

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Anja SODJA

**NAČIN OGREVANJA OBJEKTOV NA PRIMERU
OSNOVNE ŠOLE GORJE TER ZAVODA SV.
MARTINA V SREDNJI VASI V BOHINJU**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Anja SODJA

**NAČIN OGREVANJA OBJEKTOV NA PRIMERU OSNOVNE ŠOLE
GORJE TER ZAVODA SV. MARTINA V SREDNJI VASI V BOHINJU**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**GENERAL HEATING INSTALLATIONS IN THE CASE OF
PRIMARY SCHOOL GORJE AND THE INSTITUTE ST. MARTIN IN
SREDNJA VAS IN BOHINJ**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Raziskavi za potrebe diplomskega dela sta potekali na Zavodu sv. Martina, Srednja vas v Bohinju, občina Bohinj ter na Osnovni šoli Gorje v občini Gorje.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja imenovala doc. dr. Jurija Marenčeta in recenzenta prof. dr. Janeza Krča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anja Sodja

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK GDK 839.82(497.4Bohinj)(043.2)=163.6
- KG ogrevanje/lesna biomasa/tehnološka veriga/stroški/lokalna oskrba
- AV SODJA, Anja
- SA MARENČE, Jurij (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 2016
- IN NAČIN OGREVANJA OBJEKTOV NA PRIMERU OSNOVNE ŠOLE GORJE TER ZAVODA SV. MARTINA V SREDNJI VASI V BOHINJU
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
- OP VII, 53 str., 4 pregl., 26 sl., 18 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomskem delu medsebojno primerjamo dva objekta - glede na način in izvedbo ogrevanja. Del analiziranih objektov se je do sedaj ogreval s kurilnim oljem, del pa z lesnimi sekanci. Pri tem predstavljamo prednosti, slabosti in možne težave do katerih prihaja pri obeh načinih ogrevanja. Ogrevanje v Osnovni šoli Gorje je pokazalo občutne prihranke ob prehodu na ogrevanje z drugačnim reagentom. V Zavodu sv. Martina se že od začetka obstoja objekta za njegovo ogrevanje uporabljajo lesni sekanci. Na samo zmanjšanje stroškov ogrevanja pomembno vplivajo tudi drugi dejavniki (izolacija objekta, nova fasada, energetska učinkovita okna). Višina stroškov je pomembno odvisna tudi od dolžine kurilne sezone. Prednosti uporabe lesne biomase je v lokalni oskrbi ob vključevanju lokalne delovne sile. Pomembno je opozoriti lokalno prebivalstvo na pomen uporabe lokalnih in obnovljivih virov ogrevanja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs

DC FDC 839.82(497.4Bohinj)(043.2)=163.6

CX heating/wood biomass/tehnological chain/costs/local supply

AU SODJA, Anja

AA MARENČE, Jurij (supervisor)

PP I-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2016

TI GENERAL HEATING INSTALLATIONS IN THE CASE OF PRIMARY SCHOOL GORJE AND THE INSTITUTE ST. MARTIN IN SREDNJA VAS IN BOHINJ

DT Graduation thesis (Higher professional studies)

NO VII., 53 p., 4 tab., 26 fig., 18 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In this thesis we mutually compare two objects – depending on a manner and performance of heating. One part of analysed facility has so far been heated with heating oil and the other part with wood chips. We introduce you to pros, cons and possible issues that can come in both manners of heating. The heating in primary school Gorje showed significant saving by using the heating with a different reagent. From the very beginning of its existence, the Institute of St. Martina uses wood chips for the heating. There are also other factors that influence the slash of heating expenses (insulation of the facility, new facade, energy-effective windows). The expense rate is significantly dependent on the length of the heating season as well. The precedence of the wooden biomass usage is in local supply with integration of local labour. It is important to warn the local population about the meaning of the local and renewable heating sources usage.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	2
3 PREDSTAVITEV PROBLEMA	3
4 HIPOTEZE	4
5 DOSEDANJE RAZISKAVE	5
6 LESNA BIOMASA IN NJENA UPORABA	9
6.1 MERSKE ENOTE	11
6.2 PROBLEM VLAŽNOSTI LESNE BIOMASE	13
6.3 KURILNA VREDNOST LESA	14
6.4 KONKURENCA LESNI BIOMASI	15
6.5 DELOVANJE KOTLA NA LESNE SEKANCE	16
6.5.1 <i>Premišljena notranjost</i>	17
6.5.2 <i>Udobje</i>	19
7 METODE	20
7.1 OPIS ŠIRŠEGA OBMOČJA	21
7.1.1 <i>Lastništvo gozdov</i>	21
7.1.2 <i>Organiziranost gozdarske dejavnosti v prostoru</i>	21
7.1.3 <i>Spravilne razmere</i>	21
8 TEHNOLOŠKA VERIGA - POT SEKANCEV IZ GOZDA DO KONČNEGA UPORABNIKA	24
8.1 SEČNJA	25
8.2 SPRAVILO LESA	25
8.3 MLETJE LESNIH SEKANCEV	26

8.4	PREVOZ LESNIH SEKANCEV	31
9	REZULTATI ANALIZE	35
10	STROŠKI OGREVANJA IN VZDRŽEVANJA	42
11	ZAKLJUČEK	47
12	POVZETEK	49
13	VIRI	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pogoji za uvrstitev lesnih sekancev v velikostne razrede (Krajnc in sod., 2009).....	10
Preglednica 2: Opis mejnih vrednosti posameznih velikostnih razredov po ONORM M7133: 1998 (Krajnc in sod., 2009)	11
Preglednica 3: Stopnje vsebnosti vode v lesu v % (Dolenšek in sod., 1999).	14
Preglednica 4: Kurilna vrednost (zračno suh les) posameznih drevesnih vrst (Dolenšek in sod., 1999).	15

KAZALO SLIK

Slika 1: Merske enote (Najpomembnejše merske enote za lesna goriva, 2014).....	11
Slika 2: Prerez peči Fröling (brošura Fröling – kotel na lesne sekance, 2010)	18
Slika 3: Lambda regulacija	19
Slika 4: Zemljevid občine Bohinj	22
Slika 5: Zavod sv. Martina v Srednji vasi v Bohinju.....	23
Slika 6: Prilagojen gozdarski traktor John Deere 6230 Premium.....	26
Slika 7: Stroj za mletje lesnih sekancev Heizohack HM 14 800 K	27
Slika 8: Možnost mletja oblovine premera 80 cm	27
Slika 9: Vlečni valj s premerom 80 cm in široka vlečna miza.....	28
Slika 10: Sekalnik Heizohack HM 14 800 K poganja traktor CVT 6195	29
Slika 11: Mletje surovine (žamanje)	29
Slika 12: Sekalnik Eschböck Biber 92.....	30
Slika 13: Mletje s sekalnikom Biber 92 na traktorju Fendt serije 900 Vario ter traktor za prevoz lesnih sekancev JCB Fastrac 3230.....	31
Slika 14: Kontejnerska prikolica Pronar T 285.....	32
Slika 15: Kontejner za lesne sekance prostornine cca. 30 m ³	33
Slika 16: Fendt 828 Vario	34
Slika 17: Stara peč na kurilno olje	36
Slika 18: Pokrit zalogovnik v tleh velikosti cca. 100 m ²	37
Slika 19: Fröling Turbomatic 110 KW	39
Slika 20: Zalogovnik za vodo, 2,2 m ³	39
Slika 21: Hranilnik toplote prostornine 5,4 m ³	40
Slika 22: Fröling Turbomat 220 kW	40
Slika 23: Ogrevanje z ekstra lahkim kurilnim oljem v obdobju od leta 2008 do 2013	42
Slika 24: Primerjava med energenti v kurilni sezoni 2012/13 in 2013/14.....	43
Slika 25: Letni stroški ogrevanja v Zavodu Sv. Martina	44
Slika 26: Cena lesnih sekancev	45

1 UVOD

Človek je v zadnjih desetletjih koncentracijo toplogrednih plinov, ki v naravi skrbijo za toplotno ravnovesje, občutno zvišal z uporabo fosilnih goriv (Podnebne spremembe, 2014).

Po sprejetju Direktive o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov leta 2009 mora Slovenija svoj delež iz leta 2005, ki je znašal 16 %, povečati za 9 %. V končni bruto porabi mora tako Slovenija do leta 2020 pridobiti 25 % energije iz obnovljivih virov. Za doseg tega cilja je potrebno mobilizirati razpoložljive lokalne vire lesne biomase.

Zato so že pred časom v Avstriji in Nemčiji v želji po zanesljivi oskrbi s kakovostnimi lesnimi gorivi začeli spodbujati razvoj Biomasnih logističnih centrov. Njihov namen je predvsem v odkupu lesnega goriva neposredno od proizvajalcev ter zagotavljanje zanesljive dobave končnim uporabnikom. Pri nas je po podatkih iz Kataloga proizvajalcev polen in sekancev, več kot 60 registriranih proizvajalcev sekancev. Trenutna kapaciteta analiziranih sekalnikov presega potrebe po lesnih sekancih, zato potrebujemo trg, ki bo potrošnika prepričal o trajnosti in kakovosti oskrbe z lesnimi gorivi. Največja razlika med Slovenijo in Avstrijo je predvsem v tem, da so v Sloveniji ti centri nastali kot poslovna iniciativa posameznikov in ne skupin lastnikov gozdov oziroma zadrug. Poudariti moramo tudi naše naravne danosti – gozd, zasebne gozdove ter množico lastnikov, ki v pridobivanju lesnih sekancev vidijo poslovno priložnost v lokalnem okolju (Krajnc in Premrl, 2010).

2 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

V diplomskem delu želimo na področju ogrevanja obravnavati in medsebojno primerjati dva objekta – predvsem po stroškovni plati. Oba objekta uporabljata ogrevanje na lesno biomaso. Prvi objekt je Zavod sv. Martina v Srednji vasi v Bohinju in uporablja to vrsto ogrevanja že od svoje ustanovitve leta 2008. Drugi objekt, Osnovna šola Gorje, pa je pri ogrevanju prešla iz fosilnih goriv na lesno biomaso konec marca leta 2013.

Poleg tega želimo v naši raziskavi dodatno:

- analizirati odgovore, ki smo jih v obliki vprašalnika naslovili na odgovorne, ki upravljajo oba omenjena objekta. Pri tem smo se osredotočili na vprašanja, ki obravnavajo problematiko različnih načinov ogrevanja in vse problematike povezane z njimi;
- prikazati tehnološki potek in uporabo različne mehanizacije, ki je pri takšni oskrbi z lesno biomaso potrebna – torej celotno lesno verigo od panja do kotla na primeru obeh izbranih objektov.

3 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Objekt osnovna šola Gorje se pretežno ogreva z ekstra lahkim kurilnim oljem (ELKO). Drobnoprodajna cena je po podatkih Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo v letu 2014 znašala približno 1,009 €/l. V povprečju ga porabijo 14.345 l, zato je glede na objavljeno drobnoprodajno ceno takšna poraba stala okrog 14.477 €/leto. Strošek takšnega načina ogrevanja je velik, v prihodnje bo glede na napovedano gibanje cen fosilnih goriv predvidoma še dražje (Cene naftnih derivatov, 2014).

Iz tega razloga iščemo alternativne rešitve – ob vključevanju lokalnega prebivalstva in uporabe njihovih strojev bi lahko prešli na drugačen, predvsem pa cenejši način ogrevanja. V Zavodu sv. Martina so že v osnovi izbrali ogrevanje na lesno biomaso predvsem zaradi nižjih stroškov ogrevanja.

4 HIPOTEZE

1. Sanacija objekta in uporaba naravnih obnovljivih virov energije bo v Osnovni šoli Gorje bistveno vplivala na višino stroškov ogrevanja.
2. Oskrba z biomaso je možna v lokalnem okolju, z lokalno surovino in lokalno delovno silo.
3. Del stroškov ogrevanja je bistveno odvisen tudi od dolžine kurilne sezone.

5 DOSEDANJE RAZISKAVE

V literaturi mnogo avtorjev obravnava ogrevanje z lesnimi sekanci in ob tem uporabljajo različno opremo. Tako avtorja Kopše in Krajnc v brošuri *Ogrevanje z lesom* opisujeta avtomatizirane kotle na lesne sekance, prednosti in slabosti ter stroške ogrevanja z lesom. Začetne investicije v kotle na olje so nekajkrat nižje od investicije v kotle na sekance, vendar pa so letni stroški ogrevanja zato precej višji. V brošuri so predstavljeni tudi primeri dobre prakse ogrevanja v Sloveniji (Kopše in Krajnc, 2005).

Stanje v Sloveniji se na področju uvajanja sodobnih tehnologij pridobivanja in rabe lesne biomase izboljšuje. Aktivnejše vključevanje lastnikov gozdov bi bilo v prihodnosti nujno, saj je v njihovi lasti večina gozdov. Pri obravnavi tovrstne tematike se vedno bolj poudarja medsebojno povezovanje lastnikov gozdov in uporabnikov lesne biomase – tako je bil leta 2006 narejen pomemben korak k spreminjanju razmer z ustanovitvijo zveze društev lastnikov gozdov. V prihodnjih letih naj bi država s sistemskimi ukrepi še naprej podpirala ustanavljanje združenja lastnikov gozdov, ki veliko pripomorejo k izobraženosti in ozaveščenosti lastnikov. Zato bi morala raba lesa postati ena glavnih razvojnih panog v predelih, kjer je gozdnatost nadpovprečna (Krajnc, 2007).

V reviji *Delo in dom*, prilogi Slovenskih novic, je bila leta 2011 kot tema meseca, predstavljena tematika o lesni biomasi. Potencial lesne biomase je pri nas ocenjen na več sto tisoč ton letno. Za izdelavo sekancev je primernejši droben les, ki ostane pri redčenju gozdov, pa tudi veje, krošnje dreves in podobno. Več dejavnikov lahko vpliva na izbiro ogrevanja z lesno biomaso, za večje sisteme so najboljša izbira sekanci. Vsem pa je skupno, da je uporaba udobna, ob tem pa zgorevajo z visokimi izkoristki, pri katerem nastaja tudi malo pepela. Ob izbiri kotla in vrste lesne biomase, je potrebno razmisliti o velikosti zalogovnika za toplo vodo in o tem kje bomo shranjevali presežno toploto. Vsak ogrevalni sistem je potrebno redno vzdrževati – s kotli na lesno biomaso praviloma ni veliko dela, vzdrževanje se razlikuje glede na tip kotla. Pri kotlih na sekance se glavna rešetka, na kateri gori kurivo, čisti samodejno, pepel pa pade v spodaj nameščeno posodo za pepel.

Lesna biomasa ima sicer precej nižjo kurilno vrednost kot na primer kurilno olje ali zemeljski plin (oba približno 10 kWh na liter oziroma kubični meter), vendar je ogrevanje z njo, upoštevajoč bistveno nižjo ceno, stroškovno ugodneje (Primc, 2011).

Raziskava Biomasnega sistema v podjetju Tisa d.o.o prikazuje stanje biomase, ki ni v neomejenih količinah. V podjetju Tisa pridejo v poštev samo lesni ostanki, ki niso kemično onesnaženi. Gojenje lesne biomase za gorivo ne sme izpodriniti glavne naloge kmetijstva – proizvodnjo hrane. Potrebno je poskrbeti za izkoriščanje biomase čim bližje kraju izvora, zato bi lahko v prihodnosti v podjetju Tisa začeli z lastnim programom ponudbe biomase končnim uporabnikom. Program bi zajemal svetovanje, prodajo, vgradnjo kotlov ter dobavo lesnih sekancev (Vipotnik, 2008).

Ogrevanja s sekanci na GG Novo mesto poudarja predvsem vsebnost vode v njih. Vlažnost sekancev preko leta precej variira med seboj. To pomeni, da je izdelava lesnih sekancev potekala v različnih vremenskih pogojih in časovnem vegetacijskem obdobju. Na tem primeru je bilo prikazano, da je po trenutnih cenah in kurilnih vrednostih najboljša uporaba sekancev, nato zemeljskega plina ter najmanj ugodno kurilnega olja. Predvsem vlažnost sekancev je pomemben podatek za njegovo kakovost. Vsak kupec bi si želel čim nižjo vlažnost. Bolj ko je les vlažen, več ga je potrebno za doseganje določene količine toplote. Ena od rešitev bi bil dogovor med kupcem in prodajalcem za nakup v atro teži oziroma teži absolutno suhega lesa. Kupec s tem stroškovno ne izgublja tudi če pokuri večjo količino sekancev (Ajdič, 2005).

Za izdelavo sekancev uporabljamo različne stroje – s kakšnimi stroški in učinki to naredimo je pomembno vprašanje. Analiza zbranih rezultatov v diplomskem delu o primerjavi dveh sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev v letu 2007 je dala ugotovitve, da pogonski agregat JCB Fastrac 3220 s sekalnikom Eschlböck 70 porabi za izdelavo volumenske enote nasutih metrov lesnih sekancev več časa, več goriva, ustvari višje stroške, je manj učinkovit in manj gospodaren vendar dosega višjo izkoriščenost delovnih dni. Za sekalnik Holzmatic BHM 1000 na kamionu MAN TGA 26.480 pa je bilo ugotovljeno da porabi za izdelavo manj časa, manj goriva, ustvari nižje stroške, je bolj učinkovit, bolj gospodaren vendar dosega nižjo izkoriščenost delovnih dni.

Če bomo hoteli doseči ambiciozne energetske cilje moramo pospešiti uporabo energetske oskrbe z obnovljivimi viri vendar ne na račun kakovosti slovenskih gozdov (Bezovnik, 2007).

V letu 2010 je bila narejena raziskava o učinkih in stroških izdelave lesnih sekancev s sekalnikom Eschlböck Biber 70, ki je pokazala, da je omenjeni sekalnik primeren za proizvodnjo lesnih sekancev tako iz goli, žamanja in sečnih ostankov. Težava je zgolj v večji porabi časa. Največ časa porabi za nasuti kubični meter pri sekanju sečnih ostankov, najmanj pa pri žamanju. Na rezultat ima največji vpliv vrsta vhodne surovine. Izrednega pomena je merjenje vlažnosti. Pozna se pri porabi goriva, saj agregat porabi manj goriva pri uporabi lesa z večjo vlažnostjo. Prednost sekalnika je tudi v hidravličnem dvigalu, ki je voden iz kabine. Delavec se tako izogiba hrupu in prahu. Po ocenah je sekalnikov v Sloveniji veliko zato je rešitev v večjem izvozu sekancev ali večji porabi doma. Trg z lesnimi sekanci je pri nas majhen, takšna je tudi poraba, zato je izkoriščenost teh strojev pri nas premajhna (Kucler, 2010).

Pri obravnavi tovrstne problematike je pomembno tudi skladiščenje sekancev. Tako je Rosc (2012) z analizo izmerjenih podatkov ugotavlja vpliv načina shranjevanja gozdnih lesnih sekancev na njihovo vlažnost. Skladiščenje lesnih sekancev je nujno – najbolj primerna oblika skladiščenja je v pokritem, suhem in zračnem prostoru. Če nimamo te možnosti, pokrijemo lesne sekance na kupu, ki naj bo čim manjši, da se sušenje lahko začne čim prej. Ob lepem in sončnem vremenu moramo poskrbeti da kup odkrijemo, predvsem zaradi nabiranja vlage v zgornji plasti in tako omogočimo sušenje gornje plasti. Na ta način pridemo do optimalne rešitve.

Daljinsko ogrevanje je ena izmed možnosti ogrevanja z lesnimi sekanci, tako je leta 2006 Grom naredil raziskavo o možnostih daljinskega ogrevanja na lesno biomaso v občini Logatec, ki je redkeje poseljena. Skupno porabo toplote so delili z dolžino predvidenega omrežja ter prišli pod mejo praga rentabilnosti, ki je pri 1200 kWh/tm. V izjemnih primerih znaša pod 800 kWh/tm. Prav tako nebi dosegli rentabilnosti s soprodukcijo energije zaradi premajhnega števila obratovalnih ur.

Navedena literatura obravnava zelo raznoliko področje uporabe in različnih možnosti ogrevanja z lesom. Pestrost in pogostost raziskav kaže na pomembnost tega področja v novejšem času. Z našo raziskavo dodajamo prispevek k tovrstni problematiki.

6 LESNA BIOMASA IN NJENA UPORABA

V tem poglavju navajamo nekaj pomembnih značilnosti lesne biomase in njihov vpliv na samo uporabnost. Ta dejstva so pomembna v procesu pridobivanja lesne biomase, vrste mehanizacije, ki jo pri tem uporabljamo, potrebnih transportnih sredstev pri prevozu in na koncu pri njenem skladiščenju ter uporabi v različnih kurilnih napravah.

Kaj je lesna biomasa?

Pojem lesna biomasa ne označuje le sodobne rabe sekancev in peletov – upoštevati moramo tudi učinkovito in sodobno rabo lesne biomase v energetske namene, govorimo o rabi vseh oblik lesa za ogrevanje in segrevanje sanitarne vode. Lesna biomasa se uporablja v zelo različnih oblikah: od tradicionalnih polen do sekancev ter briketov in peletov. Tu je potrebno omeniti, da je kakovosten les namenjen predvsem nadaljnji predelavi v pohištvo in druge lesne izdelke. V energetske namene pa je primernejši les slabše kakovosti, droben les, lesni ostanki, vejevina, žagovina, lesni prah in neonesnažen odpadni les.

Poleg lesne biomase iz gozdov, je lahko pridobljena tudi iz:

- **kmetijskih in urbanih površin:** grmišča, obnove sadovnjakov in vinogradov, vzdrževanje parkov in zelenic, gradnja objektov;
- **lesnih ostankov:** iz primarne predelave lesa (krajniki, žamanje, očelki, žaganje), iz sekundarne obdelave lesa (lesni prah, skoblanci, lubje);
- **odpadnega in odsluženega lesa:** lesna embalaža, gradbeni les, pohištvo, odpadki na komunalnih odlagališčih.

V tem diplomskem delu smo se osredotočili predvsem na lesne sekance, poznamo pa tudi druge vrste lesnih goriv, kot so: polena, lesni peleti in briketi.

Sekanci so kosi sekanega lesa, veliki do 10 cm. Običajno sekance izdelujemo iz drobnega lesa (les iz redčenja gozdov, veje, krošnje dreves), lesa slabše kakovosti ali iz lesnih ostankov. Velikost sekancev se prilagaja kurilni napravi. Merska enota pri sekancih je nasuti meter (Krajnc in Krajnc, 2005).

- grobi lesni sekanci: značilna dolžina grobih lesnih sekancev znaša od 50 do 150 mm. Les je nasekan z ostrimi sekalnimi napravami, pri čemer je dolžina večine delcev daljša, oblika pa je bolj robata;
- grobi lesni drobir: les v obliki koščkov različnih velikosti in oblik, izdelajo z lomljenjem in drobljenjem s topim orodjem (valj, kladivo) (Krajnc in sod., 2009).

Pri razvrščanju lesnih sekancev upoštevamo Evropsko tehnično specifikacijo (SIST-TS CEN/TS 14961:2005), ki določa pogoje za njihovo razvrščanje.

Preglednica 1: Pogoji za uvrstitev lesnih sekancev v velikostne razrede (Krajnc in sod., 2009)

Delež posameznih frakcij in mejne vrednosti			
	Glavna frakcija (> 80 % teže)	Fina frakcija (> 5 %)	Groba frakcija (maks. dolžina delca)
P16	$3,15\text{mm} \leq P \leq 16\text{ mm}$	< 1 mm	Maks. 1 % > 45 mm, vsi < 85 mm
P45	$3,15\text{mm} \leq P \leq 45\text{ mm}$	< 1 mm	Maks. 1 % > 63 mm
P63	$3,15\text{mm} \leq P \leq 63\text{ mm}$	< 1 mm	Maks. 1 % > 100 mm
P100	$3,15\text{mm} \leq P \leq 100\text{ mm}$	< 1 mm	Maks. 1 % > 200 mm

Avstrijski standard ima nekoliko drugačne opredelitve zahtev, zato je zelo pomembno, na kakšen način se v trgovanju določijo zahteve glede velikostnega razreda delcev (Krajnc in sod., 2009).

Preglednica 2: Opis mejnih vrednosti posameznih velikostnih razredov po ONORM M7133: 1998 (Krajnc in sod., 2009)

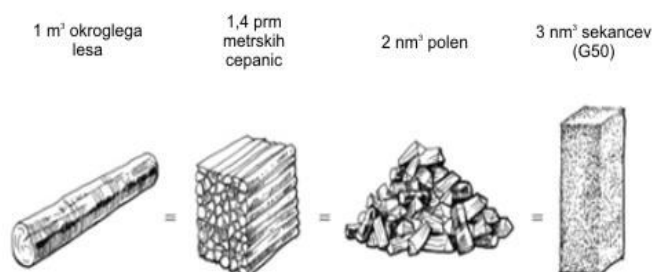
	Deleži posameznih frakcij in mejne vrednosti				Največje dimenzije	
	Maks. 20%	60–100 %	Maks. 20 %	Maks. 4 %	Obseg	Dolžina
G 30	> 16 mm	16–2,8 mm	< 2,8 mm	< 1 mm	3 cm ²	8,5 cm
G 50	> 31,5 mm	31,5–5,6 mm	< 5,6 mm	< 1 mm	5 cm ²	12 cm
G 100	> 63 mm	63–11,2 mm	< 11,2 mm	< 1 mm	10 cm ²	25 cm

Lesni sekanci z vsebnostjo vode 20 % (zračno suhi) so trajno obstojni. Sekanci z vsebnostjo vode do 30 % so le delno obstojni. Z vsebnostjo nad 30 % pa so neobstojni (gnitje, trohnenje) (Krajnc in Čebul, 2012).

6.1 MERSKE ENOTE

Pri obravnavanju področja biomase je pomembno poznati merske enote. Zato bomo za lažjo predstavo uporabili naslednje pretvornike. Ko se namreč odločamo o zamenjavi kotla ali enostavno potrebujemo le primerjavo med lesnimi in fosilnimi gorivi uporabimo merske enote za približen izračun.

Iz 1 m³ okroglega lesa dobimo v povprečju 1,4 prn metrskih cepanic, 2 nm³ polen ter 3 nm³ sekancev. Za 1000 l kurilnega olja pa potrebujemo približno 10 – 15 nm³ sekancev, 2,1 t peletov, 5 – 6 nm³ polen listavcev ter 7 – 8 nm³ polen iglavcev.



Slika 1: Merske enote (Najpomembnejše merske enote za lesna goriva, 2014)

- Kubični meter (m^3) – enota za prostornino, ki je v celoti napolnjena z lesom (brez vmesnih praznih prostorov).
- Prostorninski meter (prm) – uporablja se za zložena drva.
- Nasuti kubični meter (nm^3) – uporablja se za nasutje lesnih sekancev, drv.
- Prostornina lesnega kuriva – odvisna od oblike, velikosti, homogenosti in razporeditev posameznih kosov lesa.
- Gostota nasutja – masa deleža trdnega goriva, deljena s prostornino zabojnika, ki ga lesno gorivo napolni v določenih razmerah. Odvisna je od velikosti ter homogenosti posameznih delcev ter časa skladiščenja. Izraža se lahko kot kg/prm ali kg/nm^3 odvisno od tega ali je lesno gorivo zloženo (drva) ali nasuto (drva ali sekanci).
- Osnovna gostota (R) – razmerje med maso pri suhi osnovi in telesnino pri sveži osnovi. Količnik med maso absolutno suhega lesa in maksimalnim volumnom svežega lesa.
- Gostota lesa (p) – razmerje med maso in volumnom lesa pri določeni lesni vlažnosti (u). Gostota zračno suhega je pri $u = 12-15\%$, gostota absolutno suhega lesa pa se označuje s p_0 .
- Energijska vrednost goriva – količina energije, ki se sprosti med popolnim izgoretjem enote mase goriva.
- Kurilnost (H_i) – označuje količino toplote, ki jo dobimo z zgorevanjem goriva, če dimne pline ohlajamo samo do temperature rosišča vodne pare, ki je v dimnih plinih. Odšteli smo toplotno energijo, ki se sprošča, pomembna je za spremembo vode v paro.
- Zgorevalna toplota (H_s) – vsa toplota, ki se sprosti pri gorenju, vključno s toploto vodne pare v dimnih plinih. Enota za merjenje energije je joule (kJ, MJ, itd.). Navadno nam je bolj poznana druga oblika enote W_s (wattsekunda) z izpeljankami kot so Wh, kWh, MWh (Krajnc in Piškur, 2011).

6.2 PROBLEM VLAŽNOSTI LESNE BIOMASE

Količine vode v lesni biomasi je pomembna predvsem zaradi izkoristka pri izgorevanju, skladiščenju lesne biomase ter kvalitete.

Razmerje med maso vode in maso popolno suhega lesa predstavlja vlažnost lesa. Delež je izražen v odstotkih.

$$u = \frac{m_w - m_0}{m_0} * 100 \quad \dots (1)$$

m_w – masa svežega lesa

m_0 – masa sušilnično suhega lesa

Razmerje med maso vode in skupno maso lesa in vode pa predstavlja vsebnost vode v lesu.

$$w = \frac{m_w - m_0}{m_w} * 100 \quad \dots (2)$$

Z ustrezno predpripravo in skladiščenjem vplivamo na vsebnost vode oziroma vlažnost lesnih goriv. Za vsak kg vode, ki izpareva iz lesa pri gorenju, porabimo 0,68 kWh energije, uskladiščene v lesu (Krajnc in Piškur, 2011).

Posledice rabe vlažnega kuriva:

- 20–30 % večja poraba goriva, kar povečuje letne stroške ogrevanja in zmanjšuje učinkovitost rabe goriva,
- večja nevarnost biološke in kemične razgradnje lesa med skladiščenjem (trohnoba, gniloba, napadi žuželk in gliv), manjša kurilna vrednost lesa,
- moten potek ostalih faz zgorevanja in slabša vnetljivost goriva,
- večja kondenzacija vodne pare v kurišču in dimniku, zato posledično krajša življenjska doba ter večji stroški vzdrževanja,
- večji transportni stroški zaradi večje mase tovora pri prevozu kuriva,
- povečane emisije škodljivih produktov zgorevanja (Kopše in Kranjc, 2005).

Glede na časovno različno dolžino sušenja lesa govorimo o svežem lesu ali o absolutno suhem lesu, vmesne stopnje navajamo v preglednici 3.

Preglednica 3: Stopnje vsebnosti vode v lesu v % (Dolenšek in sod., 1999).

Vsebnost vode v lesu (v %)	
svež les	50–60
gozdno suh les	25–30
zračno suh les	15–20
sobno suh les	8–10
absolutno suh les	0

6.3 KURILNA VREDNOST LESA

Količina vode v lesu je zgolj prvi od pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na njegovo kurilno vrednost. Na vlažnost in ohranjenost lahko vplivamo z ustrezno pripravo in skladiščenjem, ostali pa so vezani na naravno zgradbo lesa.

Dejavniki, ki poleg količine vode vplivajo na kurilnost lesa so:

- vrsta lesa,
- njegova kemična in anatomska zgradba in
- ohranjenost lesa.

Zato tudi drevesna vrsta odločilno vpliva na kurilnost lesa. Pri iglavcih je kurilnost v povprečju za 2 % višja kot pri listavcih, in sicer zaradi višje vsebnosti lignina ter delno tudi višje vsebnosti smol, voskov in olj, ki se lahko v večji meri pojavljajo pri iglavcih (Kranjc in Piškur, 2011).

Ločevati moramo med kurilno vrednostjo glede na maso in kurilno vrednostjo glede na prostornino. Glede na maso imajo največjo vrednost iglavci zaradi večje vsebnosti lignina. V praksi to pomeni, da les iglavcev hitreje izgoreva in je primeren za kuhanje in peko, les trdih listavcev pa izgoreva počasneje in je primernejši za ogrevanje.

Preglednica 4: Kurilna vrednost (zračno suh les) posameznih drevesnih vrst (Dolenšek in sod., 1999).

Masa		Kurilnost		
vrsta lesa	kg/m ³	kWh/m ³	kWh/pr. m.	kWh/kg
javor	634	2600	1900	4,1
breza	628	2700	1900	4,3
bukev	700	2800	2100	4,0
hrast	690	2900	2100	4,2
jelša	512	2100	1500	4,1
topol	415	1700	1200	4,1
robinja	732	3000	2100	4,1
smreka	467	2100	1500	4,4
bor	523	2300	1700	4,4
macesen	523	2300	1700	4,4
jelka	444	2000	1400	4,5

6.4 KONKURENCA LESNI BIOMASI

Fosilna goriva kot so premog, nafta in zemeljski plin, so nastala iz ostankov rastlin in živali, ki so živele pred milijoni let. Problem njihove uporabe je predvsem v dejstvu, da so fosilna goriva neobnovljivi vir energije in jih ne bo mogoče večno izkoriščati. Sčasoma jih bomo morali nadomestiti z energijo iz drugih virov (sončna, vetrna in energija valovanja).

Toplotne črpalke delujejo na principu krožnega procesa, kjer tekočina z nizko točko vrelišča spreminja svoja agregatna stanja. Glede na to razvrščamo toplotne črpalke na sistem delovanja zrak–voda, toplotne črpalke zemlja–voda in toplotne črpalke voda–voda, glede na vir, od koder odvzamejo uskladiščeno sončno energijo. So ene izmed bolj učinkovitih načinov ogrevanja in pripravo tople vode, saj uporabljamo sončno toploto skozi vse leto. Slaba stran vseh toplotnih črpalk je glasnost kompresorja. Omejitev toplotne črpalke voda–voda je, da rabimo vir z dovolj močnim in zanesljivim pretokom vode, pri toplotni črpalci zemlja–voda pa je slabost ta, da potrebujemo precej veliko površino parcele, kjer so položeni zemeljski kolektorji, saj mora biti ta površina vsaj dvakrat večja od velikosti ogrevanega objekta.

Sončna energija je neizčrpen vir energije, ki ga v zgradbah lahko izkoriščamo na tri načine: s solarnimi sistemi za ogrevanje in osvetljevanje prostorov, s sončnimi kolektorji za pripravo tople vode in ogrevanje prostorov, s sončnimi celicami za proizvodnjo električne energije (Wikipedija, 2015).

6.5 DELOVANJE KOTLA NA LESNE SEKANCE

Na tržišču se danes pojavlja več proizvajalcev kotlov na lesne sekance. Fröling je eno pomembnejših in pogostejših na našem trgu. Je podjetje s 50-letno tradicijo, ki se izključno ukvarja z učinkovito izrabo energije iz lesa. Ime Fröling danes označuje sodobno ogrevalno tehniko na lesno biomaso. Njihovi kotli na polena, sekance in pelete izredno uspešno delujejo po vsem svetu, vsi proizvodi pa so izdelani v lastnih obratih v Avstriji in Nemčiji.

Posebej to vrsto kotlov omenjamo zato, ker v objektu, ki smo ga vključili v našo raziskavo, uporabljajo kotel njihove izdelave in značilnosti.

Predstavljamo enega od njih. Udoben, varčen, varen in robusten so lastnosti, ki jih združuje Frölingov kotel Turbomatic. Kotel ima predpripravo sekancev, samodejni vžig, nadzora prisilnega vleka in odpepeljevanje. Kurimo lahko več vrst lesa - od lesnih sekancev, oblancev, žagovine do peletov. Kotel bo zaznal spremembe materiala in samodejno nastavil pravilne količine zraka. Naprava je kljub visokim tehnološkim značilnostim grajena zelo preprosto. Lahko jo je vzdrževati, saj vse dele vzdržujemo le z nekaj ročnimi posegi.

V vseh teh letih so razvili in izpopolnili, na podlagi izkušenj, varnostne naprave. Ventilator dimnih plinov omogoča odvajanje le-teh pri vžigu in zagotavlja, da dimni plini najdejo pravo pot do dimnika. Največjo možno varnost naprave omogočajo testirana loputa, tipalo za nadzor temperature ter stalni nadzor podtlaka v kurišču.

S Turbomaticom so možni različni načini ogrevanja:

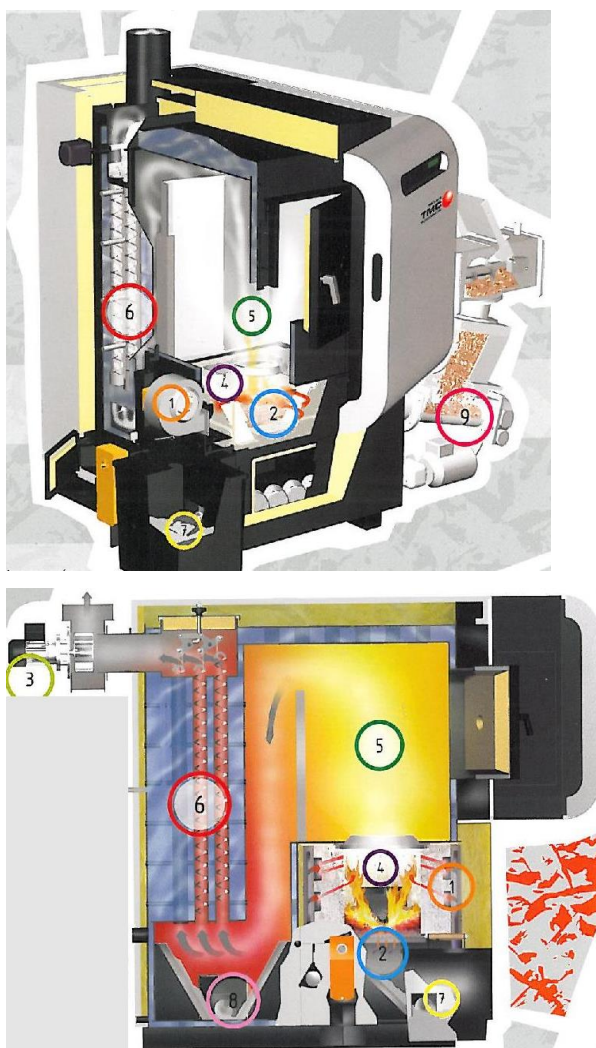
- radiatorsko,
- talno,
- stensko,
- ogrevanje sanitarne vode,
- priklop hranilnika tople vode,
- ločevalni ogrevalni krogi ali kombinacija.

6.5.1 Premišljena notranjost

Spodaj navedene podrobnosti peči opisujejo kako je proizvajalec peči Fröling poskrbel za varnost kotla in posledično objekta v katerem se kotel nahaja.

1. Regulacija primarnega in sekundarnega zraka s posebnim ventilatorjem, ki po potrebi dodaja zrak v sekundarni del. S tem dosežemo visok izkoristek ter čist izpuh, ki skrbi za manjšo porabo sekancev. V povezavi z lambda sondo zagotavlja optimalno izgorevanje tudi pri spremenjenem gorivu.
2. Samodejna rešetka s funkcijami stresanja in obračanja.
3. Prisilni vlek zagotavlja največjo varnost pri obratovanju tudi pri pomanjkljivem vleku dimnika in skrbi za stalni podtlak v kotlu.
4. Kurišče iz šamota zagotavlja enakomerno temperaturo v izgorevalnih prostorih pri različni vlažnosti lesa.
5. Velik izgorevalni prostor z možnostjo kurjenja polen v nujnih primerih.
6. Večstranski toplotni izmenjevalec z vgrajenimi turbolatorji skrbi za najboljši prenos toplote.
7. Samodejno odstranjevanje pepela iz kurišča skrbi, da se pepel redno odstranjuje v zunanjo posodo za pepel.
8. Pri samodejnem odstranjevanju pepela v toplotnem izmenjevalcu se pepel prav tako odstranjuje v zunanjo posodo za pepel.

9. Kanal v obliki trapeza zmanjša upor pri transportu sekancev in je polž tako lažje prehoden. Zmanjša se električna poraba motorja, prepreči pa se tudi zlom dozirnega polža. Primeren naklon polnjenja skrbi za enakomerno doziranje sekancev, majhen premer pa zagotavlja, da preide čim manj zraka preko dozirnega polža v kurišče.



Slika 2: Prerez peči Fröling (brošura Fröling – kotel na lesne sekance, 2010)

6.5.2 Udobje

Z novo kotlovsko regulacijo je Fröling na poti v prihodnost. Prednost je v natančni regulaciji izgorevanja s pomočjo serijske lambda regulacije, velika pregledna enota za upravljanje z zaslonom, upravljanje po menijih z on-line pomočjo, navigacija kotla iz »dnevne sobe«. Enostavno upravljanje je možno s pomočjo optimalno oblikovane zgradbe menija. Pomembne funkcije za ogrevanje in sanitarno vodo pa lahko preprosto izberemo preko funkcijskih tipk. (Brošura Fröling - kotel na sekance in pelete, 2010).



Slika 3: Lambda regulacija (foto: A. Sodja)

7 METODE

V tem poglavju predstavljamo območje, kjer smo opravili našo raziskavo. Prikazujemo specifičnosti, ki so pomembne pri izvajanju dela v gozdu. V ta namen smo izbrali dva objekta, ki ju bomo primerjali med seboj glede ogrevanja in problematike povezane s tem. Želimo napraviti primerjavo kako so izbrane objekte ogrevali v preteklosti in kako ogrevajo sedaj. Prvi takšen objekt izbran v tej raziskavi je Zavod sv. Martina iz Srednje vasi v Bohinju, drugi objekt pa Osnovna šola Gorje.

Pri oskrbi porabnikov z lesno biomaso je potrebno predvideti celotno tehnološko verigo – torej kako pridobiti lesno maso od panja do mesta porabe lesnega kuriva. V ta namen imamo danes na tržišču pestro množico delovnih sredstev, ki so glede na obseg dela, izkoristka in delovne pogoje različno primerni oziroma prilagojeni za delo v konkretnih pogojih. Zato v diplomskem delu predstavljamo potek dela in stroje, ki so bili v konkretnem primeru uporabljeni pri gozdnem delu in oskrbi naših dveh objektov.

Poleg tega smo izvedli tudi krajšo anketo, s katero smo od odgovornih v Bohinju in Gorjah želeli pridobiti dejanske informacije o problematiki, ki jo v nalogi obravnavamo. Pri tem mislimo predvsem na njihov pogled o takšnem načinu ogrevanja, kje vidijo njegove prednosti oziroma pomanjkljivosti, s kakšnimi težavami se srečujejo pri oskrbi z biomaso, kje vidijo glavne ovire. Oba podatka – specifika tehnološke verige, ki je značilna za to področje Slovenije in mnenje oziroma odnos uporabnikov tovrstnega načina ogrevanja (izvedeno preko ankete) dajo lahko zaokroženo sliko in informacijo, kaj se na izbranem območju dogaja.

7.1 OPIS ŠIRŠEGA OBMOČJA

7.1.1 Lastništvo gozdov

Močno prevladuje zasebna lastniška struktura gozdov. Zasebni lastniki imajo v lasti kar 79 % celotne površine gozdov v GGO. V državni lasti je le še 19 % državnih gozdov, 1 % skupne površine pa je v lasti lokalne skupnosti. Vzrok zmanjšanja odstotka gozdnih površin v zasebni lasti s prejšnjih 40,8 % pred desetimi leti je v denacionalizaciji. Največji zasebni lastnik je ljubljanska nadškofija s 6.490 ha večnamenskih gozdov.

7.1.2 Organiziranost gozdarske dejavnosti v prostoru

V območju je malo večjih podjetij. Največje podjetje, ki opravlja vso gozdno dejavnost, je Gozdno gospodarstvo Bled, d. o. o., ki je nastalo leta 1993 po ustanovitvi ZGS. Je koncesionar v državnih gozdovih in izvaja dela pri večjem lastniku Nadškofiji Ljubljana, ki je tudi večinski lastnik omenjenega podjetja.

Pojavilo se je veliko število samostojnih podjetnikov (63), ki opravljajo le del gozdarskih dejavnosti, sečnjo in spravilo. Omeniti je potrebno še Gozdarsko kmetijsko zadrugo Srednja vas v Bohinju in Gozd Bled, ki poleg sečnje in spravila lesa nudita tudi odkup lesa ter gojenje gozdov.

7.1.3 Spravilne razmere

Prevladuje traktorski način spravila. Predvsem zaradi težkih terenov se uporablja različna mehanizacija - gosničarji, prilagojeni kolesniki in specialni gozdarski traktorji. V območju je tudi 5 % čistega žičnega spravila lesa. Zaradi nedostopnosti območja, ki obsega 17 %, tam spravilo lesa ni mogoče (GGN GGO Bled 2011 – 2020).

Občina Bohinj

Naš prvi objekt se nahaja v Občini Bohinj. Bohinj je ime alpske kotline v povirju Save Bohinjke od Soteske navzgor. Obsega Zgornjo in Spodnjo Bohinjsko dolino, Nomenjsko dolino in jezersko skledo (Bohinjsko jezero). K Bohinju prištevamo še nekaj višje ležečih naselij kot so Koprivnik, Gorjuše, Ravne in Nemški Rovt (slika 4).

V prostoru se nahaja 24 vasi. (Wikipedija, 2014).



Slika 4: Zemljevid občine Bohinj

Zavod sv. Martina v Bohinju sestavlja več medsebojno povezanih stavb.



Slika 5: Zavod sv. Martina v Srednji vasi v Bohinju (foto: A. Sodja).

Zavod je socialno-varstveni zavod – namenjen je osebam, ki same ne morejo živeti zaradi starosti ali drugih okoliščin. Zgrajen je bil leta 2008 in obsega 3000 m² ogrevanih površin in približno 500 m² župnišča. Za svoje potrebe uporabljajo lastno kotlovnico, v kateri sta dve peči moči 110 kW in 220 kW, pet zalogovnikov z 11 m³ vode in dva zalogovnika za sanitarno vodo. Ogrevanje je radiatorsko ter talno. Do objekta je asfaltirana dovozna pot, ki je namenjena gospodarskemu dovozu kot tudi dostopu za zaposlene.

Osnovna šola Gorje

Osnovna šola Gorje obsega objekt s površino 3000 m² ogrevanih površin in telovadnico, ki se ogreva na plin. Prej so šolo ogrevali na kurilno olje, vendar so v letu 2013 ta način ogrevanja spremenili – staro kurilnico so prenovili in se odločili za ogrevanje z lesnimi sekanci. V kurilnici je peč moči 220 kW, obnovljene so cevne povezave ter nameščeni hranilniki toplote. Zalogovnik je vkopan v dvorišče, ki je tudi hkrati asfaltirana dovozna pot, namenjena zaposlenim in celotni dobavi. Največja razlika med objektoma je v tem, da je Osnovna šola staro ogrevanje na kurilno olje, ki je predstavljalo večje stroške, zamenjala z lesnimi sekanci, medtem ko je Zavod sv. Martina novogradnja in so že v začetku obratovanja začeli z uporabo lesnih sekancev. Obe ustanovi skrbita, da je dobava goriva lokalna, ker želita dvigniti zavest prebivalcev v regiji o tem, da je prihodnost v večji uporabi obnovljivih virov energije.

8 TEHNOLOŠKA VERIGA - POT SEKANCEV IZ GOZDA DO KONČNEGA UPORABNIKA

Tehnologija pridobivanja lesnih sekancev obsega štiri faze:

- sečnja (podiranje, kleščenje, krojenje, prežagovanje),
- spravilo (zbiranje, vlačenje, sortiranje),
- izdelava sekancev,
- prevoz.

Lesno surovino dobijo od okoliških kmetov in predstavlja predvsem celulozni les, žamanje, včasih tudi zeleni sekanci (sveže veje iglavcev). Glede na uporabo lesnih sekancev ter tip peči se surovina na skladišču loči. V primeru Zavoda Sv. Martin ter osnovne šole Gorje uporabljajo suhe sekance G30. Odločitev za to velikost sekancev je predvsem zaradi kurilne naprave, ker se velikost sekancev prilagaja njeni velikosti.

Kot smo že omenili, v nadaljevanju predstavljamo uporabljeno mehanizacijo, ki jo v primeru oskrbe z lesnimi sekanci pri obeh objektih izvajalci gozdnih del največkrat uporabljajo.

8.1 SEČNJA

Pri **sečnji** uporabljajo v obeh primerih po večini motorno žago znamke Husqvarna, ki se odlikuje po enostavnem zagonu in rokovanju, zato so idealne za občasne uporabnike.

Husqvarna 372XP

- prostornina motorja 70,7 cm³,
- moč 4,1 kW,
- teža (brez rezalne opreme) 6,4 kg,
- priporočljiva dolžina meča 40 – 70 cm,
- vztrajnostna zavora verige,
- sistem Air Injection (prašni delci ne zaidejo v motor, zato se podaljša življenjska doba motorja,
- X-Torq motor (škodljive emisije se znižajo do 75 %, poraba goriva pa zmanjša do 20 %),
- sistem za dušenje treslajev Low Vib,
- sistem Smart Start (potrebna sila za zagon se zmanjša za do 40 %),
- hitro snemljiv pokrov zračnega filtra,
- stranski napenjalnik verige ter nastavljiva oljna črpalka (Katalog Husqvarna proizvodi 2015).

8.2 SPRAVILO LESA

Za **spravilo lesa** uporabljajo prilagojeni kmetijski traktor, ki se od traktorja za delo na kmetiji loči predvsem po dodani gozdarski nadgradnji: varnostni kabini, daljinsko vodenem vitlu za privlačenje lesa, naletni deski zadaj, rampni deski spredaj, zaščiti vseh vrtljivih delov ter podvozja (Gozd in Gozdarstvo, 2015).

Traktor John Deere

Premium serija je izvedba za najzahtevnejša dela in pogoje. Model 6230 Premium ima:

- JD PowerTech Plus motor,
- moč traktorja znaša 74 kW/100 KM,

- 2300 vrt/min,
- območje konstantne moči je pri 623 vrt/min,
- masa traktorja 4390 kg (Agroremont.si, 2015).



Slika 6: Prilagojen gozdarski traktor John Deere 6230 Premium (foto: A. Sodja)

8.3 MLETJE LESNIH SEKANCEV

Po pogovoru z dobaviteljem lesnih sekancev v Zavod Sv. Martin, večjih problemov glede mletja surovine ni imel nikoli, razen manjših zastojev zaradi tujkov (kamenje, železje). Uporablja sekalnik Heizohack HM 14 800K.



Slika 7: Stroj za mletje lesnih sekancev Heizohack HM 14 800 K (foto: A. Sodja)

Serijska K tega sekalnika izpolnjuje vse želje za zasebne izvajalce in primerno proizvodnjo lesnih sekancev.



Slika 8: Možnost mletja oblovine premera 80 cm (foto: A. Sodja)

S standardnim adapterjem jo je možno brezstopenjsko nastaviti za vse stroje, ki imajo hidravlično enoto. Vsi sekalniki z žerjavom so serijsko opremljeni z masivnim predležjem

z desetimi klinastimi jermeni. Delno vgrajen hidravlični blok leži v jeklenem ohišju, poleg električnega krmiljenja je še dodatna ročica za ročno upravljanje.



Slika 9: Vlečni valj s premerom 80 cm in široka vlečna miza (foto: A. Sodja)

Posebnost pri velikih strojih z žerjavom, kot je ta v našem primeru, je vlečni valj s premerom 80 cm (800 K) in široka vlečna miza, ki pomaga pri spravilu daljših sortimentov v enoto in je hidravlično vodena. Razvoj tovrstnih strojev je omogočil, da lahko sekance proizvede naročnik sam (Sekalniki ..., 2015).

Mletje surovine (žamanja) poteka pri lepem vremenu, predvsem zaradi vlažnosti lesnih sekancev, dobava pa je odvisna od potreb (od 2 do 3 tednov) in poteka neposredno do kupca brez vmesnega skladiščenja. Prednost večjih sekancev je v količini prahu, ki pri mletju nastane. V primeru večjih sekancev je količina prahu manjša. Poraba nafte pri njihovi izdelavi je različna glede na vrsto lesa (mehak ali trd les) in je v povprečju od 0,5 l do 0,9 l na nm^3 . Granulacija lesnih sekancev pa je odvisna tudi od peči. V tem diplomskem delu oba izbrana objekta uporabljata peči Fröling, ki so bolj občutljive na večje delce, zato so G30 najbolj primerni.



Slika 10: Sekalnik Heizohack HM 14 800 K poganja traktor CVT 6195 (foto: A. Sodja)

Steyr CVT 6195

- 6 valjni turbo dizel motor,
- moč 146.2 kW oz. 196 KM,
- masa 6772 kg,
- medosna razdalja 283 cm,
- pogon na vsa štiri kolesa, 4x4 (TraktorData, 2015).

Dobavitelj lesnih sekancev za osnovno šolo Gorje, uporablja sekalnik **Eschböck Biber 92**, ki je priključen na traktor Fendt serije 900 Vario.



Slika 11: Mletje surovine (žamanje) (foto: A. Sodja)

Sekalnik Eschlböck Biber 92 ima konstrukcijo, ki je lahka in porabi malo energije. Rezila in noži so odvisni od nastavitve sekanja in so primerni tako za fine sekance (G30), primerno za proučevani objekt, kot tudi za sekanje bolj grobih sekancev (G50 - G100). Maksimalni premer oblovine, ki pri sekanju še pride v poštev znaša 75 cm, širina vleka 122 cm, število nožev se giblje med 10 in 20, pogon je preko traktorja.



Slika 12: Sekalnik Eschlböck Biber 92 (foto: A. Sodja)

V našem primeru sekalnik poganja traktor Fendt serije 900 Vario.

Traktor Fendt 930 Vario

- maksimalna moč 221 kW (300 KM),
- optimalna poraba goriva 192 g/kWh,
- zalogovnik za gorivo 600 l,
- najvišja hitrost 60 km/h.



Slika 13: Mletje s sekalnikom Biber 92 na traktorju Fendt serije 900 Vario ter traktor za prevoz lesnih sekancev JCB Fastrac 3230 (foto: A. Sodja)

8.4 PREVOZ LESNIH SEKANCEV

Prevoz lesnih sekancev poteka do končnega uporabnika, v tem primeru do Zavoda Sv. Martin v Srednji vasi v občini Bohinj, s traktorjem znamke Fendt serije 828 Vario in kontejnersko prikolico Pronar T 285 na kateri je kontejner prostornine cca. 30 nasutih metrov.

Do osnovne šole Gorje pa poteka prevoz z traktorjem znamke JCB Fastrac 3230. Ima 230 kW, in je primeren za tovrsten transport. Njegova maksimalna hitrost znaša 70 km/h in ima vgrajen ABS sistem.



Slika 14: Kontejnerska prikolica Pronar T 285 (foto: A. Sodja)



Slika 15: Kontejner za lesne sekance prostornine cca. 30 m³ (foto: A. Sodja)

Fendt omogoča izjemno vlečno moč z največjo vrednostjo 206 kW (280 KM). Poraba goriva znaša 192 g/kWh, prostornina zalogovnika za gorivo 505 l, najvišja hitrost 60 km/h. Nova tehnologija omogoča enormno varčnost pri povprečni porabi 25 l/h ter do 22 priključnih mest za širok spekter uporabe.



Slika 16: Fendt 828 Vario

Pri profesionalni uporabi se traktor, razen za klasična kmetijska dela, uporablja vedno več tudi za opravljanje storitev v gozdarstvu.

Če povzamemo, večjih razlik pri tehnologiji pridobivanja lesnih sekancev (uporabe strojev za mletje) med Zavodom Sv. Martin in Osnovno šolo Gorje ni. Velikost lesnih sekancev je pri obeh objektih odvisna od peči oziroma končnega uporabnika. Tukaj odstopanj ni, ker oba uporabnika uporabljata Fröling peči, kjer so potrebni sekanci velikosti G30. Dobava surovine je lokalna, večjih problemov pri mletju ni, nastanejo le tekoča popravila in manjši zastoji zaradi tujkov, predvsem kamenja ter koščkov železa. Do razlik pa prihaja pri uporabi različne mehanizacije za spravilo in prevoz lesne mase. To je seveda odvisno od vsakega posameznika, njegovih želja, možnosti in potreb. Lesna masa se dobavlja različno – v domu je pogostejša, potrebe so večje in preko leta enakomernejše; v Gorjah pa je poraba manjša, predvsem zaradi zaprtja prostorov v času počitnic.

9 REZULTATI ANALIZE

Poleg uporabe različne mehanizacije je tudi odnos in informacija o pripravljenosti uporabljati tovrsten način ogrevanja, za gozdarsko stroko pomemben podatek. Pri tem so lahko večji centri (tovarne, domovi, šole, hoteli) v izbranem okolju primer dobre prakse in vodilo ostalim potencialnim uporabnikom tovrstnega načina ogrevanja. Z izbranimi vprašanji smo v okviru izvedene ankete prišli do nekaj najbolj osnovnih, po našem mnenju koristnih informacij.

V analizi vprašanj in odgovorov, ki jih obravnavamo v tem poglavju, bomo zaradi preglednosti uporabili okrajšave obeh objektov. Zavod sv. Martina, Srednja vas v Bohinju (ZSM) ter Osnovna šola Gorje (OŠ).

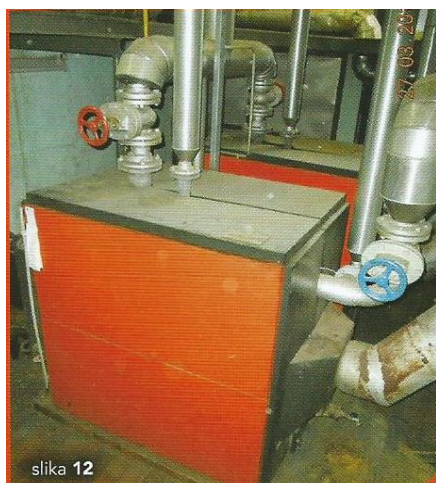
1. Kdaj in zakaj ste se odločili ravno za ogrevanje na lesno biomaso?

Za ogrevanje na lesno biomaso so se v ZSM odločili leta 2008. Razlog je bil predvsem v stroških ogrevanja – objekt je novogradnja in je zato ogrevanje na lesne sekance cenejše.

Leta 2009 so se v OŠ odločili za projekt REAAL – obnovljivi viri v alpskem prostoru, tako imenovani švicarski mehanizem, sistem mednarodnega financiranja. Vključeval je uporabo OVE (obnovljiv vir energije) v 5 osnovnih šolah, med drugim tudi v OŠ, ki je leta 2013 prešla z uporabe dragega kurilnega olja na uporabo lesnih sekancev. Za zamenjavo energenta so se odločili, ker se je pojavila takšna možnost, predvsem pa je ogrevanje cenejše.

2. Kje vidite prednosti pred konkurenco (fossilna goriva, toplotne črpalke, sončna energija)? Kakšno ogrevanje je bilo do sedaj v objektu?

Prednost vidijo predvsem v ceni goriva. V OŠ je bilo ogrevanje do sedaj na kurilno olje, medtem ko je v ZSM ogrevanje na lesne sekance že od začetka.



slika 12

Slika 17: Stara peč na kurilno olje

Prvotni načrt v OŠ je bil tudi v izgradnji toplotne črpalke, vendar so zaradi nezadostne količine vode ogrevanje s pomočjo toplotnih črpalk opustili in se odločili za lesne sekance. Energetski prihranki naj bi znašali več kot 35.000 €, nezanemarljivo pa bo tudi zmanjšanje plina CO₂ – po oceni ga bo v okolje izpuščenega 120 ton/leto manj.

Na streho telovadnice so dodatno namestili še fotonapetostno elektrarno moči 44 kWp, ki jo sestavlja skupno 184 fotonapetostnih modulov, ki bodo letno proizvedli vsaj 46,2 MWh zelene električne energije.

3. Priporočljivo je, da surovina izvira iz regije. Imate to možnost? Kakšen je potencial lesne biomase v regiji? (gozdovi, lesna industrija, mogoče nasadi)

Potenciala za surovino je v regiji več kot zadosti. Gozdovi Jelovice, Pokljuke ter lesna industrija v domačem okolju.

4. Kakšna je oskrba s surovino? (stalna – na voljo v zelenem času, na voljo vse leto).

Oskrba s surovino je v obeh objektih ustrezna glede na potrebe.

V ZSM imajo zalogovnik kapacitete približno za 100 nm sekancev, kar v zimskih mesecih zadostuje približno za en mesec.

V OŠ pa dobava poteka na 2–3 tedne. V poletnih mesecih je dobava manjša zaradi poletnih počitnic. Kapaciteta zalogovnika je za 125 nm sekancev in je vkopan v dvorišče.

5. Na kakšen način skladiščite surovino? (pokrit, suh in zračen prostor).

Surovino v obeh zavodih skladiščijo v zalogovniku, ki je pokriti in lociran v tleh. Posebnega prezračevanja ni. V OŠ jim občasno težave povzroča talna voda. Ta napolni zalogovnik z vodo do 40 cm visoko, kar povzroča problem pri sekancih, saj se ti namočijo.



Slika 18: Pokrit zalogovnik v tleh velikosti cca. 100 m² (foto: A. Sodja)

6. Katera je najpogostejša vrsta surovine, ki jo uporabljate? (iglavci, listavci)

Zakaj? Kakšne so izkušnje?

Oba zavoda uporabljata sekance iz smreke, ker jih je v okolici največ na voljo. Najboljši so sekanci iz lesne industrije (iz žamanja). Izkušnje s sekanci so do sedaj kar dobre, razen manjših problemov pri velikosti sekancev. To težavo imajo predvsem v osnovni šoli. Ker je določen odstotek dobavljenih sekancev večjih oziroma daljših, nastanejo mašitve in s tem ustavitve peči. Gre torej za le občasno ne dovolj kvalitetno oz. primerno dobavo lesne biomase.

7. Kako je s sledljivostjo izvora lesne biomase ob nakupu surovine (od vira do prodaje končnemu kupcu)?

Posebne sledljivosti ni oziroma je ne poznajo. Les prihaja iz gozdov v bližnji okolici.

8. Kdo so dobavitelji, od kod so in koliko jih je?

Trenutno imajo stalnega dobavitelja – trditev velja za oba objekta. Dobavitelja sta domačina in poskrbita za zapolnitev zalogovnikov, ko jima sporočijo signalno zalogo za potrebno polnitev.

9. Kako poteka odkup surovine?

Dobavitelj poskrbi za odkup surovine ter dobavo.

10. Kako so urejene dovozne poti do parcele?

Dovozne poti do objektov so urejene, asfaltirane in hkrati namenjene gospodarskim dovozom, dostopu za zaposlene, dostavi in intervencijski poti.

11. Kateri so objekti, ki jih je potrebno ogrevati?

V ZSM ogrevajo prostore doma ter župnišče. V OŠ pa šolske prostore v velikosti cca. 3000 m², razen telovadnice, ki se ogreva na plin.

12. Kako je zgrajeno toplotno omrežje preko katerega se vroča voda prenaša po sistemu cevi? (opis kotlovnice, kotel na lesne sekance delovanje in vzdrževanje – kdo to izvaja)?

ZSM ima toplotno omrežje, preko katerega se vroča voda prenaša po sistemu cevi. Sestavljeno je iz dveh peči 220 kW in 110 kW ter 11 m³ vode, ki je v petih zalogovnikih po 2,2 m³. Sanitarna topla voda je v dveh zalogovnikih po 3 m³ (1 m³ za kuhinjo in pralnico ter 2 m³ za sobe – talno ogrevanje ter ogrevanje radiatorjev). Za delovanje in vzdrževanje skrbi hišnik.



Slika 19: Fröling Turbomatic 110 KW (foto: A. Sodja)



Slika 20: Zalognik za vodo, 2,2 m³ (foto: A. Sodja)

V OŠ je toplotno omrežje sestavljeno iz peči 220 kW. Za večji izkoristek uporabe obnovljivih virov so v kotlovnici poleg novih cevnih povezav ter spremljajoče opreme ogrevanja nameščeni hranilniki toplote v skupni prostornini 5,4 m³ (1 kotel 1,8 m³).



Slika 21: Hranilnik toplote prostornine 5,4 m³ (foto: A. Sodja)



Slika 22: Fröling Turbomat 220 kW (foto: A. Sodja)

Obstoječe energetska postrojenje na UNP (utekočinjen naftni plin) v telovadnici je s toplovodom povezano z novo kotlovnico in bo namenjeno kot rezervni vir v primeru okvar. Za kotlovnico skrbi hišnik, za ostala večja vzdrževalna dela pa ELTEC Petrol z Bleda.

13. Kje vi vidite glavne ovire pri izkoriščanju lesne biomase? (lastništvo, odprtost gozdov).

Glavne ovire vidijo v drobni posesti gozdov, ki ima za posledico neustrezno gospodarjenje ter višje stroške gozdne proizvodnje. Poleg tega so ovire tudi v neustrezni politiki, s tem pa tudi delnega propada lesne industrije v Sloveniji in lokalnem okolju.

14. Ste se kot potencialna stranka pripravljene oskrbovati z lesnimi gorivi iz biomasnega centra? (Biomasa d. o. o – Nazarje, Biofit d. o. o – Visoko). Kaj mislite o tem? Zakaj da, oziroma zakaj ne?

Kot potencialne stranke so se v ZSM pripravljene oskrbovati z lesnimi gorivi iz biomasnih centrov v primeru, da bodo cene konkurenčne. Brez biomasnih centrov bo težko izvesti resen razvoj lesne biomase oziroma samooskrbo Slovenije na področju ogrevanja. V OŠ pa so z dosedanjimi ponudniki zadovoljni. Prednost dajejo predvsem domačemu ponudniku, ker želijo s tem projektom opozoriti in dvigniti zavest prebivalcev regije, da je prihodnost v večji uporabi obnovljivih virov energije.

15. Kakšna je ekonomska upravičenost investicije? (prihodki, stroški obratovanja in vzdrževanja, stroški nabave goriva, ...)

Letno porabijo v ZSM ca. 600 nm³ sekancev za 3000 m² ogrevanih površin in 500 m² župnišča. Njihov letni strošek za sekance znaša ca. 12.000 €. Servis, vzdrževanje in dimnikarske storitve predstavljajo ca. 600 € letno. Porabe elektrike posebej ne beležijo ampak je zajeta v skupni porabi.

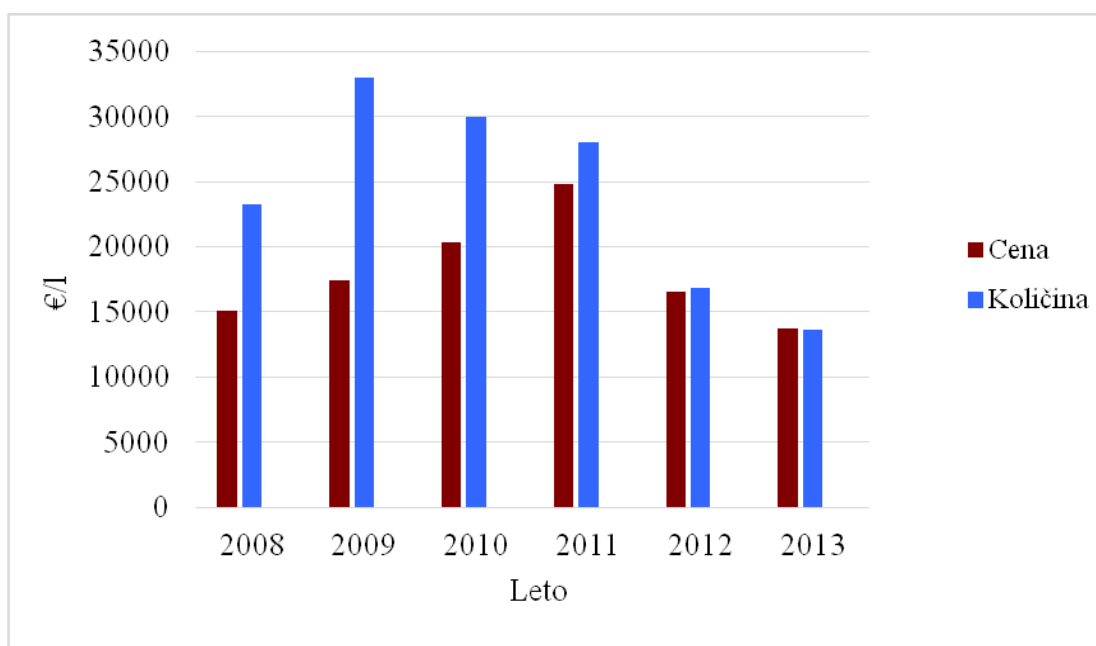
Projekt v OŠ je uspešno vodila občina Gorje. Cilj projekta je v izvedbi energetske sanacije objekta, kar naj bi na letni ravni prineslo vsaj 26 % letnega prihranka, sočasno pa še proizvodnjo električne energije in s tem zmanjšanje materialnih stroškov za obratovanje osnovne šole.

Delitev stroškov financiranja pri projektu je 15 % lastnih investicijskih sredstev Občine Gorje in 85 % iz švicarskega mehanizma. Kar tri leta je trajala priprava vseh potrebnih dokumentov, preden se je z realizacijo začelo. Vrednost celotne investicije je znašala 859.367,00 € (ustni vir – odgovorne osebe v OŠ in ZSM, Projekt »REAAL«, september, 2014).

10 STROŠKI OGREVANJA IN VZDRŽEVANJA

Eden glavnih vzrokov za zamenjavo ali uvedbo načina ogrevanja je predvsem stroškovni vidik. Zato nas je v naši analizi zanimalo, kako in s kakšnimi količinami kuriva so to v izbranih objektih delali do sedaj.

V prvem grafu predstavljamo stroške ogrevanja v osnovni šoli Gorje z ekstra lahkim kurilnim oljem v obdobju od leta 2008 do 2013.



Slika 23: Ogrevanje z ekstra lahkim kurilnim oljem v obdobju od leta 2008 do 2013

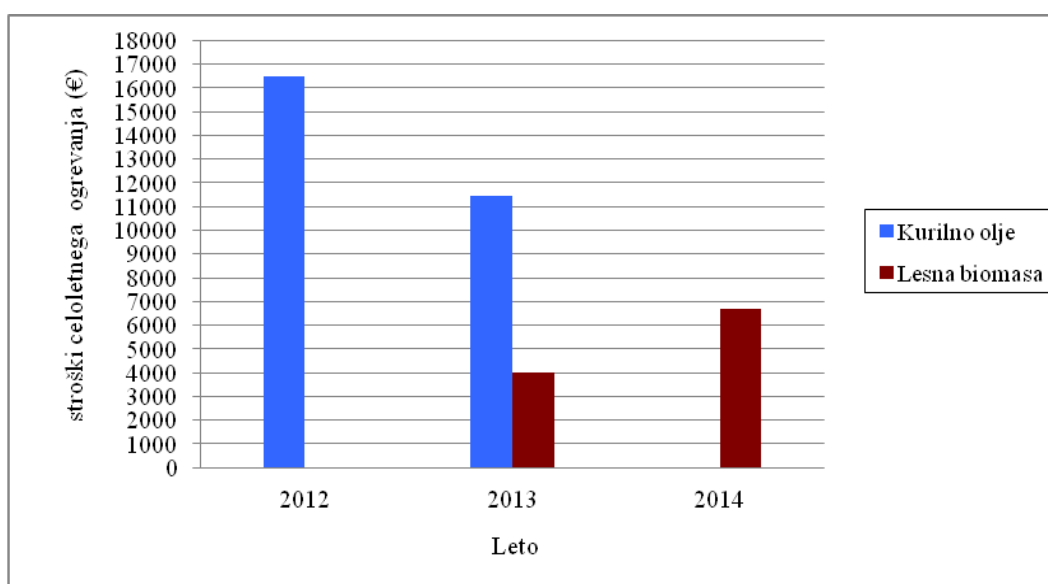
Leta 2009 so v osnovni šoli Gorje naročili največ kurilnega olja, ko je bila povprečna cena energenta nizka in sicer 0,5662 €/l, kasneje je cena naraščala. Februarja 2012 je bila podpisana pogodba o izvedbi del oziroma spremembe ogrevanja iz kurilnega olja na lesno biomaso (ELTEC Petrolom iz Bleda). Dosedanje ogrevanje s kurilnim oljem so zamenjali z lesnimi sekanci, zato so posledično tudi začeli zmanjševati naročila. Ko je bila investicija leta 2013 zaključena so že začeli s poskusnim ogrevanjem na lesne sekance. Cena in količina olja sta v zadnjih dveh letih skoraj poravnani, saj je cena kurilnega olja že presegla znesek 1 euro za liter.

V začetku leta 2013 so se v Osnovni šoli Gorje še ogrevali s kurilnim oljem. Meseca marca in aprila pa so poskusno že začeli z ogrevanjem na lesne sekance. Stroški so se bistveno zmanjšali, cena energenta (lesnih sekancev) pa se mesečno ni spreminjala, ostala je 18 €/nm^3 .

Pri tem je potrebno omeniti in poudariti, da na zmanjšanje stroškov delno vplivajo tudi nova energetsko učinkovita okna, nova fasada ter izolacija. Takšen pristop in način izvedbe priporočajo vedno ob prehodu na drugačen način ogrevanja.

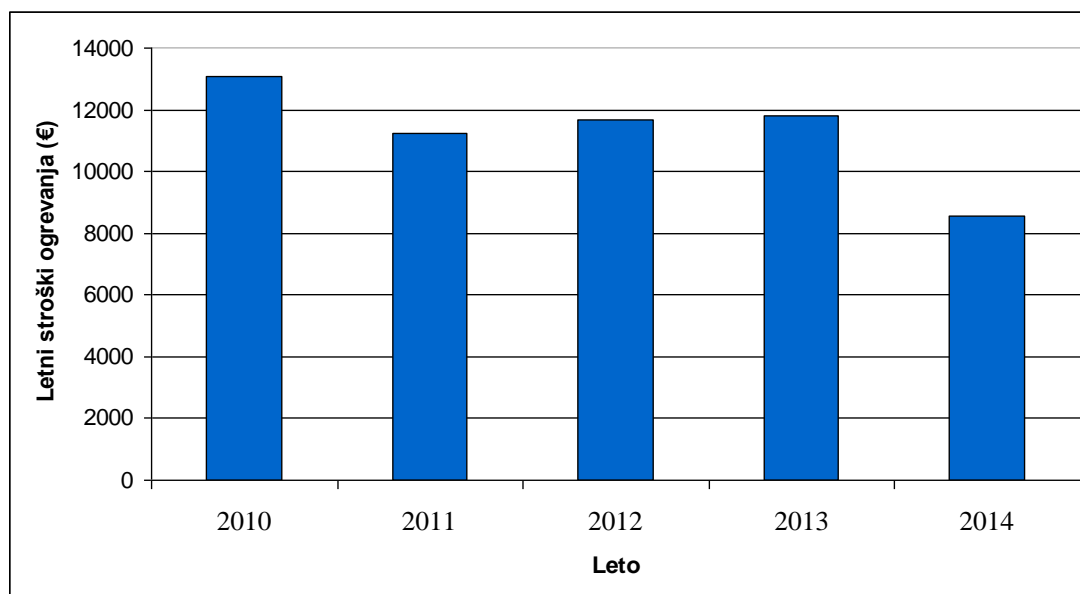
Dobava lesnih sekancev poteka vsake 2 do 3 tedne. Odvisna je od zunanjih dejavnikov – predvsem temperature in s tem večje porabe ter posledično od zaloge iz prejšnje dobave, v poletnih mesecih julija in avgusta ogrevanja ni. Cena za surovino tudi v tem letu ostaja nespremenjena in znaša 18 €/nm^3 .

Spodnji grafikon prikazuje stroške kurilnega olja za kurilno sezono 2012/13 in 2013/14. V kurilni sezoni 2013 so prikazani poleg kurilnega olja tudi lesni sekanci. Strošek leta 2012 je znašal 16503 € za kurilno olje, po prehodu na lesne sekance pa se je strošek za ogrevanje v letu 2014 zmanjšal na 6680 €. Prihranek tako znaša 9823 €.



Slika 24: Primerjava med energenti v kurilni sezoni 2012/13 in 2013/14

V Zavodu sv. Martina v Srednji vasi so se že od začetka obratovanja ogrevali izključno na lesne sekance. V spodnjem grafikonu prikazujemo letne stroške ogrevanja.



Slika 25: Letni stroški ogrevanja v Zavodu Sv. Martina

V letu 2010 so v zavodu beležili veliko donacij lesa, tako so imeli stroške le s prevozom in z obdelavo – mletjem, kar pa v ceni ni upoštevano. Cena, ki je navedena, zato ni popolnoma realna. Lokalno prebivalstvo je ob odprtju doma brezplačno odstopilo del lesa za njegovo ogrevanje.

V letih 2012, 2013 in 2014 niso imeli stroškov s prevozom sekancev zaradi podpore domu z brezplačnim prevozom. Podatki za leto 2014 so beleženi samo do oktobra, kasnejše dobave ni bilo. Primerjava s kurilnim oljem ni možna, saj se objekt že ves čas od začetka ogreva le z lesnimi sekanci. Vrednost takšnega podatka je predvsem v možnosti primerjave stroškov ogrevanja pri podobno velikih objektih in zahtevah, pri tem pa uporabljajo druge reagente.

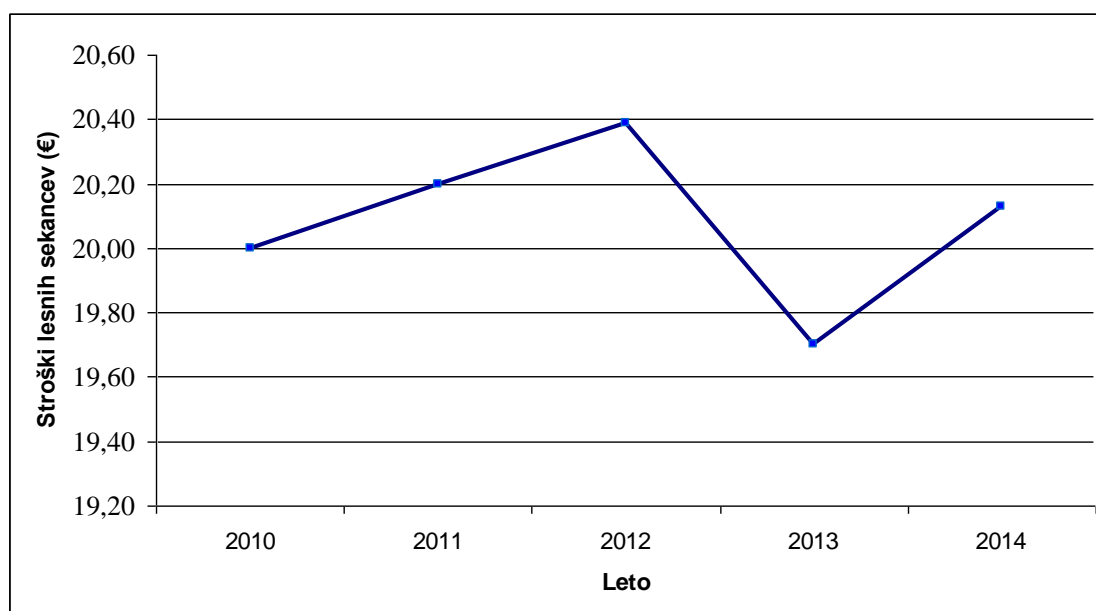
Poleg letnih skupnih stroškov ogrevanja je zanimiv tudi podatek, da cena lesnih sekancev ni ves čas popolnoma enaka in se letno tudi spreminja. Dinamiko spreminjanja cen lesnih sekancev prikazujemo na sliki 26. Razlike kljub temu niso bistvene.

Na dinamiko spreminjanja cen delno vpliva tudi vlažnost. Za tono lesnih sekancev s 30 % vsebnostjo vode bomo odšteli 85 €. Z nekoliko višjo vsebnostjo vode (40 %) so navadno lesni sekanci za 28 €/t nižji in znašajo okrog 57 €. Potrebno pa je omeniti, da so cene lesnih sekancev v Sloveniji še vedno najcenejša oblika lesnih goriv.

Prav tako na dinamiko cen vplivajo ujme:

- v letu 2006 se je nad Jelovico razvil veter, ki je podrl kar 85.000 m³ smrekovih debeljakov,
- leta 2014 obsežna sanacija žledoloma na GGO Bled – cca. 70.000 m³

(Krajnc in sod., 2014).



Slika 26: Cena lesnih sekancev

Vse navedene primerjave služijo predvsem kot orientacija o višini stroškov za posamezen objekt, v primeru OŠ navajamo tudi primerjavo s stroški, ko za ogrevanje uporabljamo kurilno olje. Stroški ogrevanja z lesnimi sekanci v Zavodu sv. Martina so v primerjavi z osnovno šolo Gorje višji. Neposredna primerjava med obema objektoma seveda ni možna. V ZSM imajo večjo porabo predvsem pa potrebujejo celoletno ogrevanje zaradi specifičnih potreb prebivalcev doma.

V osnovni šoli se ogrevanje prekine vsaj za dobo dveh mesecev v poletnem času, povprečna temperatura je nižja, ker je populacija mlajša in tudi potrebe po ogrevanju so manjše. Stroškov vzdrževanja nikjer nismo posebej predstavljali, vendar po oceni uporabnikov okvirno znašajo 600 € letno.

11 ZAKLJUČEK

V alpskem prostoru, kjer imamo v primerjavi z drugimi državami nadpovprečno gozdnatost, nam razmere in možnosti dopuščajo uporabo obnovljivih virov energije. Slovenija kot ena najbolj gozdnatih držav ima tako obilo priložnosti za ogrevanje z lesno biomaso, bistveno več kot jo trenutno realiziramo.

Slovenija mora po Direktivi o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov iz leta 2009, doseči 25 % uporabo energije iz obnovljivih virov do leta 2020 v končni bruto porabi.

Kljub vsemu navedenemu se na tem področju vse pogosteje kažejo ovire. Oba uporabnika lesnih sekancev, ki smo ju v raziskavi obravnavali, jih vidita v drobni posestni strukturi gozdov, nepripravljenosti zamenjati vrsto energenta in propadu dela lesne industrije. V Zavodu sv. Martina razmišljajo tudi o možnosti dobave biomase iz biomasnih centrov, vendar le v primeru primernih cen ter zdrave in poštene konkurence. Medtem pa v Osnovni šoli Gorje dajejo prednost predvsem samo domačim ponudnikom lesne biomase, ob tem pa želijo dvigniti tudi zavest prebivalcev na področju ogrevanja z obnovljivimi viri energije. S tem smo hipotezo 2 delno potrdili, saj v Zavodu sv. Martina dopuščajo možnost dobave biomase iz biomasnih centrov.

Dosedanje raziskave so pokazale, da so začetne investicije v kotle na olje, katere so uporabljali v osnovni šoli, nekajkrat nižji od investicij v kotle na lesne sekance – vendar pa so letni stroški ob uporabi kurilnega olja precej višji. Uporaba lesne biomase je glede na potencial, ki ga imamo, udobna, z visokimi izkoristki ter majhnim ostankom pepela. Lesna biomasa ima sicer nižjo kurilno vrednost, vendar je ogrevanje z njo učinkovito, predvsem pa cenejše. To smo pokazali na primeru Osnovne šole Gorje. V mesecu marcu in aprilu so leta 2013 že poskusno začeli z ogrevanjem na lesne sekance. Primerjave med letoma 2012 in 2014 so pokazale prihranek 9.823 €. Hipotezo 1 smo na ta način potrdili.

Skozi analizo vprašanj in odgovorov v naši anketi smo spoznali razloge in morebitne zadržke pri odločitvi za ogrevanje z lesnimi sekanci. V obeh primerih so predvsem pretehtali stroški. V Zavodu sv. Martina letno porabijo 600 nm³ sekancev za 3500 m² in njihovi letni stroški znašajo cca. 12.600 € skupaj z vzdrževalnimi deli.

Pri izbiri načina ogrevanja so stroški nižji pri novogradnji, kljub začetni veliki investiciji, ker smo predvideli ustrezne prostore za toplotno omrežje. Pri starejših gradnjah in potrebnih prilagoditvah pa se poleg prostorske stiske srečujemo lahko še z dodatnimi težavami – v našem primeru v Gorjah s talno vodo in vsem kar je povezano z njo. Prav tako smo potrdili hipotezo 3 saj je dobava v poletnih mesecih za Osnovno šolo Gorje manjša zaradi počitnic.

Menimo, da je način ogrevanja, kjer uporabljamo lesne sekance, primernejši in predvsem cenejši. Les za takšne namene imamo v našem okolju dovolj, potrebne mehanizacije in znanja tudi. Ob priložnostih kot sta opisana na primeru Bohinja in Gorij je odločitev za takšen način ogrevanja gotovo prava. S takšnim pristopom prispevamo svoj delež k zmanjšanju ogljičnega izpusta.

12 POVZETEK

V diplomskem delu smo primerjali ogrevanje na dveh objektih. Pri tem smo dobljene podatke primerjali količinsko, kjer je bilo to možno in vrednostno. S krajšim vprašalnikom smo od odgovornih na obeh objektih dobili potrebne informacije o načinu, prednostih in pomanjkljivostih pri različnih izvedbah ogrevanja.

V Osnovni šoli Gorje so v začetku za ogrevanje uporabljali kurilno olje. Za zamenjavo vrste ogrevanja so se odločili predvsem zaradi razlike v ceni goriv – v začetku so razmišljali tudi o uporabi toplotne črpalke; ta način so opustili zaradi premajhnih količin vode. Potenciala lesne biomase je v regiji več kot dovolj, oskrba z lesnimi sekanci pa je ustrezna glede na potrebe v obeh objektih. V Gorjah manjše probleme povzroča talna voda, ki občasno napolni zalogovnik z lesnimi sekanci ter manjši delež dobavljenih prevelikih sekancev – zaradi njih nastanejo mašitve in s tem ustavitve peči. Primerjava stroškov ogrevanja v Osnovni šoli je pokazala prihranek v višini 9.823 € glede na strošek ogrevanja s kurilnim oljem. Ta je v letu 2012 znašal 16.503 €, po prehodu na lesne sekance v letu 2014 pa so stroški znašali 6.680 €. Potrebno je poudariti, da na zmanjšanje stroškov vpliva tudi izolacija, nova fasada ter energetska učinkovita okna – vse to so na omenjenem izvedli ob prehodu na nov način ogrevanja.

Na drugem objektu, v Zavodu sv. Martina, imamo novogradnjo in ravno zaradi cenejšega ogrevanja so se odločili za ogrevanje na lesne sekance že od samega začetka delovanja objekta. Stroški v tem objektu so varirali med 13.080 € in 11.800 € med letoma 2010 in 2013, le v letu 2014 so bili nižji.

Glede na izkušnje v obeh objektih uporabljamo lesne sekance iz smreke – tovrstnega lesa je v tem delu Slovenije več kot zadosti. Kot potencialna stranka so se pripravljene oskrbovati tudi z lesnimi gorivi iz biomasnega centra. Seveda le pod pogojem zdrave konkurence ter primerljivih cen.

V raziskavi nas je zanimala tudi celotna tehnološka povezanost – torej kako in s kakšnimi delovnimi sredstvi pridobimo zadostno količino in kakovostno lesno biomaso. Na trgu obstaja zelo pestra množica delovnih sredstev v ta namen – v nalogi smo predstavili način, potek dela in uporabljene stroje, ki so bili uporabljeni v obeh naših primerih.

V obeh primerih za posek in izdelavo uporabljajo sistem ročno-strojne sečnje, torej motorno žago Husqvarna, za spravilo lesa pa prilagojen kmetijski traktor John Deere. Mletje lesnih sekancev v Zavodu sv. Martina opravlja dobavitelj z sekalnikom Heizohack HM 14 800 K. Sekalnik poganja traktor Steyr CVT 6195. Prevoz lesnih sekancev poteka do končnega uporabnika s traktorjem znamke Fendt serije 828 Vario in kontejnersko prikolico Pronar T 285.

Za Osnovno šolo pa dobavitelj uporablja sekalnik Eschlböck Biber 92, ki je priključen na traktor Fendt serije 900 Vario. Prevoz lesnih sekancev poteka s traktorjem znamke JCB Fastrac 3230.

13 VIRI

Podnebne spremembe. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.

http://www.arso.gov.si/podnebne%20spremembe/projekti/arso_klimatske.html

(22. 07. 2014).

Agroremont

<http://www.agroremont.si/index.php> (4. 2. 2015).

Ajdič B. 2015. Ogrevanje s sekanci na GG Novo mesto: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 44 str.

Bezovnik Š. 2007. Primerjava dveh sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 58 str.

Bohinj,

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Bohinj> (junij, 2014).

Fróling – kotel na lesne sekance, katalog Biomasa Rok Suhadolnik (09. 10. 2010).

Gozd in gozdarstvo, 2012 – 2016, Gozdarski traktor,

<http://www.gozd-les.com/gozdna-dela/gozdarski-stroji/gozdarski-traktor> (2015).

Gradimo, Spletni portal za gradnjo – Gradimo.com, 2007 – 2016,

<http://www.gradimo.com/gradnja/obnovljivi-viri-energije/sonce> (2015).

Katalog Heizomat Sekalniki – v sožitju z naravo.

http://www.heizomat.at/pdf/kran_slo.pdf (30. 03. 2015).

Kopše I., Krajnc N. 2005. Ogrevanje z lesom. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije.: 37 str.

Krajnc N. 2007. Lastniki gozdov in prodaja toplote iz lesa. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 15 str.

Krajnc N. in sod. 2009. Lesna goriva: drva in lesni sekanci: proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 81 str.

Krajnc N., Premrl T. 2009. Katalog proizvajalcev polen in sekancev v Sloveniji. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 50 str.

Krajnc N., Premrl T. 2010. Biomasni logistični in trgovski centri: trije koraki do uspešne realizacije projekta: smernice. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 33 str.

Krajnc N., Piškur M. 2011. Kakovost lesnih goriv: drva in lesni sekanci. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 23 str.

Krajnc N., Čebul T. Katalog proizvajalcev polen in sekancev v Sloveniji. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 9 str.

Krajnc N. in sod. 2014. Kakovostna lesna goriva za vsakogar – koristne informacije za vse, ki se ogrevajo z lesom. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 19 str.

Kucler P. 2010. Učinki in stroški izdelave lesnih sekancev s sekalnikom Eschlböck Biber 70: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 47 str.

Cene naftnih derivatov. Ljubljana, Ministerstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo.

http://www.mgrt.gov.si/si/delovna_podrocja/notranji_trg/nadzor_cen_naftnih_derivatov/cene_naftnih_derivatov/ (22. 07. 2014).

Najpomembnejše merske enote za lesna goriva. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/gozdarstvo/navodila_za_pravilno_kurjenje/nasveti_za_pripravo_drv/najpomembnejse_merske_enote_za_lesna_goriva/ (14. 08. 2014).

Primc B., 2011. Star vir energije v novi preobleki. Delo in dom, 19, 44: 32 – 35.

Rejc M. Projekt "REAAL" Investicije za uporabo obnovljivih virov energije in energetske učinkovitost objektov, Projekt Osnovna šola Gorje (osebni vir, september 2014).

Rosc J. 2012. Vpliv načina shranjevanja gozdnih lesnih sekancev na njihovo vlažnost: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 63 str.

TraktorData, 2010, Steyr 6195 CVT – dimensions,

<http://www.tractordata.com/farm-tractors/003/6/7/3677-steyr-6195-cvt-dimensions.html>
(2015).

Vipotnik T. 2008. Biomasni sistem v podjetju Tisa d.o.o.: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 48 str.

Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, 2012, Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarskega območja Bled, Ur. l. RS št. 87/2012: 27 – 39,

http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/GGO/Bled/02_BLED_2011-2020.pdf (oktober 2014).

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Juriju Marenčetu za vzpodbudo in koristne nasvete pri pisanju mojega diplomskega dela.

Hvala tudi direktorju Zavoda Sv. Martina g. Jožetu Cerkovniku, g. Janiju Podlipniku, g. Milanu Rejcu ravnatelju Osnovne šole Gorje in ostalim sodelavcem šole za vsa pojasnila in podatke.

Posebna zahvala gre moji družini, fantu in prijateljem, ki so mi stali ob strani v času študija. Brez vas tega diplomskega dela nebi bilo.