



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

TESTNI PRIMERI PRIDOBIVANJA ZELENIH LESNIH SEKANCEV

Dr. Nike Krajnc, Matevž Triplat, mag. Mitja Piškur, Jaka Klun, mag. Robert Robek, Tine Premrl
dr. Klemen Eler, dr. Milan Kobal, dr. Primož Simončič



Tehnološki, okoljski in ekonomski vidiki

Ljubljana, Oktober 2013

KAZALO

1	UVOD	6
1.1	Analiza hranil v tleh, rastlinskem materialu in lesu	Error! Bookmark not defined.
1.2	Časovne študije.....	6
1.3	Izračun neposrednih stroškov strojev.....	7
2	NANOS – SMREKOVA MONOKULTURA	8
2.1	Opis raziskovalnih objektov	8
2.2	Opis tehnologij.....	9
2.3	Rezultati.....	12
2.3.1	Časovna študija	12
2.3.2	Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje v izbranih debelinskih razredih - smreka	14
2.3.3	Stroški proizvodnje zelenih sekancev	16
3	VREMŠČICA – ČRNI BORI.....	18
3.1	Opis raziskovalnih objektov	18
3.2	Opis tehnologij.....	19
3.3	Rezultati.....	20
3.3.1	Časovna študija za objekt Vremščica – črni bor	20
3.3.2	Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje – črni bor	22
3.3.3	Stroški proizvodnje zelenih sekancev	23
4	VREMŠČICA – ČRNI GABER.....	25
4.1	Opis raziskovalnih objektov	25
4.2	Opis tehnologij.....	27
4.3	Rezultati.....	28
4.3.1	Časovna študija za objekt Vremščica – črni gaber	28
4.3.2	Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje – črni gaber	30
4.3.3	Stroški proizvodnje.....	31
5	TRNOVO – MEŠAN GOZD.....	32
5.1	Opis raziskovalnih objektov	32
5.2	Opis tehnologij.....	33
5.3	Rezultati.....	35
5.3.1	Časovne študije za objekt Trnovo – mešan gozd	35
5.3.2	Proizvedene količine - Sortimentna struktura	36
5.3.3	Stroški proizvodnje zelenih sekancev	37
6	Primerjava strukture produktivnega časa in neposrednih materialnih stroškov strojev za vse štiri testna področja	39
7	Rezultati analize iznosa hranil na testnih primerih	41
8	Literatura in viri	46
9	Priloge.....	47



Seznam preglednic

Preglednica 1	Predpostavke za izračun neposrednih materialnih stroškov strojev	7
Preglednica 1	Opis raziskovalnih ploskev (Nanos – smreka)	8
Preglednica 2	Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Nanos – smreka)	12
Preglednica 3	Produktivnost posameznih delovnih operacij (ekvivalent okroglega lesa / uro – efektivni čas) (Nanos – smreka)	13
Preglednica 4	Struktura GLS nadzemne dendromase v dveh razredih prsnih premerov (Nanos – smreka)	15
Preglednica 5	Prihodki in stroški pri gospodarjenju z gozdom (vidik lastnika gozda)	16
Preglednica 6	Stroški proizvodnje zelenih sekancih (podatki izvajalca)	16
Preglednica 7	Opis raziskovalnih ploskev (Vremščica – črni bor)	18
Preglednica 8	Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Vremščica – črni bor) ...	20
Preglednica 9	Produktivnost posameznih delovnih operacij (Vremščica – črni bor)	22
Preglednica 10	Struktura gozdnih lesnih sortimentov (RWE m ³ _{ss}), (Vremščica – črni bor)	22
Preglednica 11	Opis raziskovalnih ploskev (Vremščica – črni gaber)	26
Preglednica 12	Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Vremščica – črni gaber)	28
Preglednica 13	Produktivnost posameznih delovnih operacij (v EOKL/h) (Vremščica – črni gaber) ..	30
Preglednica 14	Opis raziskovalnih ploskev (Trnovo – mešan gozd)	33
Preglednica 15	Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Trnovo – mešan gozd) ..	35
Preglednica 16	Produktivnost posameznih delovnih operacij (v EOKL/h) (Trnovo – mešan gozd)	36
Preglednica 17	Razlike v količinah izdelanih zelenih sekancev – poskus bukev, jelka in smreka (Trnovo – mešan gozd)	36
Preglednica 18	Razlike v kazalcih proizvodnje – poskus bukev, jelka in smreka (Trnovo – mešan gozd)	37
Preglednica 19	Vsebnosti hranil (v % na suho snov) v biomasi debel (sortimentov) in zelenih sekancev. Podatki za sekance izmerjeni v laboratoriju LGE / GIS, za debela na podlagi podatkovne baze EFI (model EFISCEN)	41
Preglednica 20	Skupni iznosi dušika s sečnjo, letna depozicija dušika in ocenjena povratna doba za izravnano bilanco med iznosom s sečnjo ter depozicijo za štiri testne ploskve in dve preferenci sečnje.	44
Preglednica 21	Iznos dušika (kg N / ha na ukrep) na lokacijah (ploskvah) kjer je izvršena sečnja (2012/ 2013) z namenom določitve t. i. povratne dobe za hranila, v našem primeru za dušik (N)	45



Seznam Grafikonov

Grafikon 1	Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Nanos – smreka).....	12
Grafikon 2	Struktura gozdnih lesnih sortimentov za drevesa s prsnim premerom 10-19 cm (Nanos – smreka).....	14
Grafikon 3	Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Nanos – smreka).....	17
Grafikon 4	Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Vremščica – črni bor)	21
Grafikon 5	Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Vremščica – črni bor)	23
Grafikon 6	Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Vremščica – Črni gaber).....	29
Grafikon 7	Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Vremščica – črni gaber).....	31
Grafikon 8	Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Trnovo – mešan gozd).....	35
Grafikon 9	Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Trnovo – mešan gozd)	38
Grafikon 10	Struktura produktivnega časa za posamezna testna območja – za ploskve, kjer smo pospeševali proizvodnjo okroglega lesa.....	39
Grafikon 11	Struktura produktivnega časa za posamezna testna območja – za ploskve, kjer smo pospeševali proizvodnjo zelenih sekancev	39
Grafikon 12	Primerjano stroški po posameznih fazah in posameznih testnih območjih (€/EOKL) – okrogli les.....	40
Grafikon 13	Primerjano stroški po posameznih fazah in posameznih testnih območjih (€/EOKL) – zeleni sekanci	40
Grafikon 14	Suha snov sekancev in sortimentov izražena v t na ha, odnesena iz štirih testnih lokacij pri dveh preferencah sečnje.	42
Grafikon 15	Iznos posameznih hranil s sekanci in sortimenti pri dveh preferencah sečnje na štirih lokacijah.....	43
Grafikon 16	Krivulje letnih iznosov za testne ploskve pri obeh preferencah sečnje.	44

Seznam slik

Slika 1	Odvoz okroglega lesa	5
Slika 2	Smrekov sestoj po sečnji – Ploskev 1 (Nanos – smreka)	9
Slika 3	Tehnološki model (Nanos – smreka)	10
Slika 4	Izvoz okroglega lesa s traktorjem in gozdarsko prikolico	11
Slika 5	Zbiranje in izvoz sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem	11
Slika 6	Izdelava sekancev ob gozdni cesti	17
Slika 7	Raziskovalne ploskve po sečnji (Vremščica – črni bor)	19
Slika 8	Tehnološki model (Vremščica – črni bor)	20
Slika 9	Mletje sekancev ob gozdni prometnici (Vremščica – črni bor)	21
Slika 10	Razprava različnih deležnikov o izvedbi del na ploskvi (Vremščica – Črni bor)	24
Slika 11	Izdelava sekancev iz sečnih ostankov	24
Slika 12	Stanje na ploskvi 1 po poseku	25
Slika 13	Tehnološki model v primeru proizvodnje sekancev (Ploskev 1: Vremščica – črni gaber) – črni gaber	27
Slika 14	Tehnološki model v primeru proizvodnje sortimentov (Ploskev 2: Vremščica - črni gaber) ...	28
Slika 15	Odvoz okroglega lesa iz ploskve 2 Error! Bookmark not defined.
Slika 16	Stanje na ploskvah po poseku in izvozu okroglega lesa in sečnih ostankov (Trnovem)	32
Slika 17	Tehnološki model (Trnovo – mešan gozd)	34
Slika 18	Izdelava sekancev iz sečnih ostankov na Trnovem	38
Slika 19	Izvoz okroglega lesa z zgibnim prikoličarjem (Trnovo)	38
Slika 20	Stanje na ploskvi 1 po poseku (Vremščica – črni gaber)	41
Slika 21	Priprava sekača na delo	43
Slika 22	Les črnega gabra po spravilu ob gozdni cesti, pripravljen za izcelavo sekancev	45



Slika 1 Odvoz okroglega lesa – ploskev Vremščica - črni bor

1 UVOD

V Sloveniji se je šele v zadnjih letih pokazalo večje zanimanje za izdelavo in trženje sekancev iz sečnih ostankov, oziroma izdelavo tako imenovanih zelenih sekancev. Skladno z EU standardom SIST EN 14588:2010 so zeleni sekanci lesni sekanci izdelani iz svežega lesa in svežih sečnih ostankov (sečni ostanki vključujejo veje in vrhače). Ker do sedaj ni bilo veliko domačih študij, ki bi celovito obravnavale različne vidike izdelave zelenih sekancev, smo v okviru CRP projekta »Možnosti in omejitve pridobivanja biomase iz gozdov (V4- 1126; 1.10.2011 – 30.09.2013)« in mednarodnih projektov »PROFORBIOMED« ter projekta »ManFor CBD«, ki ga sofinancira EU v okviru programa MED ter Life+, izvedli meritve na štirih izbranih testnih območjih. Izbrana območja smo poimenovali:

1. Nanos – smreka
2. Vremščica – črni bor
3. Vremščica – črni gaber
4. Trnovo – mešan gozd

Na vsakem testnem območju smo izbrali in na terenu zakoličili dve ploskve po 0,25 ha (50m*50m). Za vsako testno območje smo po dogovoru z lastnikom določili eno ploskev na kateri bomo pospeševali pridobivanje sečnih ostankov in eno ploskev na kateri bomo pospeševali proizvodnjo okroglega lesa.

V našem primeru pomeni pospeševanje proizvodnje zelenih sekancev prilagoditev pri krojenju oziroma prilagoditev v fazi sečnje. V primeru sortimentne metode sečnje, so pri krojenju na ploskvah s pospeševanjem proizvodnje zelenih sekancev izdelali zadnji sortiment praviloma pri večjem minimalnem premeru in pustili krošnjo neokleščeno. Na ploskvah, kjer smo pospeševali proizvodnjo sortimentov, pa so bili sortimenti izdelani tako kot običajno tudi iz okleščene krošnje. Na sam izbor tehnologij dela na posameznih testnih območjih nismo imeli vpliva, saj se je o tehnologijah in izvjalcih del dogovarjal in odločitve sprejemal lastnik gozda.

Na vseh parih testnih ploskev smo spremljali porabo časa, za posamezno delovno fazo, spremljali smo količine sortimentov in količine lesnih sekancev, vzeli smo vzorce za analizo hranil v tleh in v rastlinskem materialu ter lesu, spremljali smo tudi poškodbe tal.

1.1 Časovne študije

Na vseh raziskovalčnih ploskvah smo snemali porabo časa za posamezne delovne operacije. Za časovne študije smo uporabili terenski računalnik Trimble Nomad opremljen z programsko opremo za snemanje časov UMT-Plus. S tem smo spremljali porabo časa po predhodno določenih delovnih

operacijah. Porabo časa in učinke smo spremljali po posameznem ciklusu, saj omogoča tak način lažjo primerjavo med ploskvami (Spinelli, Visser, 2009). Spremljali smo celotni čas (glavne in pomožne produktivne čase in neproduktivni čas) vendar smo v nadaljnji obdelavi podatkov ter primerjavi rezultatov upoštevali le skupne produktivne čase. Vsi učinki so preračunani na ekvivalente okroglega lesa, ki jih v tej študiji označujemo z oznako EOKL - EOKL m^3_{ss} – ekvivalenti okroglega lesa v m^3 s skorjo, ponekod je označeno tudi kot RWE (Round wood ekvivalent).

Rezultati časovnih študij z izbranih raziskovalnih ploskev so pokazali velik vpliv posameznih dogodkov in raznovrstnih zastojev na potek celotnega delavnika oz. skupnega delovnega časa. Teh nepredvidenih dogodkov in zastojev ni mogoče upoštevati v primerjavi testnih primerov ali v primerjavi z drugimi študijami, zato smo se odločili, da za potrebe tega izdelka analiziramo zgolj produktivne čase različnih procesov. Za celovitejšo študijo na ravni celotnega delavnika bi tako potrebovali večje število ponovitev, s čimer bi sicer izravnali vplive nepredvidenih dogodkov in zastojev, realno pa je takšna raziskava glede na osnovni namen ni opravičljiva z omejenimi sredstvi pa tudi ne izvedljiva.

1.2 Izračun neposrednih stroškov strojev

Za preračun porabe časa na delovno uro lahko uporabimo v študijah in literaturi objavljene faktorje neproduktivnega časa za posamezne primerljive tehnološke faze pridobivanja lesa. Ker so naše ploskve veliko premajhne za spremljanje zadostnega števila delavnikov, ki bi omogočili določitev teh faktorjev je obravnava stroškov proizvodnje na nivoju produktivnega časa smiselna rešitev, ki omogoča primerjave tudi s študijami enakih delovnih procesov v drugih organizacijskih in zakonodajnih razmerah. Za slovenske razmere lahko s predlaganimi faktorji neproduktivnega časa pomnožimo vrednosti porabljenega in izmerjenega produktivnega časa in na ta način določimo količino načrtovane porabe delovnega časa za posamezno tehnološko fazo pridobivanja na posamezni testni ploskvi. Kot predlog lahko za spravilo s traktorjem in gozdarsko prikolico uporabimo faktor 1,42 (Kimovec, 2011), za izdelavo sekancev za traktor s sekalnikom faktor 1,14 (Bezovnik, 2007), za spravilo s prilagojenim gozdarskim traktorjem in gozdarskim zgibnikom 1,37 (Zupančič, 2008; Klun, Poje 2000), za spravilo z zgibnim prikoličarjem (1,35) in za zbiranje sečnih ostankov z minibagerjem (1,2) je na podlagi neobjavljenih snemanj in izkušenj strojnikov faktor neproduktivnega časa ocenjen, za sečnjo z motorno žago znaša 1,58 (po posodobljenih državnih normativih Uredba., 2013) in za strojno sečnjo 1,39 (po državnih normativih za velike stroje za sečnjo Uredba.. 2008). Zaradi lažje primerjave različnih podjetij oz. organizacije dela smo pri predstavljenih preračunih neposrednih materialnih stroškov strojev za posamezne testne primere uporabili izmerjen produktivni čas in stroške predstavili na enoto ekvivalenta okroglega lesa (EUR/EOKL).

Izračune neposrednih materialnih stroškov strojev smo pripravili na osnovi metodologije izračunov, ki je za gozdarsko mehanizacijo uveljavljena v večini EU držav. Temelji na kalkulacijski poenoteni shemi priporočil FAO/ECE Tim/Log 36 iz leta 1956 (GLÄSER 1956). Letna izkoriščenost strojev je bila določena za primer gozdarskih podjetij in ne lastnikov gozdov, ki z mehanizacijo delajo v gozdu le občasno. Letna izkoriščenost strojev, ki je upoštevana v naših izračunih, je prikazana v preglednici 1.

Preglednica 1 Predpostavke za izračun neposrednih materialnih stroškov strojev

	Izkoriščenost stroja (ou/leto)	Neposredni materialni stroški (EUR/ou)	Neposredni materialni stroški (EUR/du)
Traktor in gozdarska prikolica	1600	26,7	21,4
Traktor in velik sekalnik	1600	54,9	41,2
Traktor in vitel	1300	28,9	21,7
Motorna žaga	1200	5,3	2,6
Mini bager	1800	14,5	11,6
Zgibni prikoličar	2000	65,5	52,4
Stroj za sečnjo	2000	79,2	63,4

2 NANOS – SMREKOVA MONOKULTURA

2.1 Opis raziskovalnih objektov

Študija je bila izvedena v slovenskih dinaridih v gozdogospodarskem območju (GGO) Tolmin, v gozdno gospodarski enoti (GGE) Flancovše Nanos. Izbrano območje je bilo pred približno 50 leti pašnik katerega so po vzoru nemške šole pogozdili z navadno smreko (*Picea abies*). Danes je območje s površino 16,31 ha v lasti Agrarne skupnosti Ravnik – Orlovše. Podrobnejši opis značilnosti območja je opisan v preglednici 1.

Preglednica 1 Opis raziskovalnih ploskev (Nanos – smreka)

	Ploskev 1 "Zeleni sekanci"	Ploskev 2 "Okrogli les"	Celotna delovišče
Lokacija	Flancovše - Nanos	Flancovše - Nanos	Flancovše - Nanos
Nadmorska višina (m.a.s.l.)	890 - 910	890 - 900	880-930* ⁴
Površina ploskev (ha)	0.25 ha	0.25 ha	16.31 ha* ⁴
Povprečni naklon (%)	18	17	15* ⁴
Starost sestoja (years)	51	51	51* ⁴
Lesna zaloga (m ³ /ha)	-	-	341* ⁴
Število odkazanih dreves	121	114	6397* ⁴
Intenziteta redčenj (%)	-	-	22.6
Št. posekanih dreves (no. trees/ha)	484	456	392.2
Skupni posek (t/ha)* ¹	78.62	58.68	79.66
Delež zelenih sekancev v skupnem poseku (%)	26	25	25
Povp. premer posekanih dreves (d _{1,3}) (cm)* ²	17.1	15.9	17.6
Posek okroglega lesa (m ³ , under bark)	18.81	14.37	1,188.98
Količina zelenih sekancev (nasut m ³)	19.67	13.75	1,260
Gostota nasutja (kg/nm ³)	263	262	/
Vsebnost vode v sekancih * ³	40.4	44.4	43.2

*1 Skupni posek predstavlja celotno količino okroglega lesa in zelenih sekancev t/ha

*² Povp. premer posekanih dreves (d_{1,3}) – aritmetična sredina premera dreves na prsni višini

*³ Vsebnost vode (w %) je bila za sekance izmerjena skladno z SIST EN 14774-1:2010

*⁴ Vir podatkov GGN GE Podkraj – Nanos 2006 -2016) ter revirni gozdar

Na izbranem območju Nanosa smo izločili dve 0,25 hektarski ploskvi v primerljivih razmerah na istem delovišču v razmaku 0,5 km. Ob koncu leta 2010 je bilo označeno drevje za posek, kot je v navadi za slovensko gospodarjenje je to opravil revirni gozdar v skladu z gozdogospodarskim načrtom.

Glavni namen poskusa je primerjava različnih tehnik dela (pri sečnji) ob uporabi istih tehnologije v celotni proizvodni verigi. Tako je bilo na obeh ploskvah predvidena proizvodnja okroglega lesa in izdelava lesnih (zelenih) sekancev iz sečnih ostankov (vrhač, veje, iglice...). Proučevani tehniki dela se

med samima ploskvama razlikujeta v zgornjem minimalnem premeru debla do katerega gozdni delavec (sekač) še obdela drevo (6-7cm in 10cm v drugem primeru). Na prvi ploskvi smo spodbujali proizvodnjo zelenih sekancev na drugi pa proizvodnjo okroglega lesa. To pomeni, da je gozdni delavec izdelal sortimente zgolj iz najkakovostnejšega dela drevesa in zadnji prečni prerez opravil pri debelini 10-15 centimetrov (povprečna dolžina neizdelanega vrhača je znašala 594 centimetrov) celoten preostali del krošnje se je pustil neokleščen za izdelavo lesnih sekancev. Na drugi ploskvi smo pospeševali proizvodnjo okroglega lesa vključno z tanjšimi sortimenti, tako da je bil zadnji prečni prerez opravljen pri debelini 6-7cm (povprečna dolžina neizdelanega vrhača je znašala 114cm).



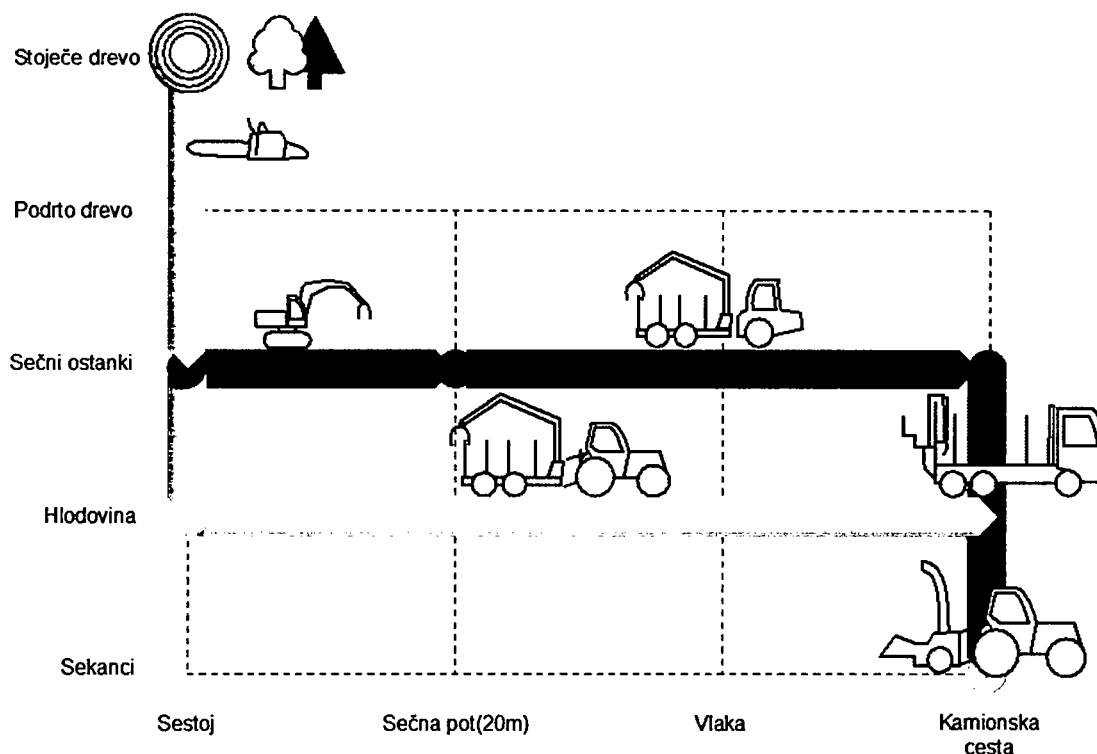
Slika 2 Smrekov sestoj po sečnji – Ploskev 1 (Nanos – smreka)

2.2 Opis tehnologij

V prvi fazi smo s pomočjo kompasa in tračnega metra označili mejna drevesa 50x50m velikih ploskev. Poligona izločenih ploskev smo posneli tudi z GPS. Sledilo je odkazilo dreves, ki ga je opravil revirni gozdar na celotnem območju brez posebnih navodil v zvezi z raziskavo. Sečnjo s profesionalnimi motornimi žagami sta izvedla dva gozdna delavca. Sekača sta drevesa podirala usmerjeno proti pravilnim potem, izvedla kleščenje vej in izdelala sortimente. Za izvajanje gozdnega reda jima ni bilo treba skrbeti, saj je sečnji sledilo tudi spravilo sečnih ostankov. Spravilo sortimentov oz. okroglega lesa je izvajal tretji delavec in sicer z adaptiranim kmetijskim traktorjem (Zetor Proxima Plus 105 41 z močjo 79kW) in gozdarsko prikolico opremljeno s teleskopskim dvigalom (prikolica Palms 82 z nakladalno napravo - dvigalom Palms 610T). S procesom spravila okroglega lesa se je za potrebe naše študije tudi zaključila proizvodnja okroglega lesa in nadaljevala se je proizvodnja zelenih sekancev, dodelavo. Za zbiranje oz. koncentriranje sečnih ostankov, kot so vrhači in veje, so uporabili mini bager (Yuchai YC35-8). Z delovno podfazo »predspravila« z mini bagrom se povečuje produktivnost spravila sečnih ostankov, ker so sečni ostanki zloženi v kupe in niso razpršeni po sestoji. Mini bager zaradi svoje okretnosti in uporabe gumastih gosenic povzroča manjše poškodbe na tal, korenin in stoječega drevja kot če bi sečne ostanke po sestoji zbirali neposredno na gozdarsko prikolico ali zgibni prikoličar.. Za spravilo sečnih ostankov do kamionske ceste so uporabili zgibni prikoličar »forwarder« (Novotny LVS 5000), ki spada v razred majhnih zgibnih prikoličarjev. Na cesti so pripravili dva ločena kupa sečnih ostankov in sicer po enega na raziskovalno ploskev. Sledilo je mletje sečnih ostankov za kar so uporabili veliki sekalnik, katerega je poganjal kmetijski traktor FENDT Vario 930, sekalnik Starchl Mk 86 – 600 z nameščenim teleskopskim dvigalom (Steindl-Palfinger STEPA TKZ

82845) za podajanje surovine v mlin. Spremljanje proces transportiranja sekancev in okroglega lesa do končnega kupca ni bil predmet naše študije, smo pa spremljali tehtanje transportiranih količin.

Na izbor tehnologije in izvajalcev nismo imeli vpliva, kajti to je bilo v domeni lastnika gozda. Izvajalci so bili izbrani na osnovi povpraševanja in prejetih ponudb glede na ponujeno najugodnejšo ceno. V izbranem primeru je dogovorjena cena za sečnjo in spravilo okroglega lesa znašala 25 €/m³. V primeru zelenih sekancev sta se izvajalec in lastnik dogovorila o odkupu sečnih ostankov na panju (ne kamionski cesti) in sicer po ceni 0,3 €/nm³. Po pogajanjih so ceno sečnje in spravila okroglega lesa znižali za 2€/m³ na 23€/m³ na račun gozdnega reda, ker sekačem ni bilo treba zlagati vej in vrhačev v kupe. Po trenutno veljavni slovenski zakonodaji je potrebno ob ali po sami gozdni proizvodnji poskrbeti tudi za gozdni red. Kar pomeni, da vrhače in veje iglavcev zložimo na kupe z namenom zmanjševanja možnosti napada podlubnikov (*Ips typographus*), katerim so ti enomerni smrekovi gozdovi še posebno izpostavljeni. Z proizvodnjo sekancev tako neposredno tudi pozitivno vplivamo na razvoj zdravega in stabilnega gozda.



Slika 3 Tehnološki model (Nanos – smreka)



Slika 4 Izvoz okroglega lesa s traktorjem in gozdarsko prikolico



Slika 5 Zbiranje in izvoz sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem

2.3 Rezultati

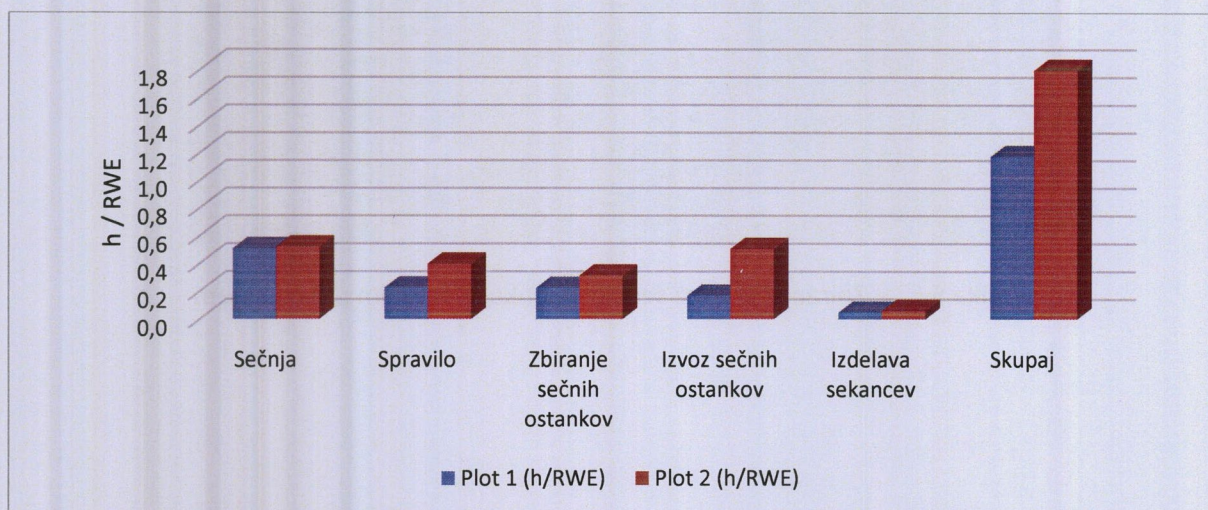
2.3.1 Časovna študija

Struktura porabe produktivnega časa na obeh ploskvah je podrobno predstavljena v preglednici 3. Primerjava proizvodnih časov je pokazala prihranek časa (35 %) v korist proizvodnje zelenih lesnih sekancev, kjer je sekač zadnji prečni prerez debla opravil pri premeru 10cm. Predvsem zaradi prihranka časa pri sečnji (zadnji prečni prerez na večjih premer ter bistveno manj obžaganja vej na račun daljših vrhačev), spravila okroglega lesa (zbiranje in prevoz hlodov z večjim premerom prinaša večje učinke) ter spravila sečnih ostankov (na kupih koncentriranih vej in vrhačev) do kamionske ceste.

Preglednica 2 Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Nanos – smreka)

Nanos - Smreka	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2
	(h/ploskev)	(h/ploskev)	(%)	(%)	(RWE)	(RWE)	(h/RWE)	(h/RWE)
Sečnja	10.31	8.46	49	44	20.31	16.27	0.51	0.52
Spravilo	4.58	6.45	22	33	20.31	16.27	0.23	0.40
Zbiranje sečnih ostankov	3.06	1.59	15	8	13.70	5.10	0.22	0.31
Spravilo sečnih ostankov	2.30	2.57	11	13	13.70	5.10	0.17	0.50
Izdelava sekancev	0.65	0.31	3	2	13.70	5.10	0.05	0.06
SKUPAJ	20.90	19.39	100	100			1.17	1.79

Povprečna gostota nasutja sekancev (merjeno po standardu EN 15150: 2011) je bila na obeh ploskvah precej podobna in sicer je na ploskvi 1 znašala 263 kg/ nm³ ter 262 kg/nm³ na ploskvi 2.



Grafikon 1 Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Nanos – smreka)

Kot je razvidno iz preglednice 4 je produktivnost na ploskvi 1 večja za 31,2 %. To lahko pojasnimo tudi z povprečnim premerom na prsni višini (d1,3) in ne zgolj z izbiro tehnologije, saj je bil povprečni premer na ploskvi 2 pa le 26,03 EOKL/uro. Produktivnost, za vse operacije skupaj, je bila na ploskvi 1 37,8 EOKL/uro na ploskvi 2 pa le 26,03 EOKL/uro. Najvišja razlika je v produktivnosti je v fazi spravila sečnih ostankov, saj je le ta na ploskvi 1 višja za kar 66,8 %. Produktivnost zgibnega prikoličarja, ki smo ga izmerili na naši testni ploskvi lahko primerjamo z podatki, ki jih je v podobni študiji dobil Tolosana et.al (2011) pri študiji produktivnosti izvoza sečnih ostankov.

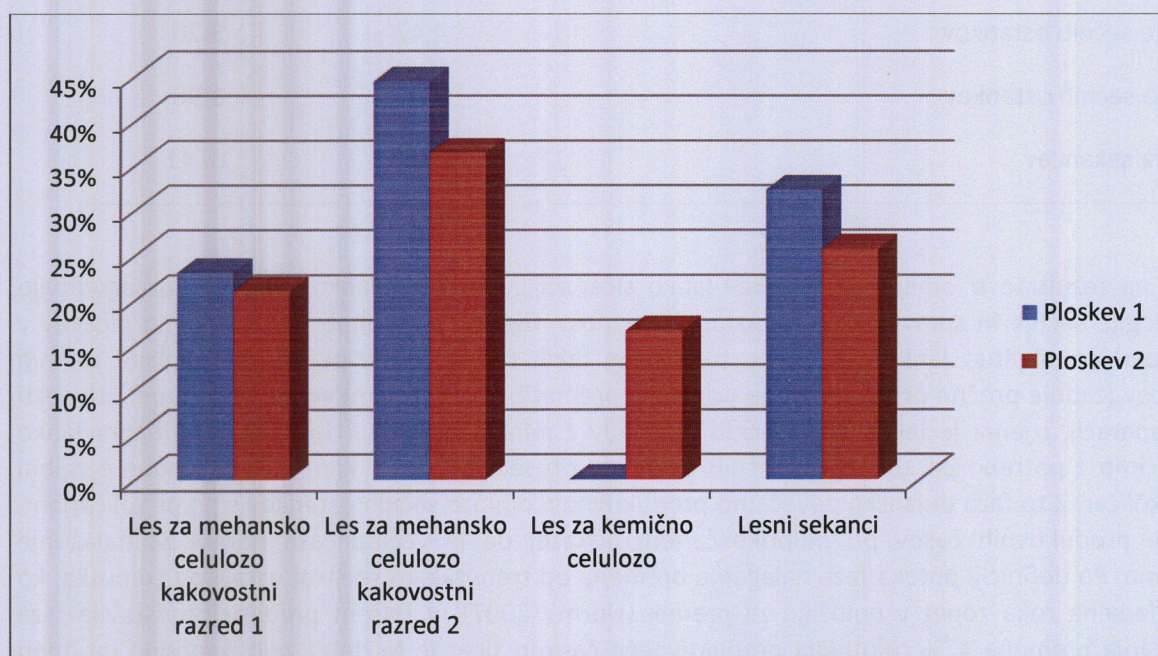
Preglednica 3 Produktivnost posameznih delovnih operacij (ekvivalent okroglega lesa / uro – efektivni čas) (Nanos – smreka)

	Ploskev 1 "zeleni sekanci"	Ploskev 2 "okrogli les"
Sečnja	1.97	1.92
Spravilo z kmetijskim traktorjem in gozdarsko prikolico	4.44	2.52
Zbiranje sečnih ostankov	4.47	3.20
Spravilo sečnih ostankov	5.97	1.98
Izdelava sekancev	20.97	16.41

Glede na rezultate iz omenjenih ploskev lahko sicer zaključimo, da lahko z manjšo prilagoditvijo tehnologije sečnje in spravila povečamo produktivnost. Glede na rezultate iz omenjenih ploskev v smrekovi monokulturi lahko zaključimo tudi, da v takih razmerah pospeševanje izdelave zelenih sekancev (zadnje prečno prežagovane je pri večjih premerih – nad 10 cm) vodi k večji produktivnosti vseh operacij, izjema je le zbiranje sečnih ostankov z mini bagerjem. Uporabo mini bagra lahko upravičimo z potrebo po zbiranjem sečnih ostankov ob sečnih poteh, kjer jih lahko pobere zgibni polprikoličar. Z to fazo dejansko povečamo produktivnost odvoza sečnih ostankov s polprikoličarjem. Analiza produktivnih časov pri polprikoličarjem pokaže, da je večino časa porabi za nalaganje bremena. Po definiciji poteka faza nalaganje bremena od trenutka ko se stroj ustavi od trenutka, ko je nakladalna roka zopet v položaju za premik (Nurmi, 2007). V našem primeru predstavlja faza nakladanja bremena 47% celotnega produktivnega časa in sicer je ta delež zelo podoben na obeh ploskvah. Zelo podobne rezultate smo našli pri Finski študiji, kjer je čas nalaganja tovora predstavljal več kot 50 % celotnega produktivnega časa. (Nurmi, 2007). V primeru sečnje z motorno žago je uporaba mini bagra skoraj nujna, saj so sečni ostanki razpršeni po večji površini. V primeru strojne sečnje je zbiranje sečnih ostankov ob sečnih poteh enostavnejše, saj lahko to delo opravi že operater stroja za sečnjo z ustreznim načinom podiranja in klešččenja vej ob sečni poti, kjer jih lahko operater zgibnega polprikoličarja pobere.

2.3.2 Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje v izbranih debelinskih razredih - smreka

Zaradi razlik v porazdelitvi dreves po debelinskih stopnjah med ploskvama smo za primerjavo izbrali razpon premerov 10-19 cm. V tem primeru med ploskvama ni statistično značilnih razlik v porazdelitvi niti po prsnih premerih ($p=0,93$) niti po volumnu ($p=0,67$). Delež volumna ploskev v izbranem razponu prsnih premerov je znašal 42 % na ploskvi 1 in 54 % na ploskvi 2. Na obeh ploskvah je bilo v tem razponu prsnih premerov 70 % dreves. Na ta način smo izločili vpliv porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah med ploskvama, s tem pa tudi zožili veljavnost primerjave na izbrani razpon prsnih premerov. Po drugi strani je izbrani razpon prsnih premerov tisti, kjer predvidevamo največjo uporabnost primerjave dveh proizvodnih sistemov, saj se prva redčenja iglavcev izvajajo ravno v izbranem razponu prsnih premerov. V tem razponu so razlike med obema proizvodnima sistemoma značilne, kar je razvidno iz grafikona 2.



Grafikon 2 Struktura gozdnih lesnih sortimentov za drevesa s prsnim premerom 10-19 cm (Nanos – smreka)

Z vidika surovinskih potreb industrije mehanske celuloze je primernejša metoda iz ploskve 1, kjer se je pospeševala proizvodnja zelenih sekancev. Delež proizvedenih zelenih sekancev je bil višji na ploskvi 1 (32 %), na ploskvi 2 je znašal 26 %.

Zaradi vpliva prsnega premera dreves na strukturo nadzemne dendromase smo izvedli še podrobnejšo analizo sortimentne strukture ločeno po ploskvah in po dveh debelinskih razredih z namenom boljšega vpogleda v vplivne dejavnike na strukturo sortimentov. Rezultati analize so v preglednici 4.

Preglednica 4 Struktura GLS nadzemne dendromase v dveh razredih prsnih premerov (Nanos – smreka)

Prsni premer	10-14	10-14	15-19	15-19
	cm	cm	cm	cm
Številka ploskve	Ploskev	Ploskev	Ploskev	Ploskev
	1	2	1	2
Les za mehansko celulozo kakovostni razred 1	0.00	0.00	0.39	0.34
Les za mehansko celulozo kakovostni razred 2	0.61	0.47	0.33	0.30
Les za kemično celulozo	0.00	0.22	0.00	0.13
Dodatni delež debla za zelene sekance	0.11	0.00	0.06	0.00
Veje, igličevje in vrhači nad 7 cm	0.28	0.30	0.22	0.23
Skupaj	1.00	1.00	1.00	1.00

Kot neposredna posledica maksimiranja količine zelenih sekancev se pojavita dva učinka:

- del debla se predela v sekance
- metoda vpliva na sistem krojenja, kjer se povečuje količina najbolj vrednih sortimentov (žagan les in les za mehansko celulozo).

Rezultati teh dveh učinkov so razvidni v preglednici 5. Z naraščanjem premera nad 20 cm se delež debla, ki se pretvori v sekance, naglo zmanjšuje in znaša v debelinskem razredu 20-24 cm le še 3,0 %. NA sortimentno strukturo pri drevesih nad 20 cm bolj vplivajo drugi dejavniki, kot so drevesna višina in kakovost debel. Rezultati nakazujejo, da so razlike v sortimentni strukturi očitnejše v sestojih, kjer so prsni premeri pod 20 cm.

Delež vrhačev, vej in igličevja se med različnimi sistemi krojenja na obravnavanih ploskvah razlikuje, še posebej izstopa najmanjši premer sortimentov na tanjšem koncu. Razlike so bile prisotne v debelinskih razredih 10-14 cm in 15-19 cm. Rezultati so skladni z raziskavami Raissanena in Nurmija (2011), kjer je delež ostankov naraščal glede na minimalni zgornji premer obdelanih debel.

V razponu prsnih premerov 10-19 cm so razlike v prodajni ceni, izraženo kot EUR/m³ ss (okrogli les, s skorjo), med ploskvama relativno podobne; nekoliko višje vrednosti so bile dosežene na ploskvi 1, in sicer za 5 % v debelinskem razredu 10-14 cm in 3 % v debelinskem razredu 15-19 cm.

Rezultati poskusa nakazujejo, da je metoda optimiziranja količin lesa za mehansko celulozo in volumna zelenih sekancev z vidika finančnih donosov v prvih komercialnih redčenjih enomernih čistih smrekovih sestojih učinkovita. Sortimentna struktura pri tem načinu omogoča absolutno in relativno večje količine lesa za mehansko celulozo glede na obstoječe tradicionalne načine pridobivanja lesa. To tudi pomeni, da delavci spremenijo način krojenja debel in s tem povečujejo količine lesa za mehansko celulozo. Proizvodnja mehanske celuloze je v Sloveniji aktualna, saj obstoječi podjetji, s popolnoma integrirano proizvodnjo mehanske celuloze v proizvodnji papirja in kartona, povečujeta kapacitete proizvodnje. Te okoliščine lahko vplivajo na večji obseg prvih redčenj v čistih smrekovih sestojih v prihodnosti.

Na podlagi rezultatov izhaja, da sta znanji o pretvorbenih faktorjih ter o lesarstvu predpogoj za optimalne odločitve v dobavni verigi lesa.

2.3.3 Stroški proizvodnje zelenih sekancev

V primeru testnih ploskev na Nanosu bomo stroške proizvodnje predstavili iz dve zornih kotov in sicer zornega kotla lastnikov in izvajalcev del. Glavni cilj naših spremljanj ni bila natančna analiza stroškov proizvodnje temveč predvsem spremljanje učinkov, zato ne bomo šli v podroben opis prednosti za lastnika gozda, ki je bila v našem primeru agrarna skupnost, lahko pa zaključimo, da so lastniki z optimizacijo proizvodnje dvakrat pridobili in sicer z prodajo sečnih ostankov ter z nižjo dogovorjeno ceno za sečnjo in spravilo. Prihodki (DDV ni vključen v prikaz) in stroški za lastnika so predstavljeni v naslednji preglednici.

Preglednica 5 Prihodki in stroški pri gospodarjenju z gozdom (vidik lastnika gozda)

in €	Skupaj	Okrogli les	Sekanci
1. Prihodek	47.726		
Vrednost lesa	45.426	45.048	378 ^{*1}
Subvencija za izvajanje negovalnih del	2.300		
2. Stroški	22.788		
Sečnja in spravilo	22.032	22.032	
Dodatni stroški manipulacije z lesom	756	756	
3. Skupni prihodek	24.938	22.260	378

^{*1} lesne sekance so prodali on panju (€0.3/loose m³) in ne končnemu uporabniku

Cena prodanega lesa, je vrednost, ki jo je navedel lastnik, glede na prodajo lesa iz celotne površine in ne zgolj na naši testni ploskvi.

V nadaljevanju pa predstavljamo še stroške proizvodnje zelenih sekancev, kot jih je izračunal izvajalec del na celotni površini in ne zgolj na naših testnih ploskvah.

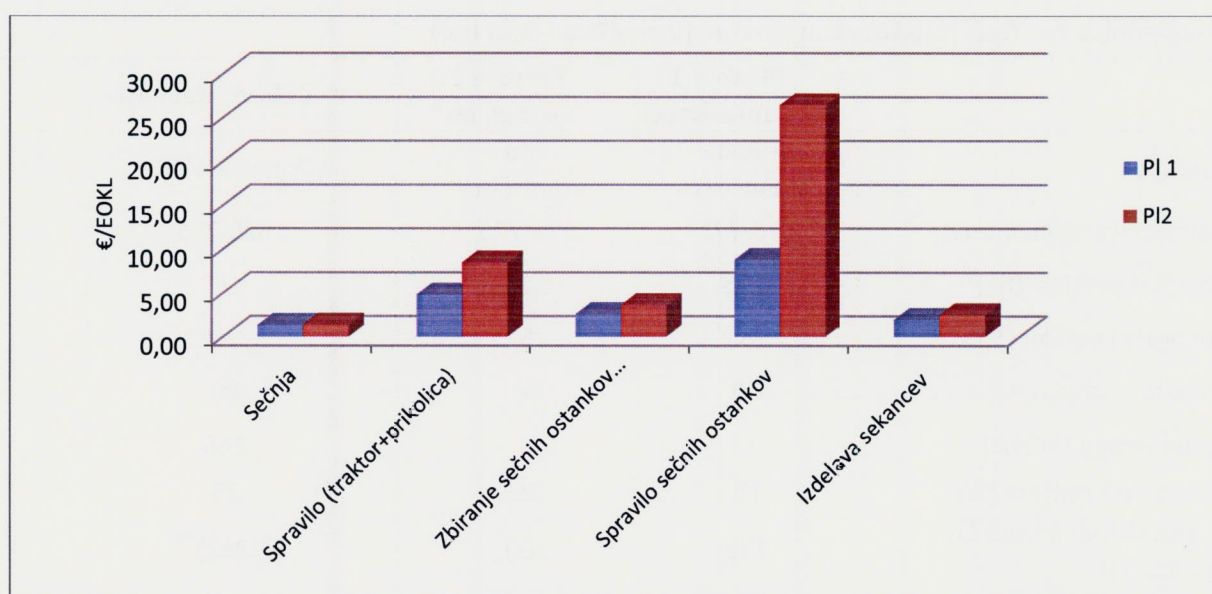
Preglednica 6 Stroški proizvodnje zelenih sekancih (podatki izvajalca)

Stroški (€)	Opravljene strojne ure (sth)	Stroški posameznega stroja (€/sth)	Skupni stroški (€)	Stroški na proizvedeno t (€/green t)
Zgibni prikoličar	185	30	5.550,00	14,28
Mini bager	205	22	4.510,00	11,60
Sekalnik	27	120	3.240,00	8,34
Skupaj			13.300,00	34,22

Skupni stroški proizvodnje (do skladišča na gozdni cesti), ki so jih posredovali izvajalci del so znašali 10,56€/loose m³ ali 34,22/svežo t, Stroške, ki smo jih izračunali na podlagi podatkov zbranih na naših ploskvah so nižji le za 6% (9,88€/nasut m³ ali 37.54€/svežo t). prodajna cena zelenih sekancev na dvorišču uporabnika v tem konkretnem primeru je bila 80€/suho tona (45.5€/svežo t). Z upoštevanjem stroškov transporta (skupni strošek transporta, kot ga je poročal proizvajalce je bil v povprečju 7,140€/nm³ ali 18,37€/svežo t), je imel proizvajalcev zelenih sekancev kalkulatивно izgubo (-7,09€/svežo t). Glavni vzrok za tak končni obračuna je bila dolga transportna razdalja, ki je bila več kot 150 km v eno smer. Z razvojem lokalnega trga z lesnimi sekanci slabše kakovosti, se bi skrajšale

transportne razdalje. Glede na nže izračune v tem primeru transportni stroški ne bi smeli presegati 8€/svežo t.

Stroški preračunani na ekvivalent okroglega lesa so bili višji na ploskvi 2, in sicer za več kot 50 %. Največ je k tej razliki v stroških pr nesla bistveno večja poraba časa za izvoz sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem, Analiza je pokazala, da večino skupnih stroškov preračunano na ekvivalent okroglega lesa predstavljajo stroški proizvodnje zelenih sekancev. V strukturi stroškov proizvodnje zelenih sekancev predstavlja izvoz sekancev z zgibnim prikoličarjem kar 66 % na prvi ploskvi in 81 % na drugi. Pri proizvodnji okroglega lesa predstavlja spravilo s traktorjem in gozdarsko prikolico kar 78 % stroškov na ploskvi 1 in 86 % na ploskvi 2. Struktura stroškov preračunanih na ekvivalent okroglega lesa za obe ploskvi je predstavljen v naslednjem grafikonu (grafikon 3). Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji okroglega lesa so 6.16 €/EOKL na ploskvi 1 oz. 9.85 €/EOKL na ploskvi 2. Tem stroškom je potrebno dodati še stroške dela ter režije. Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji zelenih sekancev so višji in znašajo 13,35 €/EOKL na ploskvi 1 oziroma 32,85 €/EOKL na ploskvi 2. Razmerje med stroški proizvodnje okroglega lesa in zelenih sekancev na ploskvi 1 je 34:66 in 19:81 na ploskvi 2.



Grafikon 3 Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Nanos – smreka)



Sl ka 6 Izdelava sekancev ob gozdni cesti

3 VREMŠČICA – ČRNI BORI

3.1 Opis raziskovalnih objektov

Objekt raziskave se nahaja v gozdnogospodarskem območju Sežana v Gozdnogospodarski enoti Vrhe Vremščica (GGE). GGE Vrhe je glede na hektarske lesne zaloge in prirastke nad povprečjem Kraškega gozdnogospodarskega območja (GGN Vrhe, 2007). V GGE Vrhe je večina gozdov v zasebni lasti (74,8 %), tako tudi površine raziskovalnih ploskev, ki ležijo na pobočju Vremščice in so v lasti Agrarne skupnosti Gabrče. Odprtost gozdov z gozdnimi vlakami je v GGE Vrhe relativno slaba, le 64,5 %. Glede na reliefne razmere je na celotni površini možno traktorsko spravilo. Povprečni letni prirastek znaša 4,84 m³/ha. Je pa GGE Vrhe Vremščica dokaj raznolika glede rastiščno gojitvenih razredov. Gozdovi na območju kjer je potekala raziskava sodijo v rastiščno gojitveni razred Sestoji bora na apnencu (12713). V teh RGR-jih se intenzivnejše gospodarji. GG ukrepi pa v borovih sestojih predvidevajo pospešeno uvajanje borovih debeljakov v obnovo. Načrtovana intenziteta poseka pri iglavcih (borih) znaša 26,5 % glede na LZ in 65,5 % glede na prirastek.

Preglednica 7 Opis raziskovalnih ploskev (Vremščica – črni bor)

	Ploskev 1 "Zeleni sekanci"	Ploskev 2 "Okrogli les"	Celotna delovišče
Lokacija	–Pod Vremščico	Pod Vremščico	Pod Vremščico
Nadmorska višina (nmv)	575-775	575-775	575-775
Površina ploskev (ha)	0,25	0,25	0,5
Povprečni naklon (%)	5	5	25
Starost sestoja (leta)	80	80	80
Lesna zaloga (m ³ /ha)	-	-	266
Intenziteta redčenj (%)	25	25	25
Št. posekanih dreves (št. dreves/ha)	128	300	(3382) ^{*2}
Skupni posek (t/ha) ^{*1}	62,72	122	989,81 t ^{*1*2}
Delež zelenih sekancev v skupnem poseku (%)	25,83	22,33	/
Povp. premer posekanih dreves (d _{1,3}) (cm) ^{*2}	28,31	25,93	26,63
Posek okroglega lesa (m ³ , under bark)	13,69	27,87	41,56
Količina zelenih sekancev (nasut m ³)	17,0808	20,7636	37,84
Gostota nasutja (kg/nm ³)	237	263	/
Vsebnost vode v sekancih ^{*3}	17,1	25,9	21,5

^{*1} Za pretvorbo iz volumna v maso uporabljen faktor 0,85. Skupni posek zajema posek okroglega lesa in količine zelenih sekancev

^{*2} Zaradi neznane površine navajamo skupno število

Izbrali smo dve 0.25 ha ploskve v primerljivih razmerah na razdalji približno 500 metrov. V sklopu redne sečnje je območni gozdar označil posamezno drevje za posek. Glavni namen študije je primerjava različnih tehnik dela ob predpostavki, da je v obeh primerih uporabljena enaka tehnologija. Na obeh ploskvah je tako predvidena izdelava okroglega lesa ter zelenih sekancev (to so sveži sekanci z visoko vsebnostjo vode ($w = 50\%$) in so primerni za večje ogrevalne sisteme). Proučevani tehniki dela se razlikujeta zgolj po minimalnem premeru debla do katerega gozdni delavec še izdelava sortimente (oz. okrogli les) preostal del vrhača pa pusti neizdelan pripravljen za mletje oz. izdelavo zelenih sekancev. Na prvi ploskvi tako strmimo k čim večji količini sečnih ostankov kar pomeni, da gozdni delavec z motorno žago izdelava zgolj najkvalitetnejši del debla (zadnji prečni prerez pri premeru 10 cm). Na drugi ploskvi smo sledili običajnemu gospodarjenju, kjer gozdni delavec izdelava večino debla in zadnji prečni rez opravi pri premeru 6-7 cm. Z razliko od običajnega gospodarjenja se v proučevanem primeru delavec ne ukvarja z gozdnim redom saj je predviden tudi izvoz sečnih ostankov.

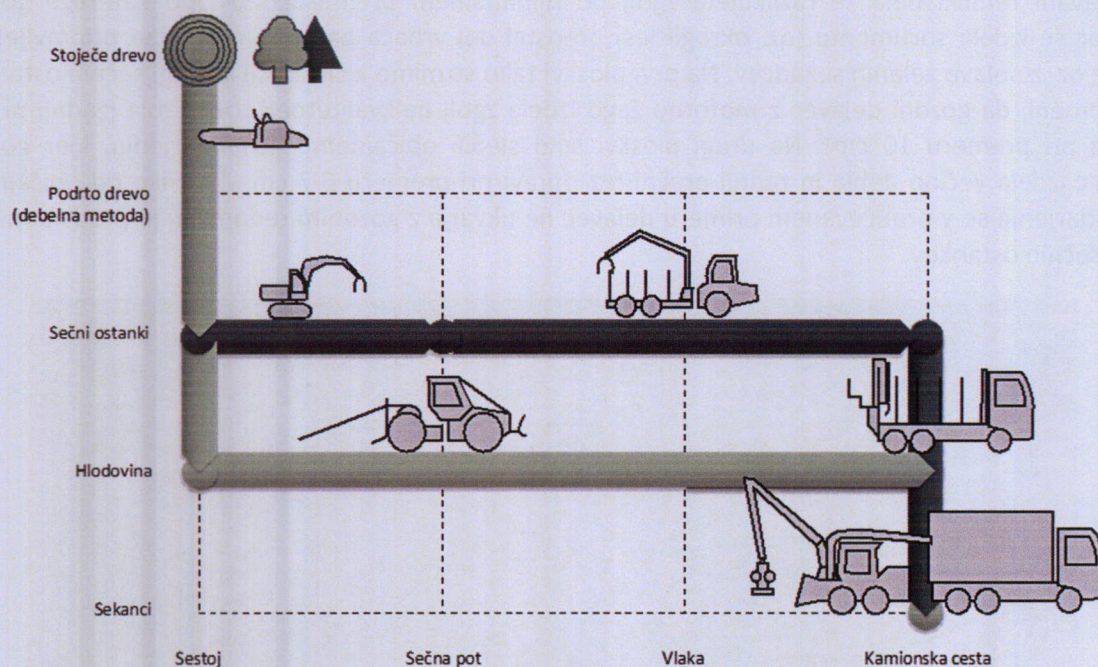


Slika 7 Raziskovalne ploskve po sečnji (Vremščica – črni bor)

3.2 Opis tehnologij

Na obeh ploskvah je bila sečnja in spravilo okroglega lesa odraz skupinskega dela dveh sekačev in traktorista. Sečnja je bila tako izvedena s profesionalnimi motornimi žagami. Spravilo okroglega lesa se je izvajalo z gozdarskim zgibnim traktorjem (Woody 110), ki je opremljen z dvobobenskim daljinsko vodenim vitlom. Spravilo in izdelava zelenih sekancev je potekala naknadno pod okriljem drugega izvajalca, ki je specializiran za izdelavo lesnih sekancev iz sečnih ostankov. Zbiranje in predelava je potekala po njihovi utečeni proizvodnji verigi, kjer za zbiranje oz. koncentriranje sečnih ostankov uporabljajo mini bager (Yuchai YC35-8) s katerim so neizdelane vrhače in večje veje zložili na kupe ob sečnih poteh. Zbiranju sečnih ostankov sledi spravilo le teh do skladišča ob gozdni cesti. Za spravilo je izvajalec uporabil manjši zgibni prikolčar (Novotny LVS 5000). Sama izdelava sekancev je potekala na gozdni cesti in sicer z uporabo velikega sekalnika (Starchl Mk-86-600) priključenega na kmetijski traktor (FENDT Vario 930) s teleskopsko roko za dovajanje surovine (Stepa). Z izdelavo sečnih ostankov se je za potrebe naše študije proizvodna veriga zaključila, tako proces transporta sekancev do končnega uporabnika ni vključen v analize.

Prav tako, kot pri študiji na Nanos-u tudi na Vremščici nismo imeli vpliva na izbor tehnologije in izvajalcev, kajti to je bilo v domeni lastnika gozda. Izvedba poseka in spravila se je vršila po okvirno 14 €/m³ in je bila všteta znotraj cene lesa na panju. Spravilo sekancev in njihovo proizvodnjo je po končani sečnji in gozdnem redu vršilo drugo podjetje ter slednje odkupilo ob panju (ne na gozdni cesti) za 0.6€/nasut m³.



Slika 8 Tehnološki model (Vremščica – črni bor)

3.3 Rezultati

3.3.1 Časovna študija za objekt Vremščica – črni bor

Zaradi omejenega števila posnetih ciklusov smo se odločili, da v nadaljevanju predstavimo samo primerjalne rezultate za produktivne čase. Produktivni časi po posameznih delovnih operacijah, primerjalno za obe ploskvi, so v naslednji preglednici.

Preglednica 8 Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Vremščica – črni bor)

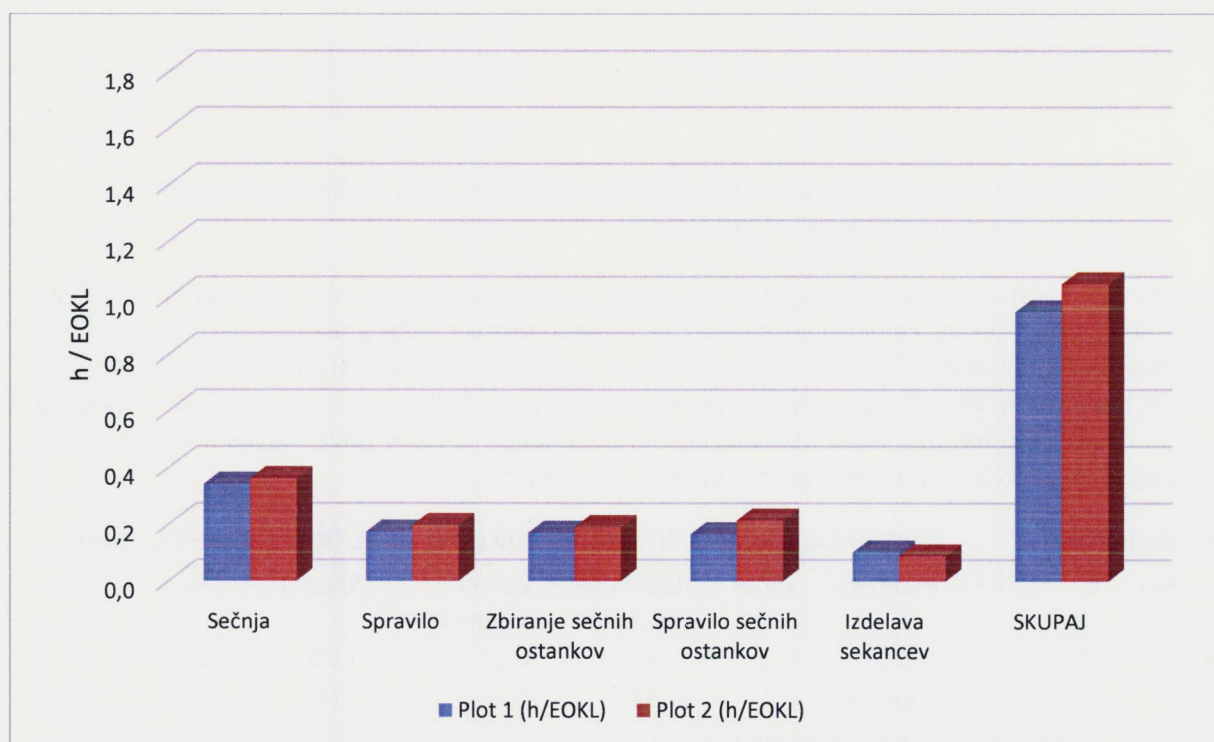
Vremščica - Črni bor	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2	PI 1	PI 2
	(h/ploskev)	(h/ploskev)	(%)	(%)	(RWE)	(RWE)	(h/RWE)	(h/RWE)
Sečnja	4.69	10.13	44%	50%	13.74	28.05	0.34	0.36
Spravilo	2.38	5.52	22%	27%	13.74	28.05	0.17	0.20
Zbiranje sečnih ostankov	1.37	1.83	13%	9%	6.74	8.03	0.20	0.23
Spravilo sečnih ostankov	1.33	2.06	13%	10%	6.74	8.03	0.20	0.26
Izdelava sekancev	0.82	0.85	8%	4%	6.74	8.03	0.12	0.11
SKUPAJ	10.58	20.38	100.00%	100.00%			1.04	1.15

Povprečna gostota nasutja sekancev (izmerjena v skladu z EN 15150: 2011) je bila na obeh ploskvah zelo podobna in sicer je bila na Ploskvi 1 237 kg/nasut m³ in 263 kg/nasut m³ na ploskvi 2.

Primerjava produktivnih časov na obeh ploskvah je pokazala, da imamo na ploskvi 1, kjer smo pospeševali izdelavo zelenih sekancev, prihranek časov (10 %) Prihranek časa pri sečnji je posledica prežagovanja pri večjih premerih (zadnji prečni prerez je pri 10 cm ali več) in manjšega deleža kleščanja vej, pri spravilu je posledica spravila okroglega lesa večjih dimenzij, pri iznosu sečnih ostankov pa zaradi večjih vrhač, ki ostanejo po sečnji na ploskvi 1. Pri izdelavi sekancev je bil produktivni čas na ploskvi 2 nekoliko nižji kar je posledica večje porabe časa za manipulacijo pri velikih krošnjah.



Slika 9 Mletje sekancev ob gozdni prometnici (Vremščica – črni bor)



Grafikon 4 Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Vremščica – črni bor)

Produktivnost se na obeh primerjalnih ploskvah razlikuje zgolj za 6 %, in sicer je na ploskvi 1 za 6 % višja kot na ploskvi 2. Razlike v skupni produktivnosti niso tako izrazite kot na drugih ploskvah in sicer predvsem zaradi zelo različnih prsnih premerov odkazanega drevja na obeh ploskvah. Analiza prsnih premerov na obeh ploskvah je namreč pokazala, da je prsni premer na Ploskvi 1 večji (28,31 cm) kot na Ploskvi 2 (25,93 cm). Skupna produktivnost na prvi ploskvi je bila 30,51 EOKL/uro in 29,21 EOKL/uro na drugi ploskvi. Produktivnost vseh spremljanih operacije je bila višja na Ploskvi 1 izjema je le izdelava sekancev. Produktivnost izdelave sekancev je bila nekoliko višja na Ploskvi 2 in sicer za 12,7 %, kar si lahko razlagamo z dejstvom, da je za manipulacijo večjih vrhač z debelejšimi vejami potrebno več časa. Največja razlika je razlika v produktivnosti zgibnega polprikoličarja. Produktivnost na Ploskvi 1 je bila kar za 27 % višja na Ploskvi 1 kot na Ploskvi 2. Produktivnost zgibnega polprikoličarja na ploskvah je primerljiva z rezultati iz poskusa na nanosu. Produktivnost na ploskvi kjer smo pospeševali izdelavo zelenih sekancev je pri spravilu ostankov črnega bora za 10 % nižja kot pri spravilu ostankov v smrekovi monokulturi. Primerjava ploskev, kjer smo pospeševali izdelavo okroglega lesa pa je pokazala, da je produktivnost v primeru črnega bora kar za 49 % višja kot v primeru smrekove monokulture.

Preglednica 9 Produktivnost posameznih delovnih operacij (Vremščica – črni bor)

Vremščica - Črni bor (EOKL/h)	Ploskev 1	Ploskev 2
	"zeleni sekanci"	"okrogli les"
Sečnja	2,93	2,77
Spravilo	5,78	5,09
Zbiranje sečnih ostankov	5,89	5,27
Spravilo sečnih ostankov	6,05	4,68
Izdelava sekancev	9,86	11,40

3.3.2 Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje – črni bor

Sprememba v strukturi pridobljenih gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med ploskvama je prisotna med razredoma "Les za celulozo in plošče" in "Zeleni sekanci". Na ploskvi 1, kjer se je težilo k večjemu deležu zelenih sekancev, je delež lesa za celulozo logično manjši na račun proizvodnje zelenih sekancev iz dela debla in manjšega vršnega premera zadnjega sortimenta lesa za celulozo. Vpliv tehnologije pridobivanja GLS se logično odraža v faktorju FS, ki pove, koliko sekancev je bilo pridobljenih na enoto sortimentov okroglega lesa (preglednica 10).

Preglednica 10 Struktura gozdnih lesnih sortimentov ($RWE\ m^3_{ss}$), (Vremščica – črni bor)

Ploskev	d_s	Preferenca	Hlodi	Les za cel. in plošče	Zeleni sekanci	Skupaj	FS
P1	29,5 cm	Biomasa	0,20	0,43	0,37	1,00	0,59
P2	27,3 cm	Sortimenti	0,21	0,53	0,26	1,00	0,34

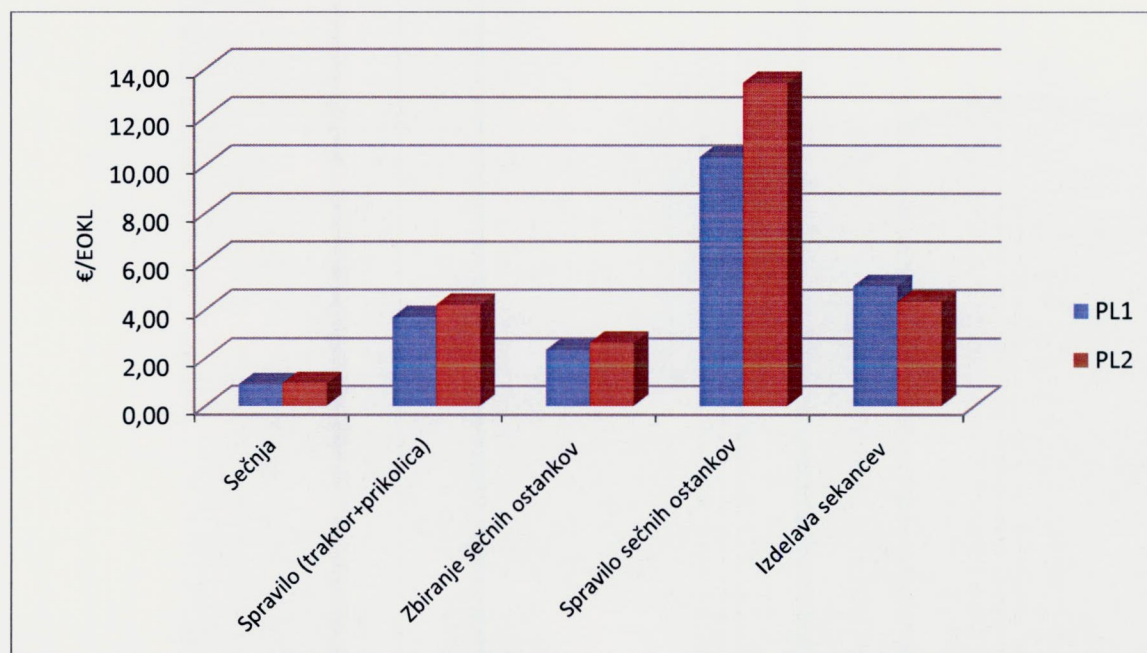
d_s – srednji temeljnični premer posekanih dreves

$RWE\ m^3_{ss}$ – ekvivalentni okroglega lesa v m^3 s skorjo

FS – faktor za sekance ($RWE\ m^3_{ss}$) na enoto sortimentov s skorjo (m^3_{ss})

3.3.3 Stroški proizvodnje zelenih sekancev

V primeru ploskve na Vremščici nimamo detajlnih podatkov o stroških in prihodkih izvajalcev del, zato bomo primerjali le izračunane neposredne stroške strojev. Kot osnovo smo vzeli kalkulacijo stroškov skladno z Katalogom stroškov gozdarske mehanizacije (Klun at all 2009). Analiza neposrednih stroškov strojev je pokazala, da so bili stroški preračunani na ekvivalent okroglega lesa so višji na ploskvi 2, in sicer za 13 %. Največ je k tej razliki v stroških prinesla bistveno večja poraba časa za izvoz sečnih ostankov z zgibnim polprikoličarjem. To se ujema tudi s stroški pri spravilu sečnih ostankov na prvem analiziranem primeru (Nanos – smreka) le, da so v primeru črnega bora razlike med obema ploskvama bistveno manjše. V primeru Nanosa je bila razlika med porabo časa za izvoz sekancev na primerjalnih ploskvah več kot 66%, v primeru Vremščice (bor) pa le 23 %. Večino skupnih stroškov preračunanih na ekvivalent okroglega lesa predstavljajo stroški proizvodnje zelenih sekancev (80 % na obeh ploskvah). V strukturi stroškov proizvodnje zelenih sekancev predstavlja izvoz sekancev z zgibnim polprikoličarjem kar 58 % na prvi ploskvi in 66 % na drugi. Pri proizvodnji okroglega lesa predstavlja spravilo s traktorjem in gozdarsko prikolico kar 80 % stroškov na ploskvi 1 in 81 % na ploskvi 2, kar je prav tako primerljivo s prvem analiziranim primeru (Nanos – smreka). Struktura stroškov preračunanih na ekvivalent okroglega lesa za obe ploskvi je predstavljen v naslednjem grafikonu (grafikon 5). Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji okroglega lesa so 4,60 €/EOKL na ploskvi 1 oziroma 5,16 €/EOKL na ploskvi 2. Tem stroškom je potrebno dodati še stroške dela ter režije. Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji zelenih sekancev so višji in znašajo 17,68 €/EOKL na ploskvi 1 oziroma 20,41 €/EOKL na ploskvi 2. Razmerje med stroški proizvodnje okroglega lesa in zelenih sekancev je na obeh ploskvah 20:80.



Grafikon 5 Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Vremščica – črni bor)



Slika 10 Razprava različnih deležnikov o izvedbi del na ploskvi (Vremščica – Črni bor)



Slika 11 Izdelava sekancev iz sečnih ostankov

4 VREMŠČICA – ČRNI GABER

4.1 Opis raziskovalnih objektov

Objekt raziskave se nahaja v gozdnogospodarskem območju Sežana v gozdnogospodarski enoti Vrhe Vremščica ter v neposredni bližini ploskev iz Poizkusa črni bor.. V izbrani enoti je večina gozdov v zasebni lasti (74,8 %), tako tudi raziskovalne ploskve, ki ležijo na pobočju Vremščice v lasti Agrarne skupnosti Gabrče. V prihodnjem GGN je večina od desetletnega možnega posega ali 69,7 % odpadlo na posek na panj zaradi ukrepa nege panjevca, s katerim želijo postopno preoblikovati panjevce v druge razvojne faze (GGN Vrhe, 2007).

Celotna površina GGE Vrhe Vremščica znaša 9.989,32 hektarja od tega gozdovi pokrivajo 6.772,93 ha oz. 67,81% celotne površine. Nadmorska višina terena GGE znaša od 280 mnm do 1.027 mnm. V GGE se mešata vpliva mediteranske ter celinske klime za območje ploskve pa bi lahko predpostavili močnejši mediteranski vpliv. Letno na območju Vremščice pade 2.500 m padavin. Matična podlaga na območju Vremščice je karbonat s krednimi apnenci. Na tej matični podlagi so se razvile rendzine, rjava pokarbonatna tla in jerovica. Na ekstremnih rastiščih, kjer so tla nerazvita, brez organskega horizontal in s slabo razvitim mineralnim horizontom se je razvilo kamnišče, na pobočjih pa koluvialno – deluvialna tla. Prevladujoča gozdna združba je z 41,1 % površine *Seslerio -Ostryetum* sledita *Melampyro vulgcti - Quercetum* (16,5 %) in *Seslerio – Fagetum* (16,4%). V *Seslerio –Ostryetum* sodi tudi območje ploskve. Za to združbo je značilno, da porašča predvsem nižje, odprte in prisojne lege, topla in sušna obrmočja. Za njo je značilno tudi, da predstavlja sekundarno realno vegetacijo, ki je nastala zaradi antropozoogenih dejavnikov. Združbo gradijo hrasti (puhovec, cer) ter črni gaber, mali jesen.... Na raziskovalni ploskvi je prevladoval črni gaber, kateremu je sledil mali jesen in beli gaber. Posamično je bilo prisotnih nekaj dreves lipe, hrasta in češnje. 59,1 % sečenj v GGE predstavlja redčenje, 10,4 % pa posek na panj, ki se izvaja v gozdovih listavcev (črni gaber).

Povprečna lesna zaloga na ravni GGE znaša 198,2 m³/ha od tega je 19,2 % iglavcev. Povprečen prirastek znaša 4,48 % m³/ha. Območje raziskovalne ploskve sodi v Naturo 2000.



Slika 12 Stanje na ploskvi 1 po poseku

Preglednica 11 **Opis raziskovalnih ploskev (Vremščica – črni gaber)**

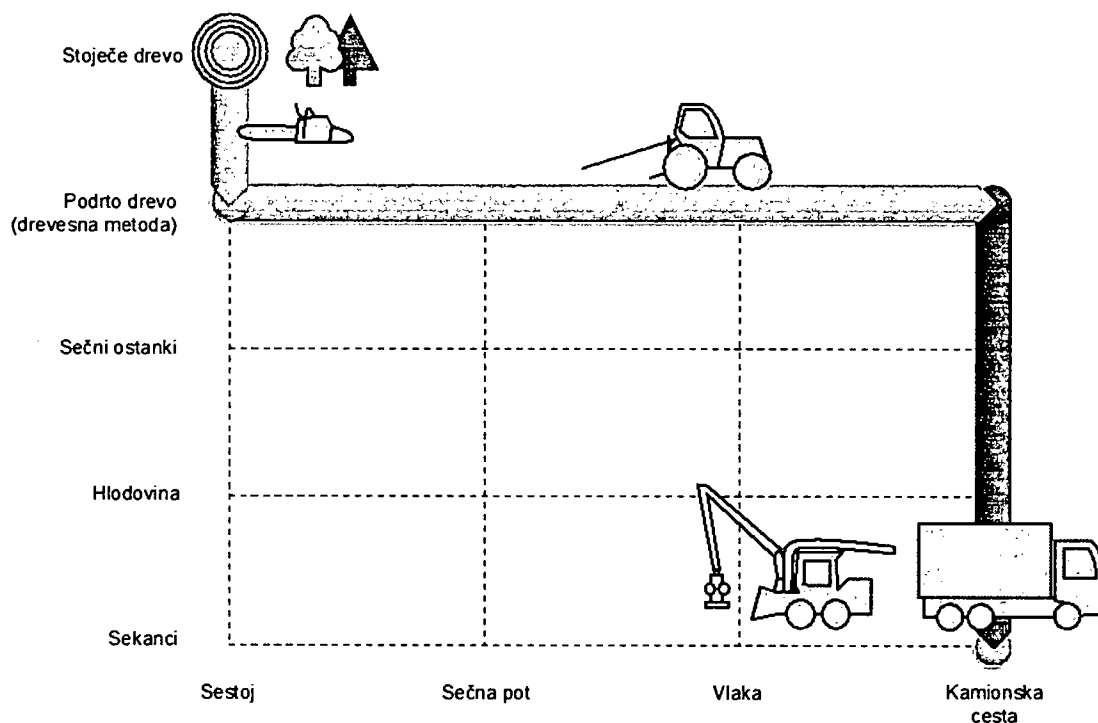
	Ploskev 1 "Zeleni sekanci"	Ploskev 2 "Okrogli les"	Celotna delovišče
Lokacija	Vremščica odd. 84A	Vremščica odd. 84A	Vremščica odd. 84A
Nadmorska višina (m.a.s.l.)	772 – 824	772 – 824	772 – 824
Površina ploskev (ha)	0,25	0,25	0,50
Povprečni naklon (%)	25	30	25
Starost sestoja (years)	80	80	80
Lesna zaloga (m ³ /ha)	218,96	182,48	149,38
Število odkazanih dreves	739	598	1337
Intenziteta (%)	100	100	100
Št. posekanih dreves (no. trees/ha)	760	579	1339
Skupni posek (t/ha)	218,96	182,48	401,44
zelenih sekancev v skupnem poseku Delež s (%)	100	0	/
Povp. premer posekanih dreves (d _{1,3}) (cm)* ²	10,94	12,69	11,73
Posek okroglega lesa (m ³ , under bark)	0	39,6	/
Količina zelenih sekancev (nasut m ³)	149,56	0	
Gostota nasutja (kg/nm ³)	366	/	/

Namen študije je bil primerjati dva sistema sečnje z uporabo enotne tehnologije. V osnovi je bil poizkus zastavljen na način, da se v panjevskem sestoju črnega gabra z načrtovano obnovo na panj primerja proizvodnjo zelenih sekancev s proizvodnjo goli. Na ploskvi I je potekal posek po drevesni metodi z motorno žago in spravirom z adaptiranim kmetijskim traktorjem ter proizvodnja sekancev na kamionski cesti iz celih dreves. Na ploskvi II je bil posek opravljen po sortimentni metodi, kateremu je sledilo spravirom z adaptiranim kmetijskih traktorjem. Poseku in spravirom goli naj bi sledilo zbiranje vej z mini bagrom ter odvoz z zgibnim polprikoličarjem. Okrogel les bi se tržil kot goli, sečni ostanki pa kot lesni sekanci. Taka izvedba zaradi zakonski omejitev na ploskvi II ni bila mogoča. Poizkus je zato potekal brez odvoza sečnih ostankov in zbiranja z mini bagrom ter se po končani sečnji zaključil z gozdnim redom. Poskus je zajemal sečnjo na ploskvah v sestoju (B196). Ostali del sestoja v tej fazi ni šel v obnovo.

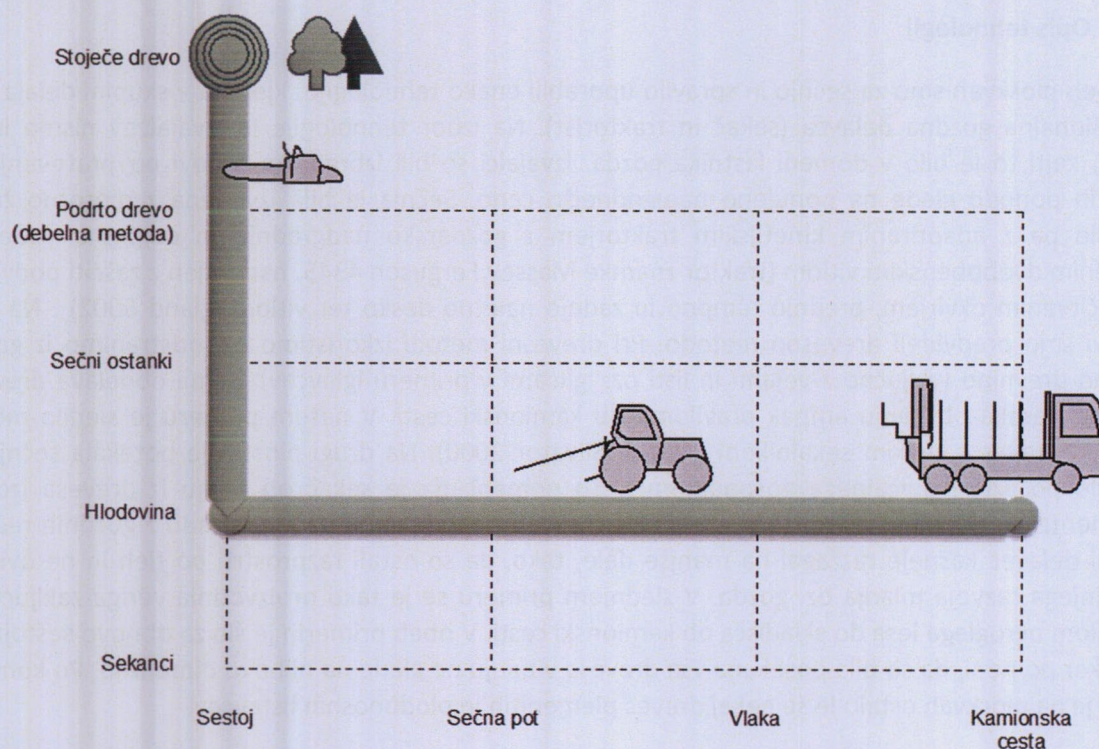
Izvedbo študije so z soglasjem potrdili tudi v Agrarni skupnosti Gabrče. Posek na obeh ploskvah sta izvedla dva podizvajalca za ceno 16 EUR/t odpeljanih sortimentov. Pri čemer se je za ploskev "zeleni sekanci" štela po količini sekancev retrogradno določena količina goli. Agrarna skupnost je goli gabra tržila po 36 EUR/tona na KC. Sekance pa po ceni 44 EUR/tono na KC. Stroške mletja sekancev je znašal 11 EUR/tono in je že upoštevan v odkupni ceni sekancev.

4.2 Opis tehnologij

Na obeh ploskvah smo za sečnjo in spravilo uporabili enako tehnologijo, kjer sta v skupini delala dva profesionalna gozdna delavca (sekač in traktorist). Na izbor tehnologije in izvajalcev nismo imeli vpliva, kajti to je bilo v domeni lastnika gozda. Izvajalci so bili izbrani na osnovi povpraševanja in prejetih ponudb glede na ponujeno najugodnejšo ceno. Sečnja je bila izvedena z motorno žago, spravilo pa z adaptiranim kmetijskim traktorjem z gozdarsko nadgradnjo in daljinsko vodenim vgrajenim dvobobenskim vitlom (traktor znamke Massey Ferguson 4345, nadgrajen z zaščiti podvozja in ojačitvenim okvirjem, prednjo rampno in zadnjo naletno desko ter vitlom Igland 6002). Na prvi ploskvi smo predvideli drevesno metodo. Pri drevesni metodi izkoristimo oz. odstranimo iz gozda celotno drevnino (vključno z vejami in listi oz. iglicami v primeru iglavcev). Sama obdelava drevesa tako ne poteka ob panju ampak praviloma ob kamionski cesti. V našem primeru je sledilo mletje celotnih dreves z velikim sekalnikom (Albach Silvator 2000). Na drugi ploskvi je potekala sečnja in spravilo po vzoru običajnega gospodarjenja. To pomeni, da je sekač ob panju iz drevesa izdelal sortimente po debelni metodi sečnje, sečne ostanke (vrhač in veje) pa je v skladu z gozdnih redom gozdni delavec kasneje razžagal na manjše dele, tako, da so ostali razprostrti po tleh in ne ovirajo nadaljnega razvoja mladja oz. gozda. V slednjem primeru se je tako proizvodnja veriga zaključila s spravilom okroglega lesa do skladišča ob kamionski cesti. V obeh primerih je šlo za obnovo sestoja na panj, kar pomeni, da so bila posekana vsa drevesa v panju ne glede na njihovo dimenzijo. Po končani sečnji je na ploskvah ostalo le še nekaj dreves plemenitih in plodonosnih listavcev.



Slika 13 Tehnološki model v primeru proizvodnje sekancev (Ploskev 1: Vremščica – črni gaber) – črni gaber



Slika 14 Tehnološki model v primeru proizvodnje sortimentov (Ploskev 2: Vremščica - črni gaber)

4.3 Rezultati

4.3.1 Časovna študija za objekt Vremščica – črni gaber

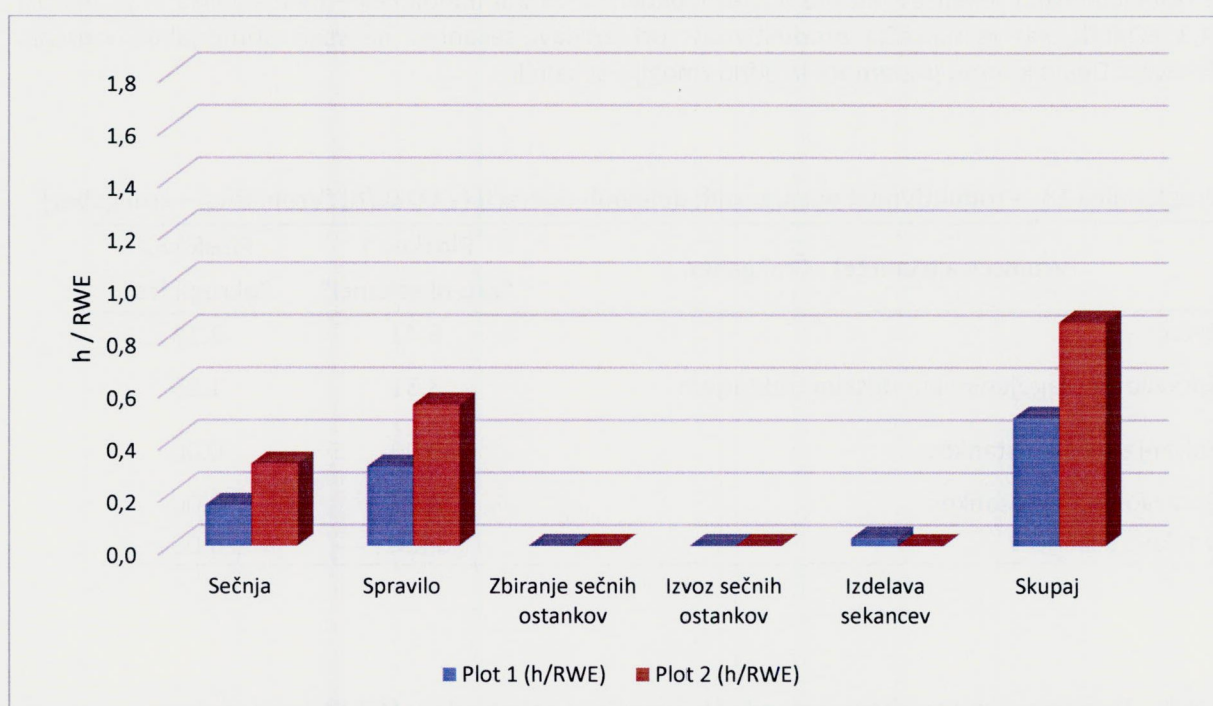
Zaradi omejenega števila posnetih delovnikov smo se odločili, da v nadaljevanju predstavimo samo primerjalne rezultate za produktivne čase spremljanih ciklusov sečnje oz. spravila ter izdelave sekancev. Produktivni časi po posameznih delovnih operacijah, primerjalno za obe ploskvi, so v naslednji preglednici. Rezultati se med ploskvama razlikujejo, ker sta bila tehnika in izdelani sortimenti na obeh ploskvah izrazito različna. Za primerjavo smo se kljub temu odločili, saj lahko primerjamo fazo sečnje in spravila, faze zbiranja in izvoza sečnih ostankov pa v tem primeru sploh ni bilo.

Preglednica 12 Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Vremščica – črni gaber)

Vremščica (Gabrče) - Črni gaber	PI 1	PI 2	PI1	PI2	PI1	PI2	PI 1	PI2
	(h/ploskev)	(h/ploskev)	(%)	(%)	(RWE)	(RWE)	(h/RWE)	(h/RWE)
Sečnja	8.68	12.41	32	37	55.70	39.60	0.16	0.31
Spravilo	16.83	21.35	62	63	55.70	39.60	0.30	0.54
Zbiranje sečnih ostankov	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Spravilo sečnih ostankov	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Izdelava sekancev	1.62	0.00	6	0	55.70	39.60	0.03	0.00
SKUPAJ	27.13	33.76	100.00	100.00			0.49	0.85

Povprečna gostota nasutja sekancev (izmerjena v skladu z EN 15150: 2011) je bila na ploskvi 1, kjer je potekala tudi izdelava sekancev, 366kg/nasut m³.

Primerjava produktivnih časov na obeh ploskvah je pokazala, da imamo na ploskvi 1, kjer smo z namenom pospeševanja izdelave zelenih sekancev izbrali drevesno metodo, prihranek časov (43 %). Prihranek časa pri sečnji je posledica drevesne metode na ploskvi 1. Produktivni čas (preračuna na ekvivalent okroglega lesa) je tako pri sečnji kot tudi pri spravilu za skoraj polovico nižji na ploskvi 1, kjer je bila uporabljena drevesna metoda kot na ploskvi 2 kjer je bila uporabljena sortimentna metoda.



Grafikon 6 Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Vremščica – Črni gaber)

Primerjava produktivnosti v primeru sestojev termofilnih listavcev je nekoliko drugačna kot pri ostalih ploskvah saj gre tu za dva popolnoma drugačna sistema. Na prvi ploskvi imamo drevesno metodo ter mletje celih dreves na kamionski cest, na drugi ploskvi pa debelno metodo, spravilo celih debel ter gozdni red, brez iznosa sečnih ostankov. Obe tehnologiji sta dejansko tradicionalni za ta prostor, zato je primerjava upravičena. V naslednji tabeli predstavljamo produktivnost posameznih faz. Iz preglednice je razvidno, da je produktivnost na ploskvi 1 kar za 61,6 % višja kot na ploskvi dva. V kolikor primerjamo samo sečnjo in spravilo, vidimo, da je produktivnost dveh operacij na ploskvi 1 za 48 % višja kot na ploskvi 2. Zanimiv je rezultat, ki kaže na to, da je produktivnost pri sečnji v primeru drevesne metode kar za 50 % višja, produktivnost pri spravilu pa je višja za 44 %. Produktivnost sečnje in spravila na ploskvi 1 je bila 9,73 EOKL/uro in 5,05 EOKL/uro na ploskvi 2. Na ploskvi 1 imamo še izdelavo lesnih sekancev, kjer je bila produktivnost zaradi mletja celih dreves velika in je znašala 34,3 EOKL/h, kar je največja produktivnost pri izdelavi sekancev na vseh primerjalnih vzorčnih ploskvah. Delno k temu pripomore izredno zmogljiv sekalnik.

Preglednica 13 Produktivnost posameznih delovnih operacij (v EOKL/h) (Vremščica – črni gaber)

Vremščica (Gabrče) - Črni gaber	Ploskev 1 "zeleni sekanci"	Ploskev 2 "okrogli les"
Sečnja	6.42	3.19
Spravilo z prilagojenim kmetijskim traktorjem	3.31	1.85
Zbiranje sečnih ostankov	0.00	0.00
Spravilo sečnih ostankov	0.00	0.00
Izdelava sekancev	34.31	0.00

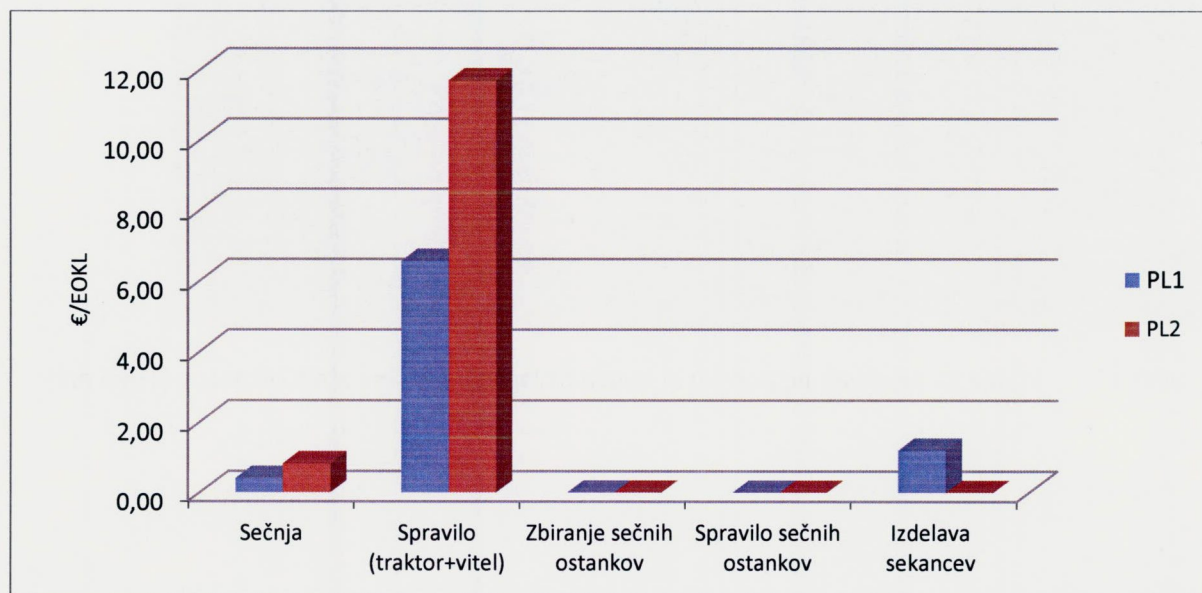
4.3.2 Primerjava strukture gozdnih lesnih sortimentov (GLS) med dvema načinoma proizvodnje – črni gaber

Pri spremljanju učinkov pridobivanja GLS v panjevcih črnega gabra se je na ploskvi 1 uporabljala drevesna metoda, kjer so se v zelene sekance zmlela cela drevesa. Na ploskvi 2 je potekalo klasično pridobivanje okroglega lesa, ki je bilo zaradi dimenzij (premer) uporabno za proizvodnjo plošč in predvsem za proizvodnjo lesa za kurjavo. Srednji temeljnični premer posekanih dreves na ploskvi 1 je bil 11,4 cm; na ploskvi 2 pa 13,2 cm.

Faktor FS, ki pove, koliko sekancev je bilo pridobljenih na enoto sortimentov okroglega lesa, smo določili na podlagi debelnih analiz ter tehtanja vej. Faktor FS znaša v obravnavanem primeru 1,29. Dodatno smo izvedli laboratorijske analize za določitev osnovne gostote črnega gabra in vlažnosti. Osnovna gostota lesa znaša $R = 600 \text{ kg/m}^3$. Povprečna gostota v svežem stanju, ki je odvisna od mesta v deblu ter vlažnosti, je bila okrog 1.000 kg/m^3 (opomba: gostota se nanaša na dejanski volumen, kot bi ga dobili s potapljanjem, in ne na volumen, ki se določa s pomočjo srednjega premera). Dejanski delež skorje pri drevesih prsnega premera do 15 cm je bil v povprečju 25 %, variira pa z višino na deblu.

4.3.3 Stroški proizvodnje

Tudi v primeru ploskve na Vremščici-gabri nimamo detajlnih podatkov o stroških in prihodkih izvajalcev del, zato bomo primerjali le izračunane neposredne stroške strojev. Kot osnovo smo vzeli kalkulacijo stroškov skladno z Katalogom stroškov gozdarske mehanizacije (Klun at all 2009). Kakor smo že omenili, je v primeru poseka na ploskvah v sestoji črnega gabra, tehnologija sečnje in spravila na obeh ploskvah izrazito drugačna. Zato se bistveno razlikujejo tudi neposredni stroški strojev. Analiza neposrednih stroškov strojev je pokazala, da so bili stroški preračunani na ekvivalent okroglega lesa višji na ploskvi 2, in sicer za 35 %. Največ je k tej razliki v stroških prinesla bistveno večja poraba časa za spravilo sortimentov s prilagojenim kmetijskim traktorjem. V primeru spravila celih dreves (ploskev 1) je bil strošek spravila 6,6 €, pri spravilu sortimentov (Ploskev 2) pa 11,7 €/EOKL. Na Ploskvi 1 so iz celih dreves naredili sekance, zato je poleg stroška sečnje in spravila še strošek izdelave sekancev, ki je v tem primeru nizek in znaša le 1.2€/EOKL. Na drugi ploskvi je potekalo gospodarjenje po ustaljeni praksi, zato so sortimente izdelane iz debel na gozdni cesti prodali v obliki goli, sečni ostanki pa so ostali v sestoji. Za razliko od prejšnjih primerov (Nanos in Vremščica 1) je v primeru drevesne metode (ploskev 1), večino skupnih stroškov preračunanih na ekvivalent okroglega lesa predstavljal strošek sečnje in spravila (85 %), strošek izdelave zelenih sekancev pa le 15 %, pri tem je tu nastal le strošek mletja dreves in ni dodatnega stroška izvoza sečnih sotankov. Pri proizvodnji okroglega lesa predstavlja spravilo s prilagojenim kmetijskim traktorjem več kot 90 % stroškov. Struktura stroškov preračunanih na ekvivalent okroglega lesa za obe ploskvi je predstavljen v naslednjem grafikonu (grafikon XX). Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji okroglega lesa so 6,97 €/EOKL na ploskvi 1 oziroma 12,53 €/EOKL na ploskvi 2. Tem stroškom je potrebno dodati še stroške dela ter režije. Tako so skupni neposredni stroški strojev na ploskvi 1 (strošku sečnje in spravila je dodan še strošek izdelave sekancev) 8,17 in 12,53 na ploskvi 2. Razmerje med stroški proizvodnje okroglega lesa in zelenih sekancev je na ploskvi 1 85:15.



Grafikon 7 Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL)
(Vremščica – črni gabe)

5 TRNOVO – MEŠAN GOZD

5.1 Opis raziskovalnih objektov

Območje se nahaja v jugozahodnem delu slovenskih dinaridov v gozdnogospodarski enoti Trnovo, ki leži v osrednjem južnem delu tolminskega gozdnogospodarskega območja. Reliefno gledano je Trnovska planota tipična visoko kraška planoto, ki se postopno dviga od juga proti severu. Večina gozdnih površin je v lasti države (97,2 % ali 4.203 ha) in z njimi upravlja Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije. Posledično je med funkcijami gozda najbolj poudarjena lesnoproizvodna, saj gre za državno enoto z bogato tradicijo gospodarjenja. V enoti sicer prevladujejo večnamenski gozdovi (86 %). Enota je spravilno dobro odprta, saj je odprtost za spravilo v večnamenskih gozdovih 85%. Povprečna lesna zaloga znaša 293 m³/ha, od tega je 32,8 % iglavcev in 67,2 % listavcev pri slednjih prevladuje bukev (62% lesne zaloge). Prevladujoča gozdna združba je *Omphalodo-Fagetum* v kateri so glavne tri drevesne vrste bukev, jelka in smreka. Povprečni letni prirastek enote znaša 6,22 m³/ha. Skupna površina gozdno gospodarke enote je 4.612,18 ha (4.325,04 ha gozda – 93,7%). Gozdne površine se razprostirajo na nadmorski višini od 550 do 1445 metrov. Povprečne letna količina padavin je od 2000 – 3000 mm. Gozdovi so v večini vključeni v omrežje NATURA 2000 (GGE Trnovo 2003 – 2012).



Slika 15 Stanje na ploskvah po poseku in izvozu okroglega lesa in sečnih ostankov (Trnovem)

Preglednica 14 Opis raziskovalnih ploskev (Trnovo – mešan gozd)

	Ploskev 1 "Zeleni sekanci"	Ploskev 2 "Okrogli les"	Celotna delovišče
Lokacija	ODDELEK 30	ODDELEK 30	Trnovo
Nadmorska višina (m.a.s.l.)	772 – 824	772 – 824	772 – 824
Površina ploskev (ha)	0,25	0,25	/
Povprečni naklon (%)	10	25	10
Starost sestoja (years)	140	140	140
Lesna zaloga (m ³ /ha)	428	428	428
Število odkazanih dreves	33	39	/
Intenziteta redčenj (%)	/	/	22
Št. posekanih dreves (no. trees/ha)	132	156	/
Skupni posek (t/ha) ^{*1}	313,97	351,89	
Delež zelenih sekancev v skupnem poseku (%)	37,50%	15,11%	/
Povp. premer posekanih dreves (d _{1,3}) (cm) ^{*2}	37,76	42,41	/
Posek okroglega lesa (m ³ , under bark)	53,39	77,81	
Količina zelenih sekancev (nasut m ³)	77,06	28,05	
Gostota nasutja (kg/nm ³)	382	474	/
Vsebnost vode v sekancih ^{*3}	44,10	47,10	/

^{*1} Skupni posek zajema količino zelenih sekancev ter posek okroglega lesa. Za preračun iz volumna v maso je bil za BU uporabljen faktor 1, za JE faktor 0,85 in za SM faktor 0,8

^{*2} Povp. premer posekanih dreves (d_{1,3}) – aritmetična sredina premera dreves na prsni višini

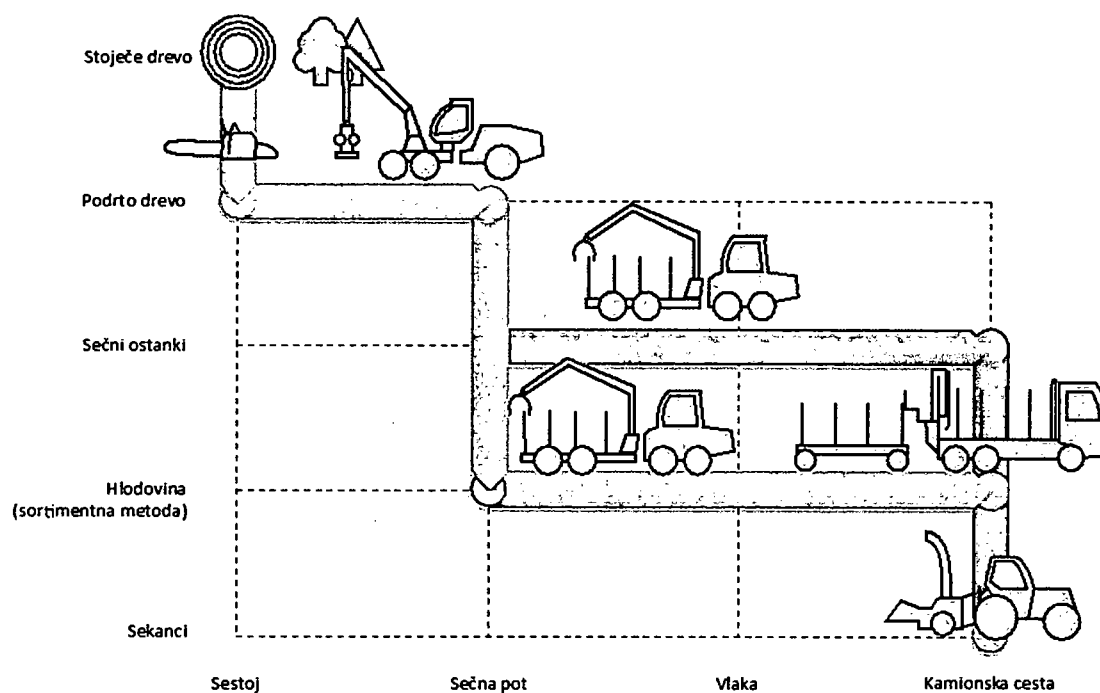
^{*3} Vsebnost vode (w %) je bila za sekance izmerjena skladno z SIST EN 14774-1:2010

Na raziskovalnih ploskvah Trnovo smo raziskavo zastavili podobno kot na drugih raziskovalnih objektih. Zopet smo na eni izmed ploskev poskušali maksimirati delež sečnih ostankov na račun manj kakovostnega drobnega drevja in puščanja večjega vrhača. Na drugi ploskvi so gozdni delavci delali po običajni praksi le da niso izdelovali gozdnega reda, saj je sledilo tudi spravilo sečnih ostankov.

5.2 Opis tehnologij

Na raziskovalnih ploskvah v trnovskem gozdu je bil namen spremljati strojno sečnjo in spravilo z zgibnim prikoličarjem ob enakih predpostavkah kot na drugih raziskovanih območjih. Na obeh ploskvah so v sklopu rednega gospodarjenja v državnih gozdovih gozdna dela izvajali delavci koncesionarja. Slednji so za izdelavo lesnih sekancev najeli podizvajalca. Izbor drevja za sečnjo je v sklopu rednega odkazila izvedel revirni gozdar. Vse odkazano drevje smo za potrebe časovne študije

oštevilčili in premerili. V naslednji fazi sta na raziskovalnih ploskvah sočasno delala dva gozdna delavca. Strojnik stroja za sečnjo (znamke John Deere tip 1470D) je tako po sortimentni metodi izdelal večino drevnih na ploskvah, medtem ko mu je sekač pomagal s podiranjem in izdelavo prvih kosov drevja, ki je bilo predebelo za uporabljeno procesorsko glavo. Pomoč sečkača je obsegala minimalen delež (6 drevnih). Sečnji je po krajšem obdobju slabega vreme sledilo še strojno spravilo sortimentov in sečnih ostankov z uporabo velikega zgibnega prikoličarja (znamke John Deere tip 1410 Eco III), ki ga je upravljal isti strojnik, ki je izvajal sečnjo. Po nekaj zapletih in skoraj enoletnem obdobju se je izvedla tudi izdelava lesnih sekancev iz sečnih ostankov. Za mletje je podizvajalec uporabil velik sekalnik na kamionu (Kamion Iveco Stralis 430, z nakladalno napravo Epsilon 165Z in vgrajenim velikim sekalnikom znamke Eschlböck Biber 80 z lastnim motornim agregatom) s teleskopsko roko za podajanje surovine.



Slika 16 Tehnološki model (Trnovo – mešan gozd)

5.3 Rezultati

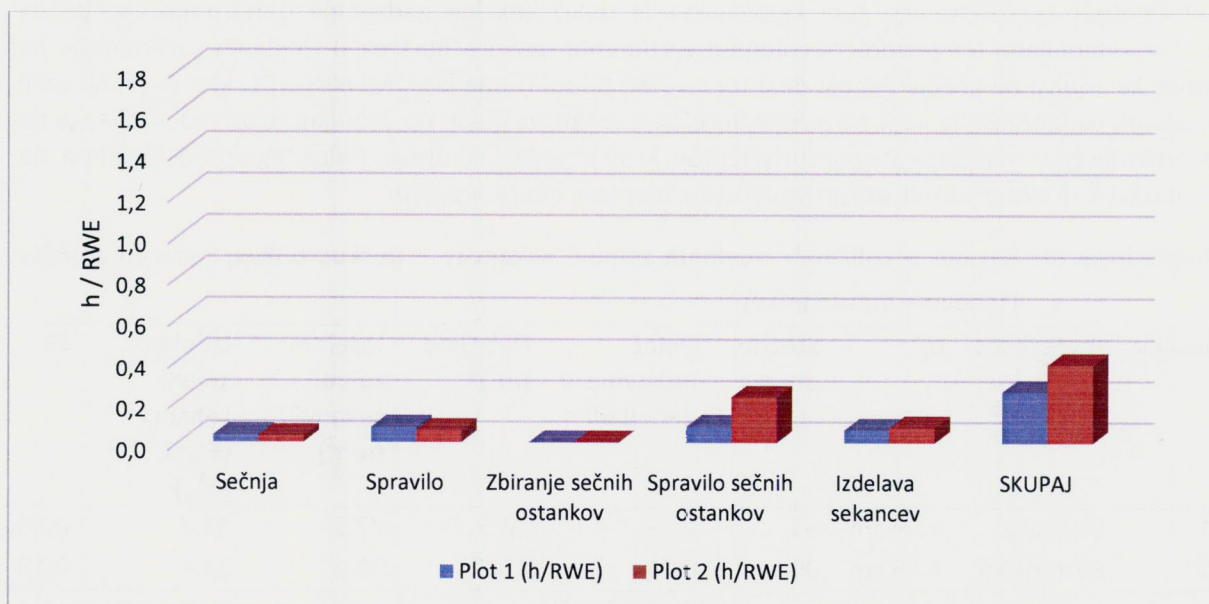
5.3.1 Časovne študije za objekt Trnovo – mešan gozd

Zaradi majhnega števila posnetih ciklusov predvsem v procesu spravila z zmogljivimi stroji na relativno majhnih ploskvah smo se odločili, da v nadaljevanju predstavimo samo primerjalne rezultate za produktivne čase. Produktivni časi po posameznih delovnih operacijah, primerjalno za obe ploskvi, so v naslednji preglednici.

Preglednica 15 Primerjava produktivnih časov po posameznih operacijah (Trnovo – mešan gozd)

Trnovo - Jelka, Bukev	Ploskev 1 (h/ploskev)	Ploskev 2 (h/ploskev)	Ploskev		Ploskev		Ploskev	
			1 (%)	2 (%)	1 (RWE)	2 (RWE)	1 (h/RWE)	2 (h/RWE)
Sečnja	2,19	2,62	25%	25%	62,19	87,02	0,04	0,03
Spravilo	2,19	4,30	25%	41%	29,94	74,66	0,07	0,06
Zbiranje sečnih ostankov	0,00	0,00	0%	0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spravilo sečnih ostankov	2,50	2,71	28%	26%	32,24	12,36	0,08	0,22
Izdelava sekancev	1,97	0,90	22%	9%	32,24	12,36	0,06	0,07
SKUPAJ	8,85	10,54	100%	100%			0,29	0,38

Primerjava produktivnih časov po posameznih fazah je pokazala, da se tudi v primeru mešanega gozda in strojne sečnje v primeru proizvodnje lesnih sekancev lahko pričakuje določene prihranke (36 %). V primeru strojne sečnje in izvoza z zgibnim polprikoličarjem je prihranek na prvi ploskvi (pospeševanje proizvodnje zelenih sekancev) predvsem v fazi spravila sečnih ostankov, kjer je zaradi večje koncentracije in večje količine sečnih ostankov poraba časa kar za 65 % nižja. Del razlik v porabi časa za posamezno fazo lahko razložimo tudi z razlikami v posekanem drevju (količine in struktura).



Grafikon 8 Primerjava produktivnih časov po posameznih delovnih operacijah na raziskovalnih ploskvah (Trnovo – mešan gozd)

Za razliko od vseh drugih testnih ploskev (Vremščica, Nanos), kjer je potekala sečnja z motorno žago, se je v primeru strojne sečnje pokazalo, da je produktivnost večja v primeru optimizacije proizvodnje okroglega lesa in ne zelenih sekancev. Tako, je bila produktivnosti pri strojni sečnji za več kot enkrat večja na ploskvi 2. Natančen razlog za take razlike v učinkovitosti lahko iščemo tudi v drevesni in debelinski sestavi posekanega drevja. Produktivnost zgibnega prikoličarja je bila pri spravila sečnih ostankov (izvoz sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem) višja v primeru optimizacije proizvodnje zelenih sekancev. Izmerjena gostota nasutja je bila pri sekanci iz prve ploskve 382 kg/nm^3 , pri sekancih iz druge ploskve pa 474 kg/nm^3 , na samo gostoto nasutja vpliva tudi dejstvo, da je med časom sečnje in spravila in časom izdelave sekancev preteklo skoraj eno leto. Kljub temu lahko zaključimo, da je produktivnost sekalnika, pa tudi zgibnega prikoličarja, v primeru optimizacije proizvodnje zelenih sekancev, večja. V kolikor primerjamo ekvivalentnet okroglega lesa je razlika v produktivnosti še nekoliko večja, če pa primerjamo produktivnost strojev na tono proizvedenih sekancev (sveža tona) potem so razlike nekoliko manjše. V našem primeru je bila produktivnost zgibnega prikoličarja $11,7 \text{ t/h}$ na ploskvi 1 in $4,9 \text{ t/h}$ na ploskvi 2.

Preglednica 16 Produktivnost posameznih delovnih operacij (v EOKL/h) (Trnovo – mešan gozd)

Trnovo - Jelka, Bukev	Ploskev 1	Ploskev 2
	“zeleni sekanci”	“okrogli les”
Sečnja	28,41	33,15
Spravilo	13,66	17,35
Zbiranje sečnih ostankov	0,00	0,00
Spravilo sečnih ostankov	12,89	4,56
Izdelava sekancev	16,35	13,70

5.3.2 Proizvedene količine - Sortimentna struktura

V raznomernih sestojih bukve, jelke in smreke je količina izdelanih zelenih sekancev, izražena relativno na posekano debeljadjo, izrazito večja na ploskvi, kjer se je stremelo k čim večji proizvodnji sekancev (preglednica 17 in 18). S spremenjenim načinom dela (različna intenzivnost izdelave sortimentov) se spremenijo tudi kazalci, kot je delež količine nadzemne dendromase glede na volumen debeljadi, ter povprečni volumen sortimenta, povprečno število izdelanih sortimentov na drevo, kar vpliva na produktivnost dela ter stroške pridobivanja lesa. Na ploskvi 1, kjer se je dal večji poudarek na biomasi, je količina izdelanih zelenih sekancev glede na debeljad relativno visoka, se pa to nakazuje že iz manjšega števila sortimentov, ki se jih izdelava na drevo. Poleg tega predvidevamo, da na ploskvi 1 ni bilo prisotnih večjih izgub lesne biomase med zbiranjem.

Preglednica 17 Razlike v količinah izdelanih zelenih sekancev – poskus bukev, jelka in smreka (Trnovo – mešan gozd)

Ploskev	Referenca	d_s	Število dreves	Delež bukovine v debeljadi	Debeljad (m^3)*	Izdelani zeleni sekanci (nm^3)	Izdelani zeleni sekanci (EOKL m^3_{ss})	FS
P1	Biomasa	42,9 cm	33	0,43	58,5	77,1	32,2	0,55
P2	Sortimenti	47,6 cm	39	0,74	81,7	28,1	12,4	0,15

* izračun na podlagi vrednosti tarifnih razredov (ZGS, E5)

d_s – srednji temeljnični premer posekanih dreves

EOKL m^3_{ss} – ekvivalenti okroglega lesa v m^3 s skorjo,

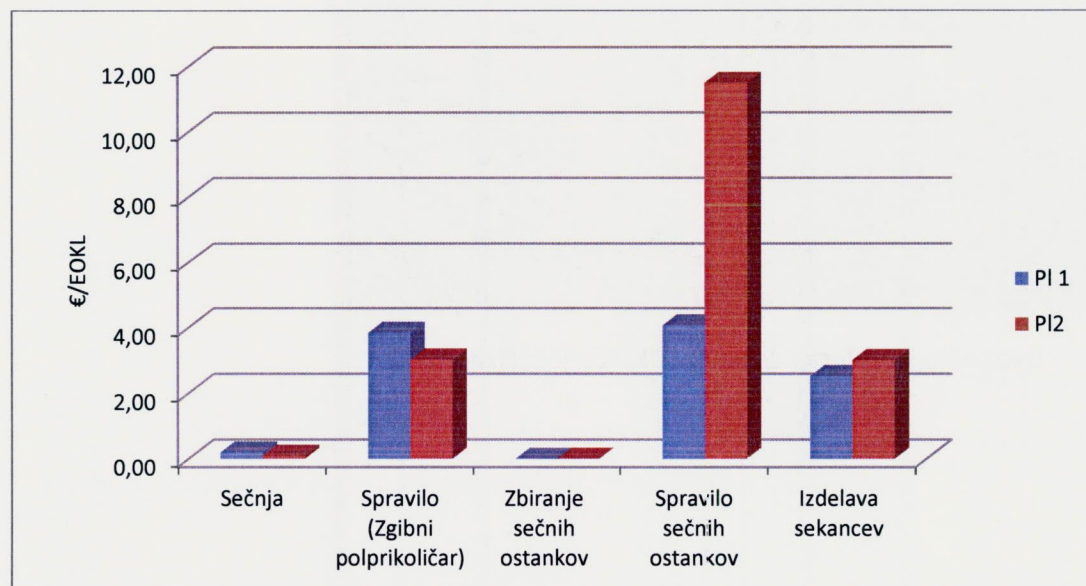
FS – faktor za sekance (EOKL m^3_{ss}) na enoto debeljadi (m^3_{ss})

Preglednica 18 Razlike v kazalcih proizvodnje – poskus bukev, jelka in smreka (Trnovo – mešan gozd)

Ploskev	Preferenca	Število sortimentov	Število voženj sortimentov	Število voženj "biomase"	Število sortimentov na drevo
P1	Biomasa	139	5	4	4,2
P2	Sortimenti	250	8	4	6,4

5.3.3 Stroški proizvodnje zelenih sekancev

Pri izračunih smo kot osnovo vzeli kalkulacijo stroškov skladno z Katalogom stroškov gozdarske mehanizacije (Klun at all 2009). Ker imamo v primeru testnih ploskev na Trnovem primer strojne sečnje in izvoz okroglega lesa in sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem rezultatov ne moremo primerjati z ostalimi izbranimi primeri. Analiza neposrednih stroškov strojev je pokazala, da so bili stroški preračunani na ekvivalent okroglega lesa višji na ploskvi 2, in sicer za skoraj 40 %. To razliko v stroških povzroča skoraj v celoti večja poraba časa in s tem povezani stroški spravila sečnih ostankov z zgibnim prikoličarjem, saj je strošek tako sečnje kot tudi spravila okroglega lesa večji na ploskvi 1 (za 23%) kot na ploskvi 2. Skupni strošek poseka in spravila je na ploskvi 1 znašal 4,043€/EOKL, na ploskvi 2 pa 3,11€/EOKL. Pri tem je izvoz hlodovine z zgibnim polprikoličarjem predstavljal na obeh ploskvah več kot 95 % stroškov proizvodnje okroglega lesa. Skupni neposredni strošek strojev pri izdelavi zelenih sekancev je znašal 6,58€/EOKL na ploskvi 1 in 14,49 €/EOKL na ploskvi 2. Pri izdelavi lesnih sekancev je strošek izvoza lesnih ostankov z zgibnim prikoličarjem na ploskvi 1 znašal 4,06€/EOKL oziroma 62 % celotnih stroškov, na ploskvi 2 pa so bili neposredni stroški izvoza sečnih ostankov 11,49€/EOKL (79 % celotnih stroškov izdelave sekancev). Strošek mletja sečnih ostankov je na obeh ploskvah relativno majhen in 2,52 €/EOKL na ploskvi 1 in 3,01 €/EOKL na ploskvi 2. Struktura neposrednih stroškov strojev preračunanih na ekvivalent okroglega lesa za obe ploskvi je predstavljen v naslednjem grafikonu (grafikon XX). Izračunani neposredni stroški strojev pri proizvodnji okroglega lesa in zelenih sekancev so 10,62 €/EOKL na ploskvi 1 oziroma 17,61 €/EOKL na ploskvi 2. Tem stroškom je potrebno dodati še stroške dela ter režije. Razmerje med stroški proizvodnje okroglega lesa in zelenih sekancev je na ploskvi 1 38:61 in 18:82 na ploskvi 2.



Grafikon 9 Struktura stroškov za posamezne operacije na testnih ploskvah (v €/EOKL) (Trnovo – mešan gozd)



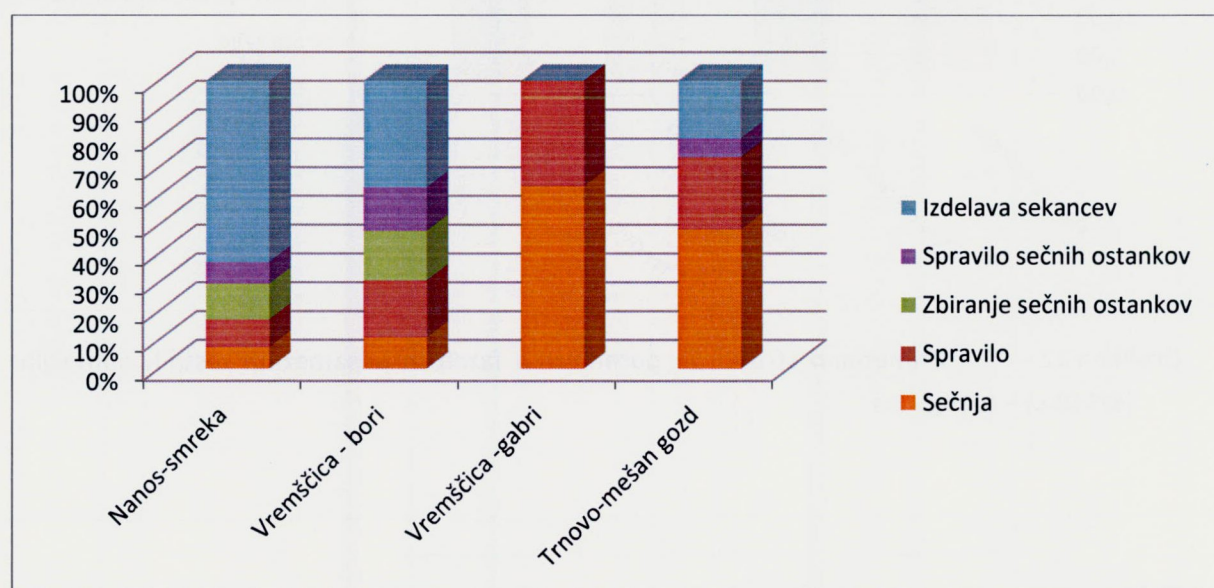
Slika 17 Izdelava sekancev iz sečnih ostankov na Trnovem



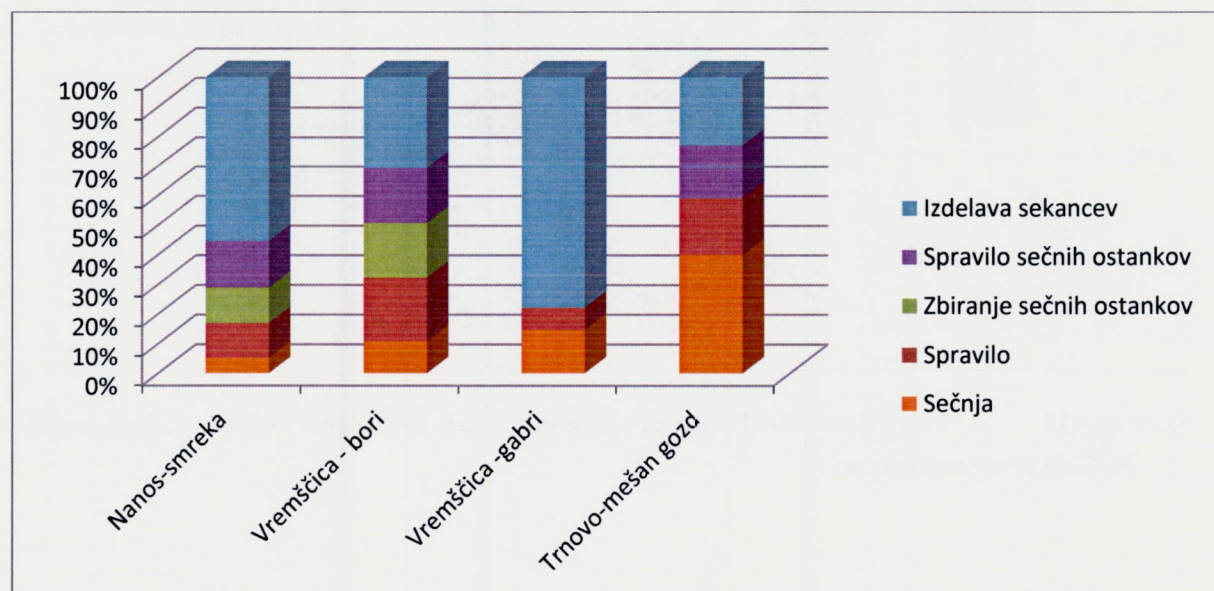
Slika 18 Izvoz okroglega lesa z zgibnim prikoličarjem (Trnovo)

6 Primerjava strukture produktivnega časa in neposrednih materialnih stroškov strojev za vse štiri testna področja

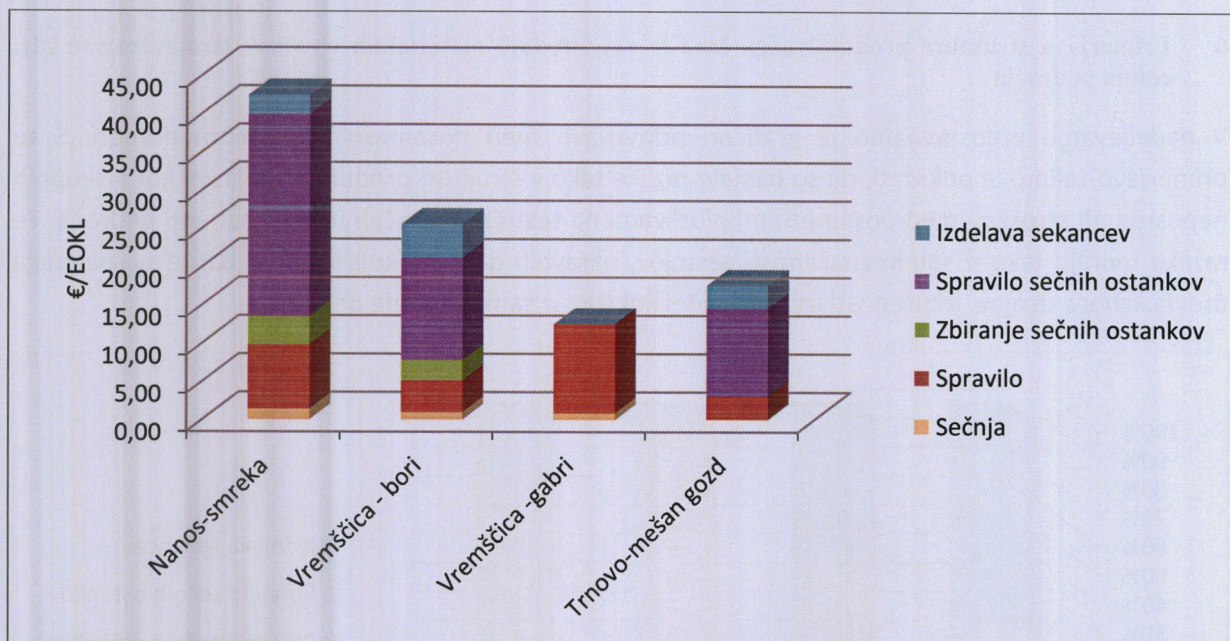
V nadaljevanju predstavljamo le grafično primerjavo med posameznimi testnimi primeri. S to primerjavo želimo le pokazati, da so nastale razlike tako v strukturi produktivnih časov kot v skupnih neposrednih stroških med posameznimi ploskvami na testnih področjih in med samimi področji. Te razlike izvirajo tako iz samih značilnosti sestojev, naravnih danosti, količin in strukture posekanega drevja, izbora strojev, izkušenosti izvajalcev del kot tudi iz same metode dela.



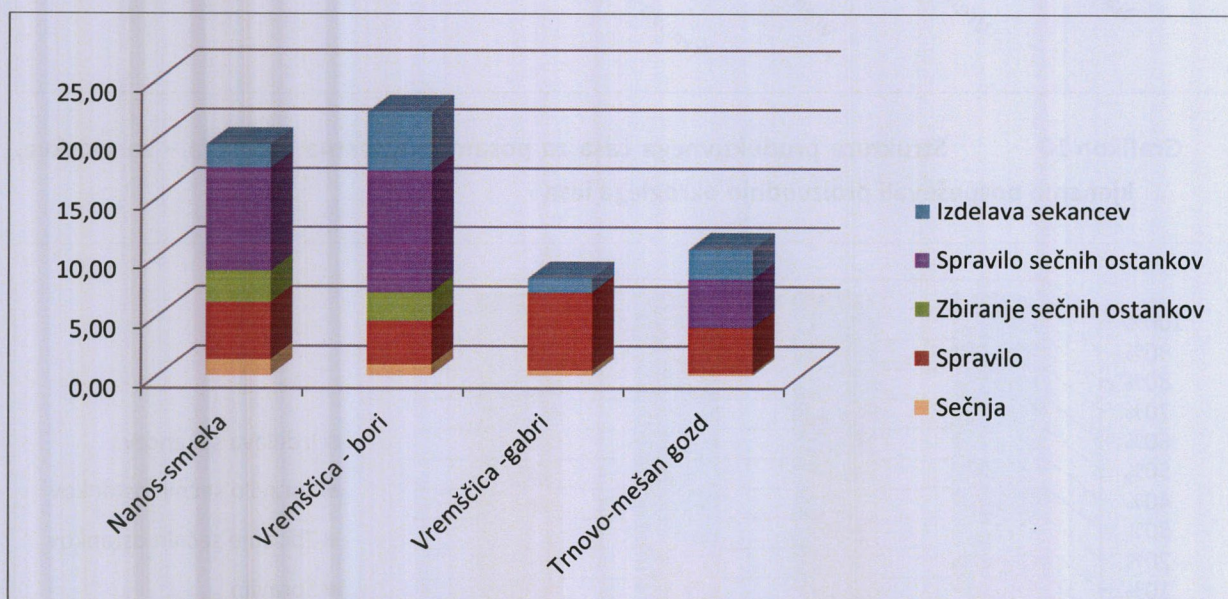
Grafikon 10 Struktura produktivnega časa za posamezna testna območja – za ploskve, kjer smo pospeševali proizvodnjo okroglega lesa



Grafikon 11 Struktura produktivnega časa za posamezna testna območja – za ploskve, kjer smo pospeševali proizvodnjo zelenih sekancev



Grafikon 12 Primerjano stroški po posameznih fazah in posameznih testnih območjih (€/EOKL) – okrogli les



Grafikon 13 Primerjano stroški po posameznih fazah in posameznih testnih območjih (€/EOKL) – zeleni sekanci

7 Rezultati analize iznosa hranil na testnih primerih

Iznos hranil in povratne dobe smo z istim pristopom kot za ploskve nacionalne sistematične mreže za spremljanje stanja gozdov 4x4 km (cca 740 ploskev) izračunali tudi za testne ploskve v Gabrčah, Nanosu, Vremščici in Trnovem. Izračuni so izdelani za dva scenarija oz. preferenci sečnje: (1) preferenca sekača je biomasa, lesni sortimenti drugotnega pomena in (2) preferenca so sortimenti (do končnega premera 8 cm), biomasa drugotnega pomena. Pri obeh scenarijih sečnje nastajata dva proizvoda: lesni sekanci (zeleni) in lesni sortimenti, vsota obeh proizvodov z določene ploskve je skupna iznesena biomasa iz testne ploskve.

Preglednica 19 Vsebnosti hranil (v % na suho snov) v biomasi debel (sortimentov) in zelenih sekancev. Podatki za sekance izmerjeni v laboratoriju LGE / GIS, za debela na podlagi podatkovne baze EFI (model EFISCEN)

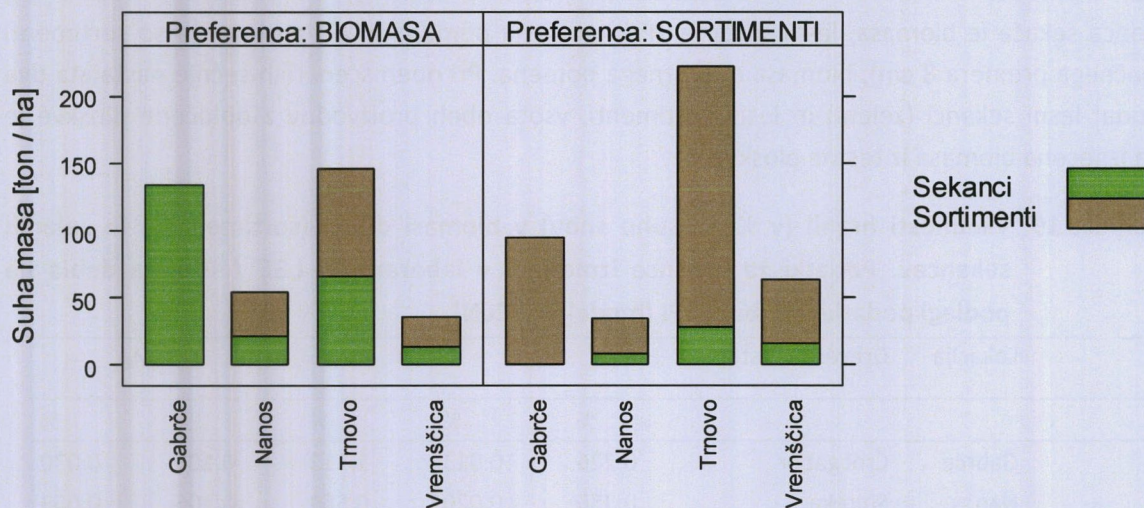
	Lokacija	Drevesna vrsta	N	P	Ca	K	Mg
			%	%	%	%	%
Debla	Gabrče	Črni gaber	0.226	0.013	1.113	0.106	0.030
	Nanos	Smreka	0.356	0.020	0.564	0.106	0.063
	Trnovo	Jelka/bukev	0.216	0.016	0.764	0.106	0.065
	Vremščica	Črni bor	0.411	0.025	0.728	0.159	0.050
Zeleni sekanci	Gabrče	Črni gaber	0.156	0.019	0.203	0.022	0.123
	Nanos	Smreka	0.118	0.012	0.120	0.020	0.073
	Trnovo	Jelka/bukev	0.141	0.015	0.166	0.022	0.106
	Vremščica	Črni bor	0.106	0.012	0.098	0.022	0.063

Legenda: N : dušik; P: fosfor, Ca – kalcij, K: kalij, Mg: magnezij



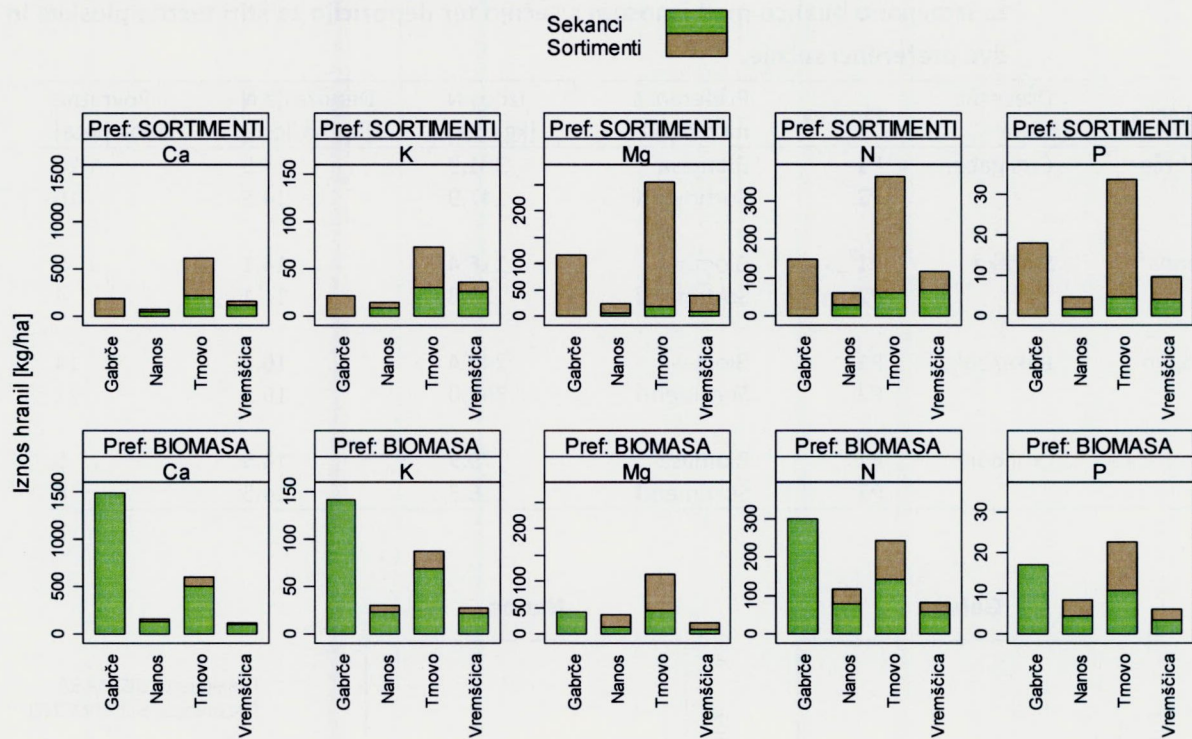
Slika 19 Stanje na ploskvi 1 po poseku (Vremščica – črni gaber)

V primeru lokacije Trnovo je bilo z ene od ploskev odnesenih 31 ton suhe snovi (124 t/ha), z druge pa 49 ton suhe snovi (196 ton/ha), zaradi česar se razlikujejo iznosi hranil in povratne dobe.



Grafikon 14 Suha snov sekancev in sortimentov izražena v t na ha, odnesena iz štirih testnih lokacij pri dveh preferencah sečnje.

Iznosi posameznih hranil so med obema preferencama sečnje bolj primerljivi za dušik in fosfor, medtem ko so iznosi za bazične katione precej različni, posebej na lokaciji Gabrče. Vzrok je precej visoka vsebnost Ca in K v zelenih sekancih iz te lokacije, kar je lahko tudi posledica vpliva prahu karbonatnega izvora .



Grafikon 15 Iznos posameznih hranil s sekanci in sortimenti pri dveh preferencah sečnje na štirih lokacijah.

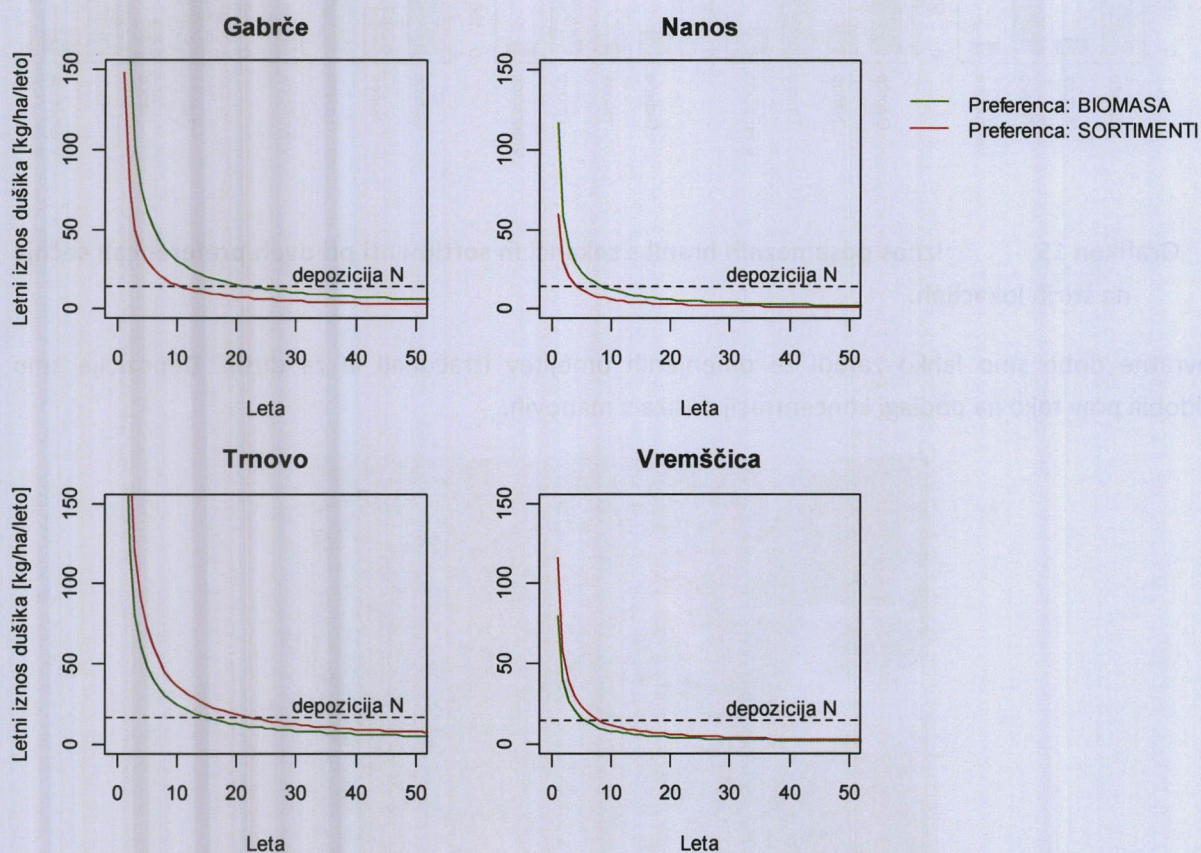
Povratne dobe smo lahko zaradi že omenjenih omejitev izračunali le za dušik. Depozicije smo pridobili prav tako na podlagi koncentracij dušika v mahovih.



Slika 20 Priprava sekača na delo

Preglednica 20 Skupni iznosi dušika s sečnjo, letna depozicija dušika in ocenjena povratna doba za izravnano bilanco med iznosom s sečnjo ter depozicijo za štiri testne ploskve in dve preferenci sečnje.

Lokacija	Drevesna vrsta	Ploskev	Preferenca na ploskvi	Iznos N [kg / ha]	Depozicija N [kg/ha/leto]	Povratna doba [leta]
Gabrče	Črni gaber	P1	Biomasa	301.9	14.5	20
		P2	Sortimenti	147.9	14.5	10
Nanos*	Smreka	P1	Biomasa	116.4	14.1	8
		P2	Sortimenti	59.8	14.1	4
Trnovo	Jelka/bukev	P1	Biomasa	242.4	16.5	14
		P2	Sortimenti	363.0	16.5	21
Vremščica	Črni bor	P1	Biomasa	79.9	14.5	5
		P2	Sortimenti	116.3	14.5	8



Grafikon 16 Krivulje letnih iznosov za testne ploskve pri obeh preferencah sečnje.

Preglednica 21 Iznos dušika (kg N / ha na ukrep) na lokacijah (ploskvah) kjer je izvršena sečnja (2012/ 2013) z namenom določitve t. i. povratne dobe za hranila, v našem primeru za dušik (N)

Lokacija	Drevesna vrsta	Ploskev	Preferenca na ploskvi	Iznos N [kg / ha]	Depozicija N [kg/ha/leto]	Povratna doba [leta]
Gabrče	Črni gaber	P1	Biomasa	301.9	14.5	20
		P2	Sortimenti	147.9	14.5	10
Nanos*	Smreka	P1	Biomasa	116.4	14.1	8
		P2	Sortimenti	59.8	14.1	4
Trnovo	Jelka/bukev	P1	Biomasa	242.4	16.5	14
		P2	Sortimenti	363.0	16.5	21
Vremščica	Črni bor	P1	Biomasa	79.9	14.5	5
		P2	Sortimenti	116.3	14.5	8

Glede na rezultate preglednice T1 o skupnih iznosih dušika s sečnjo ter ocenami letnih depozicij dušika je bila ocenjena povratna doba za izravnano bilanco med iznosom s sečnjo za dušik za štiri testne ploskve in dve preferenci sečnje. Izkazalo se je, da je povratna doba oz. da se stanje glede preskrbljenosti drevja s hranili na objektih Nanos in Vremščica povrne v 4 do osmih letih odvisno od namena in vrste sečnje. Izhodiščne razmere na ploskvah so glede lesnih zalog in starosti drevja ter vrstne sestave različne, tako da moramo vsak objekt obravnavati posebej, rezultate pa lahko rangiramo ne pa medsebojno primerjamo.



Slika 21 Les črnega gabra po spravilu ob gozdni cest, pripravljen za izdelavo sekancev

8 Literatura in viri

- Desrochers L., Puttock D., Ryans M. (1993) The economics of chipping logging residues at roadside: A study of three systems. *Biomass and Bioenergy* Vol. 5, No. 6, pp. 401 - 411
- Spinelli, R., Visser, R.J.M. (2009). Analyzing and estimating delays in wood chipping operations. *Biomass and Bioenergy* 33,429 – 433
- Björheden R. (1995). An international nomenclature for forest work study. Jyväskylä : The Finish IUFRO World Congress Organizing Committee, 190 – 215
- Nurmi, J. (2007). Recovery of logging residues for energy from spruce (*Picea abies*) dominated stands. *Biomass and Bioenergy* 31, 375 – 380
- Laitila, J. (2008). Harvesting technology and the cost of fuel chips from early thinnings. *Silva Fennica* 42(2), 267 – 283
- Räisänen, T., Nurmi, J. (2011). Impacts of changing the minimum diameter of roundwood on the accumulation of logging residue in first thinnings of Scots pine and Norway spruce. *Biomass and Bioenergy* 35, 2674-2682
- Jylhä, P., Dahl, O., Laitila, J., Kärhä, K., 2010. The effect of supply system on the wood paying capability of a kraft pulp mill using Scots pine harvested from first thinnings. *Silva Fennica* 44(4): 695–714.
- Tolosan, E., Laina, R., Ambrosio, Y., Martin, M., 2011. Biomass Recovery from Spanish pine plantations mechanized thinning residue. Effects of biomass piling method and top diameters. Proceeding of FORMEC 2011 meeting, 9-13 October 2011, Graz, Austria. "Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering".
- Kimovec A. Spravilo in prevoz lesa z gozdarsko polprikolico Farma, 2012. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2012
- Zupančič M. 2008. Časovna študija spravila lesa s traktorjem John Deere 6220: diplomsko delo Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2008
- KLUN, J., POJE, A., 2000. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem IWAFUJI-41 in poškodbe sestoja pri sečnji in spravilu : diplomsko delo = Timber skidding with IWAFUJI T - 41 skidder and stand damage due to cutting and logging operations : graduation thesis. Ljubljana, 140 str.
- Bezovnik Š. 2007. Primerjava dveh sekalnikov za izdelavo lesnih sekancev: diplomsko delo (visokošolski strokovni študij) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2007, 114 str.

9 Priloge

Priloga 1 Količine proizvedenih sortimentov in zelenih sekancev po posameznih ploskvah

Lokacija	Drevesna vrsta	Ploskev	Referenca	Hlodovina (m ³ _{ss})	Les za mehansko celulozo kakovostn i razred 1 (m ³ _{ss})	Les za mehansko celulozo kakovostn i razred 2 (m ³ _{ss})	Les za kemično celulozo, les za kurjavo (m ³ _{ss})	Skupaj sortimenti (m ³ _{ss})	Izdelani zeleni sekanci (EOKL m ³ _{ss})	SKUPAJ (EOKL m ³ _{ss})	FD	FS
Nanos	Smreka	P1	Biomasa	6,27	6,95	6,85	0,24	20,31	13,7	34,01	1,68	0,67
Nanos	Smreka	P2	Sortimenti	3,40	4,79	5,43	2,64	16,3	5,10	21,40	1,32	0,31
Vremščica	Črni bor	P1	Biomasa	4,34	NR	NR	9,40	13,74	8,05	21,79	1,59	0,59
Vremščica	Črni bor	P2	Sortimenti	7,92	NR	NR	20,13	28,05	9,64	37,69	1,34	0,34
Gabrče	Črni gaber	P1	Biomasa	NR	NR	NR	NR	0	55,70	55,70	1,29	1,29
Gabrče	Črni gaber	P2	Sortimenti	NR	NR	NR	39,60	39,60	0	39,6	1,00	0,00
Trnovo	Bukev, jelka in smreka	P1	Biomasa	NR	NR	NR	NR	NR	32,20	NR	NR	0,55
Trnovo	Bukev, jelka in smreka	P2	Sortimenti	NR	NR	NR	NR	NR	12,40	NR	NR	0,15

* izračun na podlagi vrednosti tarifnih razredov (ZGS, E5)

NR – ni relevantno ali pa ni podatka

d_s – srednji temeljnični premer posekanih dreves

EOKL m³_{ss} – ekvivalentni okroglega lesa v m³ s skorjo

FD – faktor za izkoristljivo nadzemno dendromaso (EOKL m³_{ss}) na enoto debeljadi (m³_{ss})

FS – faktor za sekance (EOKL m³_{ss}) na enoto debeljadi (m³_{ss})

Priloga 2

Rezultati laboratorijski meritev nekaterih parametrov sekancev iz vzorčnih ploskev

Lokacija	Drevesna vrsta	Ploskev	Preferenca	Gostota nasutja (kg/nm ³)	W (%)
Nanos	Smreka	P1	Biomasa	263	40,4
Nanos	Smreka	P2	Sortimenti	262	44,4
Vremščica	Črni bor	P1	Biomasa	237	17,1
Vremščica	Črni bor	P2	Sortimenti	263	25,9
Gabrče	Črni gaber	P1	Biomasa	366	39,1
Gabrče	Črni gaber	P2	Sortimenti	NR	NR
Trnovo	Bukev/jelka/smreka	P1	Biomasa	382	44,1
Trnovo	Bukev/jelka/smreka	P2	Sortimenti	474	47,1

Vsebnost vode v sekancih je bila izmerjena skladno z SIST EN 14774-1:2010

Gostota nasutja je bila izmerjena skladno z SIST EN 15103:2010