

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

Peter KUCLER

**UČINKI IN STROŠKI IZDELAVE LESNIH
SEKANCEV S SEKALNIKOM ESCHLBÖCK BIBER
70-RM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

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

Peter KUCLER

**UČINKI IN STROŠKI IZDELAVE LESNIH SEKANCEV S
SEKALNIKOM ESCHLBÖCK BIBER 70-RM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**EFFECTS AND COST OF MANUFACTURING WOOD CHIPS WITH
CUTTER ESCHLBÖCK BIBER 70-RM**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Univerzi v Ljubljani, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete. Meritve so potekale na posameznih skladiščih po okoliških kmetijah.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je za mentorja imenovala prof. dr. Boštjana Koširja, za recenzenta pa je bil imenovan dr. Jurij Marenče.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Podpis:

Peter Kucler

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vdn
- DK GDK 839.3(043.2)=163.6
- KG lesna biomasa/lesni sekanci/izdelava lesnih sekancev/učinki/stroški/delovni čas
- AV KUCLER, Peter
- 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 UČINKI IN STROŠKI IZDELAVE LESNIH SEKANCEV S SEKALNIKOM ESCHLOBÖCK BIBER 70
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP IX, 46 str., 16 pregl., 11 sl., 4 pril., 28 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Uporaba lesne biomase je v Sloveniji vse večja, vse več je povpraševanja. Pri diplomskem delu so se osredotočili zgolj na učinke in stroške izdelave lesnih sekancev, pridobljeni s snemanji in meritvami s sekalnikom Eschlböck Biber 70-RM kot priključek traktorja JCB Fastrac 3230. Poleg teh so ugotavljali še porabo goriva, izmerjena je bila tudi vlažnost in vsebnost vode v lesnih sekancih. V samem procesu se je sesekalo goli drva, sečne ostanke in žamanje. Ničelna kronometrična metoda se je uporabila za ugotavljanje strukture delovnega časa. Porabo goriva se je ugotavljalo po standardni metodi, prav tako se je ugotavljalo tudi stroške s standardno metodo. Vlago v sekancih se je izmerila z vlago-metrom FMG 3000. Ugotovilo se je, da je sekalnik primeren za sekanje vhodne surovine, ki je lahko tako sveža kot tudi suha. Sekalnik, pripet za traktor dosega dobre učinke; zaradi stalnega premikanja po skladišču pa potrebuje več časa za izdelavo. Ugotovljena je bila sorazmerna poraba goriva glede na količino izdelanih lesnih sekancev. Za doseg zastavljenih evropskih energetske ciljev bodo morali povečati porabo lesnih sekancev; evidentiranih imamo veliko sekalnikov, ki proizvedejo več kot znaša domača poraba. Trenutno se zdi, da je izvoz edina možna rešitev.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gth

DC FDC 839.3(043.2)=163.6

CX wood biomass/wood chips/production of wood chips/effects/costs/working hours

AU KUCLER, Peter

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 EFFECTS AND COSTS OF MANUFACTURING WOOD CHIPS WITH CUTTER ESCHLBÖCH BIBER 70

DT Graduation Thesis (Higher professional studies)

NO IX, 46 p., 16 tab., 11 fig., 4 ann., 28 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The usage of wooden biomass in Slovenia is growing and the same applies to the demand. In our diploma they have focused on the effects and costs of the production of wood chips which we have acquired with filming and measuring of the Eschlböck Biber 70-rm with tractor JCB Fastrac 3230 powered chipper. They have also established the fuel consumption and measured the moisture and water contents in wood chips. They have chopped down bare wood, cut-down remains and slabs in the process. The snap – beck chronometric method has been used to establish the structure of working hours. Both fuel consumption and costs were determined by the standard method. The moisture in wood chips has been measured with a FMG 3000 hygrometer. They have ascertained that the chipper is suitable for both fresh and dry inbound raw material. A tractor powered chipper achieves good effects but needs more time for their production because of its movement around in the warehouse. They have also established the fuel consumption to be proportional with the quantity of made wood chips. To achieve the fixed European energy goals, the usage of wood chips needs to increase. There are too many registered chippers that add to the produced quantity which lies above the Slovenian consumption level. At the moment, export seems to be the only solution possible.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	IX
1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE.....	3
2 DOSEDANJE RAZISKAVE O LESNI BIOMASI	5
2.1 VRSTE SEKALNIKOV IN TEHNOLOGIJE IZDELAVE	6
2.2 STANJE MEHANIZIRANOSTI	7
3 OBLIKE LESNE BIOMASE	8
4 KAKOVOSTNI RAZREDI LESNE BIOMASE	10
5 METODA RAZISKOVANJA.....	14
5.1 VHODNA SUROVINA	14
5.2 IZDELOVALEC IN DISTRIBUTER LESNIH SEKANCEV	21
5.3 METODA PROUČEVANJA ČASA.....	22
5.4 METODA MERJENJA GORIVA.....	23
5.5 METODA MERJENJA VLAGE.....	23
5.5.1 Voda v lesu	23
5.6 METODA MERJENJA UČINKOV	26
5.7 KALKULACIJA STROŠKOV.....	26
5.8 PREDPOSTAVKE KALKULACIJ.....	27
5.9 OBJEKT RAZISKAVE	28
5.9.1 Pogonski traktor JCB Fastrac 3230 in sekalnik Eschlböck Biber 70 z nakladalno napravo Kronos 5000.....	28
6 REZULTATI MERITEV	32
6.1 REZULTATI MERJENJA STRUKTURE DELOVNEGA ČASA.....	32

6.2 REZULTATI MERJENJA VSEBNOSTI VODE IN VLAŽNOSTI LESNIH SEKANCEV	33
6.3 REZULTATI MERJENJA UČINKOV SEKALNIKOV	34
6.4 REZULTATI MERJENJA PORABE GORIVA	35
7 SKLEPI IN RAZPRAVA.....	41
8 POVZETEK	42
9 VIRI IN LITERATURA.....	44
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Delitev sekalnikov v tri kategorije.....	7
Preglednica 2: Splošni podatki o izbranih občinah in gozdovih	19
Preglednica 3: Razmerje med vsebnostjo vode in vlažnostjo v lesu	24
Preglednica 4: Tehnični podatki vlago-metra FMG 3000	25
Preglednica 5: Izkoriščenost sekalnika na letni ravni.....	27
Preglednica 6: Primerjava strukture delovnega časa (v % izmerjenega časa).....	32
Preglednica 7: Izmerjena vsebnost vode in vlažnost lesnih sekancev.....	33
Preglednica 8: Poraba časa za izdelavo kubičnega metra nasutih lesnih sekancev (min/nm ³)	34
Preglednica 9: Poraba časa za izdelavo ene tone nasutih lesnih sekancev (min/t).....	34
Preglednica 10: Učinek sekalnika v delovni uri in delovnem dnevu	35
Preglednica 11: Poraba goriva v posnetem času	36
Preglednica 12: Poraba goriva v delovni uri in delovnem dnevu.....	36
Preglednica 13: Povprečje porabe goriva in povprečje učinka.....	37
Preglednica 14: Kalkulacija stroškov za sekalnik Eschlböck Biber 70 s traktorjem JCB Fastrac 3230.....	38
Preglednica 15: Strošek sekalnika Eschlböck s traktorjem JCB Fastrac 3230 na nasuti kubični meter lesnih sekancev	38
Preglednica 16: Strošek sekalnika s traktorjem JCB Fastrac 3230 v časovni enoti	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Sekalnik Eschlböck Biber 70 za izdelavo lesnih sekancev (foto: P. Kucler).....	3
Slika 2: Demonstracija pridobivanja biomase na kmetiji Košir v Zavrhu (foto: P. Kucler).....	8
Slika 3: Napačno zložena surovina (foto: P. Kucler)	15
Slika 4 in 5: Prežagovanje okroglega lesa (foto: P. Kucler).....	15
Slika 6: Žagarski ostanki, v ozadju objekt za skladiščenje lesnih sekancev. (foto: P. Kucler)	16
Slika 7 in 8: Dve prikolici za odvoz lesnih sekancev (foto: P. Kucler).....	17
Slika 9: Vlagometer FMG 3000 (slika proizvajalca).....	26
Slika 10: Traktor JCB Fastrac 3230 (foto: P. Kucler)	29
Slika 11: Sekalnik Eschlböck Biber 70 z nakladalno napravo Kronos 5000 (foto: P. Kucler)	31

KAZALO PRILOG

Priloga A: Snemalni list za ugotavljanje strukture delovnega časa.....	48
Priloga B: Struktura posnetega delovnega časa v minutah.....	49
Priloga C: Kalkulacija stroškov za sekalnik Eschlböck Biber 70 in pogonski agregat JCB Fastrac 3230.....	50
Priloga D: Kalkulacija stroškov v časovnih enotah.....	52

1 UVOD

V Sloveniji je po raziskavah poraba energije vedno večja, segrevanje ozračja je močnejše, zaloge fosilnih goriv pa so vedno manjše. Energija predstavlja najmočnejši dejavnik, brez katerega delovanje procesov za preživetje ljudi ni mogoče. V Sloveniji so začeli s projektom oziroma raziskavo o uporabi obnovljivih virov energije (OVE), za kar je bilo treba razviti tudi tehnologijo pridobivanja energije. Slovenija je gozdnata in gozdnatost se še povečuje, saj se precejšen del kmetijskih površin zarašča; posebej je takšno stanje izrazito v hribovitih predelih oziroma strmih predelih, kmetijske površine v teh predelih se opušča, opušča se tudi paša. Zato lahko zaključimo, da bomo morali počasi začeti razmišljati o uporabi lesne biomase in tako izkoriščali naravne vire kot je les.

Material, kot je les, je naraven in splošno uporaben tako v pohištveni industriji, industriji papirja in celuloze, v gradbeništvu in tudi energetiki. Njegova tradicionalna raba pa ima posebno vlogo tudi na podeželju (Kranjc, 2005).

Čeprav se lesna biomasa uporablja že vrsto let, je poraba še vedno premajhna. Ljudje so bili namreč navajeni uporabljati fosilna goriva za energijo, lesne biomase niso poznali. Evropska unija v zadnjem času vsakodnevno poudarja preveliko onesnaževanje okolja in s tem povezanimi izpusti toplogrednih plinov (TPG). Kako ukrepati glede tega? Treba je zmanjšati porabo fosilnih goriv in povečati uporabo lesne biomase, saj lahko iz nje enako kakovostno pridobimo energijo.

Vse pogostejša uporaba lesne biomase bo privedla do zmanjševanja uporabe fosilnih goriv, saj se je Slovenija z vstopom v Evropsko unijo in z ratifikacijo Kjotskega protokola zavezala za zmanjšanje izpustov TPG, povečala rabo OVE in s tem ustvarila nova delovna mesta in nove tržne gospodarske možnosti. Les v takih razmerah mora vsaj deloma zamenjati fosilna goriva.

Evropska unija si je zastavila cilj, da bo do leta 2020 pridobila kar tretjino vse električne energije iz OVE in biomasa naj bi prispevala kar dve tretjini celotnega deleža OVE v končni porabi energije (Fortuna, 2009).

Tudi revirni gozdarji lahko upravljajo z lesno biomaso: pospešujejo rast boljših dreves in redčijo manjvredne. Redčenja pa predstavljajo velik del lesne biomase, ki jo lahko uporabimo za energijo.

V našem primeru bomo govorili predvsem o lesnih sekancih. V naših gozdovih je velik delež lesne biomase namenjene za energijo, tudi tehnologije za njeno proizvodnjo je veliko. Vse večje je povpraševanje po lesnih sekancih – tu pa nastane problem, ki mu rečemo trg oziroma odjemalci. Ljudem je izraz lesni sekanci še nepoznan, sploh posameznim gospodinjtvom ali kmetijam – težava je seveda tudi v investiciji, če govorimo samo o pečeh. Takšne investicije so seveda dolgoročne, čeprav dela, sploh z lesnimi sekanci, ni veliko. Za nekatere je strošek malo večji, posebej še, če morajo surovino za lesne sekance kupiti, za druge pa je strošek nižji, ker imajo gozd in jim tega ni potrebno kupiti. Razlika je v tem, da potrebujemo za njihovo proizvodnjo samo ustrezen sekalnik. Za ta namen imamo razvite tudi stroje za njihovo proizvodnjo, ki so se skozi čas počasi razvijali, prilagajali ter izoblikovali vse do današnjih najsodobnejših oblik.

1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Namen diplomske naloge je ugotoviti učinke in izračunati stroške izdelave lesnih sekancev s sekalnikom Eschlböck Biber 70.



Slika 1: Sekalnik Eschlböck Biber 70 za izdelavo lesnih sekancev (foto: P. Kucler)

Poleg tega želimo izmeriti učinke (v kolikšnem času je sekalnik sposoben izdelati določeno količino lesnih sekancev iz različne vhodne surovine – to bomo napravili s snemanji in ustreznimi meritvami) in stroške stroja. V Sloveniji imamo zaenkrat še vedno premalo časovnih in stroškovnih podatkov o sekalniku Biber 70. Pri tem ne smemo pozabiti na delovni čas in stroške izdelave lesnih sekancev. Sem sodi tudi poraba goriva. Sekalnik Biber 70 spada v skupino srednje velikih sekalnikov. Pri izdelanih lesnih sekancih je potrebno ugotavljati tudi vlažnost lesa, kar je ravno tako cilj našega raziskovanja.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Postavili smo naslednje hipoteze:

1. Sekalnik Biber 70 je primeren za sekanje surovine, tako sveže kot tudi suhe, kamor spadajo goli, sečni ostanki in žagarski ostanki (krajniki, žamanje).
2. Predpostavljamo, da srednje veliki sekalnik, pripet za traktor, dosega dobre učinke; lahko ga premikamo po skladišču, vendar zato potrebujemo več časa za izdelavo.

3. Predpostavljamo, da je porabljena energija ob proizvodnji lesnih sekancev manjša od njihove energijske vrednosti.

2 DOSEDANJE RAZISKAVE O LESNI BIOMASI

Biomasa, pod energetskega pojmom organska snov, je uporabljena kot vir pridobivanja energije. Za proizvodnjo energije se v biomaso uvrščajo predvsem les, lesni ostanki, industrijski ostanki rastlin, sortirani odpadki iz gospodinjstev in mestnih komunalno-organskih odpadkov. Za pridobivanje toplotne energije za gretje in za potrebe industrijskih procesov izkoriščamo biomaso z izgorevanjem (Fortuna, 2009).

Po ocenah Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS) se četrtnina okroglega lesa iz gozdov porabi za ogrevanje v gospodinjstvih. Podjetja porabijo približno enak delež lesnih ostankov za pokrivanje lastnih potreb po energiji ali za proizvodnjo elektrike in toplote za prodajo. GIS ocenjuje, da se porabi nekaj čez milijon kubičnih metrov okroglega lesa v gospodinjstvih v energetske namene. Podatek, 340 tisoč ton, pridobljen iz statističnega urada RS, Ministrstva za gospodarstvo in analize GIS, nam prikazuje povprečno letno porabo lesne biomase v večjih energetskih sistemih (Kranjc, 2009).

V Sloveniji je letni prirastek veliko večji kot je realiziran posek, še bolj je zanimiv podatek, da je vse več površin v zaraščanju. Glede na to bi bilo treba naravni vir, kot je lesna biomasa, čim boljše izkoristiti. Najbolj so poznane oblike lesne biomase, kot so drva, briketi in peleti, vse bolj pa se uveljavljajo lesni sekanci. V sodobnih pečeh kurjenja na lesno biomaso se pri izgorevanju proizvede TGP (Fortuna, 2009).

Pri izrabi lesne biomase lahko uporabimo vse drevesne vrste oziroma vse lesne ostanke iz gojitvenih in varstvenih del. Iz gojitvenih del lahko pridobimo precejšen delež potrebne surovine. Pri uporabi ogrevalnih sistemov lahko uporabimo to surovino, s tem pa tudi zmanjšamo škodljive emisije. Les iz gozda (hlodi, vejevje, grmovje) in lesni odpadki iz industrije (odpadni kosi, žagovina, lubje in odpadni proizvodi iz lesa, npr. leseni zaboji in palete) spadajo v lesno biomaso (Primc, 2009).

Pomembno je tudi, da smo leta 1991 porabili 931.000 ton lesa, medtem ko smo leta 2008 porabili že 1.300.000 kubičnih metrov lesa samo za ogrevanje, 30 odstotkov gospodinjstev v Sloveniji in 100.000 stavb se je ogrevalo na lesno biomaso. Že leta 1978 se je v Sloveniji začelo postavljati prve sisteme z daljinskim ogrevanjem na lesno biomaso v Železnikih,

Preddvoru, Gornjem Gradu, Vranskem, Kočevju, v Ločah, Lučah, Mozirju, Črnomlju, Nazarjah, Zagorju, Solčavi in Cankovi (Primc, 2009).

2.1 VRSTE SEKALNIKOV IN TEHNOLOGIJE IZDELAVE

Sekalniki za izdelovanje lesnih sekancev so lahko različnih izvedb. Stroji lahko izdelujejo različne dimenzije lesnih sekancev, in sicer grobe (6–15 cm), fine (1–3 cm) in nastavljive (dolžina od 1 do 15 cm). H vgrajenim sekalnikom je treba s posebnimi gozdarskimi transportnimi kompozicijami pripeljati ustrezno surovino. Premični sekalniki so lahko vgrajeni na vozilo (kamion), lahko so samostojni z motorjem ali pa so priključek traktorja. Večina sekalnikov (z izjemo najmanjših) ima danes hidravlične nakladalne naprave za strojno podajanje surovine v dovajalno ustje sekalnika, večji sekalniki pa imajo tudi transporterje. Sekalna naprava kot osnovni agregat je lahko polžasta (redka), diskasta (2 do 4 noži na vrtečem se disku) ali bobnasta (2 ali več nožev na vrtečem se bobnu). Vrsta stroja in surovina nam določata učinek sekalnikov. Lesne sekance z manjšim sekalnikom lahko izdelujemo z ročnim podajanjem – takrat dosegamo učinke 3–5 nm³/h. S surovino iz redčenj (premeri lesa okrog 7–8 cm) pa 10–15 nm³/h. Učinke okrog 50 nm³/h dosegajo sekalniki s strojnim podajanjem. Največji sekalniki pa dosegajo učinke celo 100 t/h in so del strojne garniture, ki opravi tudi kleščenje dreves (Košir, 1997).

Sekalni harvesterji so posebna skupina sekalnikov, 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 sesekajo sečne ostanke v lesne sekance in jih potem vozijo do kamionske ceste, tam pa jih preložijo v kamionske zabojnike ali priklopnike za odvoz le-teh (Košir, 1997).

Pri nas poznamo samostojne sekalnike z lastnim motorjem, premične sekalnike vgrajene na vozilih (kamion) in pa sekalnike, pripete kot priključek traktorja. V zadnjih petih letih se je število sekalnikov v Sloveniji povečalo na več kot 30 (Kranjc s sod, 2007).

Kadar ne uporabljamo drevesne metode, ostanejo sečni ostanki v gozdu. Lahko pa kleščenje opravimo ob gozdni prometnici ali celo na skladišču – tako pridobimo surovino za izdelavo gozdnih lesnih sekancev. Spravilo okroglega lesa in spravilo gozdnih lesnih sekancev je na različne načine medsebojno povezano (Košir, 1997)

2.2 STANJE MEHANIZIRANOSTI

Gozdarski inštitut Slovenije je opravil raziskavo o številčnosti strojev za proizvodnjo lesne biomase in tako pridobil rezultate za 62 sekalnikov, 22 rezalno-cepilnih strojev in 55 zmogljivejših cepilnih strojev (Kranjc, 2009).

Preglednica 1: Delitev sekalnikov v tri kategorije

Delitev sekalnikov	Moč (kW)	Največji premer surovine (cm)	Velikost sekancev (mm)	Učinki (nm ³ /h)	Število sekalnikov
Lahki	20–30	do 15	5–30	do 5	4
Srednji	40–60	do 30	5–100	nad 5–50	41
Veliki	150–360	do 40	5–150	50 in več	17

Preglednica 1 prikazuje delitev sekalnikov in dejansko število sekalnikov, ki jih je po anketnih raziskavah opravil Gozdarski inštitut Slovenije (Gozd in obnovljivi viri, 2009). Vidimo, da prevladujejo srednji sekalniki, lahki sekalniki so samo štirje. Po ocenah GIS predvidevamo, da je lahkih sekalnikov več, vendar podatek o kapaciteti lesnih sekancev glede na število sekalnikov pomeni, da so sekalniki do sedaj pokrivali domače potrebe. Prevladujejo lahki in srednji sekalniki proizvajalca Bider Bojan s.p. – kmetijski stroji, vse več je evidentiranih srednjih sekalnikov avstrijskega proizvajalca Eschlböck, teh je 35 %. Omenimo naj še velike sekalnike, proizvajalci teh so: (Eschlböck, Bruks, Doppstadt, Holzmatic, Pezzolato, Jenz, Willibalt in Hammel). Letna kapaciteta vseh sekalnikov znaša

1.560.000 nm³. Iz tega lahko zaključimo, da morajo lahki in srednji obratovati vsaj 100 dni letno in veliki sekalniki 150 dni letno. Iz primerjave podatkov je razvidna nizka izkoriščenost posameznih strojev. Povprečje nam popravijo veliki sekalniki, ki ustvarijo kar 86 % celotne evidentirane proizvodnje lesnih sekancev.

Za domačo rabo in za pokrivanje potreb drugih gospodinjstev s kotlom na lesne sekance so namenjeni lahki sekalniki. Za manjše biomasne sisteme in večje število gospodinjstev so dovolj zmogljivi srednji sekalniki, ki pa predstavljajo zanimivo tržno nišo. Kadar pa imamo pogodbe za večje količine lesnih sekancev iz deponij in v lesnopredelovalni industriji, nam pridejo v poštev večji sekalniki. Kapaciteta sekalnikov v Sloveniji je večja kot pa je povpraševanje po lesnih sekancih. Država bo morala sprejeti ukrepe za spodbujanje rabe lesnih sekancev, kajti to nas vodi do uravnoteženja med ponudbo in povpraševanjem. Če v tej smeri ne bomo storili nič, se bo trend v izvozu sekancev nadaljeval (Kranjc, 2009).



Slika 2: Demonstracija pridobivanja biomase na kmetiji Košir v Zavrhu (foto: P. Kucler)

3 OBLIKE LESNE BIOMASE

V Sloveniji imamo na razpolago precejšen delež lesne biomase. Lesna biomasa obsega širše področje, pri tem se pojavlja v različnih oblikah. Te so lahko:

- polena – tradicionalna oblika lesnega kuriva,
- lesni sekanci – kosi sesekanega lesa,
- peleti – stisnjeni delci valjaste oblike,
- briketi – večji stiskanci.

V nalogi se bomo osredotočili na lesne sekance. Lesni sekanci so kosi sesekanega lesa, veliki do 10 cm. Običajno lesne sekance izdelujemo iz drobnega lesa, največkrat je to les iz redčenj, tudi les, ki je manj kakovosten, veliko pa je tudi sečnih ostankov in ostankov iz žag (krajniki, žamanje). Kakovost vhodne surovine in tehnologija sekanja nam določata kakovost in velikost sekancev. Velikokrat se velikost sekancev prilagaja kurilni napravi. Če želimo pri skladiščenju ohranjati kakovost lesnih sekancev, moramo imeti primeren zalogovnik, ki je suh in zračen. Vedeti moramo, da se lesni sekanci v zalogovniku ne sušijo, ampak je treba v zalogovnik nasuti suhe lesne sekance. Suhi lesni sekanci imajo vlažnost do 20 %, ki jih dosežemo z zimsko sečnjo, les mora biti skladiščen na zračnem in suhem prostoru čez vse poletje in potem v jeseni, ko ima les le še 25 do 30 % vlažnosti, sesekamo v lesne sekance.

Pri lesnih sekancih se pogostokrat pojavlja tudi izraz gozdni lesni sekanci. To pomeni, da so izključno iz gozda. Pridobimo jih predvsem iz redčenj (mlajše razvojne faze iglavcev ali listavcev), iz sečnih ostankov (vejevje, vrhači) in iz gojitvenih del. Med t. i. lesne sekance spadajo predvsem ostanki iz žag, kot so krajniki in žamanje. Kadar pa sesekamo sveže ostanke lesa (takrat imajo veliko vsebnost vode), jih imenujemo gozdni lesni sekanci. Če pa okrogel les razžagamo na deske, deske v sušilnici posušimo, potem jih obžagamo in ko te ostanke sesekamo, dobimo lesne sekance z vlažnostjo pod 10 %, kar pomeni, da so presuhi za ogrevanje in toliko večja bo njihova poraba. Zato bo boljše, če potem suho surovino ali suhe lesne sekance prodamo za izdelavo pelet, tam se namreč zahteva suh les oziroma suha surovina.

4 KAKOVOSTNI RAZREDI LESNE BIOMASE

Evropski odbor za standardizacijo, ki je istoveten s slovenskim, je določil obseg tehnične specifikacije, ki vsebujejo biogoriva, ki so nastala iz naslednjih virov:

- produkti iz kmetijstva in gozdarstva,
- zeleni odpadki iz kmetijstva in gozdarstva,
- zeleni odpadki iz industrije predelovanja hrane,
- leseni odpadki, razen odpadkov, ki vsebujejo težke kovine ali so impregnirani in zaščiteni s premazi, med te spadajo konstrukcijski les,
- vlaknati zeleni odpadki, ki nastanejo pri proizvodnji papirja,
- odpadna pluta.

Biogoriva klasificiramo na podlagi izvorov in virov. V hierarhiji klasifikacije glavnih temeljnih izvirov trdih goriv razlikujemo skupine, kot so:

- lesna biomasa – biomasa iz dreves, grmovja in grmičevja,
- zeliščna biomasa – rastlinje brez lesenih steblov in rastlinje, ki se posuši na koncu rastne sezone,
- sadna biomasa – pečke, koščice,
- razne mešanice.

Na podlagi standarda CEN/TS po klasifikaciji trdih biogoriv razlikujemo tri skupine biomase:

- lesno,
- zeliščno in
- sadno.

Najprej se bomo osredotočili izključno na lesno biomaso. Pri načinu gospodarjenja z gozdno in plantažno lesno biomaso lahko uporabimo les iz gozda, parkov in plantaž. Predelujemo cela drevesa, lahko samo debela, sečne ostanke, panje in lubje (lubje samo iz gozdne obdelave). Za cela drevesa lahko uporabimo listavce, iglavce, žive meje in grmovne vrste. Pri deblih imamo na razpolago debela listavcev in iglavcev. Sečne ostanke

lahko uporabljamo sveže ali zelene (sem lahko dodamo tudi liste in iglice), lahko pa jih tudi skladiščimo. Pri izkoriščanju panjev za lesno biomaso lahko ravno tako uporabljamo les iglavcev, listavcev in grmovnih vrst. Glede na razpoložljivo lesno biomaso nad prstjo, nam ni potrebno panjev puliti in mleti za lesno biomaso. Takšen način uporabljajo v tujini, predvsem v Avstriji, Nemčiji ter na Finskem in Švedskem, po naših gozdovih pa bi panje uporabili za surovino za gozdne lesne sekance samo v izjemnih primerih, kot so krčitve gozdov zaradi drugih potreb (avtoceste, druge ceste, zazidalne površine itd.). Za gozdne lesne sekance pridejo v poštev redne sečnje, saj statistika letnega poseka prikazuje, da še vedno posekamo premalo lesa. Drugače rečeno, panji za lesno biomaso so zahteven in drag postopek priprave, tako da zaenkrat uporabljamo samo lesno biomaso nad prstjo. Zahteven in drag postopek je zato, ker je treba najprej s težkim gradbenim strojem (bager) panje izkopati, potem jih prepeljati na ustrezno skladišče z ustreznim strojem (tovornjak ali forwarder) in šele po kakšnem letu jih lahko zmeljemo – med tem časom iz panjev odpade prst in se nekoliko osušijo. Pri tem postopku odpeljemo vso bogato prst, ki jo gozd potrebuje za naravno obnovo. V primeru vetroloma, ki je bil leta 2006 na Jelovici (Pogačnik, 2006) in leta 2008 v občini Kamnik, so podjetja in zasebniki vso podrtjo lesno biomaso spravili z gozdnih površin, panji pa so ostali.

Pri tem razvrščanju lesne biomase vključujemo tudi proizvode in ostanke lesnopredelovalne industrije. Razlikujemo kemično neobdelane in obdelane lesne ostanke z lubjem ali brez in vlaknate zelene odpadke, ki nastanejo pri proizvodnji papirja, ki so lahko kemično neobdelani ali obdelani. Na koncu nam ostane še uporabljen les, ki je kemično neobdelan ali obdelan. Pri tem lahko uporabljamo les z lubjem ali brez njega. Kemično neobdelani ostanki so lahko z žag, ostanki obdelave lesa (skobljanje, žaganje, vrtanje) in ostanki stiskanja pod pritiskom. Kemično obdelani lesni ostanki so toliko časa, dokler ne vsebujejo težkih kovin, impregnacije in zaščite s premazi.

Ostala nam je še druga skupina, to je zeliščna biomasa. Znotraj tega poznamo poljedelska in vrtnarska zelišča, delimo jih na:

- žitne pridelke (cele rastline, slama, zrna ali semena in lupine),
- travinje (cele rastline, slama, zrna ali semena in lupine),
- oljno semenski pridelki (cele rastline, stebli, listi, semena in lupine),

- pridelke korenin (cele rastline, stebli, listi in korenine),
- pridelke stročnic (cele rastline, stebli, listi, sadje in luščine),
- rože (cele rastline, stebli, listi in semena).

Zgoraj naštetih materialov prihaja neposredno s polja in tudi iz skladiščnih prostorov. Zeliščni material se pridobiva iz kmetijskih in vrtnarskih polj, vrtov in parkov. Pri skupini zeliščna biomasa moramo omeniti še proizvode in ostanke zeliščnopredelovalne industrije. Znotraj tega poznamo kemično neobdelane in obdelane zeliščne ostanke. To so žitni pridelki, oljnosemski pridelki, pridelki korenin, pridelki stročnic in rože. Tukaj lahko dodamo tudi ostanke iz sladkorne pese ali ječmena.

Zadnja skupina biomase je sadna biomasa. Znotraj tega poznamo sadje iz sadovnjakov in vrtnarsko sadje, delimo jih na:

- jagode (cele jagode, mesnato oplodje sadežev in semena),
- koščice ali pečke sadja (cele jagode, mesnato oplodje sadežev in koščice ali pečke),
- oreščke (celi oreščki, lupine in pečke).

Pri sadni biomasi imamo ravno tako še proizvode in ostanke sadnopredelovalne industrije. Delimo jih na kemično neobdelane in obdelane ostanke: jagode, koščice ali pečke sadja, oreščki in olivne pogače (pri kemično neobdelanih ostankih imamo neobdelane olivne pogače, pri kemično obdelanih ostankih pa izčrpane olivne pogače). Dodamo lahko tudi ostanke iz stiskanja olivnega olja ali produkcije jabolčnega soka.

Pri standardu trda goriva – specifikacije goriv in razredi – razlikujemo štiri kakovostne razrede biomase in šest kakovostnih razredov lesne biomase. Za naše potrebe se bomo osredotočili samo na lesne sekance. Specifične lastnosti lesnih sekancev opredeljujejo dimenzija, vlažnost, vsebnost pepela in vsebnost dušika. Nas zanimajo samo dimenzija oziroma velikost lesnih sekancev in vlažnost. Razlikujemo štiri velikostne razrede: do 16 mm, do 45 mm, do 63 mm in do 100 mm. Poleg velikostnih razredov ločimo še glavno frakcijo, fino frakcijo in na koncu še ostalo frakcijo (največja dolžina delcev, ki je še lahko prisotna). Vlažnost lesnih sekancev je zelo pomembna: imamo suhe lesne sekance z vlažnostjo do 20 % (zračno suhi), kar pomeni, da so primerni za skladiščenje v

zalogovniku. Lesni sekanci z vlažnostjo do 30 % so že namenjeni za primerno skladiščenje oziroma so na meji degradacijskih procesov. Lesni sekanci z vlažnostjo 40 % imajo omejeno skladiščenje (trohnenje). To pomeni, da jih ne smemo nasuti v zalogovnik, ne smemo jih dalj časa pustiti na kupu ali pa jih uporabiti za proizvodnjo energije. Če imamo možnost, lahko lesne sekance s 40 % vlažnostjo prodamo podjetjem, ki se ukvarjajo z ureditvijo okolice hiš ali parkov. Za energetske namene jih ni priporočljivo prodajati.

5 OBJEKTI IN METODE RAZISKOVANJA

Opravili smo meritve učinkovitosti stroja v delovnem času, izkoriščenosti stroja po času, poleg tega pa smo ugotovili še porabo goriva, vlažnost in težo lesnih sekancev. Najprej smo ugotavljali strukturo delovnega časa, prostornino izdelanih lesnih sekancev, na koncu je bilo treba izmeriti še količino goriva. Izmerili smo tudi vlažnost lesnih sekancev.

5.1 VHODNA SUROVINA

V tej nalogi smo za vhodno surovino uporabili goli, sečne ostanke in ostanke z žage (krajniki, žamanje).

Goli so bila prva vhodna surovina, sestavljena iz drevesnih vrst kot so bukev, smreka, hrast, kostanj, javor in hruška. Surovina je bila posekana med 15. in 25. marcem 2009 v gozdovih na območju Katarine nad Ljubljano. Les je bil takoj po sečnji prepeljan na domače skladišče za kmetijo in tam skladiščen do konca avgusta. Na skladišču je bil les primerno zložen (zložen na legah in se ni dotikal tal), da se je lahko sušil. Skladiščena surovina je bila raznolika, to pomeni, da je bila zelo različne dolžine, od 2 m pa tja do 10 m, in debeline od 15 cm pa tja do 55 cm. Več goli je v premeru merilo več kot 40 cm, kar nam je povzročalo težave, ker sekalnik lahko seseka les do največ 42 cm v premeru. Na skladišču je največjo težavo predstavljala napačno zložena vhodna surovina; to pomeni, da je moral strojnik polovico skladiščene surovine s hidravlično napravo podajati čez sekalnik. Na skladišču je bila surovina zložena tako, da se je sekalnik postavil blizu surovine in imel izhodno cev usmerjeno v zalogovnik, ki je samostojen objekt s streho, in se nahaja za kmetijo (slika 3).



Slika 3: Napačno zložena surovina (foto: P. Kucler)

Kar je bilo debelejšega lesa, je moral gospodar kmetije z motorno žago prežagati hlod po dolžini čez polovico (sliki 4 in 5) in šele nato smo ga lahko sesekali v lesne sekance.



Slika 4 in 5: Prežagovanje okroglega lesa (foto: P. Kucler)

Največ težav sta povzročala bukev in hrast, ker sta v primerjavi s smreko ali javorjem trša. Sekalnik se je pri delovanju od časa do časa zaustavil, ampak to nam ni povzročalo večjih

težav za ponovni zagon stroja. Poleg vse te surovine smo na koncu sesekali še eno prikolico žagarskih ostankov, kar prikazujemo na sliki 6.



Slika 6: Žagarski ostanki, v ozadju objekt za skladiščenje lesnih sekancev. (foto: P. Kucler)

Za tretjo obliko vhodne surovine smo imeli sečne ostanke, večinoma hrasta (80 %), bukve (17 %), smreke (1 %), češnje (1 %) in ive (1 %) – tega je bilo okoli 18 kubičnih metrov. Polovico je bilo sečnih ostankov, druga polovica je bila iz redčenja oziroma čiščenja.

Čez kmetijo, kjer smo izdelovali lesne sekance, poteka tudi trasa električnega omrežja (daljnovod) in ravno gospodarjev gozd je na trasi, ki jo je treba na nekaj let posekati oziroma čistiti. Marca je gospodar to tudi storil in ker ima možnost porabe lesnih sekancev, je lahko to izpeljal, v nasprotnem primeru bi takšna surovina ostala v gozdu. Na tej lokaciji so se skladiščenja vhodne surovine lotili na drugačen način: kar je bilo sečnih ostankov, so jih prepeljali iz gozda in zložili na kup na robu gozda na primernem mestu, da je bilo okoli dovolj prostora. Surovina na trasi električnega omrežja je ostala posekana na gozdnih tleh in zaradi prostorske stiske šele septembra s traktorjem spravljena iz gozda na travnik.

Posebnost pri zadnji meritvi je bila v tem, da so morali lesne sekance prepeljati v zalogovnik s prikolicami. Za odvoz sta bili pripravljene dve prikolici, problem je nastajal pri prevozni razdalji, ki je v povprečju znašala 300 m, in naklonu terena. Učinek sekalnika

je velik, in če moramo lesne sekance odvažati, pomeni, da bo moral sekalnik vmes tudi malo počakati. Če imamo možnost uporabe večjih kapacitet prikolic, potem do čakanja ne prihaja, v našem primeru je to kmetija v hribovitih predelih in kmetje velikih prikolic zaenkrat še nimajo.

Za zadnje meritev imamo pripombe glede skladiščenja surovine. Vhodna surovina je bila skladiščena na treh mestih in tako je moral strojnik kar nekajkrat premakniti sekalnik. Na podeželju se pri porabnikih še vedno pojavljajo problemi pri vhodni surovini, ker v večini primerov ne vedo, kako surovino pravilno skladiščiti glede na posamezni sekalnik. Tisti, ki se prej pozanimajo, oziroma že imajo predhodne izkušnje, vedo, ostali se še učijo, tako kot v našem primeru.



Slika 7 in 8: Dve prikolici za odvoz lesnih sekancev (foto: P. Kucler)

Količini lesa, ki je na nekem območju trajno razpoložljiva v energetske namene, pravimo potencial lesne biomase, ki ga delimo na teoretični in dejanski. Teoretični potencial lesne biomase je vsa lesna biomasa, pridobljena iz gozda z najvišjim dovoljenim posekom lesa. Dejansko razpoložljivi potencial lesne biomase pa je omejen zaradi naslednjih dejavnikov:

- upoštevati moramo smernice, cilje in ukrepe, ki so predvideni v gozdnogospodarskih načrtih iz načel gospodarjenja z gozdovi;
- gozdarska podjetja in lastniki gozdov morajo biti usposobljeni za pridobivanje lesne biomase;

- razmerja med stroški pridobivanja in ceno lesne biomase na trgu gozdnih lesnih proizvodov;
- socialno-ekonomskih razmer lastnikov gozdov ali drugače rečeno – odnos do gozda.

Iz gozdov tako obravnavamo dejanski potencial lesne biomase kot:

- letni posek, ki je delno realiziran,
- lesno biomaso iz melioracij grmišč in iz gojitvenih in varstvenih del,
- pri novogradnjah ali vzdrževanju infrastrukture v gozdnem prostoru (krčitve zaradi gradnje vlak ali gozdnih cest, vzdrževanje elektrovodov, avtocest) ravno tako pridobivamo lesno biomaso.

Poleg sedanjega stanja nas dodatno zanima predvsem trajnost potencialov lesne biomase. To pomeni, da moramo imeti tudi v prihodnje zagotovljeno oskrbo z lesno biomaso – tako pri sistemih daljinskega ogrevanja kot tudi v posameznih gospodinjstvih (Lesna biomasa, potenciali po občinah, 2005).

V nadaljevanju predstavljamo nekatere splošne podatke in strokovne ocene o potencialih lesne biomase po spodaj navedenih občinah.

Preglednica 2: Splošni podatki o izbranih občinah in gozdovih

Splošni podatki, kazalci	OBČINE				
	Dobrova – Polhov Gradec	Horjul	Vrhnika	Žiri	Gorenja vas – Poljane
Površina (ha)	11750	3255	11336	4924	15326
Število prebivalcev	7071	2729	15117	4936	7117
Gostota poselitve (število prebivalcev/ha)	0,60	0,84	1,33	1,00	0,46
Površina gozdov (ha)	7654	1825	6183	3033	10462
Delež gozda (%)	65,1	56,1	54,5	61,6	68,3
Površina gozda na prebivalca (ha/prebivalca)	1,1	0,7	0,4	0,6	1,5
Delež zasebnega gozda (%)	88,4	96,2	81,7	98,8	93,3
Največji možni posek (m ³ /ha)	30607	7754	27258	14148	49820
Realizacija največjega možnega poseka (m ³)	14845	3660	11039	5370	22401
Delež manj odprtih in težje dostopnih gozdov (%)	25,38	33,86	11,53	4,53	33,89
Število stanovanj	3743	872	6088	1790	2405
Delež stanovanj ogrevanih z lesom (%)	32	46	30	45	65
Demografski kazalci (rang)	2	2	2	2	4
Socio-ekonomski kazalci (rang)	4	3	3	3	4
Gozdnogospodarski kazalci (rang)	4	4	4	5	4
Sinteza kazalcev (rang)	4	3	3	4	5

Pridobljeni podatki so z Zavoda za Gozdove Slovenije in s Statističnega urada republike Slovenije (podatki iz baze SWEIS). Strokovne ocene potencialov lesne biomase po občinah so pripravili strokovnjaki Gozdarskega inštituta in Zavoda za gozdove Slovenije v okviru delovne skupine (Lesna biomasa, sinteza kazalcev, 2005). Na potencial oziroma na rabo lesne biomase na ravni občin vplivajo tri skupine kazalcev (Lesna biomasa, sinteza kazalcev, 2005):

- demografski kazalci: v to skupino so uvrstili delež zasebne gozdne posesti, površino gozda na prebivalca ter delež stanovanj, kjer uporabljajo les kot edini ali glavni vir ogrevanja;

- socio-ekonomski kazalci: v to skupino so uvrstili delež gozda v občini, realizacijo načrtovanega poseka in ocenjen delež načrtovanega poseka primerne za energetske rabe;
- gozdnogospodarski kazalci: povprečna velikost zasebne posesti, delež manj odprtih in težje dostopnih gozdov ter delež mlajših razvojnih faz gozdov.

Ugotovili smo, da so oblikovali skupne range v vsaki skupini kazalcev in občine razvrstili v pet stopenj primernosti, ki so poleg splošnih podatkov in podatkov o gozdovih prikazani v preglednici 2 (Lesna biomasa, potenciali po občinah, 2005). Rang 1 so dobile občine, ki so na podlagi omejenih kazalcev manj primerne za rabo lesne biomase. V rang 5 smo uvrstili občine, ki so bolj primerne. Iz preglednice lahko razberemo, da samo občina Gorenja Vas – Poljane predstavlja najvišji delež stanovanj, ogrevanih z lesom in dosega najvišjo skupno strokovno oceno po stopnjah (5) o potencialih lesne biomase v občinah. Občini Dobrova – Polhov Gradec in Horjul dosejata najvišji dejanski posek od največjega možnega poseka. Zanimivo je tudi dejstvo, da občini Vrhnika in Horjul dosejata strokovno oceno po stopnjah (3). To pomeni, da je poselitev relativno visoka in s tem se manjša tudi površina gozda na prebivalca.

Eden izmed možnih načinov izračuna in prikaza potencialov lesne biomase na ravni občin je predstavlja skupno oceno. Predpostavljali smo, da so kazalci enako pomembni pri izračunu, toda njihov pomen je lahko zelo različen, kar lahko opazimo v preglednici 2. Po občinah so razmere zelo heterogene, poleg tega je za nas pomembno še dejstvo, da pri pretoku lesne biomase občinske meje ne predstavljajo nikakršne ovire in tudi ne vplivajo na oblikovanje trga (Lesna biomasa, potenciali po občinah, 2005).

5.2 IZDELOVALEC IN DISTRIBUTER LESNIH SEKANCEV

Meritve smo opravili na sekalniku Eschlböck Biber 70 v lasti Staneta Koširja, z njim je tudi opravljal.

Do sedaj so se na tej kmetiji ogrevali predvsem na tradicionalno obliko lesne biomase, s poleni. Vendar imajo veliko hišo, zato se je pojavil problem pri vsakoletni pripravi polen za kurjavo – porabili so okoli 25 prostornih metrov polen in tudi veliko časa za njihovo pripravo. Stane Košir ima v lasti ekološko kmetijo, zato se je tudi udeležil kakšne ekskurzije na temo ekološke kmetije. Na ekskurzijah so jim poleg ekološkega kmetovanja prikazali tudi ogrevalne sisteme na lesne sekance in tudi sekalnike za izdelavo le-teh. Z vsakim izletom v tujini se je bolj zanimal za lesne sekance in to ga je pripeljalo do ideje o nakupu peči na lesne sekance. Sekance je dve leti zaporedoma izdeloval samostojni podjetnik Rok Suhodolnik iz Logarske doline z velikim sekalnikom. Potem je spet nastala težava, ker na kmetiji Košir niso imeli gozdarske prikolice, da bi vsaj surovino iz gozda prepeljali na primerno skladišče, kjer bi bila zložena. Za takšen sekalnik je namreč bolje, da je surovina na kupu – sekalnik dosega večje učinke. Surovino so morali s traktorjem in vitlom spraviti do gozdne ceste; od tam, kjer so izdelali lesne sekance, so morali spet s traktorjem in prikolico prepeljati na prostor, namenjen lesnim sekancem, a spet je bilo treba poklicati še nekoga na pomoč za odvoz, ker je imel sekalnik velike učinke, prikolice za prevoz pa majhne prostornine. Strojnik je zato potreboval več časa za izdelavo, učinki niso bili zadovoljivi in tudi stroškov je bilo več.

Kmetijo Košir poleg travnikov obdajajo gozdovi, in kar nekaj kmetijskih površin, ki so na strmih legah in so se z leti zaraščale. Lastnik kmetije se je odločil za izdelavo lesnih sekancev. Znanje je pridobil predvsem na ekološki kmetiji v tujini, ker je tam bila situacija podobna kot pri njem – torej veliko travnikov v zaraščanju, v gozdu pa veliko lesne biomase. Po kratkem obdobju se je Stane Košir vendarle odločil za nakup svojega sekalnika. Odločil se je za bolj sodoben agregat, ker ne želi izdelovati lesnih sekancev le doma ampak tudi drugod. Ker namerava sekance tudi tržiti je v ta namen kupil tudi prikolico z veliko prostornine. Samostojni podjetnik je do sedaj odpeljal iz svojega gozda kar nekaj izdelanih nasutih kubičnih metrov lesnih sekancev, pri trženju sodeluje tudi

njegova žena Marinka. Če sedaj primerjamo podobo kmetije pred čiščenjem in po njem, opazimo, da je videz veliko lepši. Za samostojnega podjetnika Staneta Koširja lahko rečemo, da je izredno uspešen, prilagodljiv in zanesljiv ter usmerjen k potrebam uporabnikov.

5.3 METODA PROUČEVANJA ČASA

Uporabili smo ničelno kronometrično metodo. Podrobnosti metode proučevanja časa ne bomo navajali, ker je celotna metodologija natančneje razložena v študijskem gradivu – Organizacija gozdarskih del, avtorja Iztoka Winklerja. V tem poglavju bomo navedli samo pojasnitev strukture delovnega časa. Delovni čas sestavljata produktivni in neproduktivni čas. Produktivni čas je čas, v katerem sekalnik dejansko obratuje in ko nastajajo delovni učinki. Delimo ga na glavni in pomožni produktivni čas. V glavnem produktivnem času je sekalnik opravljal svojo osnovno nalogo. To je čas, ko lesni sekanci letijo iz izhodne odprtine. Pomožni produktivni čas pa zajema morebitno premikanje sekalnika po skladišču ter pripravo vhodne surovine s hidravlično nakladalno napravo. Neproduktivni čas je sestavljen iz glavnega odmora, pripravljalnno-zaključnega časa ter dodatnega časa. Pripravljalnno-zaključni čas je v našem primeru dolg 20 minut delovnega dneva, sestavljajo pa ga: preverjanje ostrine rezil, preverjanje privitja vijakov, mazanje vrtečih se delov, namestitvev sekalnika po skladišču, spuščanje namestitvenih ročic, prehod delavca za komandni pult, kalibriranje (umerjanje) sekalnika, dviganje namestitvenih ročic ter po koncu sekanja še čiščenje ostankov s sekalnika. Glavni odmor oziroma malica pripada delavcu (strojniku) 30 minut. Dodatni čas je namenjen za krajše odmore ali oddihe ter osebne potrebe. Dodatni čas je potreben tudi v primeru zamašitve izletne odprtine, napenjanja jermenskih prenosov, odvoza lesnih sekancev (manevriranje, menjavanje prikolic).

5.4 METODA MERJENJA GORIVA

Ob prikazu stroškov moramo upoštevati tudi porabo goriva – pogonski agregat predstavlja traktor JCB 3230. Treba je vedeti tudi to, da posamezen pogonski agregat porabi različno količino goriva v določeni časovni enoti ob izdelovanju različne vhodne surovine. Metoda merjenja goriva je preprosta: pred pričetkom izdelovanja lesnih sekancev smo dolili gorivo do vrha rezervoarja za gorivo. Ko smo izdelovanje zaključili, smo zopet dolili gorivo. Iz razlike smo tako ugotavljali dejansko porabo goriva pri izdelavi lesnih sekancev. Moramo omeniti še to, da so meritve potekale na terenu, to pomeni, da smo morali ugotoviti porabo goriva pri vožnji do delovišča. V ta namen ima lastnik sekalnika mobilni rezervoar na avtomobilski prikolici s kapaciteto 300 litrov, ki ga pripne za avtomobil. Na rezervoarju je nameščena tudi črpalka za prečrpavanje goriva iz mobilnega rezervoarja v rezervoar traktorja, poleg tega ima črpalka še števec s prikazom prečrpanih litrov.

Mobilni rezervoar nam je bil v veliko pomoč, na kmetiji Košir smo napolnili rezervoar traktorja. Sledil je premik, tako traktorja s sekalnikom kot tudi avtomobila s prikolico do lokacije, kjer smo izdelovali lesne sekance. Količino goriva, ki ga je traktor porabil za transport, smo zopet dolili. Ob koncu izdelovanja smo zopet dolili gorivo in tako dobili količino porabljenega goriva za izdelavo lesnih sekancev.

5.5 METODA MERJENJA VLAGE

5.5.1 Voda v lesu

Za rast in prenos hranilnih snovi drevesa porabljajo vodo. Ta voda se spreminja glede na drevesno vrsto, rastišče in letni čas. Iglavci kažejo velike razlike v deležu vode, medtem ko pri listavcih ni tako. V lesu poznamo:

- prosto vodo, ki se giblje prosto po traheidah,
- vezano ali higroskopsko vodo, ki jo je v lesu le okrog 30 % teže suhega lesa,
- točko zasičenosti celičnih sten – maksimalna količina vezane vode v lesu.

Razmerje med maso vode in skupno maso lesa in vode predstavlja vsebnost vode. Razmerje med maso vode in maso popolnoma suhega lesa predstavlja vlažnost lesa. V lesu poznamo prosto vodo (giblje se prosto po lesu) in vezano vodo (v celičnih stenah). Iz drevesa takoj po poseku začne izhlapevati prosta voda in les postaja vse lažji. Za njo začne izhlapevati vezana voda in ob tem postane les higroskopski, takrat pa začne spreminjati volumen in dimenzijo (Kranjc, 2000).

Lesni sekanci se razlikujejo tudi po kurilni vrednosti in zato imamo tudi merilo za določanje energijske vrednosti lesnih sekancev, to je atro teža. Atro teža je teža absolutno suhega lesa, s pomočjo katere določimo energijsko vrednost lesnih sekancev brez ugotavljanja drevesne vrste. Je tudi teža, ki nastane po (umetnem) odstranjevanju vode oziroma vlage iz rastlin oziroma iz lesa (Kovač, 2006).

Preglednica 3: Razmerje med vsebnostjo vode in vlažnostjo v lesu

Vsebnost vode (v %)	10	15	20	25	35	40	50	60
Vlažnost lesa (%)	11,1	17,6	25,0	33,3	53,8	66,7	100,0	150,0

Poznamo štiri stopnje vlažnosti lesa:

- vlažnost svežega lesa (posekanega) lesa,
- vlažnost polsvežega (gozdno suhega) lesa,
- vlažnost zračno suhega lesa,
- vlažnost tehnično suhega (umetno sušenje) lesa.

Vlažnost svežega lesa je definirana pri poseku lesa. Takšen les vsebuje še vso prosto in vezano vodo. Odstotek vode v lesu niha glede na drevesno vrsto, dela drevesa, letnega časa in rastišča. Pomemben je tudi podatek, da pri trdem lesu vlaga znaša 40–80 %, medtem, ko pri mehkem lesu znaša 50–150 %. Polsveži (gozdno suh) les predstavlja 22–40 % vlažnosti, to pomeni, da so lesna vlakna še zasičena, vso prosto vodo je les oddal, ker je določen čas odležal v gozdu, zato tudi izraz gozdno suh les. Zračno suh les je takrat, ko je v ravnovesju z relativno zračno vlažnostjo zraka, v katerem se ta les nahaja. V naših

klimatskih razmerah vsebuje takšen les 13–18 % vlažnosti. Tehnično suh les predstavlja od 6 do 12 % vlažnosti (Bedekovič, 1997).

Merjenje vlažnosti smo izvedli z vlagometrom FMG 3000, ki je namenjen za hitro določitev odstotka vsebnosti vlage v lesnih sekancih. Merilna posoda predstavlja kondenzator. Zunanjo elektrodo predstavlja vedro iz pločevine, notranja elektroda je izolirana in je v sredini naprave. Pri polnjenju merilne posode moramo paziti, da jo enakomerno napolnimo. Ko napolnimo polovico merilne posode, je dovolj, da posodo enkrat ali dvakrat stresemo, tako pridobimo enakomerno porazdelitev materiala. Merilno posodo moramo napolniti do prečnega omejevala. Merjenje vlage z FMG 3000 v lesnih sekancih se lahko določi na hiter in enostaven način. To storimo tako, da pritisnemo določeno tipko in že po nekaj sekundah lahko natančno odčitamo vsebnost vlage na zaslonu LCD. Metoda merjenja je zelo natančna, saj lahko izmerimo dva materiala hkrati (vodo in les) zaradi različnih dielektričnih konstant. Les je dielektrična konstanta, ki ima vrednosti približno 1 do 7, voda okoli 81. Pri vlažnosti je pomemben tudi podatek, da vlažnost določa toplotno vrednost lesnih sekancev in s tem tudi ceno, s katero se jih obračuna. To je še zlasti pomembno, ker v sosednjih državah odkupujejo lesne sekance samo po vlažnosti. Bolj ko so suhi, višja je cena za nasuti kubični meter lesnih sekancev.

Preglednica 4: Tehnični podatki vlagometra FMG 3000

Prostornina	60 litrov
Merilno območje	0–55 % vlage
Mere vlagometra	640 × 500 mm
Masa	12 kg



Slika 9: Vlagometer FMG 3000 (slika proizvajalca)

5.6 METODA MERJENJA UČINKOV

Za sekalnik so bistvenega pomena učinki. Pri prvem merjenju učinkov smo imeli zidan prostor s streho. Pred pričetkom dela smo s tračnim metrom izmerili dolžino in širino, na koncu še višino nasutih lesnih sekancev. V tem prostoru bi lahko skladiščili do 170 nm³. Rezultat je volumenska izmera količine nasutih lesnih sekancev. Pri drugi meritvi smo imeli dve prikolici kot priključek traktorja in smo ravno tako izmerili volumen obeh, ki sta znašali 5 nm³ in 8 nm³. Polno prikolico smo šteli samo v primeru, če so bili lesni sekanci razporejeni enakomerno po celotni dolžini prikolice do vrha maksimalne višine stranic.

5.7 KALKULACIJA STROŠKOV

Z učinki sekalnika so povezani tudi stroški. Zato smo se odločili, da bomo naš problem prikazali tudi z ekonomskega vidika s kalkulacijo stroškov. Brez poznavanja stroškov bomo težje uspešneje gospodarili in dosegali postavljene cilje (Šinko, 1994). Bistvenega pomena pri tej kalkulaciji stroškov je v izračunu lastne cene izdelave lesnih sekancev. Pri naši kalkulaciji smo upoštevali zgolj materialne stroške, stroške delovnih sredstev, stroške tujih storitev, stroške kapitala in stroške dela. Kalkulacija materialnih stroškov zajema

samo stroške goriva, maziva in stroške nadomestnih delov. Za izračun stroškov amortizacije potrebujemo stroške delovnih sredstev. Stroške zavarovanj, stroške popravil in stroške vzdrževanja uvrščamo predvsem med stroške tujih storitev. Stroški kapitala so vezani na čas proizvodnje in stroški dela so povezani s človekovim delom. Splošni stroški pa so stroški dela in porabljen čas za organiziranje dela (Šinko, 1994).

5.8 PREDPOSTAVKE KALKULACIJ

Pri predpostavkah je za nas pomembna tudi izkoriščenost delovnega sredstva na letni ravni. Ob začetku meritev je stanje števca na sekalniku Eschlböck Biber 70 kazalo 1000 delovnih ur v treh letih obratovanja. Za naš sekalnik moramo upoštevati dejstvo, da pri izdelavi lesnih sekancev težje pridobimo realne obratovalne ure, zato ker pride do določenih opravil, v katerih je pogonski motor prižgan, sekalnik pa ne izdeluje lesnih sekancev. Kot primer lahko navedem premik na delovišče, premik po delovišču, odvoz lesnih sekancev in za potrebe kmetijstva. Števec na pogonskem agregatu je v tem primeru zabeležil vse obratovalne ure in te ure smo preračunali kot povprečje na letni ravni, kar je prikazano v preglednici 5.

Preglednica 5: Izkoriščenost sekalnika na letni ravni

Delovnih ur/leto	Delovnih dni/leto	Letna izkoriščenost (%)
1000	125	68,7
1250	156	85,7

Izkoristek je prikazan na podlagi 182 delovnih dni. Tukaj moramo upoštevati še dejstvo, da gre za sezonsko delo, kar tudi vpliva na izkoriščenost samega stroja. Poleg izkoriščenosti sekalnika moramo omeniti v predpostavkah še likvidacijsko vrednost stroja, kar pomeni, koliko bo stroj še vreden po preračunani življenjski uporabni dobi stroja, ki pa jo moramo vedno odšteti od amortizacije stroja. Za likvidacijsko vrednost se navaja podatek 15 % (Winkler, 1994), kar pomeni, da moramo posebej za traktor in posebej za sekalnik računati to vrednost od nabavne vrednosti stroja. Prav tako moramo še upoštevati 40 % likvidacijo za nakladalno napravo. Pri predpostavkah kalkulacije navajamo tudi stroške delavca. Po

kolektivni pogodbi za gozdarstvo znaša bruto urna postavka 3,90 € (Malovrh, 2005), ampak ker je to že 5 let star podatek, smo na to postavko dodali 3 % povišanje in bruto urno postavka za poklicnega delavca znaša v našem primeru 4 €.

5.9 OBJEKT RAZISKAVE

5.9.1 Pogonski traktor JCB Fastrac 3230 in sekalnik Eschlböck Biber 70 z nakladalno napravo Kronos 5000

Sekalnik je priključek traktorja JCB Fastrac 3230 (slika 10), ki služi za premikanje, hkrati od traktorja preko kardanskega prenosa pridobiva tudi vso potrebno energijo za opravljanje funkcije sekanja.

Podjetje JCB se ponaša s široko paleto kompaktnih produktov v svetu, razvija raznovrstne rešitve v industriji, gradbeništvu, kmetijstvu, gozdarstvu, vojski, krajinskem urejanju in veliko drugih specialnih področjih. Skozi več kot 60-letno zgodovino so zmeraj veliko vlagali v raziskave in razvoj, z namenom obdržati ostro mejo inovativnosti pri svojih produktih (O podjetju JCB, 1999). Dokaz dolgoročnega vlaganja v razvoj ter raziskave je tudi njihova serija traktorjev Fastrac 3230, ki združuje moč, estetiko, mnogonamensko uporabnost ter inovativnost. Največjo učinkovitost motorja omogoča zmogljivi Cummins-ov 24 ventilni QSB elektronski, vodno hlajen šestvaljni motor s turbinskim polnjenjem zraka. Motor ima vgrajen tudi sistem za diagnostiko motorja, kar pomeni, da operaterja takoj opozori na probleme, ki so vidni na armaturni plošči. Transmisija ima tri različne hitrosti in tako omogoča prestavljanje navzgor in navzdol brez uporabe sklopke. Powershift se avtomatično zamenja v Autoshift prestavno razmerje, glede na obremenitve motorja. Štirje načini Autoshifta pomenijo minimalni napor operaterja pri uporabi priklopnika. Poleg omenjene opreme ima traktor JCB tudi opcijo paket plus, ki lahko vključuje prestavno ročico za hitrejše in lažje prestavljanje, ki je nameščena na konzoli. Traktor JCB Fastrac 3230 nam zaradi velikega števila prestavnih razmerij (54 naprej in 18 nazaj) omogočajo raznovrstno, mobilno vožnjo po lokalnih, javnih cestah in tudi po prometnicah znotraj gozda ter dosega hitrost do 80 km/h (Jejčič, 2005). Dodatne specifikacije traktorja JCB so tudi štiri diskaste hidravlične zavore, ki so nameščene

znotraj koles, z odličnim hlajenjem. Poleg tega za dodatno varnost poskrbijo še ABS zavore. Kabina je velika, prostorna, obdaja jo velika steklena površina, ki omogoča odlično vidljivost v vse smeri. V notranjosti kabine imamo dva udobna sedeža, za voznika in sopotnika. Kabina je tudi zvočno izolirana in spada pod skupino nizkega hrupa. Vse kontrolne funkcije so v neposredni bližini operaterja za lažje upravljanje (Produkti podjetja JCB – serija 3230, 1999).



Slika 10: Traktor JCB Fastrac 3230 (foto: P. Kucler)

Pokazalo se je, da je traktor JCB Fastrac 3230 tehnološko dovršen in primeren za poganjanje sekalnika. Poznati moramo tudi dejstvo, da agregat deluje na področju blizu maksimalnega (2400 min^{-1}) števila vrtljajev, nekje pri 2200 vrtljajev v minuti. Pri pogonskem agregatu, kljub temu da ima motor z močjo 170 kW oziroma 230 KM dovolj moči, se mu pri večjem trenju med vhodno surovino in vrtečim se bobnom obrati motorja lahko znižajo tudi za 500–1000 vrtljajev v minuti. Močan pogonski agregat in kakovosten sekalnik veliko pripomoreta k spremembi oblike vhodne surovine iz goli ali žamanja v lesne sekance (Bezovnik, 2007). Traktor JCB Fastrac se je izkazal za zelo uporabnega, v našem primeru imamo ravno tako hidravlično nakladalno napravo na sekalniku, upravljamo pa ga iz kabine traktorja. Z ergonomskega vidika je to odlično, ker imamo kabino, ki je zvočno izolirana, strojnik pa ni izpostavljen vremenskim vplivom. S sekalnikom je možno izdelovati lesne sekance v vseh letnih časih in tako nam ni treba

V zgornji Avstrije je družinsko podjetje Eschlböck, kjer izdelujejo sekalnike kot tudi lesne sekance z deset let dolgo tradicijo. Sekalniki so zasnovani in izdelani v računalniško krmiljeni proizvodnji, ki jim omogoča proizvodnjo različnih modelov sekalnikov. Podjetje veliko časa posveča nadaljnemu razvoju, prav tako stalno izboljšujejo širok program strojev z modernimi proizvodnimi postopki. Podjetje ohranja dolgo življenjsko dobo sekalnikov in vrednost rabljenih strojev z uporabljanjem najnovejših materialov (Eschlböck BIBER, program sekalnikov, 2008).

V seriji Biber 70 sta modela 70 Z in 70 ZK, opremljena z močnim dovajalnim sistemom z dvema dovajalnima valjema zgoraj, kratkim verižnim dovajalnim trakom spodaj in s stranskim polnjenjem z dvigalom Kronos 5000, z največjim dosegom 7,5 m. Sekalniki s traktorskim pogonom so se izkazali za zelo kompaktni in okretne. Serija je znana po robustnem sekalnem sistemu, ki je pred tujki varovana s strižnimi vijaki in z opsijsko hitro menjavo nožev. V tej seriji je vgrajen še ventilator, ki omogoča veliko dolžino izmeta in skrbi za gospodarno delo tudi pri velikih količinah sekancev. Sekalnik Biber 70 (slika 11) lahko seseka lesno maso do največ 40 cm v premeru, vhodna odprtina znaša 40 × 84 cm z verižnim dovajalnim trakom 80 cm. Na sekalnem bobnu je montiranih 12 nožev, ki so po 3 nameščeni na štirih letvah po obodu rotorja. Potrebna pogonska moč na priključni gredi se giblje med 110 in 220 kW ob 1000 vrtljajih na minuto. Da je serija Biber 70 robustne izdelave, nam pove tudi njegova masa, znaša namreč 10.500 kg (Eschlböck BIBER, program sekalnikov, 2008).



Slika 11: Sekalnik Eschlböck Biber 70 z nakladalno napravo Kronos 5000 (foto: P. Kucler)

6 REZULTATI MERITEV

V nadaljevanju bomo kvantitativno prikazali najpomembnejše rezultate, ki smo jih pridobili s snemanji in meritvami.

6.1 REZULTATI MERJENJA STRUKTURE DELOVNEGA ČASA

Strukturo izmerjenih delovnih časov sekalnika na terenu lahko vidimo v prilogi B. Primerjava strukture delovnega časa sekalnika pri izdelavi lesnih sekancev iz vseh treh vhodnih surovin je prikazana v preglednici 6.

Preglednica 6: Primerjava strukture delovnega časa (v % izmerjenega časa)

Struktura delovnega časa	Eschlböck Biber 70		
	Goli	Žamanje	Sečni ostanki
Produktivni čas	73,24	87,72	76,38
Glavni produktivni čas	66,84	87,72	60,18
Pomožni produktivni čas	6,40	/	16,20
Neproduktivni čas	26,76	12,28	23,63
Pripravljalno zaključni čas	4,17	4,17	4,17
Glavni odmor	6,25	6,25	6,25
Dodatni čas	16,34	1,87	13,21
Skupaj produktivni in neproduktivni čas	100	100	100

Za vse tri oblike vhodne surovine smo izračunali strukturo delovnega časa za sekalnik Biber 70. Ugotovili smo, da je imel sekalnik kar visok delež produktivnega časa (od 73,24 % do 87,72 %). Imamo pa tudi nizek delež neproduktivnega časa (od 12,28 % do 26,76 %). Pri snemanjih smo ugotovili, da je bil najvišji delež produktivnega časa ravno pri sekanju žamanja (87,72 %), najvišji delež neproduktivnega časa pa je bil pri sekanju goli (26,76 %). Če primerjam strukturo delovnega časa še z drugim, a istim sekalnikom (Bezovnik, 2007), je rezultat primerljiv. Delež produktivnega časa je pri ugotovitvah (Bezovnik) malo višji kot v naših, prav tako lahko ugotavljamo za neproduktivni čas, ki ga

je v naših izračunih malo več. Do teh razlik prihaja ravno zaradi lokacije skladiščenja surovine. V naši nalogi smo imeli surovino na več mestih, medtem ko so imeli drugi avtorji (Bezovnik, 2007) za svojo nalogo surovino na centralnem skladišču. Pri merjenju strukture delovnega časa na centralnih skladiščih ne prihaja do izgube časov, razen ob nujnem prestavljanju sekalnika.

6.2 REZULTATI MERJENJA VSEBNOSTI VODE IN VLAŽNOSTI LESNIH SEKANCEV

Pri rezultatih merjenja vsebnosti vode in vlažnosti imamo v prvi vrsti faktorje, kot so posek drevesa, lega goli, žamanja ali sečnih ostankov na različnih skladiščih, čas izdelave lesnih sekancev, ekspozicija skladiščenja, vitalnost drevesa in drevesna vrsta. Na vlažnost izhodne surovine stalno vplivajo prisotni naravni dejavniki, ki so medsebojno povezani. Z navedenimi vplivnimi dejavniki lahko pojasnimo širok interval izmerjenih vlažnosti v preglednici 7.

Preglednica 7: Izmerjena vsebnost vode in vlažnost lesnih sekancev

Vhodna surovina	Povprečje vsebnosti vode (v %)	Povprečna vlažnost (v %)
Goli	23,36	29,24
Žamanje	26,42	35,38
Sečni ostanki	41,77	54,23

Rezultati merjenja vsebnosti vode nam pri vseh treh vhodnih surovinah kažejo, da vsebnost vode zelo variira. Vlažnost se giblje med 20–40 %, imamo pa tudi prisoten sveži les, katerega vlažnost znaša nad 40 %. Ker vlažnost zelo variira, smo v preglednici 7 prikazali samo povprečje vlažnosti lesnih sekancev iz vseh treh vhodnih surovin.

Vlažnost lesa navajamo zaradi sekanja lesa in odjemalcev lesnih sekancev. Sekalnik ima višje učinke z manjšim mehanskim trenjem med vhodno surovino in rezilom, kadar sesekamo sveži ali gozdno suh les. Večje trenje se pojavi pri sekanju zračno suhega lesa (do 20 % vlažnosti), pojavljata pa se tudi neprijeten prah in ropot, kar je v strnjenih naseljih nezaželeno. V primeru nižje vlažnosti je prodaja na trgu uspešnejša (Bezovnik,

2007). Vlažnost lesa oziroma vsebnost vode veliko vplivata na kurilno vrednost; pri takšnem lesu se porabi tudi več energije za izhlapevanje med izgorevalnim procesom, manj pa je ostane za naše ogrevanje (Kopše in Kranjc, 2005).

Pri vhodni surovini je iz skorje, oboda in jedra težko določiti povprečno vlažnost. Vpliv na vlažnost pa ima tudi gostota lesa (širina branike), drevesna vrsta, starost poseka in vitalnost drevesa. Za potrebe naših raziskovalnih namenov smo vlažnost merili zato, da bi podkrepili predstavo o teži kubičnega metra lesnih sekancev (Bezovnik, 2007).

6.3 REZULTATI MERJENJA UČINKOV SEKALNIKOV

Na podlagi snemanj pri porabi časa za izdelavo kubičnega metra nasutih lesnih sekancev smo ugotovili, da je največ časa sekalnik porabil pri sekanju sečnih ostankov.

Preglednica 8: Poraba časa za izdelavo kubičnega metra nasutih lesnih sekancev (min/nm³)

Vhodna surovina	Poraba časa (min/nm ³)
Goli	3,05
Žamanje	1,78
Sečni ostanki	4,93

Preglednica 9: Poraba časa za izdelavo ene tone nasutih lesnih sekancev (min/t)

Vhodna surovina	Poraba časa (min/t)
Goli	8,02
Žamanje	4,70
Sečni ostanki	12,98

Pri porabi časa za izdelavo ene tone nasutih lesnih sekancev smo zopet ugotovili, da je največ časa sekalnik porabil pri sekanju sečnih ostankov. Vzrok je predvsem v obliki osnovne surovine – le to predstavljajo večinoma drobne veje, zato je poraba časa tudi večja. Najmanj časa je sekalnik porabil pri sekanju žamanja.

Preglednica 10: Učinek sekalnika v delovni uri in delovnem dnevu

Vhodna surovina	Učinek (nm ³ /h)	Učinek (nm ³ /dan)
Goli	19,70	157,60
Žamanje	34,10	272,80
Sečni ostanki	12,17	97,36

Izmed vseh treh vhodnih surovin smo dobili največji učinek pri žamanju s kar 272,80 nm³ na delovni dan, najmanj pa pri sečnih ostankih s 97,36 nm³ na delovni dan. Razlika v učinkih je velika ravno zaradi oblike surovine. Sečni ostanki predstavljajo vejevje (vse je drobno), medtem ko žamanje predstavlja večjo gostoto (razlika je, če imamo na kupu 1 m³ sečnih ostankov oziroma 1m³ žamanja). Žamanje so ostanki primarne predelave lesa in so zloženi v butarah po cca. 3 m³ lesa. Učinek sekalnika je pri žamanju velik tudi zato, ker lahko hitreje doziramo s hidravlično napravo in je sekalnik obremenjen na polno, medtem ko pri sečnih ostankih izgubljam čas pri doziranju, ker imamo vejevje, ki ga težje doziramo v ustje sekalnika, čas pa izgubljam tudi pri manevriranju z dvigalom, ko pobiramo sečne ostanke. Nekoliko lažje je z dvigalom pobirati žamanje, še lažje goli.

6.4 REZULTATI MERJENJA PORABE GORIVA

Preglednica 11 prikazuje različno porabo goriva. Vzrok teh razlik je ravno v uporabi različnih količin vhodne surovine. Če bi hoteli prikazati vsaj približno enako količino porabljenega goriva, bi morali imeti na skladiščih enako količino vseh treh vhodnih surovin.

Preglednica 11: Poraba goriva v posnetem času

Vhodna surovina	Poraba goriva (l/snemanje)	Posneti čas (min)
Goli	147	392
Žamanje	7	12
Sečni ostanki	70	243

Traktor JCB Fastrac 3230 je pri žamanju s kratkim posnetim časom porabil najmanj goriva.

Preglednica 12: Poraba goriva v delovni uri in delovnem dnevu

Vhodna surovina	Poraba goriva (l/h)	Poraba goriva (l/dan)
Goli	20,25	162,00
Žamanje	31,81	254,00
Sečni ostanki	15,49	124,00

V preglednici 12 rezultati snemanja porabe goriva pokažejo največjo porabo pri sekanju žamanja. Tako smo dobili porabo na delovno uro 31,81 litrov in na delovni dan 254,00 litrov.

Preglednica 13: Povprečje porabe goriva in povprečje učinka

	Eschlböck Biber 70
Povprečna poraba goriva (l/h)	22,52
Povprečna poraba goriva (l/dan)	180,00
Povprečni učinek (nm ³ /h)	22
Povprečni učinek (nm ³ /dan)	176

Izračun je pokazal, da ni bistvene razlike med povprečno porabo goriva in povprečnim učinkom na delovno uro. Povprečni učinek na delovni dan je znašal 176 nasutih kubičnih metrov lesnih sekancev, kar je dovolj velika količina za sekalnik Eschlböck Biber 70. Stroj lahko doseže še večje učinke kot v naših meritvah, vendar moramo poudariti, da surovine nismo imeli zložene na centralnih skladiščih, torej na enem mestu, ampak na več prostorsko ločenih mestih. Pri prvi meritvi smo imeli surovino napačno zloženo na kupu in smo zato porabili veliko več časa za izdelavo lesnih sekancev. Pri tej meritvi je bil učinek nekoliko manjši kot ga sicer dosega sekalnik. Pri merjenju sekanja žamanja smo bili zadovoljni z rezultatom, kajti surovina je bila zložena na prikolici in smo jo prepeljali bližje sekalniku, tako da jo je s hidravlično napravo lahko nakladal v ustje sekalnika. Tukaj učinka sekalnika ni nič oviralo in tudi nikakršnih zastojev ni povzročalo. Pri zadnji meritvi sekanja sečnih ostankov smo ugotovili nekoliko manjše učinke zaradi prestavljanja sekalnika, ker je bila surovina na več mestih in hkrati tudi zaradi prepoznega odvoza lesnih sekancev s prikolicami.

Za sekalnik Eschlböck Biber 70 kot priključek traktorja je najboljšo, da je surovina na kupu in na primernem mestu z dovolj prostora. Vendar takšne možnosti nimamo povsod, zato je dobro, da imamo traktor, s katerim lahko hitro prestavimo sekalnik na želeno mesto. V naših meritvah smo ugotovili, da imamo v primeru odvoza lesnih sekancev s prikolicami kakšno tudi v rezervi. V nasprotnem primeru je potrebno sekalnik ustavljati – to pa nam zmanjša delovne učinke sekalnika.

6.5 REZULTATI KALKULACIJE STROŠKOV

V preglednici 14 so prikazani rezultati kalkulacije stroškov na letni ravni za 8 in 12 let dolgo amortizacijsko dobo.

Preglednica 14: Kalkulacija stroškov za sekalnik Eschlböck Biber 70 s traktorjem JCB Fastrac 3230

Kalkulacija stroškov (€/leto)	V 1000 delovnih urah	V 1250 delovnih urah
Gorivo in mazivo	29321	36651
Nadomestni deli	1957	1535
Amortizacija	20375	30563
Popravila in vzdrževanje	16300	24450
Obresti na kapital	611	917
Zavarovanje	17115	17115
Stroški delavca	14152	14152
Splošni stroški	9959	9959
Lastna cena	109790	135342

Pri izračunavanju smo upoštevali še menjavanje rezil enkrat letno. V 12-letni amortizacijski dobi smo upoštevali še dve menjavi gum. Tu se pojavi še vprašanje, ali bo sekalnik zdržal 12 let, saj to je relativno dolga doba. Prikazani so stroški na letni ravni.

V preglednici 15 je prikazan strošek lastne cene na nasuti kubični meter lesnih sekancev.

Preglednica 15: Strošek sekalnika Eschlböck s traktorjem JCB Fastrac 3230 na nasuti kubični meter lesnih sekancev

Amortizacijska doba (let)	Celotni stroški (€/leto)	Povprečni učinek (nm ³ /leto)	Lastna cena (€/nm ³)
8	135342	27456	4,93
12	109790	22 000	4,99

V Sloveniji velja trenutna povprečna cena 5 € (ustni vir) za nasuti kubični meter lesnih sekancev. Pri izračunavanju smo si pomagali z letno izkoriščenostjo delovnih dni ter povprečnim učinkom na dan. V obeh amortizacijskih dobah nas razveseli podatek, da ne presežemo lastne povprečne cene, kar je kar dober izkoristek, glede na sezonsko delo. S sekalnikom bi bili manjši stroški izdelovanja, če bi dvignili letni učinek sekalnika, vendar je to odvisno od lokacije in količine surovine.

Dnevni celotni stroški v obeh dobah so razmeroma visoki, kljub temu da sekalnik predstavlja visoko investicijo, ki pa je seveda dolgoročna.

Preglednica 16: Strošek sekalnika s traktorjem JCB Fastrac 3230 v časovni enoti

Amortizacijska doba (let)	Celotni stroški (€/h)	Celotni strošek (€/dan)
8	108,27	866,16
12	109,79	878,32

7 SKLEPI IN RAZPRAVA

Imeli smo tri različne vhodne surovine, vsaka od njih je predstavljala prednosti in slabosti pri izdelavi lesnih sekancev in tudi vsebnost vode ni bila enaka. Sekalnik Eschlböck Biber 70 je primeren za proizvodnjo lesnih sekancev tako iz goli kot tudi iz žamanja in sečnih ostankov. Sekalnik dosega zelo dobre učinke, če lesne sekance skladiščimo v za to namenjen zalogovnik (pokrit prostor). V primeru odvoza s prikolicami pa se učinki zmanjšajo. Prav tako se zmanjšajo učinki, če imamo predebelo hlodovino, kar pomeni, da je sekalnik ne more sesekati; v takšnem primeru je potrebno oblovino najprej prežagati ali razcepiti čez polovico in šele nato jo lahko sesekamo.

Ugotovili smo, da je sekalnik Eschlböck Biber 70 res primeren za sekanje surovine tako sveže kot tudi suhe vhodne surovine in da dosega dobre učinke, kljub temu da se je moral premikati po skladišču. Težava je zgolj v večji porabi časa. Poraba goriva je bila sorazmerna izdelani količini lesnih sekancev.

Pri strukturi delovnega časa sekalnika smo ugotovili, da imamo od 12,28 do 26,76 % neproduktivnega časa ravno zaradi napačno zložene hlodovine; zato je bil učinek stroja manjši kar pa ni krivda strojnika, ampak lastnikov kmetij, ki pripravljajo vhodno surovino. Kadar odvažamo lesne sekance z več prikolicami, prihaja do manjših izgub časa, ki jih uvrščamo v neproduktivni čas. V primeru surovine na skladišču, zraven zalogovnika, pa imamo lahko premalo prostora. Kot vemo, ima sekalnik vhod za surovino samo iz ene strani; v primeru, da zaradi prostorske stiske parkiramo napačno, je učinek posledično manjši, poraba goriva pa večja. Zato v tej nalogi ne bomo mogli dokazati točnih podatkov o učinku stroja, ker so razmere od kmetije do kmetije različne, ampak bodo podatki o učinkih dejanski. Do bolj točnih podatkov bi prišli samo na centralnih skladiščih, kjer bi izdelovali eno surovino v delovnem dnevu. Sčasoma bodo ljudje pridobili tudi več potrebnih izkušenj in bodo tudi surovino za izdelavo lesnih sekancev pripravili na ustrežnejših in prostornejših mestih.

V nalogi smo predstavili tudi lesni potencial biomase, ki ga imamo po posameznih občinah in možnosti pridobivanja lesne biomase glede na drevesno vrsto. Po vseh navedenih občinah prevladuje bukev s kar 37 %, sledi ji smreka z 28 %, nato še jelka in hrast graden.

Posebej zadnji dve vrsti zelo variirata po vseh občinah. Na splošno gledano imajo gozdovi po občinah zelo pestro sestavo, vendar lahko rečemo, da bi lahko povečali porabo lesne biomase v energetske namene. Na prvem mestu po deležu se nahaja bukev, sestava ostalih drevesnih vrst pa je lokacijsko zelo različna. Na koncu naj poudarimo še, da bi lahko prebivalci vseh občin več razmišljali v smeri uporabe lesne biomase, ker se še vedno veliko gospodinjstev ogreva na kurilno olje, kljub temu da imajo v lasti gozd.

8 POVZETEK

V diplomskem delu smo obravnavali učinke in stroške izdelovanja lesnih sekancev. Ugotavljali smo tudi strukturo delovnega časa in vlažnost lesa. Zaradi različnih vhodnih surovin smo izvedli tri meritve. Po analizi zbranih podatkov smo ugotovili, da se sekalnik Eschlböck Biber 70 ni izkazal za tako učinkovitega, kot smo v začetku predvidevali. Sekalnik je največ časa porabil za nasuti kubični meter pri sesekanju sečnih ostankov, in sicer 4,93 minute, najmanj pa pri žamanju – 1,78 minute. Na sam rezultat ima največji vpliv vrsta vhodne surovine. Sekalnik je tako v delovnem dnevu izdelal kar 272,80 nasutih kubičnih metrov lesnih sekancev. Te vrste sekalnikov so zelo učinkovite – velikokrat pa je težava v neprimerno pripravljene surovini in mestu, ki ga izberejo sami lastniki.

Dnevna poraba goriva je znašala 180,00 litrov, to je poraba v 8 urah.

Kljub včasih neprimerni pripravi surovine smo v poskusu dosegli dobre rezultate, tako v učinkih izdelave kot tudi pri stroških. Predvidena letna izkoriščenost strojev znaša 182 dni. To pomeni 100 % izkoriščenost stroja. Realna letna izkoriščenost sekalnika, navedena v nalogi znaša za 125 delovnih dni 68,7 %, to pomeni 1000 delovnih ur. V 156 delovnih dnevih pa je izkoristek 85,7 % v 1250 delovnih urah. V kalkulaciji stroškov dela s sekalnikom smo upoštevali dve možnosti pri upoštevanju dolžine amortizacijske dobe – 8 oziroma 12 let; v prvem primeru smo tako upoštevali 1250 delovnih ur na leto, v drugem pa 1000. Pri stroških izdelave sekancev v nobenem primeru nismo preseгли ceno 5 eurov za nasuti meter.

Merjenje vlažnosti je tudi izrednega pomena, pozna se tudi pri porabi goriva. Pogonski agregat porabi manj goriva pri uporabi lesa z višjo vlažnostjo. Vlažnost smo izmerili z vlagometrom FMG-3000, ki je enostaven za uporabo in prikaže tudi takojšen rezultat.

Sekalnik ima tudi to prednost, da hidravlično dvigalo upravljamo iz kabine traktorja in se tako izogibamo hrupu in prahu, ki sta za zdravje škodljiva. Sekalnik kot priključek traktorja se je pokazal kot zelo mobilni stroj – tako na cesti kot tudi na skladiščih.

»Sekalnikov v Sloveniji je po naši oceni veliko – trg z lesnimi sekanci je pri nas majhen, takšna je tudi poraba. To je tudi eden od razlogov premajhne izkoriščenosti teh strojev.«

»Rešitev je v večjem izvozu sekancev ali večji porabi doma.« V Sloveniji je vse več površin v zaraščanju, to pomeni, da imamo na razpolago velik delež lesne biomase, namenjene za lesne sekance. Trenutno je poraba sekancev v gospodinjstvih majhna – problem je večinoma v spremembi ustaljenih navad in sorazmerno veliki začetni investiciji v sodobne peči na biomaso. A odstotek se vendarle počasi povečuje, ker so tudi porabniki iz leta v leto s to možnostjo bolj seznanjeni, pa tudi zanimanje je večje.

9 VIRI IN LITERATURA

Bedekovič K. 1997. Tehnologija lesa. Študijsko gradivo. Škofja Loka, Srednja lesarska šola Škofja Loka. 136 str.

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.: 57 str.

Fortuna F. 2009. Kmečki glas, 22: 21-23

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Dobrova, veljavnost (2007-2016). 2009. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 207 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Vrhnika, veljavnost (2007-2016). 2009. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 185 str.

Jejčič V. 2005. Katalog traktorjev, Tehnika in narava, 9, 1: 60-61

Katalog Eschlböck BIBER Holzhackmaschinenprogram 2001 Prambachkirchen Eschlböck: 15 str.

Kopše I., Kranjc 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 gozdne vire: 325 str.

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

Kranjc N., Kovač Š. 2003. Lesna biomasa – okolju prijazen obnovljiv vir energije. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS: 23 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: 21 str.

Kranjc N. 2009. Lesna goriva. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. 82 str.

Kranjc N. 2009. Stroji za izdelavo lesne biomase. Gozd in obnovljivi viri, 1, 11-12

Lesna biomasa – les kot gorivo. 2005. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije. <http://www.biomasa.zgs.gov.si/indeks.php?p=les> (26. 10. 2009).

Lesna biomasa, potenciali po občinah. 2005. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije. <http://www.biomasa.zgs.gov.si/indeks.php?p=obcine> (28. 10. 2009).

Lesna biomasa, sinteza kazalcev. 2005. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije. http://www.biomasa.zgs.gov.si/indeks.php?p=obcine_so (28. 10. 2009).

O podjetju JCB. 1999. JCB.

<http://www.jcb.co.uk/aboutjcb/worldclass.aspx> (18. 11. 2009).

Pogačnik F. 2006. »Organizacija gozdarskih del pri sanaciji posledic vetroloma na Jelovici«. Bled, Gozdno gospodarstvo Bled (osebni vir, oktober 2006)

Pogačnik N., Kranjc R. 2000. Les kot kurivo. Gozdarski vestnik, 58, 5/6, 280-283.

Primc B. 2009. Uporaba lesne biomase. Delo in dom, 17, 40: 31-32.

Produkti podjetja JCB – serija 3230. 2001. JCB

<http://www.jcb.com/products/MachineProduct.aspx?PID=139&RID=11> (18. 11. 2009).

Sekalniki Eschlböck Biber. 2006. Eschlböck Maschinenfabrik

<http://www.eschlboeck.at/> (24. 11. 2009).

Sekalniki za les. Mehanizacija Miller. 2005.

http://www.mehanizacija-miller.si/eschlbock/sekalniki_za_les/biber_70 (24. 11. 2009).

Šinko M. 1994. Ekonomika zasebnega gozdarskega obrata. Ljubljana, Kmečki glas: 124 str.

Vlagometer FMG 3000

[http://exotec-instruments.se/PDF-Documents/FMG-3000\(eng\).pdf](http://exotec-instruments.se/PDF-Documents/FMG-3000(eng).pdf) (9. 11. 2009).

Winkler I. 1994. Kalkulacije stroškov gozdarskih del. (Strokovna in znanstvena dela). Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete: 69 str.

Winkler I. 1997. Organizacija gozdarskih del. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete: 265 str.

ZAHVALA

Staršem bi se zahvalil, da so mi omogočili študij, me spodbujali, stali ob strani in potrpežljivo čakali na zaključek mojega študija.

Zahvaljujem se tudi samostojnemu podjetniku Stanetu Koširju, ki mi je tehnično omogočil izdelavo diplomske naloge.

Mentorju dr. Boštjanu Koširju in recenzentu dr. Juriju Marenčetu se iskreno zahvaljujem za vse strokovne nasvete, ideje, pripombe in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Najlepša hvala tudi tistim, ki ste kakorkoli pripomogli h končni podobi diplomske naloge.

PRILOGE

Priloga A: Snemalni list za ugotavljanje strukture delovnega časa

Snemalec: _____

Datum: _____

Kraj: _____

Vrsta stroja: _____

Količina: _____

Vhodna surovina: _____

Začetek snemanja: _____ Konec snemanja: _____

	Posneti čas (min)
DELOVNI ČAS	
Produktivni čas	
Glavni produktivni čas	
Doziranje in sekanje	
Pomožni produktivni čas	
Premik po skladišču	
Priprava surovine	
Neproduktivni čas	
Pripravljalno-zaključni čas	
Glavni odmor	
Dodatni čas	
Zaradi sekalnika	
Vzdrževanje stroja	
Zaradi delavca	
Odmor, osebne potrebe	
Zaradi organizacije	
Zaradi meritev	

Priloga B: Struktura posnetega delovnega časa v minutah

	Goli drva	Sečni ostanki	Žamanje
DELOVNI ČAS	392	243	12
Produktivni čas	320,50	207,17	11,75
Glavni produktivni čas	292,50	163,24	11,75
Doziranje in sekanje	292,50	163,24	/
Pomožni produktivni čas	28,00	43,93	/
Premik po skladišču	28,00	43,93	/
Priprava surovine	/	/	/
Neproduktivni čas	71,50	35,83	0,25
Pripravljalno-zaključni čas	/	/	/
Glavni odmor	/	/	/
Dodatni čas	71,50	35,83	0,25
Zaradi sekalnika	38,68	/	/
Vzdrževanje stroja	38,68	/	/
Zaradi delavca	28,57	/	/
Odmor, osebne potrebe	28,57	/	/
Zaradi organizacije	4,25	/	0,25
Zaradi meritev	/	/	/

Priloga C: Kalkulacija stroškov za sekalnik Eschlböck Biber 70 in pogonski agregat JCB Fastrac 3230

		Amortizacijska doba 8 let	Amortizacijska doba 12 let
	Cena (€/enoto)	Stroški (€/leto)	Stroški (€/leto)
1. Gorivo in mazivo		36.651	29.321
Gorivo	1,072	30.543	24.434
Mazivo	20 % stroškov goriva	6.109	4.887
2. Nadomestni deli		1.535	1.957
Gume	1.400	1.400	1.867
Rezila	90	135	90
3. Amortizacija		30.563	20.375
Nabavna vrednost traktor	130.000	13.813	9.208
Nabavna vrednost sekalnik	110.000	14.875	9.917
Nabavna vrednost nakladalna naprava	50.000	1.875	1.250
4. Popravila in vzdrževanje		24.450	16.300
Traktor	80 % amortizacije	11.050	7.367
Sekalnik	80 % amortizacije	11.900	7.933
Nakladalna naprava	80 % amortizacije	1.500	1.000
5. Obresti na vložen kapital		917	611
Traktor	3 %	414	276
Sekalnik	3 %	446	298
Nakladalna naprava	3 %	56	38

"se nadaljuje"

"nadaljevanje"

6. Zavarovanje		17115	17.115
Traktor	7 % * A * t	7735	7.735
Sekalnik	7 % * A * t	8330	8.330
Nakladalna naprava	7 % * A * t	1.050	1.050
7. Stroški delavca	BPL * K 1	14.152	14.152
8. Splošni stroški	BPL * K 2	9.959	9.959
9. Lastna cena		135.342	109.790

Priloga D: Kalkulacija stroškov v časovnih enotah

Amortizacijska doba (let)	Strošek (€/h)	Strošek (€/dan)	Strošek (€/leto)
8	108,27	866,16	142.916,40
12	109,97	878,32	109.790,00