

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ana Marija BAJŽELJ

**ANALIZA SEKALNIKOV LESNE MASE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Ana Marija BAJŽELJ

**ANALIZA SEKALNIKOV LESNE MASE**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**ANALYSIS CHIPPERS FOR WOOD PULP**

GRADUATION THESIS  
Higher professional studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije, smer Hortikulture. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Rajka Bernika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan Kreft  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Mentor: prof. dr. Rajko Bernik  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Lučka Kajfež Bogataj  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomska naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Ana Marija BAJŽELJ

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs  
DK UDK 631.3: 676.051.36 (043.2)  
KG sekalniki/lesna biomasa/lesni sekanci/premer vstopnega lesa/moč motorja/storilnost  
KK AGRIS N01/N20  
AV BAJŽELJ, Ana Marija  
SA BERNIK, Rajko (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2011  
IN ANALIZA SEKALNIKOV LESNE MASE  
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)  
OP IX, 34, [1] str., 9 pregl., 21 sl., 23 vir.  
JI sl/en  
AI Uporaba lesne biomase kot obnovljivega vira je vedno bolj aktualna. Zato smo se osredotočili na primerjavo različnih vrst sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev. Temelj primerjave so predstavljali: potrebna moč za pogon sekalnikov, premer vstopnega lesa, vstopna odprtina sekalnika, storilnost sekalnikov, okvirna nakupna cena in dostopnost rezervnih delov. V analizi je bilo ugotovljeno, da se lahki sekalniki uporabljajo pretežno za zasebno rabo, medtem ko se večji sekalniki uporabljajo predvsem za podjetniško rabo. Za lahek sekalnik ne potrebujemo zelo zmogljivega traktorja, za večje sekalnike je potrebno imeti zelo zmogljiv traktor z večjo močjo, kar je velika investicija. Manjše sekalnike lahko polnimo z lesom ročno, medtem ko se veliki sekalniki polnijo strojno s transporterjem, storilnost lesa pa je seveda veliko večja.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs  
DC UDK 631.3: 676.051.36 (043.2)  
CX chippers/wood biomass/wood chips/inlet diameter timber/power/productivity  
CC AGRIS N01/N20  
AU BAJŽELJ, Ana Marija  
AA BERNIK, Rajko (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty., Department of Agronomy  
PY 2011  
TI ANALYSIS CHIPPERS FOR WOOD PULP  
DT Graduation thesis (higher professional studies)  
NO IX, 34, [1] p., 9 tab., 21 fig., 23 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Use of biomass of wood as a renewable resource is becoming increasingly important. Therefore, we focused on the comparison of different types of wood chippers to make wood chips. The cornerstone of the comparison represent: the force needed to propel wood chippers, the diameter of the input timber, inlet opening of the chipper, wood chippers performance, indicative purchase price and availability of spare parts. The analysis found that the light chippers are being used predominantly for private use, while the larger chippers are being used mainly for business use. For the light chippers there is no need for very powerful tractors. For larger chippers, where a very efficient tractor with more power is necessary, and this is a larger investment. Minor chippers can be filled with wood by hand, while large chippers are fed by machine with conveyor; timber productivity is of course much higher.

## KAZALO VSEBINE

	str.:
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	IX
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 CILJ RAZISKOVANJA	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
<b>2 PREGLED OBJAV O LESNI BIOMASI</b>	<b>3</b>
2.1 VRSTE SEKALNIKOV IN TEHNOLOGIJE IZDELAVE	4
2.2 POMEN LESNE BIOMASE IN NJENI VIRI	5
2.3 OBLIKE LESNE BIOMASE IN NJIHOVE LASTNOSTI	8
2.3.1 <b>Polena</b>	8
2.3.2 <b>Sekanci</b>	9
2.3.3 <b>Lesni stiskanci</b>	10
2.3.4 <b>Briketi</b>	11
<b>3 MATERIAL IN METODE DELA</b>	<b>12</b>
3.1 ANALIZA SEKALNIKOV	12
3.2 SEKALNIKI	14
3.2.1 <b>Traktorski sekalniki</b>	15
3.2.2 <b>Sekalniki z lastnim motorjem</b>	15
3.2.3 <b>Posebne izvedbe</b>	16
3.3 PROIZVAJALCI SEKALNIKOV	18
3.3.1 <b>Izdelovalec sekalnikov Eschlböck</b>	18
3.3.2 <b>Izdelovalec sekalnikov Linddana</b>	20

---

<b>3.3.3</b>	<b>Izdelovalec sekalnikov Bider</b>	21
<b>3.3.4</b>	<b>Izdelovalec sekalnikov MUS-MAX</b>	22
<b>3.3.5</b>	<b>Izdelovalec sekalnikov Jenz</b>	24
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b>	25
4.1	PROIZVODNJA SEKANCEV V SLOVENIJI	25
4.2	DOSTOPNOST SEKALNIKOV NA NAŠEM TRGU	29
4.3	OKVIRNE NAKUPNE CENE SEKALNIKOV	29
4.4	DOSTOPNOST REZERVNIH DELOV	29
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	30
5.1	RAZPRAVA	30
5.2	SKLEPI	31
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	32
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	33
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Analiza različnih sekalnikov za lesne sekance	12
Preglednica 2: Delitev sekalnikov v tri kategorije (Krajnc, 2009)	17
Preglednica 3: Okvirna nakupna cena, storilnost in poraba goriva (Krajnc, 2009)	17
Preglednica 4: Razlike med tipi sekalnikov Eschlböck (Miler, 2010)	18
Preglednica 5: Razlike med tipi sekalnikov Linddana (Lindap, 2010)	20
Preglednica 6: Razlike med tipi sekalnikov Bider (Bider, 2011)	21
Preglednica 7: Razlike med tipi sekalnikov MUS-MAX (Mus – max, 2011)	23
Preglednica 8: Razlike med tipi sekalnikov Jenz (Jenz, 2010)	24
Preglednica 9: Število različnih sekalnikov v Sloveniji (Krajnc, 2009)	26



## KAZALO SLIK

Slika 1: Lesna biomasa v obliki polen, sekancev in stiskancev (Bimel, 2010)	5
Slika 2: Zloženi hlodi (foto: Bajželj, 2011)	6
Slika 3: Vejevina kot sečni ostanki (foto: Bajželj, 2011)	6
Slika 4: Paleta kot odpadni les (foto: Bajželj, 2011)	7
Slika 5: Lesna biomasa v obliki polen (Večstoletni ..., 2010)	8
Slika 6: Lesna biomasa v obliki sekancev (Večstoletni ..., 2010)	9
Slika 7: Lesna biomasa v obliki stiskancev (Večstoletni ..., 2010)	10
Slika 8: Lesna biomasa v obliki briketov (Fishner, 2010)	11
Slika 9: Vstopna odprtina sekalnika (foto: Bajželj, 2010)	14
Slika 10: Traktorski sekalnik (foto: Bajželj, 2010)	15
Slika 11: Sekalnik Eschlböck BIBER 70 z lastnim motorjem (Miler, 2010)	16
Slika 12: Zgibnik z nameščenim sekalnikom in zabojnikom za sekance, primeren za delo v gozdu (Kovač, 2006)	16
Slika 13: Sekalnik Eschlböck BIBER 7 (Miler, 2010)	19
Slika 14: Paleta strojev za izdelavo lesnih sekancev Linddana (Lindap, 2010)	20
Slika 15: Bider sekalnik z odprtino 30×30cm (Bider, 2011)	22
Slika 16: Sekalnik MUS - MAX (Bijol, 2011)	23
Slika 17: Sekalnik Jenz HEM 420 Z (Phejton, 2010)	24
Slika 18: Lokacija sekalnikov v Sloveniji (Krajnc, 2009)	25
Slika 19: Število sekalnikov po statističnih regijah (Krajnc, 2009)	27
Slika 20: Proizvodnja sekancev po statističnih regijah (Krajnc, 2007)	28
Slika 21: Produktivnost za različno vhodno surovino (Krajnc, 2009)	28

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

EU	Evropska unija
KGZS	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
KW	enota za moč motorja traktorja
m <sup>3</sup>	kubični meter
nm <sup>3</sup>	nasuti kubični meter sekancev
m <sup>3</sup> /h	storilnost sekalnika
RS	Republika Slovenija

## 1 UVOD

Slovenija je ena izmed najbolj gozdnatih dežel v Evropi, z visokim, skoraj 80 % deležem gozdov v zasebni lasti. Po podatkih Gozdarskega inštituta Slovenije je skupni letni posek v letu 2007 znašal dobre 3 milijone kubičnih metrov lesa, kar predstavlja slabih 70 % možnega letnega poseka. Večina okroglega lesa iz gozdov je namenjena nadaljnji predelavi v lesnopredelovalni industriji. Dobra četrtina okroglega lesa iz gozdov se uporablja v energetske namene, predvsem za ogrevanje stanovanj. Ocenjujemo, da se v gospodinjstvih letno porabi nekaj čez milijon kubičnih metrov lesa.

Zgornji podatki nam povedo kako pestra, številna in hkrati razdrobljena je proizvodnja lesne biomase za ogrevanje v Sloveniji. Trg z lesnimi gorivi se je v zadnjih letih hitro razvijal. K razvoju je veliko prispevala tudi država z različnimi programi in dodeljevanjem nepovratnih sredstev za nakup strojev. Za razvoj celotnega področja pridobivanja in rabe lesne biomase je značilno zelo lokalno organiziran in daje nezaupanje uporabnikov v trajnost dobave in kakovost goriva še vedno velika (Krajnc in Premrl, 2009).

Lesna biomasa je star, preizkušen, a hkrati moderen, okolju prijazen, domač in strateško pomemben vir energije. Bolj kot je naprava v kateri kurimo, moderna, večji je izkoristek potencialne energije. Razlike v izkoristkih med starimi in novimi pečmi so tudi dvakratne, kar pomeni, da nam je lahko toplo tudi ob polovico manjši porabi kuriva.

Les že tisočletja uporabljamo za kuhanje in ogrevanje. V dvajsetem stoletju smo ga marsikje zamenjali z drugimi energetskimi viri (nafta, plin, premog), ki močno onesnažujejo okolje s toplogrednimi plini in niso na razpolago v neomejenih količinah. Tudi lesne biomase ni neomejeno mnogo, a je v primerjavi s fosilnimi gorivi obnovljiv vir energije. To pomeni da ga ob smotni in trajnostni rabi ne zmanjka in ne obremenjuje okolja z onesnaževanjem.

Pridobivanje lesne biomase v obliki sekancev se v svetu razvija že nekaj desetletij. Tehnološki razvoj, ki nezadržno prodira na vseh področjih prinaša spremembe tudi pri uporabi najstarejšega kuriva. Les ni nujno potrebno le cepiti ali zložiti v butare za kmečke peči, kurimo ga lahko tudi v drugačnih oblikah (sekanci, stiskanci, briketi). Nove tehnologije zahtevajo tudi prilagojene tehnologije pridobivanja in kurjenja (Dolenšek, 1999).

## 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Naloga temelji na primerjavi različnih sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev. Povod za raziskavo je govoriti kakšne izvedbe sekalnikov nam ponudniki nudijo na našem tržišču, zato bomo tehnične podatke stroja pridobili od njih. Za temeljitejšo analizo strojev pa bomo na določena vprašanja dobili odgovore pri uporabnikih sekalnikov za lesne sekance.

## 1.2 CILJ RAZISKOVANJA

Cilj naloge je primerjava različnih proizvajalcev in tipov sekalnikov. Ugotoviti želimo, kateri sekalniki se uporabljajo bolj za zasebno rabo, kateri pa za podjetniško rabo. Cilj naloge je tudi ugotoviti, kateri sekalniki so dražji, kateri cenejši. Raziskovali bomo, ali jih je možno kupiti takoj, kot serijsko izdelan stroj, ali jih je potrebno naročiti naprej, kot poseben stroj za pripravo lesnih sekancev.

## 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Za analizo tehničnih podatkov bomo upoštevali pet izdelovalcev. Vsi izdelovalci morajo izpolnjevati tehnične zahteve, ki jih zahteva tehnična zakonodaja v EU.

Predvidevamo, da se večji sekalniki uporabljajo bolj za podjetniško rabo, manjši pa bolj za zasebno rabo. Predvidevamo tudi, da so sekalniki, gnani preko lastnega elektromotorja, dražji kot pa sekalniki, gnani preko kardanske gredi traktorja.

## 2 PREGLED OBJAV O LESNI MASI

Slovenija razpolaga z gozdovi, ki so veliko naravno bogastvo. V razumnem delu lahko gozdovi predstavljajo tudi energetske vir (Kovač, 2006).

Krajnc in Kopše (2005) povzemata, da spada Slovenija med najbolj gozdnate države v Evropi, saj gozd pokriva kar 57,9 % površine. To predstavlja 1173847 hektarjev gozdov, na katerih je shranjenih 307688891 m<sup>3</sup> ali povprečno 262,12 m<sup>3</sup> lesa na hektar. Lesno zalogo sestavlja 47,02 % iglavcev ter 52,98 % listavcev. Vsako leto pa priraste dodatnih 7652022 m<sup>3</sup> ali 6,48 m<sup>3</sup> na hektar. V zadnjih nekaj letih je bilo v slovenskih gozdovih skupno posekanih za tri milijone kubičnih metrov dreves letno, od tega 60 % iglavcev in 40 % listavcev. V letu 2006 pa je bilo v slovenskih gozdovih skupno posekanih 3718263 m<sup>3</sup> dreves, od tega 2242755 m<sup>3</sup> iglavcev in 1475508 m<sup>3</sup> listavcev. V primerjavi z letom 2005 se je posek povečal za 14,9 % in je bil najvišji v zadnjih petnajstih letih. Posek še naprej zaostaja za možnim posekom po gozdnogospodarskih načrtih in znaša 82 % možnega poseka in 48,6 % tekočega prirastka. Razlog tiči v družbenih spremembah ter razdrobljeni gozdni posesti. Lesna zaloga se v slovenskih gozdovih sicer kopiči, vendar selektivno. Nerealiziran ostaja predvsem posek lesa slabše kakovosti, ki pa ga lahko s pridom izkoristimo v energetske namene doma ali pa v lokalnem okolju. Lesna biomasa, izhajajoča iz gozdov, je namreč domač, okolju prijazen, lokalno dostopen, ekonomičen ter obnovljiv vir energije, koristen uporaben v energetske namene.

Eden od pomembnih korakov k spreminjanju razmer na področju zainteresiranosti lastnikov do svojega gozda je bil narejen v letu 2006 z ustanovitvijo zveze društev lastnikov gozdov. Združenja lastnikov gozdov so interesna združenja, ki veliko pripomorejo k izobraženosti in ozaveščenosti lastnikov. V prihodnosti bi se morali lastniki gozdov povezovati tudi kapitalsko in na trgu nastopati skupaj. Proizvodnja lesne biomase in energetske pogodbeništvu sta koraka v to smer in sta lahko nov vir dohodka za lastnike gozdov. Raba lesa bi morala postati ena glavnih razvojnih usmeritev v predelih z nadpovprečno gozdnatostjo (Krajnc in sod., 2007).

Lesna biomasa je les, uporabljen v energetske namene. Ko govorimo o učinkoviti rabi lesne biomase v energetske namene, govorimo o učinkoviti in sodobni rabi vseh oblik lesa za ogrevanje in segrevanje sanitarne vode. Lesna biomasa se uporablja v zelo različnih oblikah: od tradicionalnih polen do sekancev in različnih oblik stiskancev (Kopše in Krajnc, 2005).

## 2.1 VRSTE SEKALNIKOV IN TEHNOLOGIJE IZDELAVE

Pomen lesnih sekalcev za energetske namene je bil v bližnji preteklosti večji v nekaterih deželah. Mednje lahko uvrstimo Finsko, Avstrijo, Švico. Gozdne lesne sekance izdelujemo s sekalniki, ki so lahko različnih izvedb. Poznamo stroje, ki izdelujejo sekance bolj ali manj enakih dimenzij (grobe sekance 6 - 15 cm, fine sekance 1 - 3 cm), in sekalnike, pri katerih je dolžina sekancev nastavljiva (1 - 15 cm). Glede na obliko poznamo vgrajene sekalnike, h katerim je potrebno s posebnimi gozdarskimi transportnimi kompozicijami pripeljati ustrezno surovino. Premični sekalniki so lahko vgrajeni na vozilu (kamion), lahko so samostojni z motorjem ali pa narejeni kot priključni stroj. Večina sekalnikov (z izjemo najmanjših) ima danes naprave za strojno podajanje surovine v dovajalno ustje sekalnika. Največkrat so to hidravlične nakladalne naprave, večji sekalniki pa imajo tudi transporterje. Osnovni sklop teh strojev je sekalna naprava, ki je lahko polžasta (ta je redka), diskasta (2 - 4 noži na vrtečem disku) ali bobnasta (2 ali več nožev na vrtečem se bobnu). Vrsta sekalnikov vpliva na smer vlaken v sekancih.

Storilnost sekalnikov je odvisna od vrste stroja in surovine. Manjši sekalniki z ročnim podajanjem dosegajo storilnost od 3 - 5 m<sup>3</sup>/h, če izdelujejo sekance iz sečnih ostankov in od 10 - 15 m<sup>3</sup>/h, če je vhodna surovina les iz redčenj (premeri okrog 7 - 8 cm). Sekalniki s strojnim podajanjem dosegajo učinke okrog 50 m<sup>3</sup>/h. Največji, ki izdelujejo lesne sekance iz sečnih ostankov in so del strojne opreme, ki opravi tudi kleščenje dreves, pa dosegajo celo 300 m<sup>3</sup>/h. Posebna skupina sekalnikov, lahko bi jim rekli sekalniki – zgibniki, so grajeni kot zgibni prikoličarji z zaprtim prostorom za sekance, s sekalnikom in nakladalno napravo za podajanje surovine. Namenjeni so za izdelavo lesnih sekancev v gozdu, kjer pobirajo sečne ostanke, izdelujejo sekance in jih vozijo po brezpotju oziroma po vlaki do kamionske ceste, kjer preložijo sekance v zabojnike, na kamion ali priklopnik za odvoz sekancev. Redkeje so v uporabi tako imenovani zgibni prikoličarji, ki opravijo prav vse postopke izdelave in transporta sekancev od drevesa do kamionske ceste in jih uporabljajo pri redčenjih iglavcev. Če izdeluje bele sekance, s tem strojem odžaga drevo in ga oklesti ter poda v lupilni stroj. Od tod naprej je proces avtomatiziran. Iz lupilnega stroja gre obeljen les v sekalnik, ki preko vgrajene cevi naklada sekance v kontejner na vozilu. Ko je zabojnik poln, stroj odpelje tovor do kamionske ceste, kjer ga zvrne v kamion ali priklopnik za prevoz sekancev (Košir, 1999).

Pri nas poznamo samostojne sekalnike z lastnim motorjem, premične sekalnike, vgrajene na vozilih (kamion) in pa sekalnike, pripete kot priključni stroj. V zadnjih petih letih se je število sekalnikov povečalo iz nič na več kot 30 (Krajnc in sod., 2007).

## 2.2 POMEN LESNE BIOMASE IN NJENI VIRI

Biomasa v najširšem pomenu besede pomeni vso organsko snov na nekem območju. V ožjem pomenu besede pa je biomasa vsa organska snov na nekem območju, ki jo lahko uporabimo kot vir energije (les in lesni ostanki – lesna biomasa, ostanki iz kmetijstva, nelesnate rastline uporabne za proizvodnjo energije, ostanki pri proizvodnji industrijskih rastlin, sortirani odpadki iz gospodinjstev...). Klasifikacija uvršča biomaso med obnovljive vire energije, uporabna je lahko v plinastem (bioplin), tekočem (biogoriva) ali trdnem stanju. V skupino trdne biomase spada lesna biomasa, ki pravzaprav predstavlja les, uporaben v energetske namene (Krajnc in Kovač, 2003). Zmotno je mišljenje, da pojem lesna biomasa označuje le sodobno uporabo sekancev in lesnih stiskancev. Ko govorimo o učinkoviti rabi lesne biomase v energetske namene, govorimo o učinkoviti in sodobni rabi vseh oblik lesa, kot je prikazano na sliki 1 (Krajnc, 2003).

Les je glavno prevodno sredstvo in mehansko tkivo drevesa, nastaja z delitvijo celic na notranji strani kambija. Kambialni obroč tvori navznoter celice lesa (sekundarni ksilem), ki se razvije v traheide, traheje ter lesna vlakna in navzven sekundarni floem ali skorjo.

Les sestavljajo naslednji kemični elementi: ogljik (50 %), kisik (43 %), vodik (6 %) in dušik (1 %). Kemična sestava lesa pa je naslednja: celuloza (40 – 50 %), hemiceluloze (24 – 33 %), lignin (20 – 35 %) in spremljajoče snovi (škrob, sladkor, smola, čreslovine, barvila, strupi, 3 - 4 %). (Lesna biomasa – les kot gorivo, 2005).



Slika 1: Lesna biomasa v obliki polen, sekancev in stiskancev (Bimel, 2010)



Viri lesne biomase, uporabne v energetske namene, so (Krajnc in Kovač, 2003):

1. Gozd:

- redni posek (sortimenti slabše kakovosti, hlodi, slika 2)
- sečni ostanki (vejevina in vrhači nad 5 cm premera, slika 3)
- redčenja (drobi sortimenti),
- sanitarne sečnje.



Slika 2: Zloženi hlodi (foto: Bajželj, 2011)



Slika 3: Vejevina kot sečni ostanki (foto: Bajželj, 2011)



2. Kmetijske in urbane površine (zunaj gozdna lesna biomasa):

- krčitve grmišč,
- obnove sadovnjakov in vinogradov,
- vzdrževanje parkov in zelenic,
- čiščenje pašnikov,
- gradnja objektov (gradnja in vzdrževanje avtocest).

3. Lesni ostanki:

- primarna predelava lesa (krajniki, žamanje, žaganje),
- sekundarna predelava lesa (lesni prah, oblanci, lubje).

4. Odpadni in odslužen les:

- lesna embalaža, palete (slika 4)
- gradbeni les,
- pohištvo,
- lesni odpadki na komunalnih odlagališčih.



Slika 4: Palete kot odpadni les (foto: Bajželj, 2011)

## 2.3 OBLIKE LESNE BIOMASE IN NJIHOVE LASTNOSTI

Oblike lesne biomase predstavljamo, da bi ponazorili osnovne razlike med njimi, ter razumeli njihovo sodobno uporabo in uporabnost. Z energijo iz lesa se namreč ogreva več kot 30 % slovenskih stanovanj (Krajnc in sod., 2007). Lesno biomaso kot kurivo lahko uporabimo v štirih različnih osnovnih oblikah (Krajnc in Kopše, 2005).

### 2.3.1 Polena

Polena so tradicionalna oblika lesnega goriva. To so razcepljeni in razžagani kosi debel, dolgi od 30 cm do 1 m, ki jih pridobivamo neposredno iz okroglega lesa slabše kakovosti ali iz predhodno izdelanih metrskih okroglic ali cepanic. Pod izrazom polena največkrat pojmuje predhodno razcepljene in razžagane kose lesa, dolge od 30 do 50 cm, primerne za takojšnje rabo. Polena pa so lahko tudi v obliki:

- cepanice: 1m dolgi kosi lesa, ki jih pridobivamo s cepljenjem okroglega lesa slabše kakovosti, s premerom nad 10 cm;
- okroglice: 1m dolgi kosi okroglega lesa, ki jih pridobivamo iz drobnejšega okroglega lesa slabše kakovosti, s premerom do 10 cm.

### Prednosti in slabosti polen

Prednosti:

- polena so tradicionalna oblika goriva (slika 5); tehnologije pridobivanja in predelave (razžagovanje, cepljenje) so znane in enostavne, najpomembnejše pa je, da omogočajo enostavno samooskrbo lastnikov gozdov.

Slabosti:

- tradicionalna priprava polen je fizično naporna in časovno zamudna, ogrevanje ni popolnoma avtomatizirano, za skladiščenje polen potrebujemo dovolj velik, suh in zračen prostor.



Slika 5: Lesna biomasa v obliki polen (Večstoletni ..., 2010)

### 2.3.2 Sekanci

Sekanci so kosi sesekeganega lesa, veliki do 10 cm (slika 6). Običajno sekance izdelujemo iz drobnega lesa (les z majhnim premerom, npr. droben les iz redčenja gozdov, veje, krošnje), lesa slabše kakovosti ali iz lesnih ostankov. Kakovost sekancev je odvisna od kakovosti vhodne surovine in tehnologije drobljenja.

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

Pri pripravi in skladiščenju je potrebno posebno pozornost posvetiti vlažnosti, ki bistveno vpliva na kvaliteto sekancev. Ustrezno vsebnost vode sekancev najlaže zagotavljamo v primeru, ko izdelujemo sekance iz predhodno naravno sušenega lesa. Obstajajo pa različni načini sušenja sekancev, kjer se za sušenje lahko uporablja sončna energija ali del toplote proizvedene iz sekancev.

#### Prednosti in slabosti sekancev

Prednosti:

- ogrevanje je popolnoma avtomatizirano, kar omogoča udobje bivanja, za izdelavo sekancev se lahko uporabi ves neonesnažen les (tudi droben les, lesni ostanki in odpadni neonesnažen les), letni stroški ogrevanja so majhni.

Slabosti:

- začetne investicije v sistem za centralno ogrevanje so velike, za izdelavo sekancev moramo kupiti ali najeti sekalnik, kar zmanjša možnost samooskrbe z gorivom, za skladiščenje sekancev potrebujemo ustrezen zalogovnik.



Slika 6: Lesna biomasa v obliki sekancev (Večstoletni ..., 2010)

### 2.3.3 Lesni stiskanci

Lesni stiskanci so stisnjeni delci valjaste oblike, dolžine do 30 mm, premera 6-8 mm, narejeni iz čistega lesa (slika 7). Osnovno sestavino za izdelavo lesnih stiskancev sestavljajo lesni prah, žagovina ter drobni oblanci. V postopku izdelave se uporabljata visok tlak ter povišana temperatura, ki jo dosežemo v stiskalnicah. Rezultat stiskanja je homogeno kurivo z visoko kurilno vrednostjo na enoto.

#### Prednosti in slabosti stiskancev

Prednosti:

- kakovost je standardizirana, gorivo pa homogeno in ima večjo kurilno vrednost na enoto, ogrevanje s stiskanci je popolnoma avtomatizirano, kar omogoča veliko udobje ogrevanja, transport je enostaven; ker zahtevajo manjši skladiščni prostor, so primerni za urbana naselja.

Slabosti:

- raba stiskancev ne omogoča neposredne rabe lesa iz lastnega gozda, pomanjkljivost stiskancev je tudi velika absorpcija vode (skladiščenje v suhem prostoru) ter sorazmerno visoka cena.



Slika 7: Lesna biomasa v obliki stiskancev (Večstoletni ..., 2010)

### 2.3.4 Briketi

Briketi so večji stiskanci, ki so narejeni s stiskanjem lubja, suhega lesnega prahu, žagovine, oblacev ter drugih lesnih ostankov (slika 8). Briketi so lahko različnih oblik in velikosti, odvisno od strojev za briketiranje. V postopku izdelave se uporabljata visok tlak in para. Primerni so za redko kurjena ognjišča, kot so kamini, savne, lončene peči in drugo.

#### Prednosti in slabosti briketov

Prednosti:

- enostavnejša izdelava, saj se v postopku izdelave uporabljata zgolj visok tlak in para; v primerjavi s poleni ali sekanci imajo večjo kurilno vrednost na enoto.

Slabosti:

- kurjenje z briketi ni avtomatizirano, primernejši so za kamine ali druga manj uporabljena kurišča, lesni briketi so sorazmerno dragi (Kopše in Krajnc, 2005).



Slika 8: Lesna biomasa v obliki briketov (Fishner, 2011)

### 3 MATERIAL IN METODE DE LA

Za analizo smo uporabili pet izdelovalcev, in sicer: sekalniki Lindana, Eschlböck Biber, Jenz, Mus - max in slovenski izdelovalec sekalnikov Bider. Od izbranih petih ponudnikov na trgu smo iz njihovih ponudb oz. literature vzeli podatke (katalogi, internet), ki smo jih potrebovali za analizo in jih med seboj primerjali. Razporedili smo jih v štiri različne skupine, v prvo skupino smo dali lahke sekalnike, v drugo skupino srednje sekalnike, v tretjo skupino velike sekalnike in v četrto skupino velike sekalnike z lastnim motorjem (preglednica 1). Vsi izdelovalci morajo izpolnjevati tehnične zahteve, ki jih določa tehnična zakonodaja. Za analizo so upoštevani sledeči podatki: potrebna moč za pogon stroja, storilnost stroja, vrsta lesa, ki ga lahko uporabljamo na določenem stroju (ali je sekalnik namenjen za vse vrste lesa ali samo določene) in kakšna je prisotnost stroja na tržišču in pri uporabnikih. Zanima nas tudi, kakšni sta nakupna cena in dostopnost stroja, uporabnost za zasebno ali podjetniško rabo.

#### 3.1 ANALIZA SEKALNIKOV

Preglednica 1: Analiza različnih sekalnikov za lesne sekance (A – Bider, B – Eschlböck, C – Lindana, D – Mus – max, E- Jenz).

Delitev sekalnikov	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)	Skupine sekalnikov
A	29 – 37	do 20	20 × 20	5	I
B	26 – 80	18	18 × 24	5 ali več	
C	30 – 85	20	21 × 26	6 – 8	
A	44 – 59	do 30	30 × 30	15 – 40	II
B	44 – 125	35	35 × 56	do 40	
C	100 – 150	28	28 × 30	40 – 50	
D	59 – 110	38	38 × 62	50	
A	8 – 110	do 45	45 × 45	50 ali več	III
B	110 – 220	40	40 × 84	50 ali več	
C	147 – 294	40	40 × 44	80 – 100	
D	96 – 162	do 60	60 × 64	do 90	
E	205 – 360	42	42 × 99	do 80	
D	176 – 309	47	60 × 64	90	IV
E	205 – 360	56	65 × 100	do 150	



Za analizo smo izbrali štiri skupine in v vsako skupino dali po tri sekalnike, ki so si najbolj podobni. Na koncu smo ugotovili, da podjetje Bider izdeluje lahke, srednje in velike sekalnike, prav tako podjetja Eschlböck in Linddana. Mus – max izdeluje srednje in velike sekalnike, medtem ko Jenz izdeluje samo velike sekalnike, ki pa pri nas niso pogosti oz. jih skoraj ni.

Prvi trije sekalniki v tabeli spadajo med lahke sekalnike. Prvi lahki sekalnik potrebuje pogonsko moč od 29 - 37 kW, nameščen je na tritočkovnem priklopu traktorja, poganja ga traktor. Lahko zmelje les premera do 20 cm, njegova storilnost pa znaša do 20 t/dan oziroma 5 nm<sup>3</sup>/h. Drugi lahki sekalnik poganja traktor, zmelje lahko les do premera 18 cm, njegova vstopna odprtina je 18 × 24 cm, njegova storilnost pa znaša 5 nm<sup>3</sup>/h. Tretji lahek sekalnik potrebuje moč traktorja za pogon sekalnika vsaj od 30-85 kW, največji premer, ki ga lahko sekalnik zmelje, je 20 cm. Njegova storilnost znaša 6 - 8 nm<sup>3</sup>/h.

V drugo skupino spadajo srednji sekalniki. Prvi sekalnik iz druge skupine potrebuje za pogon sekalnika traktor zmogljivosti od 44 - 59 kW. Seseka les do premera 30 cm, njegova vstopna odprtina je 30 × 30 cm. Njegova storilnost pa znaša 10 - 15 nm<sup>3</sup>/h. Drugi srednji sekalnik druge skupine potrebuje traktor zmogljivosti od 44 - 125 kW, premer, ki ga lahko sekalnik seseka je 35 cm, njegova storilnost pa znaša do 40 nm<sup>3</sup>/h. Tretji srednji sekalnik druge skupine potrebuje moč traktorja od 100 - 150 kW, največji premer, ki ga lahko zmelje pa je 28 cm. Njegova storilnost znaša 40 - 50 nm<sup>3</sup>/h. Četrty srednji sekalnik druge skupine potrebuje moč traktorja od 59 - 110 kW, premer, ki ga še lahko zmelje je 38 cm, in je od vseh srednjih sekalnikov najbolj zmogljiv. Njegova storilnost znaša 50 nm<sup>3</sup>/h.

V tretjo skupino spadajo veliki sekalniki. Prvi veliki sekalnik tretje skupine potrebuje za pogon sekalnika traktor zmogljivosti od 88 kW naprej. Seseka les do premera 45 cm, njegova vstopna odprtina pa je 45 × 45 cm. Storilnost pa je nad 50 nm<sup>3</sup>/h. Drugi veliki sekalnik tretje skupine potrebuje moč traktorja od 110 - 220 kW, zmelje les do premera 40 cm, njegova storilnost pa znaša 50 nm<sup>3</sup>/h ali več. Tretji veliki sekalnik te skupine potrebuje moč traktorja od 147 - 294 kW, seseka les premera 40 cm, Njegova storilnost pa znaša 80 - 100 nm<sup>3</sup>/h. Četrty veliki sekalnik tretje skupine potrebuje moč traktorja od 96 - 162 kW, seseka les do premera 60 cm, njegova storilnost pa znaša do 90 nm<sup>3</sup>/h. Peti veliki sekalnik te skupine potrebuje moč traktorja za pogon sekalnika od 205 - 360 kW, premer, ki ga lahko seseka, znaša 42 cm, njegova storilnost pa je 90 nm<sup>3</sup>/h.

V četrto skupino spadajo veliki sekalniki z lastnim motorjem. Prvi sekalnik iz četrte skupine potrebuje moč od 176 - 309 kW, seseka les do premera 47 cm, ima vstopno odprtino 60 × 64 cm, njegova storilnost pa znaša 90 nm<sup>3</sup>/h. Drugi sekalnik četrte skupine z lastnim motorjem potrebuje moč motorja od 205 - 360 kW, seseka les do premera 56 cm, vstopna odprtina je velika 65 × 100 cm, njegova storilnost pa je 150 nm<sup>3</sup>/h.

### 3.2 SEKALNIKI

Sekalniki sesekajo les na drobne kose – sekance, da jih lahko s polžnim transporterjem ali hidravličnimi cilindri dovajamo v kurišče. V praksi se uporabljata dve izvedbi, bobenski in kolutni, polžasti pa so zelo redki in se v glavnem ne uporabljajo. Velikosti so različne, odvisno od debeline lesa, ki ga lahko sprejme vstopna odprtina sekalnika (slika 9), ter hitrosti sekanja. Največji zmorejo sesekati hlodovino debeline do 60 cm.

Poznamo traktorske sekalnike, sekalnike z lastnim motorjem in posebne izvedbe sekalnikov.



Slika 9: Vstopna odprtina sekalnika (foto: Bajželj, 2010)



### 3.2.1 Traktorski sekalniki

So pripeti na tritočkovno priključno drogovje ali vlečeno pripeti na traktor z voznimi kolesi, pogon stroja izhaja iz traktorja (slika 10). V odvisnosti od izvedbe sekalnika in debeline lesa je potrebna moč motorja traktorja od 20 do 220 kW. Največ izvedb traktorskih sekalnikov se polni ročno, ker so manjše debeline vstopnega lesa v sekalnik. Zmogljivejše sekalnike za večjo debelino lesa se polni strojno.



Slika 10: Traktorski sekalnik (foto: Bajželj, 2010)

### 3.2.2 Sekalniki z lastnim motorjem

So nameščeni na podvozje, s traktorjem jih lahko premikamo (slika 11). Manjše izvedbe sekalnikov se polni ročno, vse ostale pa strojno. Potrebno je vedeti, da je ročno polnjenje težko fizično delo, ki ne more trajati dalj časa. V glavnem se polnijo z gozdarskim žerjavnim nakladalnikom. Ta je lahko traktorski ali kamionski, nekateri pa imajo tudi lastnega. Namenjeni so za večje storilnosti kot traktorski, saj imajo moči motorja od 110 do 360 kW.



Slika 11: Sekalnik Eschlböck BIBER 70 z lastnim motorjem (Miler, 2010)

### 3.2.3 Posebne izvedbe

V to skupino spadajo predelani samovozni sekalnikombajni, ki so sicer zelo redki (slika 12). S predelavo so lahko tudi kombajni izven sezone zelo koristni. Uporabljajo pa se lahko samo za drobnejši les. V to skupino spadajo tudi sekalniki z napravo, ta s tal pobira in dovaja v sekalnik debla, ki ležijo na tleh. Pogon imajo na hidravliko motorja, sekance pa transportirajo na prikolico, ki je pripeta na traktor.



Slika 12: Zgibnik z nameščenim sekalnikom in zabojnikom za sekance, primeren za delo v gozdu (Kovač, 2006)

Sekalnike delimo v tri skupine in sicer lahki, srednji in veliki sekalniki (preglednica 2). Razlikujejo se po premeru vstopnega lesa, velikosti sekancev in njihovi storilnosti.

Preglednica 2: Delitev sekalnikov v skupine (Krajnc, 2009)

<b>Delitev sekalnikov</b>	<b>Moč (kW)</b>	<b>Največji premer vstopnega lesa (cm)</b>	<b>Velikost sekancev (mm)</b>	<b>Storilnost (m<sup>3</sup>/h)</b>
LAHKI	20 – 30	do 15	5 – 30	2 - 5
SREDNJI	40 – 60	do 30	5 – 100	10 - 50
VELIKI	150 – 360	do 60	5 – 150	50 in več

Pri izbiri sekalnika je pomemben podatek o največjem premeru lesa, ki ga stroj še lahko razseka. Največji premer, podan v literaturi ali navodilih za uporabo stroja, je za mehak les. Za trdi les je največji premer okoli 70 % mehkega lesa. Ravno tako je pomemben podatek o višini nakupne cene sekalnika, o hitrosti prevoza – sekalnik je lahko nameščen na traktorju ali samovozni. Konstruktorska zasnova za sekalnik s kamionskim prevozom je zahtevnejša in dražja.

Preglednica 3: Okvirna nakupna cena, storilnost in poraba goriva za pogon sekalnikov (Krajnc, 2009)

<b>Delitev sekalnikov</b>	<b>Nakupna cena (€)</b>	<b>Storilnost (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Poraba goriva (l/h)</b>
LAHKI	3500 - 35000	2 - 3	5 - 8
SREDNJI	15000 - 75000	4 - 7	10 - 14
VELIKI	31000 - 250000	13 - 20	34 - 38

Iz preglednice 3 je razvidna okvirna nakupna cena, storilnost sekalnika in poraba goriva. Najdražji so veliki sekalniki, ki dosežejo ceno tudi do 250000 €, tako imajo tudi večjo storilnost, ter najvišjo porabo goriva.

### 3.3 PROIZVAJALCI SEKALNIKOV

#### 3.3.1 Izdelovalec sekalnikov Eschlböck (Avstrija)

Podjetje Eschlböck e nahaja v zgornji Avstriji, v kraju Prambachkirchen, ki je kakih 15 km oddaljen od tudi pri nas bolj znanega kraja Grieskirchen, kjer se nahaja tovarna Pöttinger. Podjetje je pred nekaj več kot 40-imi leti ustanovil oz. bolje rečeno začel s proizvodnjo kmetijskih strojev kmečki sin, današnji senior šef. Današnje družinsko podjetje vodi druga generacija. V začetku so izdelovali različne kmetijske stroje, trosilnike gnoja, nakladalne prikolice, travniške brane in drugo. Pred okoli 20-imi leti so pričeli razvijati in izdelovati sekalnike za lesne sekance in s časoma so opustili vso drugo proizvodnjo.

Tipi sekalnikov, ki jih izdeluje podjetje Eschlböck in razlike med njimi, ki jih prikazuje preglednica 4: BIBER 2, BIBER 3, BIBER 5, BIBER 7, BIBER 7 PLUS, BIBER 70, BIBER 80, BIBER 82.

Preglednica 4: Razlike med tipi sekalnikov podjetja Eschlböck (Miler, 2010)

Sekalniki	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)
Biber 2	15 – 40	12	12 × 21	do 5
Biber 3	30 – 80	18	18 × 24	5
Biber 5	35 – 80	24	24 × 24	6 - 8
Biber 7	44 – 100	35	35 × 56	do 40
Biber 70	110 – 220	40	40 × 84	50 ali več
Biber 80	130 – 270	55	55 × 98	50 ali več



Slika 13: Sekalnik Eschlböck BIBER 7 (Miler, 2010)

### Test sekalnika BIBER 7

Biber 7 je bobenski sekalnik za drobljenje lesne biomase (goli, vejevja, grmovja, stebel, lubja itn.) premera do 35 cm (slika 13). Je enostavno in robustno grajen, pri njegovi zasnovi pa so upoštevali zadnje dosežke tehnike. Gnan je s traktorsko priključno gredjo, s 1000 vrt/min, močjo od 44 kW/60 KM naprej, ima lasten hidravlični sistem, brezstopenjsko ter elektronsko nadzorovano uravnavanje hitrosti dovajanja, izmetalno cev vrtljivo za 360° in usmerjevalno loputo, oboje ima možnost mehanskega ali hidravličnega krmiljenja, je enosne vlečene izvedbe, s spodnjim ali zgornjim priklopom na traktor, kardansko gredjo s preobremenilnim varovanjem in prostim tekom, dovajalnim valjem in verižnim dovajalnim dnom ter z mrežami za različne velikosti sekancev.

Biber 7 je vlečeni sekalnik, enosne izvedbe. Na voljo sta dve izvedbi prem in sicer za hitrosti 25 in 80 km/h. S prvo, ki je namenjena za traktorsko vleko, je bil opremljen preskušani sekalnik, dejansko pa je preskušen na hitrosti do 40 km/h – podatek 25 km/h je zgolj administrativne narave zaradi predpisov (v sosednji državi). Opremljen je z ročno zavoro, kar pride zelo prav pri skladiščenju sekalnika, predvsem pa, če pri delu traktor in sekalnik stojita na nagibu, je ročna zavora traktorja lahko kmalu premalo, saj sekalnik tehta 2700 kg, ne gre pa pozabiti še na dodatne obremenitve pri samem delu. Pri takem položaju vsekakor priporočamo tudi podlaganje traktorskih koles z zagozdami. Prema z 80 km/h je namenjena za vleko s tovornimi vozili. Pri priklopu je na voljo izvedba za zgornje ali spodnje priklopljanje. Vsekakor priporočamo izbiro slednjega, saj lahko prispeva k boljšem razporedi sil na traktorju. To je pomembno predvsem pri lažjih traktorjih, pri težjih, nad 74 kW oz. 100 KM praktično nima vpliva.



### 3.3.2 Izdelovalec sekalnikov Linddana (Danska)

Linddana proizvaja in prodaja sekalnike lesa doma in v tujini z velikim uspehom, že 25 let. Vsi TP sekalniki so proizvedeni na Danskem in so ustrezni zadnjim zahtevkom EU za varnost (slika 14).

Tipi sekalnikov, ki jih izdeluje podjetje Linddana in razlike med njimi, ki jih prikazuje preglednica 5: TP 100, TP 150, TP 200, TP 250, TP 230, TP 270, TP 280, TP 400.

Preglednica 5: Razlike med tipi sekalnikov podjetja Linddana (Lindap, 2010)

Sekalniki	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)
TP 200	30 – 85	20	21 × 26	6 – 8
TP 250	45 – 104	25	26 × 35	10 – 12
TP 230	37 – 90	23	23 × 24	10 – 15
TP 280	100 – 150	28	28 × 30	40 – 50
TP 400	147 – 294	40	40 × 44	80 – 100



Slika 14: Paleta strojev za izdelavo lesnih sekancev Linddana (Lindap, 2010)

### 3.3.3 Izdelovalec sekalnikov Bider (Slovenija)

Sekalniki so namenjeni za sekanje vseh vrst lesa vključno z vejami in listjem (slika 15). Sekalniki so razdeljeni v tri večje skupine in sicer manjši do premera 20 cm, srednji do premera 30 cm in večji do premera 45 – 50 cm. Patentiran sekalni boben ima inovativno porazdelitev (običajno osem) nožev, ki zaradi svoje postavitve porabijo manj energije kot drugi sekalniki podobnih velikosti. Posledično je manj obremenjen celoten sklop sekalnika, ki je grajen z robustno konstrukcijo. Sekalniki imajo prigrajene pneomatske turbine, ki preko nastavljivih cevi usmerjajo sekance na željena mesta.

TS 20 in TS 30 sta nošena sekalnika na traktorju, TS 45 pa je večji sekalnik na lastnem podvozju s prigrajenim nakladalnikom lesa.

Tipi sekalnikov, ki jih izdeluje podjetje Bider in razlike med njimi, ki jih prikazuje preglednica 6: TS 20, TS 30, TS 30 plus, TS 45, ES 30 (na elektromotor).

Preglednica 6: Razlike med tipi sekalnikov podjetja Bider (Bider, 2011)

Sekalniki	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)
TS 20	29 – 37	do 20	20 × 20	5 – 7
TS 30	44 – 59	do 30	30 × 30	10 – 15
TS 30 plus	58	do 30	45 × 30	15
TS 45	88 – 110	do 45	45 × 45	50 ali več
ES 30	18	do 15	30 × 30	5

Podjetje Bider izdeluje tudi elektromotorne sekalnike, kateri so namenjeni za postavitve v mizarne delavnice ali na žage za sprotno odstranjevanje lesnih odpadkov, ki nastajajo pri predelavi lesa. Storilnost je odvisna od konstrukcijske izvedbe in moči motorja.



Slika 15: Bider sekalnik z odprtino 30×30cm (Bider, 2011)

### 3.3.4 Izdelovalec sekalnikov MUS – MAX (Avstrija)

Družinsko podjetje MUS - MAX ima sedež v kraju St. Florian, nedaleč od Deutschlandsberga v Avstriji. Skupaj ima podjetje zaposlenih 70 ljudi. Trenutno imajo več kot 24 ekskluzivno izbranih generalnih zastopnikov v več kot 16 državah po svetu.

Najbolj popularna in tehnično dovršena serija sekalnikov podjetja MUS - MAX je serija z imenom WOOD - TERMINATOR. V tej seriji je preko 13 različnih modelov strojev za lesne sekance. Najmanjši med njimi je WOOD - TERMINATOR 7Z, ki ima vhodno odprtino 62 × 38 cm, največjo storilnost pa ima 50 m<sup>3</sup>/h. Največji model pa je sekalnik WOOD - TERMINATOR 11 DLB s pogonom preko lastnega motorja, ki ima vhodno odprtino 114 × 75 cm, največja storilnost pa 300 m<sup>3</sup>/uro.

Tipi sekalnikov, ki jih izdeluje podjetje MUS – MAX (slika 16) in razlike med njimi, ki jih prikazuje preglednica 7: WOOD TERMINATOR 7Z, 8Z, 8XL, 9 Z, 9 D, 9 XL, 10 Z, 10 D, 11Z, 11 DLB.



Preglednica 7: Razlike med tipi sekalnikov podjetja MUS – MAX (Mus – max, 2011)

Sekalniki	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)
WT 7Z	58 – 110	38	62 × 38	50
WT 8XL	95 – 162	60	64 × 60	90
WT 9XL	132 – 220	70	82 × 70	130
WT 9D	183 – 308	47	90 × 47	100
WT 10Z	330 – 415	70	98 × 71	220
WT 10D	220 – 376	75	114 × 75	200



Slika 16: Sekalnik MUS - MAX (Bijol, 2011)

### 3.3.5 Izdelovalec sekalnikov Jenz (Nemčija)

Podjetje Jenz izdeluje sekalnike in drobilce za izdelavo lesne mase oziroma sekancev (slika 17). Ponaša se s 85 letno tradicijo. Jenz sekalniki imajo vhodne odprtine velikosti od 36 x 80 cm do 100 x 120 cm. Sekalniki, razen manjših, imajo lahko lastni motor Mercedes Benz.

Tipi sekalnikov, ki jih izdeluje podjetje Jenz in razlike med njimi, ki jih prikazuje preglednica 8: HEM 420 Z, HEM 561 DQ, HEM 700 DL, 581 Z, 360 Z, 1000 DL, 1000 DQ, 1000 DXL.

Preglednica 8: Razlike med tipi sekalnikov podjetja Jenz (Jenz, 2010)

Sekalniki	Moč (kW)	Premer (cm)	Vstopna odprtina (cm)	Storilnost (m <sup>3</sup> /h)
Hem 420 Z	90 – 180	30	42 × 99	80
Hem 561 Z	205 – 360	42	65 × 100	80
Hem 700 DL	360	50	70 × 100	220
Hem 360 Z	47 – 150	52	63 × 80	60
Hem 1000 DQ	450	70	100 × 100	250



Slika 17: Sekalnik Jenz HEM 420 Z (Phejton, 2010)

## 4 REZULTATI

### 4.1 PROIZVODNJA SEKANCEV V SLOVENIJI (stanje l. 2008)



Slika 18: Lokacija sekalnikov v Sloveniji (Krajnc, 2009)

Podatki o proizvodnji sekancev v Sloveniji kažejo, da med sekalniki pri nas prevladujejo srednji sekalniki (storilnost med 5 in 50 m<sup>3</sup>/h). Teh je slabi dve tretjini. V uporabi je evidentiranih sekalnikov do 5 m<sup>3</sup>/h le 11 %. Ocenjujemo, da je njihovo dejansko število v Sloveniji večje, vendar je njihova proizvodnja sekancev zanemarljiva in so večinoma namenjeni pokrivanju lastnih potreb po sekancih. Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec sekalnikov Bojan Bider s.p.. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 % deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck.

Lokacija sekalnikov v Sloveniji nam govori, da je največ sekalnikov v Osrednjeslovenski regiji, sledi Gorenjska in Savinjska regija. Nekaj sekalnikov je v Jugovzhodni Sloveniji in Podravske regiji, najmanj sekalnikov pa ima Pomurska, Zavska in Goriška regija (slika 18).

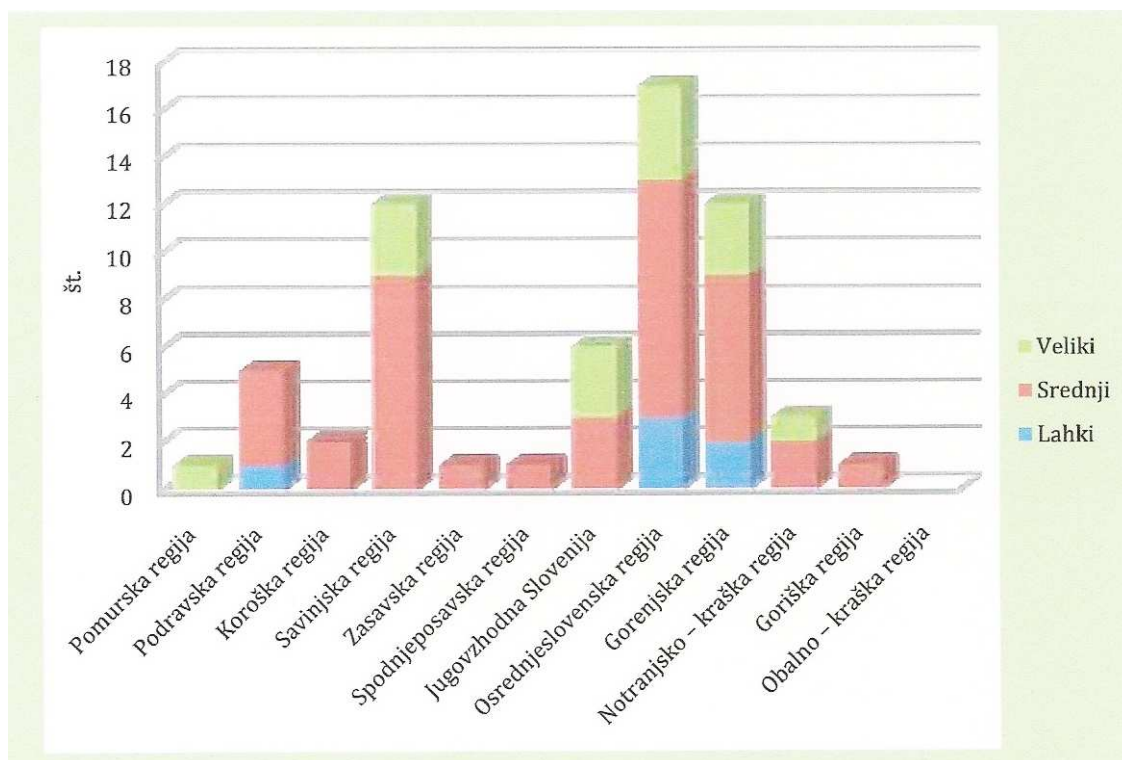
Preglednica 9: Število različnih sekalnikov v Sloveniji (Krajnc, 2009)

Proizvajalec	Lahki sekalniki	Srednje veliki	Veliki	Skupaj
Willibalt			1	1
Bider	3	25		28
Bruks			1	1
Doppstadt			1	1
Eschlböck	2	13	3	18
Hammel			1	1
Holzmatic			1	1
Jenz			2	2
MACHINE FABRIC	1			1
MUS – MAX		1	1	2
PEZZOLATO			2	2
STRACHL		1		1
Vermeer			1	1
Woodsman			1	1
<b>SKUPAJ</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>61</b>

Zanimivo je, da veliki sekalniki naredijo kar 86 % celotne evidentirane letne proizvodnje sekancev. Delež proizvodnje lahkih sekalnikov je majhen in predstavlja 2 % evidentiranih količin. Predpostavljene izračuni odražajo stanje v državi, razmere v posameznih regijah pa so lahko različne.

Lahki sekalniki so namenjeni predvsem proizvodnji sekancev za domačo rabo in za pokrivanje potreb drugih gospodinjstev s kotlom na sekance v neposredni okolici, teh pa je po naših podatkih relativno malo. Srednji sekalniki so glede na kapacitete dovolj zmogljivi za pokrivanje potreb manjših biomasnih sistemov ter večjega števila gospodinjstev. Zato predstavljajo srednji sekalniki zanimivo tržno področje. Večji sekalniki pridejo v poštev tam, kjer imamo pogodbe za večje količine sekancev, na deponijah in v lesnopredelovalni industriji.

Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec sekalnikov Bojan Bider s.p.. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 % deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck. Število sekalnikov drugih proizvajalcev pa je izredno malo, po eden ali dva sekalnika na podjetje (preglednica 9).



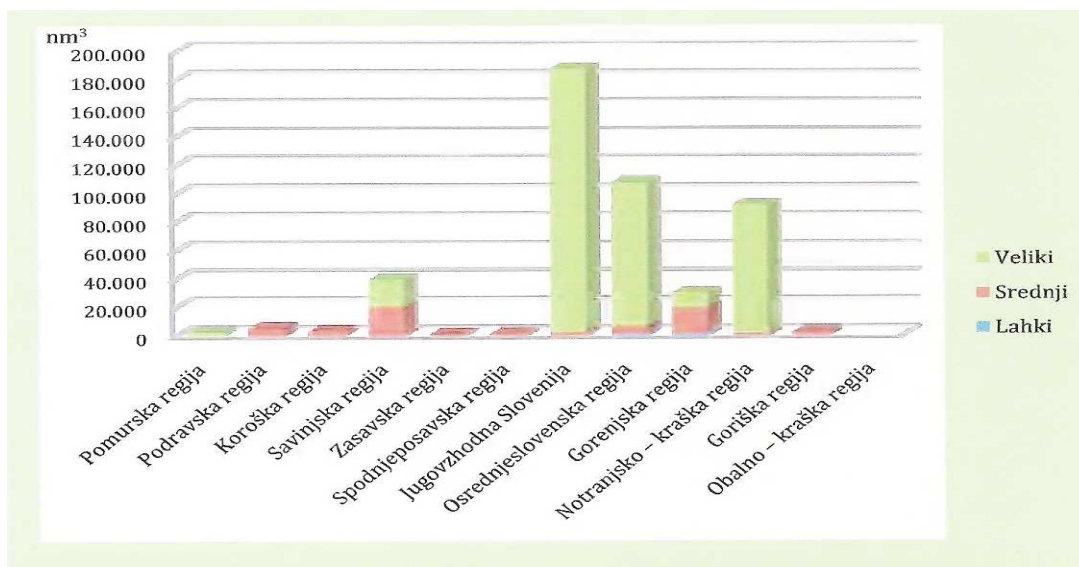
Slika 19: Število sekalnikov po statističnih regijah (Krajnc, 2009)

Število sekalnikov v Sloveniji nam govori, da je največ sekalnikov v Osrednjeslovenski regiji, sledi Gorenjska in Savinjska regija. Nekaj sekalnikov je v Jugovzhodni Sloveniji in Podravske regiji, najmanj sekalnikov pa ima Pomurska, Zasavska in Goriška regija (slika 19).

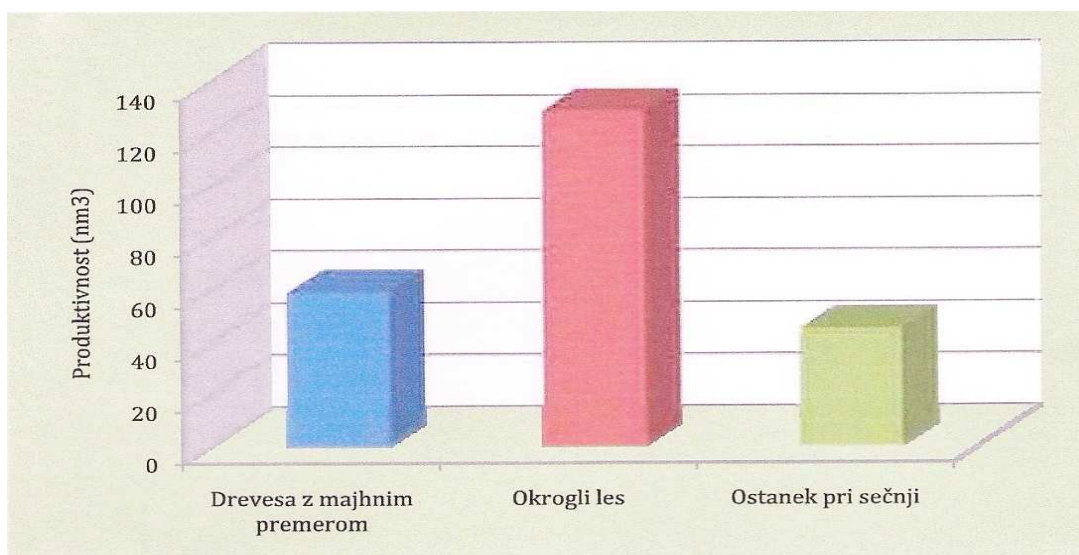
Dejanska proizvodnja sekancev v letu 2007 je bila dobrih 460000 nm<sup>3</sup>. Kljub dejstvu, da številčno prevladujejo srednji sekalniki, pa po količini proizvedenih sekancev prevladujejo veliki sekalniki (kapaciteta nad 50 nm<sup>3</sup>).

Po podatkih je bilo največ sekancev proizvedenih v jugovzhodni Sloveniji, kjer je večje število velikih sekalnikov. Glede na število sekalnikov in količino proizvedenih sekancev je zanimiva osrednjeslovenska regija, saj po številu sekalnikov presega vse druge regije, v primerjavi z jugovzhodno Slovenijo pa je v njej proizvedena manjša količina sekancev. Eden izmed razlogov je lahko različna izkoriščenost kapacitet sekalnikov v primerjanih regijah. Dejanska proizvodnja malih sekalnikov v Sloveniji je zanemarljiva (slika 20).





Slika 20: Proizvodnja sekancev po statističnih regijah (Krajnc in sod., 2007)



Slika 21: Produktivnost za različno vhodno surovino (Krajnc, 2009)

Za prevoz sekancev se običajno uporabljajo običajna prevozna sredstva za razsuti tovor. Bolj praktične pa so prikolice, ki imajo vgrajeno pomično dno za raztovarjanje sekancev. Na trgu so prisotne tudi prikolice, ki lesne sekance s pihalnikom po cevi vpihujejo skladiščni prostor. Za avtonomno natovarjanje sekancev je na tovornjak mogoče vgraditi nakladalno napravo.

Avstrijske študije so pokazale, da se produktivnost visoko zmogljivega sekalnika spreminja v skladu z vrsto materiala za sekanje (slika 21). Povprečne vrednosti produktivnosti vključujejo čas, potreben za razkladanje sekancev s tovornjaka in prikolice.

## 4.2 DOSTOPNOST SEKALNIKOV NA NAŠEM TRGU

Po podatkih, ki sem jih pridobila od nekaterih ponudnikov (Bider, Eschlböck, Linddana, Mus-Max in Jenz) na našem trgu, lahko sklepamo, da se lahki in srednji sekalniki prodajajo serijsko in jih ni potrebno naročati vnaprej, veliki sekalniki in posebne izvedbe pa se naročajo vnaprej in jih proizvajalci izdelujejo po naročilu. V podjetjih, ki izdelujejo velike sekalnike, pa je potrebno sekalnik čakati tudi do šest mesecev. Namenjeni so izključno za podjetniško rabo, kar pomeni, da naj bi sekalnik obratoval vsak dan.

Slovenski proizvajalec Bider ima na zalogi lahke in srednje sekalnike, ostale velike sekalnike pa izdelujejo po naročilu.

## 4.3 OKVIRNE NAKUPNE CENE SEKALNIKOV

Nakupna cena lahkih sekalnikov znaša od 3500 - 35000 €, cena je odvisna od proizvajalca in dodatne opreme. Lahki sekalniki so namenjeni predvsem proizvodnji sekancev za domačo rabo.

Srednji sekalniki stanejo od 15000 - 75000 €, njihova storilnost je precej večja kot pri lahkih sekalnikih, uporabljajo se za pokrivanje potreb manjših biomasnih sistemov ter večjega števila gospodinjstev.

Veliki sekalniki stanejo od 31000 - 250000 €, sekahiki, gnani preko lastnega elektro motorja, so dražji kot pa sekalniki, gnani preko kardanske gredi traktorja. Ravno tako je pomemben podatek pri višini nakupne cene sekalnika hitrost prevoza, kakor tudi, ali je sekalnik traktorski ali kamionski. Konstrukcijska zasnova za sekalnik s kamionskim prevozom je zahtevnejša in dražja. Veliki sekalniki pridejo v poštev tam, kjer imajo pogodbe za večje količine sekancev, to je na deponijah in v lesnopredelovalni industriji.

## 4.4 DOSTOPNOST DO REZERVNIH DELOV

Ponudniki sekalnikov na trgu imajo na zalogi večino rezervnih delov. Obrabni deli, kot so noži, jermeni, so dobavljivi takoj, za ostale rezervne dele pa je dobava tudi hitra (okrog enega tedna). To so potrdili nekateri uporabniki teh strojev. Anketirani so bili trije uporabniki sekalnikov.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Pri nakupu sekalnika je pomemben podatek o največjem premeru lesa, ki ga stroj še lahko razseka. Največji premer, podan v literaturi ali navodilih za uporabo stroja, je za mehak les. Za trdi les je največji premer okoli 70 % mehkega lesa. Ravno tako je pomemben podatek o višini nakupne cene sekalnika, o hitrosti prevoza – sekalnik je lahko nameščen na traktorju ali samovozni. Konstruktivna zasnova za sekalnik s kamionskim prevozom je zahtevnejša in dražja.

Podatki razkrivajo, da med sekalniki pri nas prevladujejo srednji sekalniki (storilnost med 5 in 50 m<sup>3</sup>/h). Teh je slabi dve tretjini. V uporabi je evidentiranih 11 % sekalnikov do 5 m<sup>3</sup>/h. Ocenjujemo, da je njihovo dejansko število v Sloveniji večje, vendar je njihova proizvodnja sekancev zanemarljiva in so večinoma namenjeni pokrivanju lastnih potreb po sekancih. Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec sekalnikov Bojan Bider s.p.. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 % deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck.

Zanimivo je, da veliki sekalniki (preglednica št. 1, tretja skupina) naredijo kar 86 % celotne evidentirane letne proizvodnje sekancev. Delež proizvodnje lahkih sekalnikov (preglednica št. 1, prva skupina) je majhen in predstavlja 2 % evidentiranih količin. Izračuni odražajo stanje v državi, razmere v posameznih regijah pa so lahko različne.

Lahki sekalniki (preglednica št. 1, prva skupina) so namenjeni predvsem proizvodnji sekancev za domačo rabo in za pokrivanje potreb drugih gospodinjstev s kotlom na sekance v neposredni okolici, teh pa je po naših podatkih relativno malo. Srednji sekalniki (preglednica št. 1, druga skupina) so glede na kapacitete dovolj zmogljivi za pokrivanje potreb manjših biomasnih sistemov ter večjega števila gospodinjstev. Zato predstavljajo srednji sekalniki zanimivo tržno področje. Večji sekalniki (preglednica št. 1, tretja skupina) pridejo v poštev tam, kjer imamo pogodbe za večje količine sekancev, na deponijah in v lesnopredelovalni industriji.

Po podatkih, ki smo jih pridobili od nekaterih ponudnikov (Bider, Eschlböck, Linddana, Mus-Max in Jenz) na našem trgu, lahko sklepamo, da se lahki in srednji sekalniki prodajajo serijsko in jih ni potrebno naročati vnaprej, veliki sekalniki in posebne izvedbe pa se naročajo vnaprej in jih proizvajalci izdelujejo po naročilu.



Nakupna cena lahkih sekalnikov znaša od 3500 - 35000 €, cena je odvisna od proizvajalca in dodatne opreme. Srednji sekalniki stanejo od 15000 - 75000 €, njihova storilnost je precej večja kot pri lahkih sekalnikih. Veliki sekalniki stanejo od 31000 - 250000 €, sekalniki gnani preko lastnega elektromotorja, so dražji kot pa sekalniki gnani preko kardanske gredi traktorja. Te sekalnike uporabljajo v lesnopredelovalni industriji in podjetja, ki se ukvarjajo s predelavo lesa.

Ponudniki sekalnikov na trgu imajo na zalogi večino rezervnih delov. Obrabni deli, kot so noži, jermeni, so dobavljivi takoj, za ostale rezervne dele pa je dobava hitra.

## 5.2 SKLEPI

Ugotovitve raziskave za Slovenijo:

- Največ izvedb traktorskih sekalnikov se polni ročno, ker so manjše debeline vstopnega lesa v sekalnik. Zmogljivejše traktorske sekalnike in sekalnike z lastnim elektro motorjem se polni strojno.
- Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec sekalnikov Bojan Bider s.p.- Kmetijski stroji. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 % deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck.
- Veliki sekalniki naredijo kar 86 % celotne evidentirane letne proizvodnje sekancev. Delež proizvodnje lahkih sekalnikov v Sloveniji je majhen in predstavlja 2 % evidentiranih količin.
- Lahek sekalnik stane od 3500 – 35000 €, namenjen je predvsem proizvodnji sekancev za domačo rabo. Srednji sekalniki stanejo od 15000 – 75000 €, uporabljajo se za pokrivanje potreb manjših biomasnih sistemov ter večjega števila gospodinjstev. Veliki sekalniki stanejo od 31000 – 250000 €, sekalniki, gnani preko lastnega elektromotorja, so dražji kot pa sekalniki, gnani preko kardanske gredi traktorja. Veliki sekalniki se uporabljajo tam, kjer imajo pogodbe za večje količine sekancev, na deponijah in v lesnopredelovalni industriji.
- Po podatkih nekaterih ponudnikov lahko sklepamo, da se lahki sekalniki prodajajo serijsko, velike sekalnike pa izdelujejo po naročilu.
- Ponudniki sekalnikov na trgu imajo na zalogi večino rezervnih delov.

## 6 POVZETEK

V diplomski nalogi smo analizirali različne proizvajalce in tipe sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev.

Slovenija je ena izmed najbolj gozdnatih dežel v Evropi, z visokim, skoraj 80 % deležem gozdov v zasebni lasti. Po podatkih Gozdarskega inštituta Slovenije je skupni letni posek v letu 2007 znašal dobre 3 milijone kubičnih metrov lesa, kar predstavlja slabih 70 % možnega letnega poseka. Večino okroglega lesa iz gozdov je namenjeno nadaljnji predelavi v lesnopredelovalni industriji. Dobra četrtina okroglega lesa iz gozdov se uporablja v energetske namene, predvsem pa ogrevanje stanovanj. Ocenjujejo, da se v gospodinjstvih letno porabi nekaj čez milijon kubičnih metrov lesa.

Zgornji podatki odkrivajo, kako pestra, številna in hkrati razdrobljena je proizvodnja lesne biomase za ogrevanje v Sloveniji.

Pri nakupu sekalnika je pomemben podatek o največjem premeru lesa, ki ga stroj še lahko razseka. Največji premer je podan v literaturi (preglednica 2) ali navodilih za uporabo stroja in za mehak les. Za trdi les je največji premer okoli 70 % mehkega lesa.

Med sekalniki pri nas prevladujejo srednji sekalniki (storilnost med 5 in 50 m<sup>3</sup>/h). Teh je slabi dve tretjini. V uporabi je 11 % evidentiranih sekalnikov do 5 m<sup>3</sup>/h. Ocenjujemo, da je njihovo dejansko število v Sloveniji večje, vendar je njihova proizvodnja sekancev zanemarljiva in so večinoma namenjeni pokrivanju lastnih potreb po sekancih. Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec sekalnikov Bojan Bider s.p.. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 % deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck.

Nakupna cena lahkih sekalnikov znaša od 3500 - 35000 €, srednji sekalniki stanejo od 15000 - 75000 €, veliki sekalniki stanejo od 31000 - 250000 €, sekalniki gnani preko lastnega elektromotorja, so dražji kot pa sekalniki, gnani preko kardanske gredi traktorja.

Iz podatkov, ki smo jih pridobili od nekaterih ponudnikov na našem trgu, lahko sklepamo, da se lahki in srednji sekalniki prodajajo serijsko in jih ni potrebno naročati vnaprej, velike sekalnike in posebne izvedbe pa se naročajo vnaprej in jih proizvajalci izdelujejo po naročilu. Ponudniki sekalnikov na trgu imajo na zalogi večino rezervnih delov. Če jih nimajo na zalogi, je dobava rezervnih delov hitra, traja okrog enega tedna. To so potrdili tudi trije uporabniki teh strojev.

## 7 VIRI

Bider.

<http://www.bider.si/main.php?p=sekalniki> (13.4.2011)

Bijol.

[http://www.bijol.si/sekalniki\\_za\\_izdelavo\\_lesnih\\_sekancev](http://www.bijol.si/sekalniki_za_izdelavo_lesnih_sekancev) (14.4.2011)

Bimel. Ogrevanje na obnovljive vire energije

<http://www.bimel.si/energija.htm> (15.11.2010)

Dolenšek M. 1999. Energija iz lesne biomase Ljubljana, Kmetijska založba: 32 str.

Fishner. Visoko kvalitetni briketi

<http://www.briketi-lesni.si/lesni-briketi/visokokvalitetni-briketi> (18.4.2011)

Jenz.

<http://www.jenz.de/> (16.11.2010)

Eschlböck BIBER Holzhackmaschinenprogram.2001.Prambackirchen, Eschlböck: 15 str.

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.

Košir B. 1999. Pridobivanje lesa. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 325

str.

Kovač Š. 2006. Les - od gozda do peči. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS: 43

str.

Krajnc N. 2009. Lesna goriva: Drva in lesni sekanci: Proizvodnja in standardi kakovosti in

trgovanje. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 83 str.

Krajnc N., Kovač Š. 2003. Lesna biomasa - okolju prijazen obnovljiv vir energije.

Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS: 23 str.

Krajnc N., Kopše I. 2005. Les - domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije. Ljubljana,

Zavod za gozdove gozdove Slovenije, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 21 str.

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

Krajnc N., Jauschnegg H., Metschina C., Francescato V. in sod. 2007. Lastniki gozdov in prodaja toplote iz lesa. Ljubljana, Silva Slovenica: 15 str.

Lesna biomasa - les kot gorivo. 2005. Ljubljana, Zavod za gozdove.  
<http://www.biomasa.zgs.gov.si/> (15.11.2010)

Lindap. Sekalniki Linddana.  
[http://www.lindap.si/prodaja/biomasa/sekanci\\_oprema.php](http://www.lindap.si/prodaja/biomasa/sekanci_oprema.php) (18.11.2011)

Miler. Eschlböck.  
<http://www.mehanizacija-miler.si/eschlbock> (16.11.2010)

Mus – max.  
[http://www.bijol.si/doc2/sekalniki\\_za\\_sekance\\_mus\\_max.pdf](http://www.bijol.si/doc2/sekalniki_za_sekance_mus_max.pdf) (14.4.2011)

Phejton.  
[http://www.phejton.eu/biomasa\\_hem420z.php](http://www.phejton.eu/biomasa_hem420z.php) (16.11.2010)

Sekalnik Eschlböck BIBER 7.  
<http://www.machineseeke.com/A883785/Wood-Chipper-Eschlboeck-Biber> (28.4.2011)

Sekalnik MUS – MAX.  
<http://www.mus-max.at/de/land-forsttechnik/pdf-dateien/Folder-Wood-Terminatoren.pdf> (12.4.2011)

Večstoletni vir ogrevanja. Vecer.com/kvadrati  
<http://www.kvadrati.si/default.asp?kaj=1&id=2010011105501857&tab> (16.11.2010)

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, prof. dr. Rajku Berniku, ki mi je omogočil izdelavo diplomske naloge. Za dodatne usmeritve in strokovno svetovanje se zahvaljujem dr. Nike Krajnc iz Gozdarskega inštituta Slovenije in specialistu za področje kmetijske mehanizacije, mag. Marjanu Dolensku.

Hvaležna sem tudi staršem, fantu Sandiju in prijateljem, ki so me vzpodbujali v času študija in pisanju diplomskega dela.

Najlepša hvala vsem skupaj in veliko veselja pri branju mojega diplomskega dela.