

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

Jernej ŠKVARČ

**MORFOLOGIJA SEKALNIKOV ZA IZDELAVO
GOZDNIH LESNIH SEKANCEV**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2010

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

Jernej ŠKVARČ

**MORFOLOGIJA SEKALNIKOV ZA IZDELAVO GOZDNIH LESNIH
SEKANCEV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij - 1. stopnja

THE STRUCTURE OF WOOD CHIPPERS FOR WOOD CHIPS

BSC. THESIS

Academic study programmes

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Univerzi v Ljubljani- Biotehniški fakulteti. Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Komisija za študijska in študentska vprašanja, Oddelka za gozdarstvo in obnovljive vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Boštjana Koširja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

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

Jernej ŠKVARČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dul
DK GDK 363+331.1(043.2)=163.6
UDK 676.051.36:630*33(043.2)=163.6
KG lesna biomasa/ lesni sekanci/ morfologija sekalnikov/ sekalniki/teža sekalnika
AV ŠKVARČ, Jernej
SA KOŠIR, Boštjan (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2010
IN MORFOLOGIJA SEKALNIKOV ZA IZDELAVO GOZDNIH LESNIH SEKANCEV
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij- 1. stopnja)
OP VII, 19 str., 8 pregl., 4 sl., 2 pril., 29 vir.
IJ sl
JI sl/en

AI Podatki, ki so bili obdelani v diplomski nalogi, so bili pridobljeni s pomočjo spleta. Sekalnikom je bila določena oblika, poiskani pa so bili tudi naslednji najpomembnejši tehnični podatki: premer lesa, teža sekalnika, moč motorja sekalnika, način podajanja surovine ter mesto izdelave sekancev. Ugotovljeno je bilo, da so veliki sekalniki najtežji in da lahko sekajo zelo debel les premera do 130cm. Zato sekalniki potrebujejo samostojen in zmogljiv motor ter podajanje surovine s pomočjo dvigala. Med velike sekalnike spadajo horizontalni in vertikalni mlini, sekalniki na kamionu in delovnem stroju, ter nekateri priklopniki. Namenjeni so delu na kamionski cesti, skladišču in v gozdu.

Ugotovljeno je bilo tudi, da sta masa in moč motorja srednjih sekalnikov manjša kot pri velikih in da lahko sekajo les premera do 50cm. Med te sekalnike spada večina priklopnikov, priključkov in samostojnih sekalnikov, ki delajo na kamionski cesti ali na gozdni vlaki. Podajanje surovine je lahko ročno ali s pomočjo dvigala. Lahki sekalniki so najlažji in potrebujejo majhno moč motor ter sekajo droben les premera do 25 cm. Med lahke sekalnike se lahko štejejo nekateri priklopniki, priključki ter samostojni sekalniki. Namenjeni so delu na kamionski cesti in v gozdu. Podajanje surovine je izključno ročno.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dul
DC GDK 363+331.1(043.2)=163.6
UDK 676.051.36:630*33(043.2)=163.6
CX wood biomass/wood chips/ morfology of wood chippers/wood chippers
AU ŠKVARČ, Jernej
AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY 2010
TI THE STRUCTURE OF WOOD CHIPPERS FOR WOOD CHIPS
DT BSC thesis (Academic study programmes)
NO VII, 19 p., 8 tab., 4 fig., 2 ann., 29 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The data analysed in this diploma work were acquired with the help of the internet. We determined the type of wood chippers and obtained the following most important technical details: material diameter, the weight of the chipper, horsepower, the way of inserting raw materials into the shredder and the location of making wood chips. We came to the conclusion that large wood chippers are the heaviest and that they can shred very thick chunks of wood of up to 130 cm which ought to be inserted with a loader. That is why these chippers require a separate and powerful engine. Among the large wood chippers one can find horizontal and tube grinders, truck mounted chippers, track chippers and some trailers. They can be used for working in the forest, on a forest road or terminal. Moreover, it can be said that the weight and the power of the engine of medium wood chippers are lower than those of large shredders and that they can handle material diameters of up to 50 cm. Most of the trailers, hand-fed and self-propelled wood chippers which are suitable for working on a forest road and skid trail belong to this group of shredders. They can be fed manually or with the help of a loader. Light wood shredders weigh the least, require little horsepower and cut fine wood of up to 25 cm in diameter. These types of chippers are considered to be some trailers, attachments and self-propelled shredders. They are suitable for working in the forest or on a forest road meanwhile the raw material can be inserted into the chipper only by hand.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	XI
1 UVOD.....	1
1.1 PREDMET RAZISKAVE.....	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE.....	1
2 PREGLED OBJAV O SEKALNIKIH IN SEKANCIH.....	2
2.1 VRSTE SEKALNIKOV	2
2.2 PROIZVODNJA SEKANCEV V SLOVENIJI	6
2.3 TEHNOLOGIJE PRIPRAVANJA LESNIH SEKANCEV	6
2.3.1 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev v gozdu	6
2.3.2 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev pri kamionski cesti	7
2.3.3 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev na logističnem centru	7
2.4 LESNI SEKANCI.....	7
2.4.1 Viri za lesne sekance.....	8
3 MATERIALI IN METODE DELA	9
3.1 METODA DELA.....	9
3.2 KATEGORIJE SEKALNIKOV	9
3.2.1 Vrtni sekalniki	9
3.2.2 Priključek na traktorju.....	10
3.2.3 Priklopnik.....	10
3.2.4 Na delovnem stroju	10
3.2.5 Sekalnik na kamionu.....	10
3.2.6 Samostojni sekalniki	10
3.2.7 Vertikalni mlini	11
3.2.8 Horizontalni mlini.....	11
3.2.9 Stacionarni sekalniki.....	11
4 REZULTATI	12
4.1 MASA SEKALNIKA	12
4.2 NAJVEČJI PREMER SEKANJA LESA.....	12
4.3 OBLIKA SEKALNIKA GLEDE NA MOČ MOTORJA SEKALNIKA.....	13
4.4 NAČIN PODAJANJA SUROVINE	14
4.5 MESTO IZDELAVE SEKANCEV	14

5	SKLEPNE UGOTOVITVE IN RAZPRAVA	15
---	--------------------------------------	----

6	POVZETEK.....	17
---	---------------	----

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečne moči motorjev sekalnikov (kW).....	5
Preglednica 2: Tipičen razpon premera lesa (vhodne surovine) za nekatere tipe sekalnikov	5
Preglednica 3: Povprečne, najmanjše in največje vrednosti za maso (kg) sekalnika glede na kategorijo moči motorja sekalnika.....	12
Preglednica 4: Povprečne, najmanjše in največje vrednosti za največji premer sekanja lesa glede na kategorijo moči motorja sekalnika v (cm).....	12
Preglednica 5: Število sekalnikov po oblikah sekalnikov glede na kategorijo moči motorja sekalnika.....	13
Preglednica 6: Povprečne moči motorjev sekalnikov v (kW).....	13
Preglednica 7: Število sekalnikov po načinu podajanja lesa glede na kategorijo moči motorja sekalnika.....	14
Preglednica 8: Število sekalnikov po obliki sekalnika glede na mesto izdelave sekancev..	14

KAZALO SLIK

Slika 1: Lahki sekalnik HJ4 proizvajalca Junkkari.....	3
Slika 2: Srednji sekalnik proizvajalca Mus – max.....	3
Slika 3: Velik sekalnik na kamionu in z dvigalom proizvajalca Jenz.....	4
Slika 4: Harvester sekancev Valmet 801 Bioenergy Combi.....	4

1 UVOD

1.1 PREDMET RAZISKAVE

Raziskava temelji na zbiranju in primerjavi tehničnih podatkov različnih vrst sekalnikov in različnih proizvajalcev sekalnikov. Ti se med seboj razlikujejo po dimenzijah, učinkovitosti, porabi goriva in pogonu. Tehničnih podatkov o teh sekalnikih je veliko, vendar so izraženi v različnih enotah in niso zbrani v celoto. Poleg tega pa se podatki o sekalnikih spreminjajo, saj se ti še razvijajo, prilagajajo in posodablajo.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je ugotoviti, kakšne so razlike med različnimi sekalniki. Želimo ugotoviti, kako se sekalniki med seboj razlikujejo po dimenzijah ter učinkovitosti. Namen raziskave je tudi, kakšen je pogon sekalnika in kakšne so potrebne moči pogonskega vozila. Poleg tega želimo ugotoviti odvisnost med nekaterimi podatki o sekalnikih. Ugotoviti želimo tudi kateri sekalnik je bolj primeren za profesionalno rabo. Končni cilj pa je podatke proizvajalcev sekalnikov primerjati med seboj.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo si naslednje hipoteze:

- Predvidevamo, da imajo veliki sekalniki večjo maso od lahkih sekalnikov.
- Predvidevamo, da potrebujejo sekalniki, ki sekajo velik premer lesa, večjo moč motorja in da se ti sekalniki pojavljajo na kamionu, ali pa imajo močan samostojni motor.
- Predvidevamo, da je pri lahkih sekalnikih podajanje surovine ročno, pri težkih pa surovino podajajo z dvigalom.
- Predvidevamo, da horizontalni mlini in sekalniki na kamionu delajo na kamionski cesti ali pa na skladišču, priključki pa na gozdni vlaki.

2 PREGLED OBJAV O SEKALNIKI IN SEKANCIIH

2.1 VRSTE SEKALNIKOV

Sekalnik je stroj, namenjen predelavi okroglega lesa neposredno v sekance. Ti se med seboj po naslednjih značilnostih (Košir, 2009):

1. način sekanja

- **diskaste sekalnike:** sekalna enota sestoji iz težkega vztrajnika, na katerem so radialno pritrjeni 2 do 4 noži. Les pride v stik z diskom pod kotom od 30 do 40 stopinj na ploskev diska in vrteči se noži, ki delujejo proti nakovalu, režejo zaporedne kose lesa, ki v tem postopku razpadejo na sekance. Velikost sekancev je navadno med 0,3 in 4,5cm in jo lahko tudi spreminjamo. Velik problem je v nehomogenosti velikosti sekancev
- **bobenske sekalnike:** so večji in močnejši kot diskasti sekalniki. Boben sekalnika sestoji iz jeklenega valja z do 12 noži, nameščeni v tangencialnem položaju. Velikost sekancev je bolj heterogena, vendar jo določimo z mrežo, ki prepušča le sekance določene dimenzije.
- **vijačne sekalnike:** njihovo delovanje omogoča velika, na horizontalni osi vrteča se spirala z ostrimi robovi. Ti stroji, ki sicer niso močno razširjeni, lahko obdelujejo cela drevesa ali hlode in v primerjavi s diskastimi in bobenskimi sekalniki proizvajajo večje sekance (dolge do 8 cm). Med te sekalnike spadajo zelo zmogljivi sekalniki kot so vertikalni in horizontalni mlinci (Kranjc, 2009).

2. vrsta pogona (kardanska gred, lasten motor itd.),

3. osnoven stroj na katerem je sekalnik (npr.: priključek na traktor, samostojni brez možnosti premikanja, na delovnem stroju, na kamionu, sekalni zgibniki, harvesterji sekancev.),

4. način sprejemanja surovine (horizontalni transporter, vertikalna vhodna cev itd.),

5. način podajanja surovine (ročno, z dvigalom, ki je lahko integrirano: na sekalniku, na traktorju ali kamionu, na katerem je sekalnik ali neintegrirano na ločenem stroju itd.)

Večina sekalnikov (z izjemo najmanjših) ima danes hidravlične nakladalne naprave za strojno podajanje surovine v dovajalno ustje sekalnika, večji pa imajo tudi transporterje (Košir, 1997).

6. največja dimenzija lesa,

Najdebelejši les so sposobni sekati sekalniki, ki so namenjeni za delo na logističnem centru (terminalu) in se jih le redko premešča na večjih razdaljah oz. so fiksno vgrajeni.

7. značilnosti sekancev (velikost posamezne frakcije),

Stroji lahko izdelujejo različne dimenzije lesnih sekancev, in sicer grobe (6-15cm), fine (1-3cm) in nastavljive (dolžina od 1 do 15cm).

8. kolesa ali gosenice oz. stabilen sekalnik,**9. moč motorja, poraba goriva in druge tehnične značilnosti.**

Glede na moč sekalnike lahko razdelimo v tri kategorije:

- **lahki sekalniki:** navadno so nameščeni na 3- točkovnem priklopu traktorja ali na prikolici. Poganja jih lahko traktorski ali pa lastni motor (moč 20 do 30kW). Obdeluje lahko les s premerom (maks. 20cm), njihova zmogljivost pa je 20 t/dan oziroma 50 nm³ sekancev na uro. Nabavna cena takega sekalnika znaša od 3.500 do 35.000 € (Krajnc, 2009).



Slika 1: Lahki sekalnik HJ4 proizvajalca Junkkari (Junkkari sekalniki, 2009)

- **srednji sekalniki:** nameščeni so na prikolici, navadno z lastnim motorjem (50-110kW). sekajo lahko s premerom do 30 cm, njihova zmogljivost ne presega 60 t/ dan oziroma 50 nm³ sekancev na uro. Nabavna cena znaša od 15.000 do 75.000 € (Krajnc, 2009).



Slika 2: Srednji sekalnik proizvajalca Mus – max. (Mus – max, 2008)

- **veliki sekalniki:** nameščeni so na prikolici ali na tovornjakih; včasih jih poganja motor tovornjaka, največkrat pa so opremljeni z lastnim motorjem (nad 150kW); sekajo lahko okrogel les velikih premerov (nad 30 cm), z zmogljivostjo več kot 60 t/ dan oziroma več kot 50 nm³ sekancev na uro. Cena velikih sekalnikov se giblje od 31.000 do 250.000 € (Krajnc, 2009).



Slika 3: Velik sekalnik na kamionu in z dvigalom proizvajalca Jenz. (Jenz sekalniki 2009)

Redkeje so v uporabi t.im. harvesterji sekancev, ki opravljajo vse faze izdelave in transporta sekancev od panja do kamionske ceste in jih uporabljamo pri redčenju iglavcev. Takšen stroj je podoben sekalniku- harvesterju, le da ima namesto nakladalne naprave harvesterjski agregat na primer stroj Valmet 801 Bioenergy Combi (Košir, 2007).



Slika 4: Harvester sekancev Valmet 801 Bioenergy Combi (Valmet, 2009)

Za prevoz sekancev se lahko uporablja običajna prevozna sredstva za razsuti tovor. Najbolj praktične so prikolice, ki imajo vgrajeno pomično dno za raztovorjanje sekancev. Na trgu so prisotne tudi prikolice, ki lesne sekance s pihalnikom po cevi vpihujejo v skladiščni prostor (Krajnc in sod,2009).

Pri izbiri sekalnika je pomemben podatek maksimalni premer, ki ga stroj še lahko obdela. Določa ga dimenzija vstopne odprtine stroja. Od tega je odvisna tehnologija predpriprave surovine za sekance (Kranjc in Kovač, 2003). Poleg tega podatka so pomembni tudi podatki o moči, ceni in učinku. Z naraščanjem učinka sekalnika pada strošek izdelave na enoto proizvoda, povečuje pa se začetna investicija (Kranjc in Kopše, 2005).

Košir (2009) je v raziskavi ustvaril pregled nad obstoječo ponudbo strojev za izdelavo sekancev iz različne vhodne surovine. Za to raziskavo so zbrali, uredili in analizirali podatke za 739 znamk in tipov sekalnikov in mlinov. S to analizo so pokrili primere sekalnikov, ki nastopajo v vseh treh tehnologijah. Seveda so vsaj nekateri med njimi primerni za več tehnologij, ker so sposobni izdelave sekancev tako v gozdu, kot na skladišču, vendar so ti primeri redki, če ne štejemo raznih priključkov na traktor, ki lahko sekajo praktično kjerkoli. Stroje so razvrstili v štiri kategorije. Večina sekalnikov v morfologiji ima močne motorje in spadajo v kategorijo zelo velikih (do 1000kW) in velikih (od 250kW). Dobili so naslednje rezultate:

Preglednica 1: Povprečne moči motorjev sekalnikov (kW).

Majhni	Srednji	Veliki	Zelo veliki
34	78	148	446

Preglednica 2: Tipičen razpon premera lesa (vhodne surovine) za nekatere tipe sekalnikov

Tip sekalnika	Mín. premer lesa (m)	Maks. premer lesa (m)
Horizontalni mlin	1,30	1,80
Na delovnem stroju z dvigalom	0,40	0,61
Na delovnem stroju z dvigalom in kontejnerjem	0,42	0,70
Priključek na traktor	0,10	0,60
Priklopnik	0,11	0,80
Priklopnik z dvigalom	0,40	0,80
Sekalnik za celo drevje	0,46	0,61

Najpogostejši so sekalniki, ki so namenjeni predvsem delu ob gozdni cesti oz skladišču v gozdu, skratka stroji, ki nastopijo po fazi sečnje in spravila. Širina sekalnika je pomembna predvsem pri tistih, ki lahko delajo na brezpotju, torej v gozdu, kjer se srečujejo z enakimi problemi kot stroji za sečnjo. Glede na to, da so narejeni predvsem za redčenja in sekanje celega drevja, naj bi bila njihova širina in teža čim manjša, vendar se pri tem srečamo z ekonomskimi in tehničnimi omejitvami. Ekonomske zahtevajo dovolj velik kontejner in s tem zahteve po večji stabilnosti stroja na razgibanem terenu. To je mogoče le z večjo širino stroja, ki omogoča tudi večji doseg dvigala in s tem manjšo gostoto sečnih poti (Košir, 2009).

Bezovnik (2007) je v svojem diplomskem delu primerjal dva sekalnika in sicer sekalnik Eschlböck Biber 70 in sekalnik Holzmatic BHM 1000 na kamionu. Z analizo zbranih podatkov je ugotovil, da pogonski agregat JCB Fastrac 3220s s sekalnikov Eschlböck Biber 70 porabi za izdelavo volumske enote nasutih lesnih sekancev več časa, več goriva in ustvari višji strošek, ob enem pa je manj učinkovit in manj gospodaren, a dosega višjo izkoriščenost delovnih ur ter ugodnejšo strukturo delovnega časa.

Za sekalnik Holzmatic BHM 1000 na kamionu MAN TGA 26-480 pa so ugotovili, da porabi za izdelavo volumske enote lesnih sekancev manj časa, manj goriva in ustvari nižji strošek obenem pa je bolj gospodaren, a dosega nižjo izkoriščenost delovnih ur ter manj ugodno strukturo časa (Bezovnik, 2007).

2.2 PROIZVODNJA SEKANCEV V SLOVENIJI

Po podatkih iz anketnih vprašalnikov v Sloveniji prevladujejo srednji sekalniki (kapaciteta med 5 in 50nm³/uro). Teh sekalnikov je slabi dve tretjini. Evidentiranih lahkih sekalnikov (kapaciteta do 5nm³/uro) je 11 odstotkov. V gozdarskem inštitutu ocenjujejo (Kranjc, 2009), da je njihovo dejansko število v Sloveniji večje, vendar je njihova proizvodnja zanemarljiva in so večinoma namenjeni za pokrivanje lastnih potreb. Med proizvajalci v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec Bider Bojan s.p – Kmetijski stroji. Med srednje zmogljivimi sekalniki so s 35 – odstotnim deležem zastopani sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböck. Proizvajalci velikih sekalnikov pa so: Bruks, Doppstadt, Holzmatic, Pezzolato, Jenz (Kranjc, 2009).

Po podatkih iz ankete je bila dejanska proizvodnja sekancev v letu 2007 pri anketiranih lastnikih sekalnikov dobrih 460000nm³. Kljub dejstvu, da številčno prevladujejo srednji sekalniki. Največ sekancev je bilo proizvedenih v jugovzhodni Sloveniji, kjer je večje število velikih sekalnikov. Analiza je pokazala, da je dejanska proizvodnja malih sekalnikov v Sloveniji zanemarljiva (Kranjc, 2009).

Po podatkih o teoretični kapaciteti sekalnikov in ob predpostavki, da naj bi lahki in srednji sekalnik delal vsaj 100 dni, veliki sekalnik pa vsaj 150 dni so ocenili, da je skupna letna teoretična kapaciteta sekalnikov 1.500.000nm³. Primerjava med skupno kapaciteto evidentiranih sekalnikov in dejansko proizvodnjo le teh kaže na razmeroma nizko izkoriščenost sekalnikov. V analizi so ugotovili, da so najslabše izkoriščeni srednji sekalniki (Kranjc, 2009).

Za domačo rabo in za pokrivanje potreb drugih gospodinjstev so namenjeni lahki sekalniki. Za manjše biomasne sisteme in večje število gospodinjstev so dovolj zmogljivi srednji sekalniki. Kadar pa imamo pogodbe za večje količine lesnih sekancev iz deponij in v lesnopredelovalni industriji, nam pridejo v poštev večji sekalniki. Kapaciteta sekalnikov je večja kor pa je povpraševanje po lesnih sekancih (Kranjc, 2009).

2.3 TEHNOLOGIJE PRIPRAVANJA LESNIH SEKANCEV

Spravilo okroglega lesa in spravilo gozdnih lesnih sekancev je na različne načine medsebojno povezano (Košir, 1997). Tehnologije pridobivanja gozdnih lesnih sekancev delimo glede na kraj izdelave sekancev, kajti to določa vse bistvene značilnosti tehnologij, od vhodne surovine, procesa in strojev, do značilnosti proizvoda (Košir, 2009).

2.3.1 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev v gozdu

Kot surovina se uporablja drevo oziroma sečni ostanki. Surovina lahko vsebuje zeleno biomaso ter velik delež skorje. Za stroje v tej tehnologiji je značilno pobiranje sečnih ostankov, sekanje in spravilo s sekalnikom, ki vsebuje kontejner pride v poštev pri končnih posekih ali krčitvah. Možna je uporaba tudi kombiniranega stroja, ki opravi sečnjo, sekanje in spravilo; in sicer v sestojih, ki vsebujejo drevesa s premerom do 30cm. Za sekance je značilno, da lahko vsebujejo veliko vodo, zato jih je potrebno sušiti najmanj 6 mesecev,

zimska sezona je obvezna, če izkoriščamo celotno drevo. Obstaja nevarnost manjše kurilne vrednosti, stroški spravila, izdelave sekancev in transporta so veliki, stroški manipulacije so majhni, stroškov sečnje pa ni (ti stroški spadajo k stroškom pridobivanja okroglega lesa). Učinki sekanja so majhni (Košir, 2009).

2.3.2 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev pri kamionski cesti

Kot surovina se uporablja drevo, sečni ostanki ter okrogel les slabše kakovosti. Surovina lahko vsebuje zeleno biomaso ter velik delež skorje. Za to metodo je značilno sekanje sečnih ostankov po drevesni metodi in izdelava okroglega lesa ali sekanje celih dreves po drevesni metodi. Prav tako obstaja nevarnost velike vsebnosti vode, sekance je potrebno sušiti najmanj 6 mesecev. Zimska sezona je obvezna, če izkoriščamo celotno drevo. Obstaja nevarnost manjše kurilne vrednosti. Stroškov sečnje ni, razen pri drevesni metodi in čistem biomasnem sistemu so majhni (samo podiranje). Stroškov spravila ni, razen pri drevesni metodi in čistem biomasnem sistemu so veliki (drobno drevje). Stroški izdelave sekancev, stroški transporta in stroški manipulacije so srednji. Učinki sekanja so srednji (Košir, 2009).

2.3.3 Tehnologija izdelave gozdnih lesnih sekancev na logističnem centru

Kot surovina se uporabljajo sečni ostanki, okrogel les slabše kakovosti, industrijski ostanki, odslužen les in druga lesna biomasa. Sestava surovine je zelo raznovrstna, vsebuje tudi umazanijo (pesek, blato...) in razne primesi (plastika, kovine), pri sekanju komunalnih ostanki. Koncentracija surovine je zelo velika (več deset tisoč ali več sto tisoč ton na skladišču letno). Proces je visoko specializiran, dobro organiziran. Stroji so zelo močni. Kakovost sekancev niha in je odvisna od vhodne surovine in sezone. Če je logistični center pokrit, je kakovost sekancev boljša. Obstaja več možnosti za nadzor kurilne vrednosti proizvoda. Stroškov sečnje in spravila ni. Stroški izdelave sekancev in transporta so majhni, stroški manipulacije pa so veliki. V primeru, da je logistični center pokrit, delovni čas ni odvisen od sezone, sicer pa se prilagaja razmeram. Učinki sekanja so veliki (Košir, 2009).

2.4 LESNI SEKANCI

Lesni sekanci so kosi sekanega lesa, veliki do 8 cm. Običajno se izdelujejo iz drobnega lesa, lesnih ostankov. Velikost sekancev se mora prilagajati dozirni napravi peči. Najbolj pogosta velikost delcev je 3 cm (Kranjc in Kovač, 2003). Njihova kakovost je odvisna od vhodne surovine in tehnologije pridobivanja sekancev (Kranjc, 2009).

Prednosti sekancev (Kranjc, 2009)

- popolnoma avtomatiziran sistem ogrevanja, visoko udobje ogrevanja,
- kot kurivo je mogoče uporabljati katerokoli les,
- nizek tekoči strošek ogrevanja.

Slabosti sekancev (Kranjc, 2009)

- visoka začetna investicija v sistem za centralno ogrevanje,
- za izdelavo sekancev je potrebno kupiti ali najeti sekalnik za sekance,
- velik in od kurilnice ločen prostor za skladiščenje sekancev.

Vlažnost sekancev je zelo pomembna: imamo suhe lesne sekance z vlažnostjo do 20 %, kar pomeni, da so primerni za skladiščenje v zalogovniku. Lesni sekanci z vlažnostjo do 30 % so na meji degradacijskih procesov. Lesni sekanci z vlažnostjo 40 % imajo omejeno skladiščenje. To pomeni, da jih ne smemo hraniti v zalogovniku, ne smemo dalj časa pustiti na kupu ali pa uporabljati za proizvodnjo energije (Kranjc, 2009).

2.4.1 Viri za lesne sekance

Viri lesne biomase kamor spadajo tudi lesni sekanci uporabni v energetske namene so (Kranjc in Kovač, 2003):

Gozd in plantaže gozdnega drevja:

- redni posek (sortimenti slabše kakovosti) in redčenja (drobni sortimenti),
- sečni ostanki (vejevina in vrhači, vendar ne tanjši od 5 cm premera,
- sanitarne sečnje.

Kmetijske in urbane površine:

- krčitev grmišč,
- obnova sadovnjakov in vinogradov,
- vzdrževanje parkov in zelenic,
- čiščenje pašnikov.

Lesni ostanki:

- primarna obdelava (krajniki, žamanje, očelki, žaganje),
- sekundarna predelava lesa (lesni prah in skoblanci),
- lubje.

Pod lesne ostanke štejemo ostanke kemično obdelanega lesa, če ne vsebuje težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov (Kranjc, 2009).

Odpadni in odslužen les:

- lesna embalaža,
- gradbeni les,
- pohištvo.

Ta skupina zajema odslužen les, ki je potrošniku že zadostil svojemu namenu in ga jemlje kot odpadke. Odslužen les, ki bo uporabljen v energetske namene, ne sme vsebovati težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov (Kranjc, 2009).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 METODA DELA

Podatke za diplomsko nalogo smo pridobili iz spleta na straneh proizvajalcev sekalnikov. Uporabi smo podatke 114 sekalnikov 24 različnih proizvajalcev. Ker se sekalniki med seboj razlikujejo glede na osnovni stroj na katerem je sekalnik, smo sekalnike razdelili v več kategorij in sicer: priključek, priklopnik, sekalnik na delovnem stroju, sekalnik na kamionu, samostojen sekalnik, vertikalni mlin in horizontalni mlin.

Vsakemu sekalniku smo določili kategorijo. Nato smo določili način podajanja surovine (ročno podajanje, dvigalo ločeno od sekalnika, dvigalo pri sekalniku), način sekanja (bobenski, diskast, polžast) obliko osnovnega stroja na katerem je sekalnik (traktor, samostojen motor, kamion) ter največjo in najmanjšo potrebno moč motorja sekalnika. Ugotavljali smo tudi dimenzije sekalnika (širino, višino, dolžino, maso, širino vhodne odprtine, višino vhodne odprtine in največji premer lesa). Poleg teh podatkov smo zbrali še nekatere druge pomembne podatke, ki so priloženi v prilogi A.

Najpomembnejši tehnični podatki o sekalnikih so prikazani v prilogi B. V preglednici so prikazane povprečne, najmanjše in največje za izbrane tehnične podatke. Za potrditev delovnih hipotez pa smo uporabili naslednje podatke: kategorije glede na moč motorja, kje dela sekalnik, največji premer lesa, masa sekalnika, način podajanja surovine. Moč motorja sekalnikov smo razdelili v tri kategorije in sicer: lahki sekalniki (20-50kW), srednji sekalniki (50- 120kW) in veliki sekalniki (nad 120kW).

Tehnični podatki o sekalnikih, ki smo jih uporabili v obdelavi so iz leta od 2003 do leta 2010 slednjih je največ. Podatke smo obdelali, uredili in predstavili v preglednicah.

3.2 KATEGORIJE SEKALNIKOV

3.2.1 Vrtni sekalniki

Vrtni sekalniki so odlični za uporabo v manjših vrtovih, kjer ni veliko prostora saj sekalnike z lahkoto upravljamo. Primeren je za sekanje drobnega lesa (veje dreves, grmov). Tipični uporabniki vrtnih sekalnikov so združenja lastnikov hiš, stanovanjska naselja in pokopališča, parki. Sekanci iz serije za vrtove, so zelo priljubljeni za prekrivanje površin. Sekalniki imajo večinoma lasten motor in ročno podajanje surovine. Tem sekalnikom v diplomskem delu nismo posvečali veliko pozornosti, saj se ne pojavljajo v profesionalnem gozdarstvu.

3.2.2 Priključek na traktorju

Sekalnik je tritočkovno vpet na traktor. Poganja ga traktorska priključna gred. Podajanje je v večini primerov ročno, lahko pa surovino podajamo z dvigalom, ki se nahaja pri sekalniku. Nekateri izmed teh sekalnikov lahko uporabljamo za proizvodnjo sekancev v profesionalnem gozdarstvu. Sekalniki lahko delajo na kamionski cesti, vlaki ali v gozdu. Glede na način sekanja jih lahko umestimo med bobenske in diskaste sekalnike.

3.2.3 Priklopnik

Pogonski agregat (traktor) je za delovanje sekalnika izjemnega pomena. Sekalnik je nanj pripet, hkrati pa od njega prek kardanskega prenosa dobi vso potrebno energijo za sekanje, če sekalnik nima lastnega motorja. Podajanje surovine je lahko ročno ali pa s pomočjo dvigala, ki je lahko pri sekalniku ali pa ločeno od njega. Sekalnik ima lahko tudi kontejner v katerega izletavajo sekanci. Sekalniki te kategorije lahko delajo na skladišču, kamionski cesti, vlakih. Nekateri imajo tudi verižni dovajalni trak, ki omogoča enostavno dovajanje surovine.

3.2.4 Na delovnem stroju

Ti sekalniki so grajeni kot zgibni prikoličarji z zaprtim prostorom za lesne sekance, s sekalnikom in nakladalno napravo za podajanje surovine. Stroji se vozijo po gozdnem brezpotju, kjer sekajo sečne ostanke v lesne sekance in jih potem vozijo do kamionske ceste (Košir, 1997).

3.2.5 Sekalnik na kamionu

Sekalniki je gnan direktno z motorjem tovornjaka. Močno gonilo skrbi za optimalni prenos celotne moči na sekalnik. Strojnik dela ugodno v kabini tovornjaka iz katere upravlja sekalnik in dvigalo. Pri nekaterih je poleg sekalnika tudi kontejner v katerega izletavajo sekanci. Podajanje je strojno in sicer z dvigalo, ki se nahaja pri sekalniku ali pa je ločeno od sekalnika. Lahko delajo na kamionski cesti ali na skladišču, kjer sekajo lesne ostanke in drobno celo drevje. Za enostavno dovajanje surovine imajo sekalniki verižni dovajalni trak.

3.2.6 Samostojni sekalniki

Samostojni sekalniki so namenjeni sekanju lesa na lesnih skladiščih, nekateri sekalniki pa so namenjeni tudi za vožnjo po brezpotju, kjer sekajo lesne ostanke in drobno drevje. Sekalniki so lahko na kolesih ali pa na gosenicah in imajo lasten motor. Podajanje surovine je lahko ročno ali pa strojno s dvigala, ki je najpogosteje ločeno od sekalnika.

3.2.7 Vertikalni mlini

Vertikalni mlini so namenjeni sekanju lesnih ostankov in celih dreves na skladiščih in kamionski cesti. Podajanje surovine izvajamo s dvigalom, ki je lahko pri mlinu ali pa ločeno od mlina. Mlini imajo lasten pogon in so lahko na kolesih ali pa na gosenicah. Sekajo lahko zelo debelo drevje in velike količine lesa, zato dosegajo velike učinke.

3.2.8 Horizontalni mlini

Tudi ti mlini so namenjeni sekanju lesnih ostankov in celih dreves na skladiščih ali na kamionski cesti. Za lažje podajanje imajo mlini tudi transportni trak. Surovino podajamo s pomočjo dvigala, ki je lahko ločeno od mlina ali pri mlinu. Stroji so lahko kolesniki ali pa goseničarji, vso energijo za delovanje pa mlin dobi od lastnega motorja. Nekateri manjši mlini lahko delajo tudi v gozdu.

3.2.9 Stacionarni sekalniki

Stacionarni sekalniki sposobni sekati najdebelejši les, ki so namenjeni za delo na logističnem centru in se jih le redko premešča na večjih razdaljah oz. so fiksno vgrajeni. Ti stroji so zelo dragi in zmogljivi, saj delajo na logističnih centrih z več sto tisoč tonami letnega prometa. Mi jim nismo posvečali posebne pozornosti, ker spadajo že bolj v industrijsko-energetsko rabo na večjih odlagališčih in manj v gozdarstvo (Košir, 2009).

4 REZULTATI

4.1 MASA SEKALNIKA

Preglednica 3: Povprečne, najmanjše in največje vrednosti za maso (kg) sekalnika glede na kategorijo moči motorja sekalnika

Kategorija glede na moč motorja	Povprečje	Minimum	Maksimum
Lahki	735,11	132,00	1520,00
Srednji	3052,18	670,00	12500,00
Veliki	18162,93	2606,30	56699,00

Iz preglednice 3 je razvidno, da imajo lahki sekalniki najmanjšo maso, ta znaša od 132kg do 1520kg. Povprečna masa za to kategorijo znaša 732kg. Precej težji so sekalniki srednje kategorije. Njihova teža se giblje od 670kg do 12500kg, povprečje iz mas sekalnikov je 3052kg. Največjo maso pa imajo veliki sekalniki, saj najmanjša masa znaša 2606,3kg, največja masa pa 56699kg. Povprečje mas velikih sekalnikov znaša 18162,9kg.

4.2 NAJVEČJI PREMER SEKANJA LESA

Preglednica 4: Povprečne, najmanjše in največje vrednosti za največji premer sekanja lesa glede na kategorijo moči motorja sekalnika v (cm).

Kategorija glede na moč motorja	Povprečje	Minimum	Maksimum
Lahki	13,93	8,00	25,00
Srednji	31,40	16,00	48,30
Veliki	65,58	38,10	130,00

Iz preglednice 4 je razvidno, da je premer sekanja lesa, najmanjši pri lahkih sekalnikih. Po naših podatkih sekalniki te kategorije sekajo les premera od 8cm do 25cm, povprečje iz teh premerov znaša 14cm. Nekoliko debelejši les lahko sekajo srednji sekalniki in sicer les premera od 16cm do 48cm, njihovo povprečje pa znaša 31cm. Veliki sekalniki pa lahko sekajo zelo debel les premera od 38cm do 130cm. Povprečni največji premer sekanja pri teh sekalnikih pa znaša 66cm.

4.3 OBLIKA SEKALNIKA GLEDE NA MOČ MOTORJA SEKALNIKA

Preglednica 5: Število sekalnikov po oblikah sekalnikov glede na kategorijo moči motorja sekalnika.

Oblika sekalnika	Lahki	Srednji	Veliki
Horizontalni mlin			27
Na delovnem stroju			2
Na kamionu			8
Priključek	5	8	2
Priklopnik	12	23	13
Samostojen	2	3	1
Vertikalni mlin		1	7
Skupna vsota	19	35	60

Iz preglednice 5 lahko razberemo, da smo med velike sekalnike uvrstili vseh 27 horizontalnih mlinov, oba sekalnika na delovnem stroju in vseh 8 sekalnikov na kamionu. Med velike sekalnike smo uvrstili tudi večino vertikalnih mlinov razen enega, ki spada med srednje sekalnike. Med sekalniki, ki jih priključimo na traktor so prevladovali srednji sekalniki, teh je bilo osem, najmanj pa je velikih sekalnikov. Tudi pri sekalnikih priklopnikih je največ sekalnikov v srednji kategoriji in sicer 23 sekalnikov. Več je v primerjavi s predhodno kategorijo velikih sekalnikov in sicer 13 sekalnikov. Samostojni sekalniki so se pojavljali v vseh kategorijah največ smo jih uvrstili v srednjo kategorijo in sicer tri sekalnike, najmanj pa je bilo velikih.

Preglednica 6: Povprečne moči motorjev sekalnikov v (kW)

Lahki	Srednji	Veliki
22	80	374

Iz preglednice 6 lahko razberemo, da je povprečje moči sekalnikov največje pri velikih sekalnikih in znaša 374kW, najmanjše povprečje pa je pri lahkih sekalnikih to znaša 22kW.

4.4 NAČIN PODAJANJA SUROVINE

Preglednica 7: Število sekalnikov po načinu podajanja lesa glede na kategorijo moči motorja sekalnika.

Podajanje surovine	Lahki	Srednji	Veliki	Skupna vsota
Dvigalo ločeno od stroja		2	32	34
Dvigalo pri sekalniku		7	27	34
Ročno	19	27	0	46

Iz preglednice 7 lahko razberemo, da je podajanje pri lahkih sekalnikih ročno. Ročno podajanje prevladuje tudi pri srednjih sekalnikih, takih sekalnikov je bilo 27. Sedem sekalnikov podaja surovino s pomočjo dvigala ki je pri sekalniku, dva pa s pomočjo dvigala ločenim od sekalnika. Pri velikih sekalnikih najpogosteje surovino podajamo s dvigalom ločenim od sekalnika (32 sekalnikov) ali pa s dvigalom pri sekalniku (27 sekalnikov).

4.5 MESTO IZDELAVE SEKANCEV

Preglednica 8: Število sekalnikov po obliki sekalnika glede na mesto izdelave sekancev.

Oblika sekalnika	Gozd	K. cesta, skladišče	K. cesta, vlaka	Skladišče	Vrt, park
Horizontalni mlin	3	13		10	
Na delovnem stroju	2				
Na kamionu		8			
Priključek			14		
Priklopnik		15	29		5
Samostojni	5				2
Vertikalni mlin	1	2		5	
Skupna vsota	11	38	43	15	7

Iz preglednice 8 lahko razberemo, da horizontalni in vertikalni mlini delajo predvsem na kamionski cesti ali na skladišču, le manjši mlini lahko delajo v gozdu. Vsi sekalniki na delovnem stroju izdelajo sekancev v gozdu, v gozdu dela tudi večina samostojnih sekalnikov. Prav tako pa vsi sekalniki na kamionu izdelujejo sekance na skladišču ali na kamionski cesti. Sekalniki priklopniki, pa so namenjeni izdelavi sekancev na kamionski cesti ali vlaki. Nekateri večji priklopniki pa lahko delajo na skladiščih. Priključki pa so namenjeni sekanju lesa na kamionski cesti ali na gozdni vlaki.

5 SKLEPNE UGOTOVITVE IN RAZPRAVA

Mase sekalnikov se med različnimi sekalniki precej razlikujejo. Največjo maso imajo veliki sekalniki, najmanjšo pa lahki sekalniki. Masa velikih sekalnikov se giblje od 2606kg do 56699kg, pri lahkih pa od 132kg do 1520kg. Zato lahko potrdimo hipotezo, da imajo veliki sekalniki večjo maso od lahkih, saj so veliki precej težji od lahkih sekalnikov.

Na podlagi zbranih tehničnih podatkov o sekalnikih smo ugotovili, da so premeri lesa največji pri velikih sekalnikih, njihov razpon znaša od 60cm do 130cm. Najmanjši premeri so v kategoriji lahkih sekalnikov, razpon znaša od 8cm do 25cm.

V literaturi smo dobili podatek, da znaša pri horizontalnih mlinih, ki spadajo med velike sekalnike najmanjši premer lesa 1,30m, največji pa 1,80m. Pri priključkih-nekatere bi lahko vrstili med lahke, pa znaša premer lesa od 10cm do 60cm (Košir, 2009).

V diplomskem delu smo ugotavljali tudi povezavo med kategorijo moči motorja in obliko sekalnika in prišli do naslednjih ugotovitev. Med velike sekalnike spadajo horizontalni in vertikalni mlini, sekalniki na delovnem stroju (forwarderju) ter sekalniki na kamionu. Sekalniki priključki, sekalniki priklopniki in samostojni sekalniki so lahko lahki, srednji ali veliki. Pri vseh treh oblikah je največ srednjih sekalnikov, najmanj pa velikih, razen pri priklopnikih kjer je najmanj majhnih sekalnikov. V literaturi smo zasledili podatke, da sekalniki na kamionu in sekalniki na delovnem stroju spadajo med zelo velike, horizontalni in vertikalni mlini ter priklopniki z dvigalom pa spadajo med velike in zelo velike sekalnike glede na kategorijo moči motorja (Košir, 2009).

Izračunali smo tudi povprečje moči motorjev za sekalnike. Povprečje v našem primeru znaša pri lahkih 22kW, srednjih 80kW in pri velikih sekalnikih 374kW. V literaturi smo zasledili, da je povprečna moč majhnih sekalnikov 34kW, srednjih sekalnikov 78kW, velikih sekalnikov 148kW in zelo velikih sekalnikov 446kW (Košir, 2009). Vrednosti se razlikujejo pri lahkih oz. majhnih sekalnikih in velikih sekalnikih. Pri velikih sekalnikih je razlika v povprečni vrednosti nastala, ker smo zelo velike stroje uvrstili med velike sekalnike

Hipotezo, da potrebujejo sekalniki, ki sekajo večji premer les večjo moč motorja in, da se ti sekalniki pojavljajo na kamionu ali pa so samostojni, lahko potrdimo. Veliki sekalniki lahko sekajo večje premere lesa, zato potrebujejo večjo moč motorja in se pojavljajo na kamionu, ali pa sekalnik poganja zmogljiv motor (vertikalni in horizontalni mlini).

Pri ugotavljanju načina podajanja surovine smo ugotovili, da imajo vsi lahki sekalniki ročno podajanje surovine. Pri srednjih sekalnikih lahko surovino podajamo ročno ali s pomočjo dvigala. Največ srednjih sekalnikov je imelo ročno podajanje (75 % sekalnikov), najmanj pa podajanje surovine s pomočjo dvigala ločenim od sekalnika (6 % sekalnikov). Pri vseh velikih sekalnih surovino podajamo s pomočjo dvigala, največ je bilo tistih sekalnikov pri katerih je dvigalo ločeno od sekalnika (54 % sekalnikov). Zato lahko potrdimo hipotezo, da je pri lahki sekalniki podajanje surovine ročno, pri težkih pa surovino podajajo z dvigalom.

Za horizontalne in vertikalne mline ter za sekalnike na kamionu smo ugotovili, da izdelujejo sekance na kamionski cesti ali na skladišču, le sekalniki manjših dimenzij lahko delajo v gozdu. V gozdu delajo tudi sekalniki na delovnem stroju in večina samostojnih sekalnikov. Manjše samostojne sekalnike se lahko uporablja tudi v večjih parkih in vrtovih. Sekalniki priklopniki so namenjeni izdelavi sekancev na kamionski cesti ali vlaki, nekateri večji lahko delajo tudi na skladiščih. Sekalniki priključki sekajo les na kamionski cesti ali na vlaki. Zato lahko potrdimo hipotezo, da horizontalni mlinci in sekalniki na kamionu delajo na kamionski cesti ali na skladišču.

6 POVZETEK

Na tržišču je veliko sekalnikov, ki se med seboj zelo razlikujejo. Sekalnike lahko razdelimo v več oblik in sicer na: priključke, priklopnike, sekalnike na kamionu, sekalnike na delovnem stroju, samostojne sekalnike, vertikalne in horizontalne mline ter stacionarne (vgrajeni) sekalnike. Ti sekalniki se med seboj razlikujejo glede na premer sekanja lesa, maso sekalnika, moč motorja sekalnika, način podajanja surovine, mesto izdelave sekancev.

Veliki sekalniki so najtežji med sekalniki in lahko sekajo zelo debel les do 130cm, zato potrebujejo tudi samostojen in zmogljiv motor. Povprečne moči velikih sekalnikov je v našem primeru znašalo 374kW. Med velike sekalnike spadajo horizontalni in vertikalni mline, sekalniki na kamionu in delovnem stroju, ter nekateri priklopniki. Ti sekalniki so namenjeni za delo na kamionski cesti, skladišču in gozdu. Podajanje surovine je le s pomočjo dvigala.

Srednji sekalniki so lažji od velikih sekalnikih, imajo manjši premer lesa do 50cm in potrebujejo manjšo moč motorja sekalnika (povprečje 80kW). Med te sekalnike spadajo večina priklopnikov, priključkov in samostojnih sekalnikov ter delajo na kamionski cesti ali na gozdni vlaki, nekateri večji sekalniki delajo tudi na skladiščih. Podajanje surovine pri teh sekalnikih je lahko ročno ali pa z dvigalom, le to je lahko pri sekalniku ali ločeno od sekalnika.

Lahki sekalniki so najlažji in sekajo najmanjše premere lesa do 25cm hkrati pa potrebujejo majhno moč motorja (povprečje 22kW). Med lahke sekalnike lahko štejemo nekatere priklopnike, priključke ter samostojne sekalnike. Sekalniki do namenjeni za delo na kamionski cesti, na gozdni cesti in delo v gozdu. Podajanje surovine je izključno ročno.

7 VIRI

Bezovnik Š. 2007. Primerjava dveh sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal: 53 str.

Košir B. 1997. Pridobivanje lesa. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 330 str.

Košir B. 2009. Uvajanje tehnologij strojne sečnje in izkoriščanja sečnih ostankov:-končno poročilo projekta. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 177. str.

Kranjc N. 2009. Lesna goriva. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 81. str.

Kranjc N., Kopše I. 2005. Les – domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije: 10. str.

Kranjc N., Kovač Š. 2003. Lesna biomasa okolju prijazen obnovljiv vir energije. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Občina Slovenska Bistrica: 23.str.

Bruks sekalniki. 2010. Bruks.

<http://www.bruks.com/English/Products/Mobile/mobile.html> (22. jul. 2010)

Jenz sekalniki za les.2009.

<http://www.jenz.de/> (22. jul. 2010)

Junnkari sekalniki. 2009. Junnkari.

<http://www.greenmech.co.uk/Product%20Range/index.asp> (22. jul. 2010)

Katalog MUS- MAX. 2008. MUS- MAX. 7- 22 str.

http://www.bijol.si/doc2/sekalniki_za_sekance_mus_max.pdf (20. jul. 2010)

Morback sekalniki za les. 2010.

<http://www.morbark.com/Equipment/Forestry.htm#WTC> (16. avg. 2010)

Produkti podjetja Dutchdragon. 2010.

<http://www.dutchdragon.nl/english/products.html#echipper> (29. jul. 2010)

Sekalniki Bandit. 2010.

http://www.banditchippers.com/index.php?option=com_models&task=view&itemId=15&lineId=2&modelId=13 (22. jul. 2010)

Sekalniki Eschlböck.2007. Eschlböck Maschinenfabrik.

<http://www.eschlboeck.at/> (23. jul. 2010)

Sekalniki Peterson. 2010. Peterson

http://www.petersoncorp.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=96 (29. jul. 2010)

Sekalniki Precision husky. 2003. Precision husky corporation.

<http://www.precisionhusky.com/PDF%20Files/900-pdf.pdf> (22. jul. 2010)

Sekalniki Ryetec. 2009. Ryetec.

http://www.ryetec.co.uk/chippers_1.html (22. jul. 2010)

Sekalniki za les Abbey. 2010.

<http://www.abbeygardensales.co.uk/subprod/petrol-chipper-shredders0000120.aspx> (16. avg. 2010)

Sekalniki za les Greenmech. 2008. Greenmech.

<http://www.greenmech.co.uk/Product%20Range/index.asp> (22. jul. 2010)

Sekalniki za les Jensen. 2008.

http://www.pezzolato.it/eng/smaltimento/ctecn_cipd.htm (22. jul. 2010)

Sekalniki za les Kesla. 2009. Kesla

http://www.kesla.com/pdf2006/englanti/Englanti_hakkurit.pdf (22. jul. 2010)

Sekalniki za les Pezzolato. 2010.

http://www.pezzolato.it/eng/smaltimento/ctecn_cipd.htm (22. jul. 2010)

Sekalniki za les Rayco. 2010.

<http://www.raycomfg.com/Literature.htm> (16. avg. 2010)

Sekalniki za les Wermeer .2010. Wermeer

<http://www2.vermeer.com/vermeer/> (29. jul. 2010)

Sekalniki za les. 2010. Ulysess

<http://www.ulysess.net/> (22. jul. 2010)

TP sekalnik lesa. 2009. Linddara A/S.

<http://www.tp.dk/319.0.html> (22. jul. 2010)

Vertikalni mlini Duratech. 2006.

http://www.duratechindustries.net/dt/3010_Tub_Grinders.html (16. avg. 2010)

Woodsman sekalniki. 2010.

<http://www.woodsmanchippers.com/730x.aspx> (22. jul. 2010)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mojim staršem, ki so mi omogočili študij in mi stali ob strani.

Najlepše se zahvaljujem tudi svojemu mentorju izr. prof. Boštjanu Koširju, ki mi je pri pisanju diplomskega dela svetoval in mi nudil strokovno vodstvo ter pomoč.

PRILOGE

Priloga A

Snemalni list

Zaporedna številka sekalnika	1	2	3	4
Slika				
Vir				
Leto				
Lasten pogon (da/ne)				
Oblika sekalnika				
Podajanje (ročno, dvigalo)				
Kontejner (da/ne)				
Znamka sekalnika				
Tip sekalnika				
Kolesnik /goseničar				
Motor vozila				
Vrsta motorja				
Motor- min (kW)				
Motor -max (kW)				
Kje dela sekalnik				
Priklop na kardansko gred (da/ne)				
Motor sekalnik (da/ne)				
Proizvajalec motorja sekalnika				
Motor sekalnika -min (kW)				
Motor sekalnika - max (kW)				
Kategorija sekalnika glede na moč				
Tank sekalnika (l)				
Tank za hidravliko (l)				
Dolžina sekalnika (m)				
Širina sekalnika (m)				
Višina sekalnika (m)				
Masa sekalnika (kg)				
Največja masa (kg)				
Najmanjša masa (kg)				
Tip sekalnika				
Način sekanja sekalnika				




se nadaljuje

nadaljevaje priloge A

Premer diska (cm)				
Premer bobna (cm)				
Širina bobna (cm)				
Hitrost bobna (rpm)				
Dovodna odprtina- višina (cm)				
Dovodna odprtina- širina (cm)				
Premer lesa (cm)				
Število nožev / kladiv/ rezil				
Max velikost sekancev (cm)				
Min učinek sekalnika (m ³ /h) = t/h				
Max učinek sekalnika (m ³ /h) = t/h				
Višina kontejnerja (m)				
Volumen kontejnerja - max (m ³)				

Priloga B

Povprečne, najmanjše in največje vrednosti najpomembnejših podatkov o sekalnikih

Priključek na traktorju	na				
n = 16		Moč motorja min (kW)	55,31	10,00	147,00
		Dolžina (m)	2,54	1,25	4,00
		Širina (m)	2,25	1,20	4,40
		Višina (m)	2,81	1,90	4,00
		Masa (kg)	1572,63	172,00	7000,00
		Vhodna odprtina - višina (cm)	41,73	9,00	118,00
		Vhodna odprtina- širina (cm)	39,13	9,00	84,00
		Premer lesa (cm)	26,20	9,00	60,00
Priklopnik					
n = 45		Moč motorja min (kW)	93,69	12,00	480,00
		Dolžina (m)	4,64	0,81	8,70
		Širina (m)	2,06	1,20	2,65
		Višina (m)	10,68	2,06	282,00
		Masa (kg)	4767,97	750,00	24000,00
		Vhodna odprtina - višina (cm)	65,68	14,00	165,00
		Vhodna odprtina- širina (cm)	85,49	15,00	213,00
		Premer lesa (cm)	37,71	13,00	130,00
Na delovnem stroju					
n = 2		Moč motorja min (kW)	335,00	260,00	410,00
		Vhodna odprtina - višina (cm)	66,00	60,00	72,00
		Vhodna odprtina- širina (cm)	72,50	60,00	85,00
		Premer lesa (cm)	70,00	60,00	80,00

se nadaljuje

nadaljevanje priloge B

Na kamionu	Tehnični podatki	Povprečje	Minimum	Maksimum
n = 8	Moč motorja min (kW)	324,38	53,00	450,00
	Dolžina (m)	7,83	6,50	9,15
	Širina (m)	2,52	2,50	2,55
	Višina (m)	3,94	3,85	4,00
	Masa (kg)	18225,00	10000,00	25000,00
	Vhodna odprtina - višina (cm)	68,75	55,00	75,00
	Vhodna odprtina- širina (cm)	95,75	85,00	100,00
	Premer lesa (cm)	70,63	55,00	80,00
Samostojni				
n = 6	Moč motorja min (kW)	115,42	12,00	470,00
	Dolžina (m)	3,61	1,42	9,00
	Širina (m)	1,61	0,70	2,93
	Višina (m)	1,75	0,26	3,50
	Masa (kg)	5736,00	750,00	23600,00
	Vhodna odprtina - višina (cm)	80,00	16,00	130,00
	Vhodna odprtina- širina (cm)	82,50	22,00	107,00
	Premer lesa (cm)	24,50	13,00	61,00
Vertikalni mlin				
n = 8	Moč motorja min (kW)	383,00	75,00	753,00
	Dolžina (m)	10,92	5,64	13,11
	Širina (m)	2,81	2,28	3,63
	Višina (m)	3,40	2,29	4,10
	Masa (kg)	20598,00	4848,00	43544,87
	Vhodna odprtina - višina (cm)	67,06	61,00	82,60
	Vhodna odprtina- širina (cm)	121,31	89,00	162,60
	Premer lesa (cm)	54,45	43,00	82,60
Horizontalni mlin				
n = 27	Moč motorja min (kW)	383,10	104,00	708,00
	Dolžina (m)	10,79	5,59	18,49
	Širina (m)	2,85	2,28	3,66
	Višina (m)	16,16	2,59	323,00
	Masa (kg)	26793,19	2606,30	111600,20
	Vhodna odprtina - višina (cm)	100,13	43,20	240,00
	Vhodna odprtina- širina (cm)	141,42	91,40	190,00
	Premer lesa (cm)	72,18	40,00	127,00