021, vol. 283, no. 119256.
- SAHOO, K.; BILEK, E. M.; MANI, S. Techno-economic and environmental assessments of storing woodchips and pellets for bioenergy applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018, vol. 98, s. 27–39.
- SAWIN, J. Renewable energy policy network for the 21st century: Renewables 2012 Global Status Report. *REN21 Secretariat*. 2011.

- SEQUENS, J. Dendrometrie [online]. 2007 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z WWW: <https://katedry.czu.cz/storage/3844_Souhrn_Dendrometrie.pdf>.
- SIMANOV, V. *Přidružená lesní výroba*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1995. 88 s. ISBN 80-7157-160-1.
- SIMANOV, V.; KOHOUT, V. *Těžba a doprava dříví*. Písek: Matice lesnická, s.r.o., 2004. 441 s.
- SLEJŠKA, A.; UŠŤAK, S. *Anaerobní mechanicko biologická úprava* [online]. 2006 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/anaerobni-mechanicko-biologicka-uprava>>. ISSN: 1801-2655.
- SOLARTE-TORO, J. C.; GONZÁLEZ-AGUIRRE, J. A.; POVEDA GIRALDO, J. A.; CARDONA ALZATE, C. A. Thermochemical processing of woody biomass: A review focused on energy-driven applications and catalytic upgrading. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021, vol. 136, 110376, ISSN 1364-0321.
- ŠAFARÍK, D.; HLAVÁČKOVÁ, P. *Vývoj perspektivy trhu lesní energetické štěpky v České republice*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2013. 9 s.
- TOLASZ, R.; BAŠTÝŘOVÁ, H. *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
- TUCKI, K.; ORYNYCZ, O.; WASIAK, A.; SWIC, A.; MIESZKALSKI, L.; WICHLACZ, J. Low emissions resulting from combustion of forest biomass in a small scale heating device. *Energies*. 2020, vol. 20, no. 5495.
- VEJŘÍK, P. *Zhodnocení pěstování a dalšího zavádění douglasky tisolisté na LÚ Cihelny*. Praha, 2017. Česká zemědělská univerzita v Praze. Diplomová práce. Vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.
- ZEMAN, R.; CHROMÝ, T.; KRAPOVÁ, J.; TURECKOVÁ, M.; STROBL, J. *Hospodářská kniha: LHC Cihelny 1.1.2013 – 21.12.2022*. Brandýs nad Labem: Příroda, s.r.o., 2012. 426 s.
- ZEMAN, R.; CHROMÝ, T.; KRAPOVÁ, J.; TURECKOVÁ, M.; STROBL, J. *Textová část LHP: LHC Cihelny 1.1 2013 – 21.12.2022*. Brandýs nad Labem: Příroda, s.r.o., 2012. 290 s.

Vnitřní předpisy:

- Předpis 2013: *Pokyn řed. lesního a vodního hospodářství LČR č. 7/2013*. 2013.
- Předpis 2019: *Výroba a prodej dříví na LS a LZ, Procesní směrnice LČR č. 8/2019*. 2019.

Legislativa:

Vyhláška č. 477/2012 Sb. *Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchování dokumentu* [online]. 2012 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z WWW: <Dostupné z www.zakonyprolidi.cz>.

Internetové zdroje:

- www1: *Biomasa: Co je dobré vědět, než ji začneme spalovat*. 2010 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z WWW: <<https://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/biomasa/biomasa-co-je-dobre-vedet-nez-ji-zacneme-spalovat.aspx>>.
- www2: *Biomasa*. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z WWW: <<https://oze.tzb-info.cz/biomasa>>.
- www3: *Potenciál biomasy v příštích dekádách*. 2020 [cit. 2021-02-16]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/potencial-biomasy-v-pristich-dekadach>>.
- www4: *Test dřevěných pelet 2019*. 2019 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z WWW: <<https://www.dtest.cz/clanek-7481/test-drevenych-pelet-2019>>.
- www5: *Kubirovací tabulky pro výpočet objemu kulatiny bez kůry*. 2018 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z WWW: <<https://www.optimalanskroun.com/kubirovani>>.
- www6: *Přednášky: Terénní metody odhadu početnosti, Blok 3, Odhad biomasy a produkce*. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z WWW: <www.frouz.wz.cz>.
- www7: *Dřevní peleta – normativní vlastnosti, rozdělení do tříd*. 2020 [cit. 2021-02-22]. Dostupné z WWW: <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy/20955-drevni-peleta-normativni-vlastnosti-rozdeleni-do-trid>>.
- www8: *Vlastnosti palivového dřeva*. [cit. 2021-03-21]. Dostupné z WWW: <<https://palivove-drevo-libeznice.cz/palivove-drevo/vlastnosti-dreva/>>.
- www9: *Výhřevnost některých paliv*. © 1999 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z WWW: <<https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/vyhrevnost.html>>.
- www10: *Zpracování lesních těžebních zbytků*. [cit. 2021-03-20]. Dostupné z WWW: <https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Prirucka_zpracovani_lesnich_zbytku.pdf>.
- www11: *Využití a pěstování biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely*. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: <www.uhul.cz/images/poradenstvi/2019/BIOMASA19.pdf>.

www12: *Nakládání s těžebními zbytky v lesním hospodářství*. [cit. 2021-02-04].
Dostupné z WWW: <www.vulhm.cz/files/uploads/2019/01/Nakládání-s-těžebními-zbytky-v-Lesním-hospodářství.pdf>.

9 Přílohy

Seznam příloh

Příloha č. 1: Porostní mapa

Příloha č. 2: Doklad č. 511 z „MVO“ k vykazování klestu

Příloha č. 3: Informace z lesnické hospodářské evidence

Příloha č. 4: Technické parametry štěpkovače

Příloha č. 5: Fotografie č. 1 - příprava stanoviště pro terénní měření

Příloha č. 6: Fotografie č. 2 - koňský potah při terénním měření

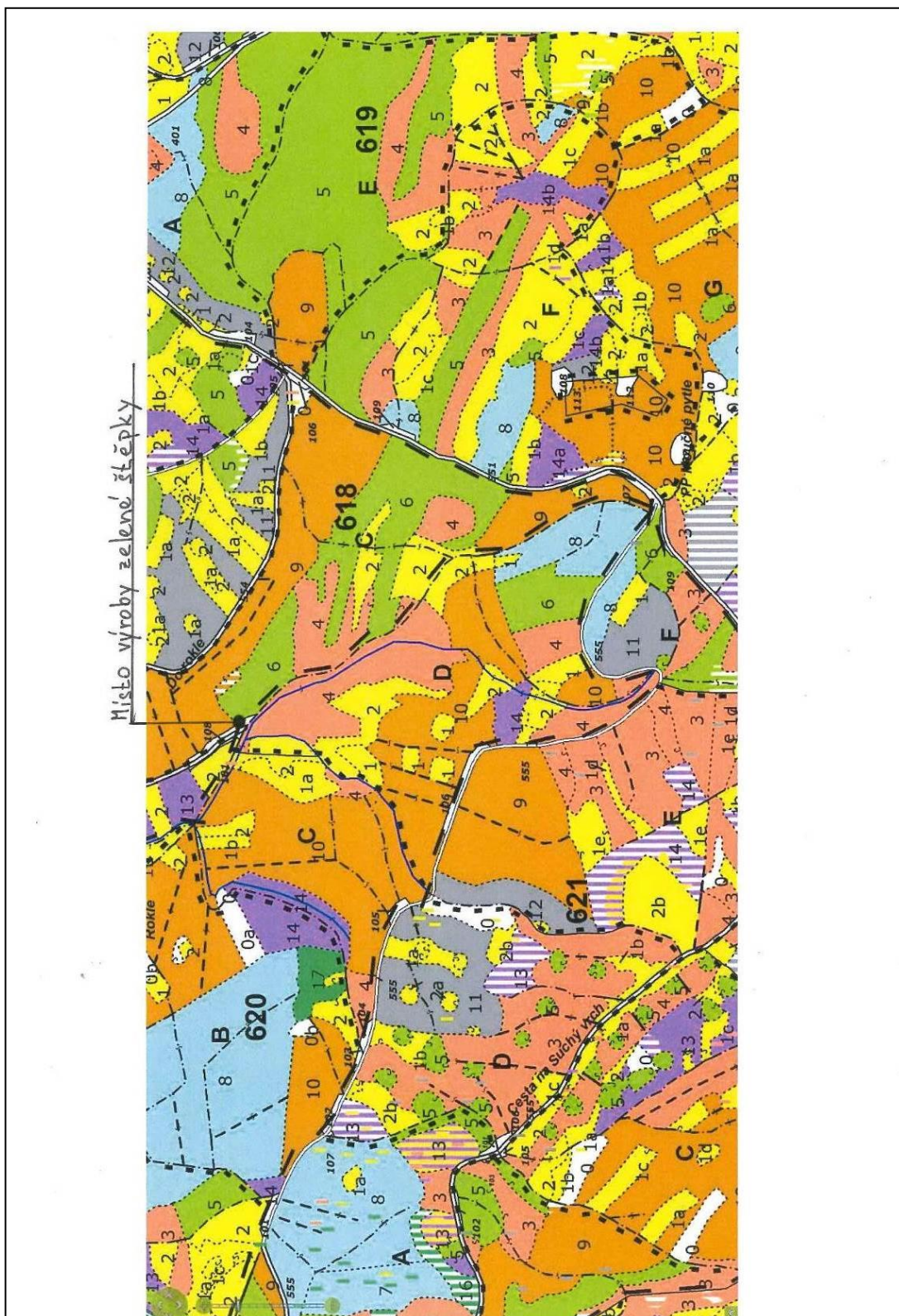
Příloha č. 7: Fotografie č. 3 - měření za pomoci měřicího pásma a průměrky

Příloha č. 8: Fotografie č. 4 - odvětvený kmen stromu a přenos nehroubí

Příloha č. 9: Fotografie č. 5 - rovnoměrné rozprostření štěpky v měřicí bedně

Příloha č. 10: Fotografie č. 6 - štěpkování do měřicí bedny

Příloha č. 1: Porostní mapa



Příloha č. 2: Doklad č. 511 z „MVO“ k vykazování klestu

511 Výrobní doklad																																	
Rok provedení	12	13	14	10	19	19	18	22	23	23	35	15	17	24	25	27	28	29	36	38	37	39											
Číslo řádku	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Název	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Základní	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94
Pracovník	30	31	33	70	51	52	53	40	41	43	44	54	56	57	59	61	62	71	73	75	82	83	80	83	84	86	85	81	90	91	92	93	94

Za o odpr. době:	Nároky na náhrady:	číslo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
------------------	--------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Pracovníci byli seznámeni s technolog. postupem práce a s bezpečnostními předpisy

Datum a podpisy pracovníků _____

Vystavil: _____

Práci převzal: _____

Kontroloval: _____

Příloha č. 4: Technické parametry štěpkovače

Drtič TS Industrie GS Tiger 25/D

Motor GS Tiger 25 D	Kubota D902 25 HP diesel
Max. průměr vkládaného materiálu (cm)	14
Výkon (m ³ /hod)	17
Hmotnost rotoru (kg)	45
Počet kladiv	8
Počet nožů	2
Šířka vkládacího válce (cm)	25
Hmotnost stroje (P/D) (kg)	670 / 748
Garantované akustické hodnocení (dBA)	126

Příloha č. 5: Fotografie č. 1 - příprava stanoviště pro terénní měření



Příloha č. 6: Fotografie č. 2 - koňský potah při terénním měření



Příloha č. 7: Fotografie č. 3 - měření za pomoci měřicího pásma a průměrky



Příloha č. 8: Fotografie č. 4 - odvětvený kmen stromu a přenos nehroubí



Příloha č. 9: Fotografie č. 5 - rovnoměrné rozprostření štěpky v měřící bedně



Příloha č. 10: Fotografie č. 6 - štěpkování do měřicí bedny

