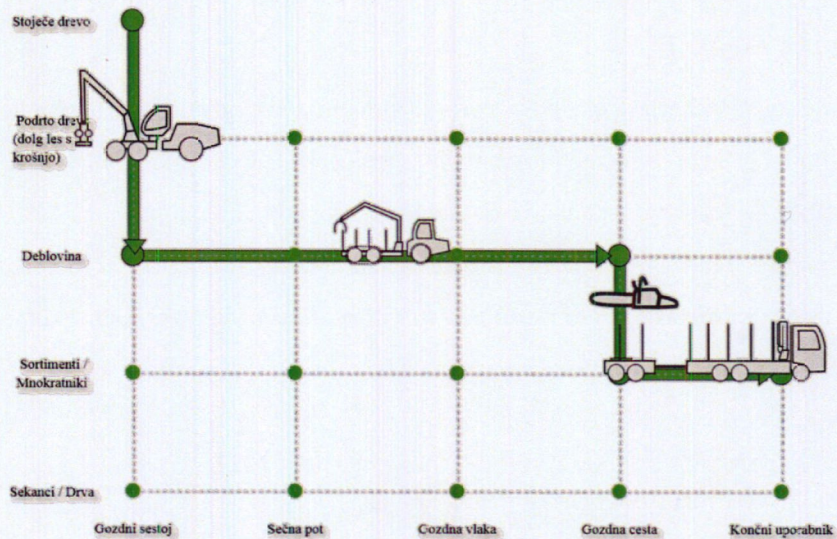


10 = 4033958



## Analiza tehnoloških verig

Avtorji: dr. Nike Krajnc, Todor Rogelja, Jaka Klun, Špela Ščap,  
Matevž Triplat, Tina Jemec, dr. Peter Prislan



September 2014





## Kazalo

1	UVOD.....	3
2	METODE DELA.....	3
3	OPIS NAJBOLJ TIPIČNIH PROIZVODNIH VERIG IN OCENA STROŠKOV .....	4
3.1	Moto-manualna sečnja in spravilo sortimentov do gozdne ceste s traktorjem .....	4
3.2	Strojna sečnja in prevoz sortimentov do gozdne ceste.....	5
3.3	Izdelava sekancev iz okroglega lesa slabše kakovosti .....	6
3.4	Sodobnejša proizvodna veriga izdelave sekancev iz okroglega lesa slabše kakovosti .....	8
3.5	Proizvodna veriga izdelave zelenih sekancev .....	9
4	IZBOR USTREZNIH TEHNOLOGIJ PREDELAVE .....	10
4.1	Razrez hlodovine iglavcev.....	10
4.2	Soproizvodnja toplote in elektrike na biomaso.....	14
5	IZBOR PROIZVODNIH VERIG IN ANALIZA ŠIBKIH ČLENOV.....	17
5.1	Analiza šibkih členov.....	17
6	ZAKLJUČKI .....	27
7	Literatura .....	27

## Tehnološki modeli

Tehnološki model 1: Motorna žaga in traktor – sortimentna metoda.....	4
Tehnološki model 2: Stroj za sečnjo in zgibni polprikoličar.....	5
Tehnološki model 3: Izdelava sekancev z klasično tehnologijo.....	7
Tehnološki model 4: Izdelava sekancev s sodobnejšo tehnologijo .....	8
Tehnološki model 5: Izdelava zelenih sekancev (Vir: WoodChainManager, GIS, 2014) .....	9

## Slike

Slika 1 Primer gozdarskih členov 'gozdno-lesne verige' (vir: 2012: <a href="http://www.forestenergy.org/pages/images/">http://www.forestenergy.org/pages/images/</a> ) .....	6
Slika 2 Shematski prikaz delovnega procesa (Vir: www.linck.com). .....	11
Slika 3 Iverilnik ter primarni in sekundarni razrez z iverilno glavo (vir: www.linck.com). .....	12
Slika 4 Profilirni agregat, ki obreza lisičave robove na širino stranskih desk (vir: www.linck.com). .....	13
Slika 5 Žagalni agregat.....	13
Slika 6 Potek sproizvodnje in izkoristki .....	14
Slika 7 Soproizvodnja s tehnologijo parne turbine .....	16



## 1 UVOD

Projekt PERLES predvideva opis različnih proizvodnih verig ter izbor optimalnih oziroma perspektivnih proizvodnih verig. Po izboru ustreznih proizvodnih verig naj bi sledilo logično umeščanje verig v prostor glede na določene parametre oziroma omejitve. Kriterij za izbor perspektivnih verig, ki naj bi v prihodnosti prispevale k razvoju gozdno-lesnega sektorja, je predvsem trenutna uporabnost tehnologij predelave. Kot perspektivno tehnologijo smo definirali tisto tehnologijo, ki *utemeljuje, upravičuje upanje v ugoden potek (SSKJ)*, kar v našem primeru pomeni, da je tehnologija dostopna na trgu, je preizkušena in za proizvode obstaja ustrezno tržišče. Torej ne govorimo o umeščanju inovativnih tehnologij v prostor temveč perspektivnih verig. Pri izboru naj bi pomembno vlogo odigrala tudi ocena šibkih členov ter ocena varnosti v dobavi surovine za posamezno verigo. V nadaljevanju predstavljamo najpogostejše tehnologije sečnje, spravila in transporta okroglega lesa. V kratkem sta predstavljene tudi tehnologije proizvodnje žaganega lesa iglavce ter najbolj pogosto uporabljena tehnologija sočasne proizvodnje elektrike in toplote. To sta namreč tehnologije predelave, ki smo jih izbrali za modelno umeščanje v prostor.

Pri opredelitvi proizvodnih verig smo za potrebe te študije povzeli naslednjo definicijo:

"Vrednostna veriga lesa v Sloveniji povezuje trajnostno, večnamensko in sonaravno gospodarjenje z gozdovi, predelavo lesa, oblikovanje, proizvodnjo in prodajo lesnih izdelkov in komponent iz lesa ter, kot element, ki se pojavlja skozi celoten proces, izrabo lesnih ostankov in odpadkov za proizvodnjo energije." (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje in Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, 2012, p. 7)

## 2 METODE DELA

Okvirni stroški proizvodnje so izračunani pomočjo spletne aplikacije *Wood Chain Manager (WCM)*. WCM je bil delno razvit v projektu PERLES in je predstavljen in objavljen v eni izmed študij dostopnih na: <http://per-les.gozdis.si/>. To je aplikacija za ustvarjanje interaktivnih preglednih opisov gozdno-lesnih verig s spremljajočimi kalkulacijami stroškov gozdno-lesne verige. V sami aplikaciji je možen izbor: lokacije začetka procesa v gozdno-lesni verigi (gozdni sestoj, sečna pot, gozdna vlaka, gozdna cesta), operacij katere bodo opravljene (sečnja, kleščenje, krojenje, izdelava sekancev, spravilo/transport) ter strojev, ki bodo uporabljeni z različnimi nadgradnjami in lastnostmi.

Kot končni rezultat, WCM poda okvirne stroške proizvodnje po posameznih operacijah/strojih, skupne stroške celotnega procesa gozdno-lesne verige ter slikovni prikaz tehnološkega modela gozdno-lesne verige. Podrobnosti izračunov stroškov izbranih strojev so opisane v prej omenjeni samostojni predstavitvi WCM-ja. Vendar pa WCM ne vključuje analize stroškov primarne predelave lesa temveč se zaključuje z prevozom surovine do obrata primarne predelave, zato bosta tehnologija razreza lesa in sočasne proizvodnje elektrike in toplote samo predstavljeni, brez podrobnih kalkulacij stroškov.

Problematika drugih dejavnikov, ki lahko vplivajo na izbor tehnologij ni del te študije. Problematika lastnikov gozdov in njihove razdrobljenosti je opisana v posebni študiji: »Problematika zasebnih lastnikov gozdov«, ki so jo za potrebe tega projekta pripravili na BF-Gozdarstvo. Problematika razpoložljivih tržnih potencialov željenih gozdno-lesnih sortimentov je predstavljena v študiji z naslovom: »Metodologija o izračunu ocen potencialov lesa«. Sama metodologija izdelave tehnoloških modelov, ki je del WCM-ja pa je bila razvita in predstavljena za primere tehnologij izdelave zelenih sekancev (v okviru CRP projekta: »Možnosti in omejitve pridobivanja biomase iz gozdov«, Triplat M. et al, 2013).



### 3 OPIS NAJBOLJ TIPIČNIH PROIZVODNIH VERIG IN OCENA STROŠKOV

V nadaljevanju predstavljamo nekaj tehnoloških modelov, ki smo jih izbrali ker so tipični ali ker so perspektivni in se že uveljavljajo. Pri tem ne bomo predstavili vseh različnih tehnoloških možnosti. Različne tehnološke modele si lahko uporabnik sam zamisli in pripravi oceno neposrednih materialnih stroškov z uporabo WCM aplikacije, ki je opisana v dokumentu: »Vizualizacija proizvodnih procesov in ocena stroškov v gozdno-lesnih verigah« (Triplat at all, 2014) in je dostopna na internetni strani: <http://wcm.gozdis.si>.

#### 3.1 Moto-manualna sečnja in spravilo sortimentov do gozdne ceste s traktorjem

Najbolj običajen sistem pridobivanja lesa je tehnološko izveden v kombinaciji klasične sečnje in izdelave lesnih sortimentov z motorno žago ter spravila s traktorjem. Na Tehnološkem modelu 1 je prikazana proizvodna veriga sečnje in spravila lesa. Proces se začne v gozdnem sestoju in sicer s podiranjem, kleščanjem in prežagovanjem lesa z motorno žago moči 4kW. Potem sledi zbiranje in vlačenje lesa do gozdne vlake s prilagojenim gozdarskim traktorjem, ki ima kompletno gozdarsko nadgradnjo, dvobobenski vgradni vitel (5t), radijsko krmljenje in gozdarske verige. Od gozdne ceste do končnega uporabnika, se prevoz sortimentov opravi z gozdarsko transportno kompozicijo (triosni kamion za okrogel les z dvigalom in prikolico).



Tehnološki model 1 Motorna žaga in traktor – sortimentna metoda

V naslednji preglednici predstavljamo oceno neposredni materialnih stroškov proizvodne verige ob predpostavkah povprečne učinkovitosti v osem-urnem delavniku.



**Preglednica 1 Materialni stroški in učinek gozdno-lesne verige sečnje in spravila lesa**

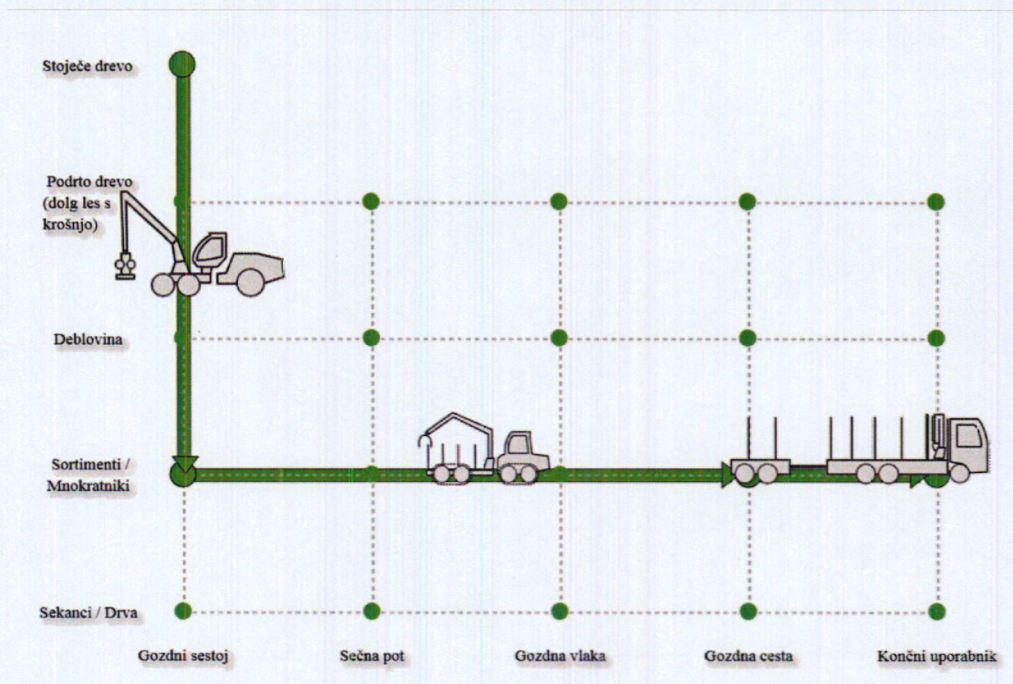
Stroj	Stroški (€/h)	skupaj	Neposredni materialni stroški (€/m <sup>3</sup> )	Učinek (m <sup>3</sup> /8h)
Motorna žaga	4,0		2,1	15,0
Prilagojen gozdarski traktor	41,2		13,2	25,0
<b>Stroški sečnje in spravila</b>	<b>45,2</b>		<b>15,3</b>	
Kamion za okrogel les z dvigalom in polprikolico	99,6		8,8	70
<b>Skupni materialni stroški</b>	<b>144,8</b>		<b>24</b>	

Vir: GIS, 2014

Iz tabele je razvidno, da znašajo neposredni materialni stroški sečnje in spravila 15,3 €/m<sup>3</sup>. Skupni stroški izbranega tehnološkega modela, pri katerem drevo posekamo, oklestimo in razžagamo na sortimente z motorno žago v sestoji, temu sledi spravilo sortimentov do gozdne ceste ter prevoz sortimentov do končnega uporabnika (v našem primeru žagarski obrat), pa znašajo 144,8 €/h.

### 3.2 Strojna sečnja in prevoz sortimentov do gozdne ceste

V drugem tehnološkem modelu predstavljamo primer strojne sečnje in spravila z zgibnim prikoličarjem. Sečnja drevoja čemur sledi kleščenje, prežagovanje in zbiranje lesa ob sečni poti poteka z kolesnim harvesterjem moči 140kW. Do gozdne ceste se les transportira z zgibnim prikoličarjem (forwarderjem) nosilnosti 12t. Od gozdne ceste do končnega uporabnika, se prevoz sortimentov opravi z gozdarsko transportno kompozicijo (triosni kamion za okrogel les z dvigalom in prikolico).


**Tehnološki model 2 Stroj za sečnjo in zgibni polprikoličar**



Neposredni materialni stroški tega tehnološkega modela so, v kolikor primerjamo stroške na uro, bistveno večji od predhodnega. Ker pa so učinki izbrane tehnologije bistveno večji so stroški preračunani na enoto proizvoda ( $m^3$ ) primerljivi. Kar je pri tej tehnologiji mogoče še za poudariti je dodatna možnost enostavnejšega izkoriščanja sečnih ostankov in proizvodnja zelenih sekancev. Različni tehnološki modeli proizvodnje zelenih sekancev so opisani v študiji »Izbira tehnološkega modela pri proizvodnji zelenih sekancev« (Triplat et al (2013)).

Preglednica 2 Materialni stroški in učinek strojne verige izdelave sekancev

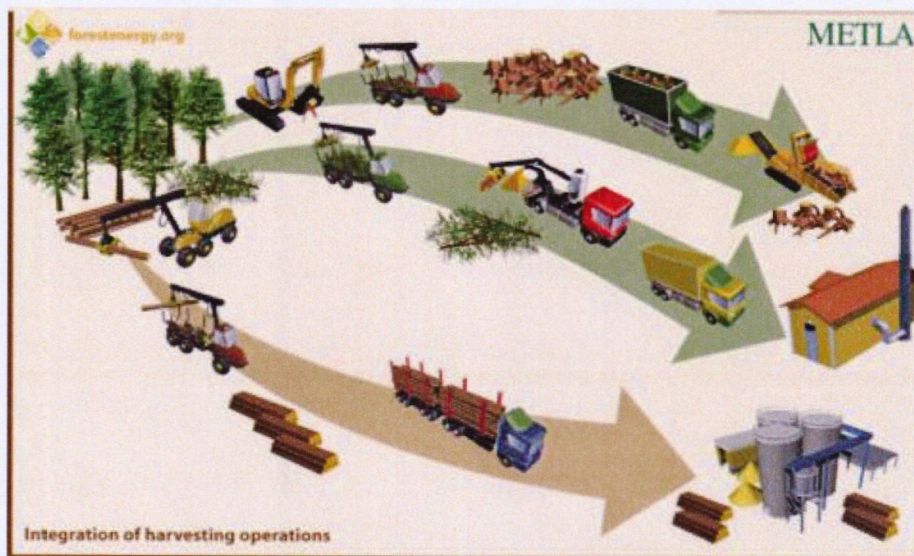
Stroj	Stroški skupaj (€/h)	Neposredni materialni stroški (€/m <sup>3</sup> )	Učinek (m <sup>3</sup> /8h)
Stroj za sečnjo	115,0	13,1	70,0
Zgibni polprikoličar (12t)	87,7	11,7	60,0
Stroški sečnje in spravila	202,7	24,8	
Kamion za okrogel les z dvigalom in polprikolico	99,6	8,8	70
Skupni materialni stroški	302,3	33,6	

Vir: GIS, 2014

### 3.3 Izdelava sekancev iz okroglega lesa slabše kakovosti

Proizvodnja zelenih sekancev v gozdu je vezana na sečnjo in spravilo okroglega lesa. Pri tem se poleg vprašanj iznosa hranil pojavlja tudi vrsto vprašanj glede tehnoloških možnosti pri proizvodnji zelenih sekancev iz gozdov.

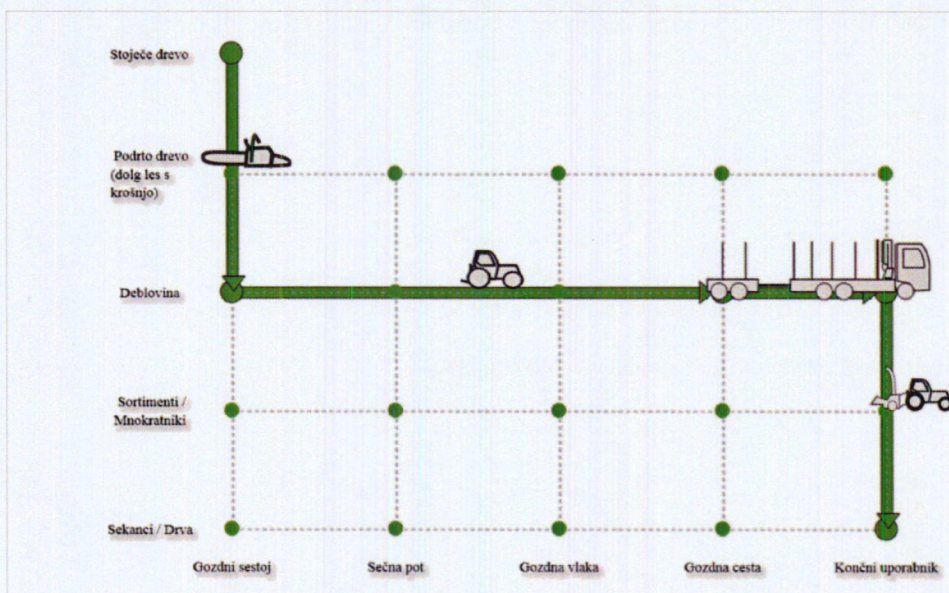
Proizvodne verige za izdelavo sekancev se v različnih okoljih razlikujejo in so se skozi čas razvijali v različnih smereh. Primer skandinavske gozdarske proizvodne verige (slika 1), kaže, da jih sestavljajo tehnologije (izkoriščanje panjev), ki v naših okoljih niso sprejemljive, saj predvidevajo izkoriščanje celotnega drevesa, vključno z panjem.



Slika 1 Primer gozdarskih členov 'gozdno-lesne verige' (vir: 2012: <http://www.forestenergy.org/pages/images/>)



V našem okolju so proizvodnje verige izdelave sekancev praviloma vezane na izdelavo sekancev iz okroglega lesa slabše kvalitete (torej ne govorimo o izdelavi zelenih sekancev iz sečnih ostankov). V tem primeru predvidevamo tradicionalen način sečnje in spravila lesa. Proces se začne v sestoji in sicer s podiranjem in kleščanjem z motorno žago moči 4kW. Zbiranje in vlačenje lesa do gozdne ceste je predvideno s prilagojenim gozdarskim traktorjem z lažjo gozdarsko nadgradnjo, z gozdarskimi verigami in elektrohidravličnim enobobenskim vitlom z radijskim krmljenjem (6t). Od gozdne ceste do končnega uporabnika, se prevoz goli opravi z gozdarsko transportno kompozicijo (triosni kamion za okrogel les z dvigalom in prikolico). Pri končnem uporabniku je predvidena izdelava sekancev in sicer z standardnim traktorjem in sekalnikom na traktorski pogon, z nakladalno napravo (Tehnološki model 3).



Tehnološki model 3 Izdelava sekancev z klasično tehnologijo

V naslednji preglednici so prikazani neposredni materialni stroški proizvodne verige ob predpostavkah povprečne učinkovitosti v osem-urnem delavniku. Iz tabele je razvidno, da skupni stroški znašajo 198,6 €/h, ob upoštevanju predpostavljenih učinkov pa so neposredni materialni stroški na enoto 28,6 €/m<sup>3</sup> oziroma 10,3 €/nm<sup>3</sup>. V tem je že vključen prevoz lesa do končnega uporabnika (predviden je prevoz na krajše razdalje).

Preglednica 3 Materialni stroški in učinki tehnološkega modela izdelave sekancev

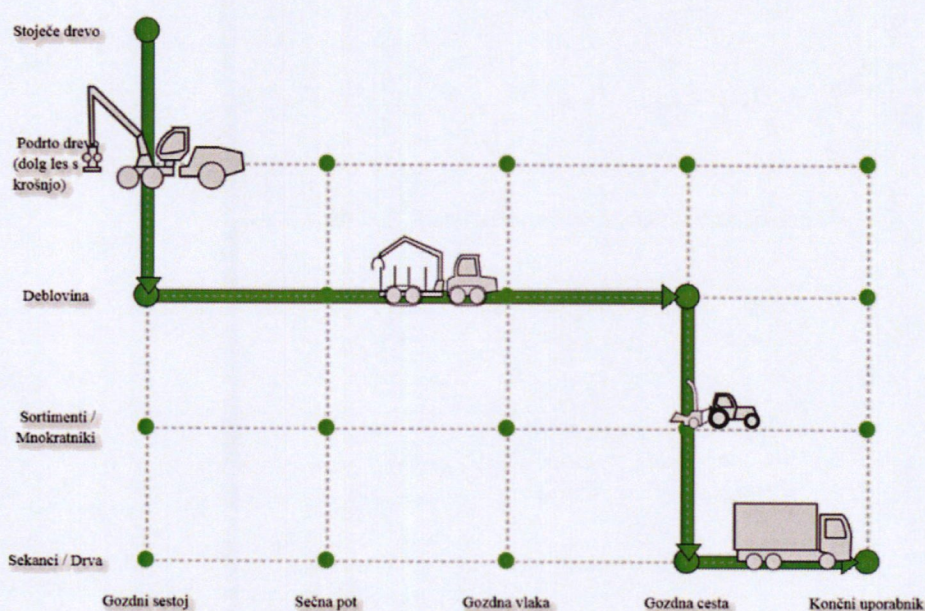
Stroj	Stroški skupaj (€/h)	Neposredni materialni stroški (€/m <sup>3</sup> )	Učinek (m <sup>3</sup> /8h)
Motorna žaga (4kW)	4,0	2,1	15,0
Prilagojen gozdarski traktor	29,9	7,5	32,0
EH vitel 1B	5,5	2,5	18,0
Gozdarska transportna kompozicija	44,4	5,1	70,0
Standardni traktor	40,7	4,1	80,0
Traktorski sekalnik (35cm)	74,1	7,4	80,0
<b>Stroški proizvodne verige</b>	<b>198,6</b>	<b>28,6</b>	

Vir: GIS,2014



### 3.4 Sodobnejša proizvodna veriga izdelave sekancev iz okroglega lesa slabše kakovosti

Ta proizvodna veriga predvideva izdelavo sekancev na gozdni cesti ali začasnem skladišču ter transport na daljše razdalje k večjim uporabnikom, kot so na primer sistemi sočasne proizvodnje elektrike in toplote. Proces se začne s sečnjo v gozdnem sestoju, čemur sledi kleščenje, prežagovanje in zbiranje lesa s kolesnim harvesterjem moči 140kW. Do gozdne ceste se les transportira z zgibnim prikoličarjem (forwarderjem) nosilnosti 12t. Na gozdni cesti se izdelujejo sekanci, kjer se za izdelavo uporablja sekalnik na kamionu z nakladalno napravo. Zadnji korak je prevoz sekancev do končnega uporabnika in sicer s kamionom vlačilcem za razsuti tovor s prikolico s potisnim dnom (Tehnološki model 4).



Tehnološki model 4 Izdelava sekancev s sodobnejšo tehnologijo

Neposredni materialni stroški proizvodne verige ob predpostavkah povprečne učinkovitosti v osemurnem delovniku so prikazani v Preglednici 4. Stroški proizvodne verige znašajo skupaj bistveno več kot v prejšnjem primeru 595,4 €/h, neposrednih materialnih stroškov strojne izdelave sekancev na enoto proizvoda pa 44,5 €/m<sup>3</sup> oziroma 16,0 €/nm<sup>3</sup>.

Preglednica 4 Materialni stroški in učinek strojne verige izdelave sekancev

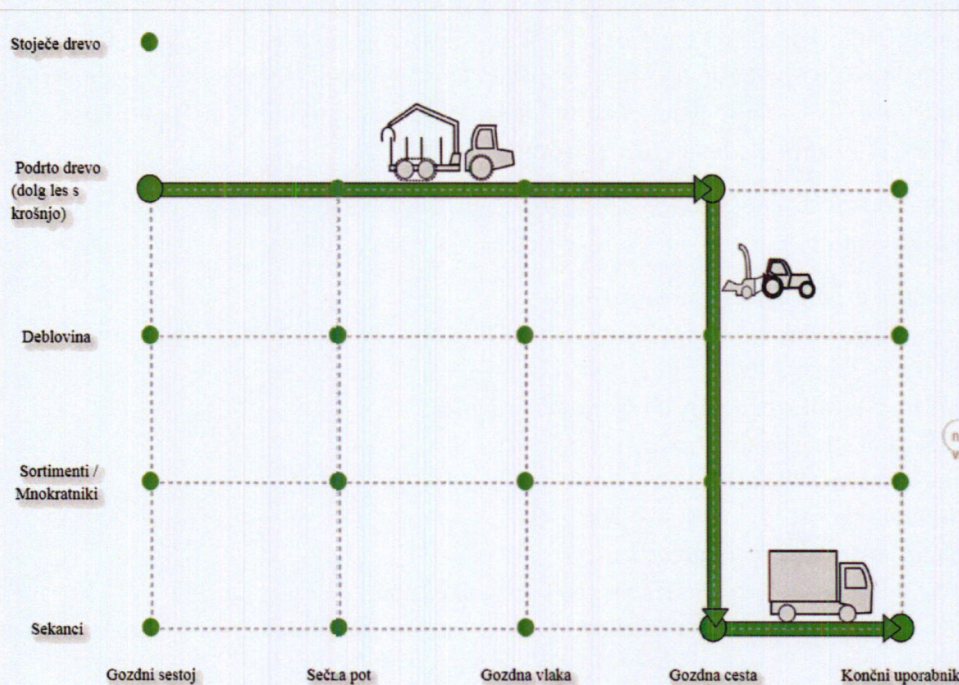
Stroj	Stroški skupaj (€/h)	Neposredni materialni stroški (€/m <sup>3</sup> )	Učinek (m <sup>3</sup> /8h)
Stroj za sečnjo	115,0	13,1	70,0
Zgibni polprikoličar (12t)	87,7	11,7	60,0
Kamionski sekalnik (80cm)	364,0	14,6	200,0
Vlačilec za prevoz razsutega tovora	28,8	5,1	45,0
<b>Stroški proizvodne verige</b>	<b>595,4</b>	<b>44,5</b>	

Vir: GIS, 2014



### 3.5 Proizvodna veriga izdelave zelenih sekancev

Pri izdelavi zelenih sekancev se uporabljajo sečni ostanki (vrhači in vejevina) iz gozdne proizvodnje. Torej strošek sečnje ni upoštevan in se veriga prične z zbiranjem in spravilom sečnih ostankov. Predvidevamo zbiranje in spravilo sečnih ostankov z manjšim zgobnim polprikoličarjem (nosilnosti 5 t), čemur sledi izdelava zelenih sekancev na gozdni cesti s standardnim traktorjem in sekalnikom z nakladalno napravo. Prevoz zelenih sekancev do končnega uporabnika je predviden s standardnim traktorjem s kontejnersko prikolico (16t) z dvizno napravo. Izdelava zelenih sekancev iz sečnih ostankov še ni ustaljena praksa v Sloveniji. Nekatero tehnološke rešitve smo analizirali in tudi spremljali na terenu v okviru že omenjenega projekta: »Možnosti in omejitve pridobivanja biomase iz gozdov« in so opisane v študiji: »Testni primeri pridobivanja zelenih sekancev« (Krajnc et al., 2013).



Tehnološki model 5 Izdelava zelenih sekancev (Vir: WoodChainManager, GIS, 2014)

V naslednji preglednici so prikazani neposredni materialni stroški proizvodne verige ob predpostavkah povprečne učinkovitosti v osem-urnem delavniku. Iz tabele je razvidno, da znašajo skupni stroški 227,2 €/h, medtem ko so stroški preračunani na enoto 47,4 €/m<sup>3</sup> oziroma 17,1 €/nm<sup>3</sup>.

Preglednica 5 Materialni stroški in učinek verige izdelave zelenih sekancev

Stroj	Stroški skupaj (€/h)	Neposredni materialni stroški (€/m <sup>3</sup> )	Učinek (m <sup>3</sup> /8h)
Zgibni polprikoličar (5t)	50,0	16,0	25,0
Traktor	40,7	4,1	80,0
Sekalnik (traktorski priključek)	74,1	7,4	80,0
Traktor z prikolico	40,7	13,0	25,0
Traktorska kontejnerska prikolica	21,7	6,9	25,0
<b>Stroški proizvodne verige</b>	<b>227,2</b>	<b>47,4</b>	



Glede na to, da v Sloveniji še nimamo večjega uporabnika zelenih sekancev in, da se večino le teh izvozi v Avstrijo ali Italijo bi lahko v naši verigi predvideli prevoz sekancev do končnega uporabnika z vlačilcem za prevoz razsutega tovara. V tem primeru bi bili stroški nižji in bi znašali 32,6 €/m<sup>3</sup> ali 11,7 €/nm<sup>3</sup>.

## 4 IZBOR USTREZNIH TEHNOLOGIJ PREDELAVE

### 4.1 Razrez hlodovine iglavcev

Glede na rezultate ankete opravljene v letu 2013 med žagarskimi obrati v Sloveniji, je najpogostejši stroj za razžagovane hlodovine tračni žagalni stroj, saj je prisoten v skoraj 40% žagarskih obratih (na anketo se je odzvalo 75 žagarskih obratov), sledi pa mu polnojarmenik (20 % obratov) (Prislan in sod., 2014). Podobno tehnološko opremljenost žagarskih obratov so ugotovili tudi v anketi opravljeni v letu 2007, kjer je sodelovalo 81 podjetij; ugotovili so primerljiv delež vertikalnih tračnih žaganih strojev in po nojamnikov, nekoliko manjši delež krožnih žaganih strojev (Perme, 2007). Profilirno-iverilna tehnika je kljub prednostim v Sloveniji manj prisotna.

Na trgu so trenutno dostopne sledeče tehnologije za razžagovanje hlodovine (Vir: <http://vdma-products.com>; Merzelj, 1996):

- Horizontalni in vertikalni polnojarmeniki
- Horizontalni in vertikalni tračni žagalni stroji / kombinacije tračnih žagalnih storjev
- Cepilni tračni žagalni stroj
- Enoosni in dvoosni krožni žagalni stroji za okrogel les
- Krožni žagalni stroji za konstrukcijski les
- Cepilni krožni žagalni storji
- Profilirno-iverilni stroji
- Kombinacije strojev z iverilnimi stroji:
  - o profilirno-iverilni stroji in krožni cepilni žagalni stroji
  - o dva zaporedna profilirna iverilna storja z vmesno obračalno napravo in krožni cepilni žagalni stroj,
  - o profilirno-iverilni stroj s krožnim cepilnim žagalnim strojem ter čelilnim in robilnim žagalnim strojem
  - o profilirno-iverilni stroj in dvojni tračni žagalni stroj ali doosni žagalni stroj ali polnojarmenik (za debelejšo hlodovino) (Merzelj, 1996).

Za razžagovanje iglavcev pridejo v poštev sledeče tehnologije razžagovana (Merzelj, 1996):

#### Večlistni žagalni stroji

- Polnojarmeniki (vse vrste lesa)
- Dvojni tračni žagalni stroj (žaganje iglavcev v deske in četrtake)
- Krožni žagalni stroj (žaganje iglavcev v debelejšo sortimente)
- Dvojni in štiristranski profilirni iverilnik (razžagovanje iglavcev v debelejšo sortimente)

#### Enolistni stroji

- Horizontalni tračni žagalni stroj (vse vrste lesa)
- Vertikalni tračni žagalni stroj (vse vrste lesa)
- Krožni žagalni stroj (za žaganje iglavcev v debelejšo sortimente)



V zadnjem času se v tujini (Nemčiji, skandinavskih državah, Kanadi) uporablja profilirno tehniko razžaganja hlodovine. Prednost profilirne tehnike je predvsem, da je mogoče na racionalen način iz hloda istočasno izdelati dokončno oblikovane deske, plohe ali trame različnih debelin. Glavne značilnosti profilirne tehnike so:

- Visoka storilnost (proizvodnja z malo posluževalci),
- Velika zmogljivost žaganja,
- Omogoča proizvodnjo visoko kakovostnih proizvodov (gladke površine, velika natančnost dimenzij),
- Robljenje stranskih desk je združeno v postopku, tako da pomožni stroji odpadejo.
- Majhna poraba delavniških površin – **pri tej tehnologiji razžaganja je potrebno le 0,0036 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>,**
- Optimalno izkoriščanje surovine,
- Majhna poraba energije v primerjav z drugimi načini razžaganja (Merzelj, 1996).

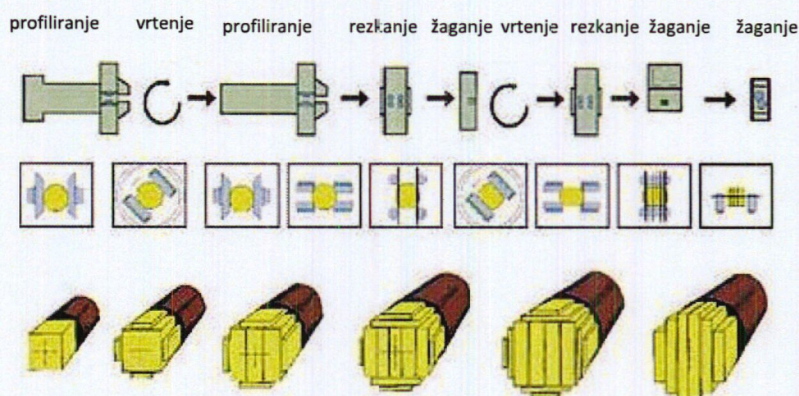
Za izkoristek vseh prednosti porfilirne tehnike je potrebno zagotoviti določene pogoje:

- Sortiranje hlodovine po vršnih premerih,
- Izdelava velikega števila enakih izdelkov,
- Zagotoviti je potrebno nemoten pretok materiala pred žagalnico in za njo (Merzelj, 1996).

### Profilirna linija

Za žagarski obrat smo izbrali profilirno tehnologijo za razrez lesa iglavcev podjetja LINCK ([www.linck.com](http://www.linck.com)). Linija omogoča veliko produktivnost pri predelavi hlodovine iglavcev (več 100.000 m<sup>3</sup> žaganega lesa na leto, običajno od 200.000 m<sup>3</sup> do 500.000 m<sup>3</sup> žaganega lesa na leto).

Linija je sestavljena iz profilirnega-iverilnika, vmesne obračalne naprave, profilirnega agregata, žagalnega agregata, večlistnega krožnega žagalnega storja in horizontalnega krožnega žagalnega stroja (Slika 1).



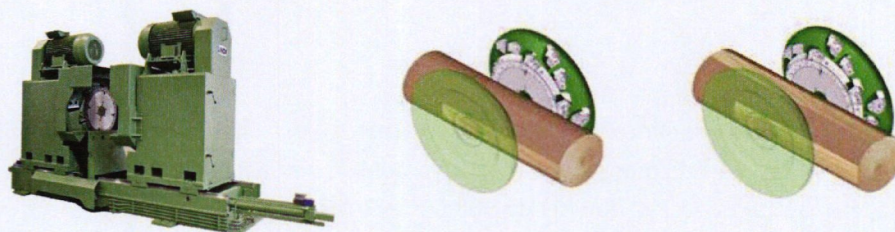
Slika 2 Shematski prikaz delovnega procesa (Vir: [www.linck.com](http://www.linck.com)).



Zaporedje operacij pri profilirni tehniki:

- Prvi porfilirni iverilnik izdelava na hlodu dve ravni površini ob straneh (izdelava prizmo),
- Prizma se nato obrne za 90°,
- Drugi profilirni iverilnik obdelava prizmo po drugih dveh straneh (izdelava tram),
- Rezkalni agregat nato obreza lisičave robove, na širino prvih stranskih desk
- Sledi odžagovanje robljenih stranskih desk od prizme s krožnimi žagalnimi agregati.
- Nato sledi ponovno obračanje obdelovca za 90°,
- Sledi rezkanje robov drugih stranskih desk,
- Z dvoosnim krožnim žagalnim strojem ali žagalnim agregatom nato izdelava sortimente oz. jih še naprej delimo na letve, morale ali druge porfile (Merzelj, 1996).

Iverilnik okrogel les dvostransko obdelava. Les pri tej tehnologiji drobijo sekalni noži, ki so vpeti v kolut in imajo različno velikost in obliko. Noži, ki so vpeti na obodu koluta les drobijo, poleg teh so noži tudi na vrhu koluta, ki so namenjeni ravnanju odrezane površine. Namesto ravnalnih nožev so nameščeni segmenti krožnih žaganih listov, ki delujejo kot predrezila in odrezujejo zelo gladko. Pri drobljenju stranskega dela hloda, nastanejo sekanci določenih velikosti in bolik, v centru pa ostane ostroroba prizma pravilne geometrijske oblike (Merzelj, 1996).



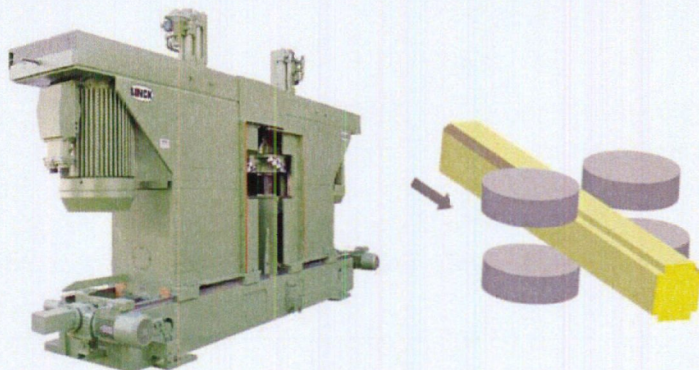
Slika 3 Iverilnik ter primarni in sekundarni razrez z iverilno glavo (vir: [www.linck.com](http://www.linck.com)).

Tehnični podatki za profilirni iverilnik ([www.linck.com](http://www.linck.com)):

- Podajna hitrost: 200 m/min
- Višina prehoda: 700 mm
- Dolžina hloda: 2,5 m
- Globina reza na rezilno glavo: 160 mm
- Število nožev na rezilno glavo: 2 do 6
- Dolžina sekancev: 22 – 32 mm
- Pogonska moč na rezilno glavo: 200 kW
- Teža: 18,2 t



Profilirni / rezkalni agregat izdelava štiristranske profile za izdelavo stanskih desk.

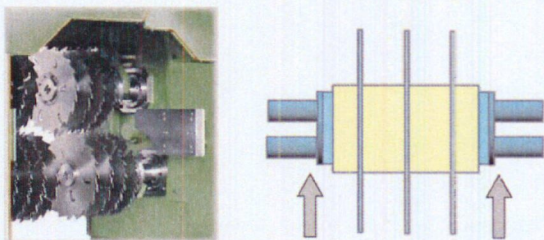


Slika 4 Profilirni agregat, ki obreza lisičave robove na širino stranskih desk (vir: [www.linck.com](http://www.linck.com)).

Tehnični podatki za rezkalni agregat ([www.linck.com](http://www.linck.com)):

- Dolžina roba: 2,50 m
- Višina roba: 390 mm
- Globina rezanja: 50 mm
- Širina rezanja; 120 mm
- Širina deske: 60 mm
- Podajalna hitrost: 190 m/min
- Pogonska moč: 2 x 110 KW
- Teža: 10,4 t

Žagalni agregat služi za razrez trama/prizme v deske, letve. Osi žaglenga agregata so servo-hidravlično nastavljive, kar omogoča visoko fleksibilnost.



Slika 5 Žagalni agregat

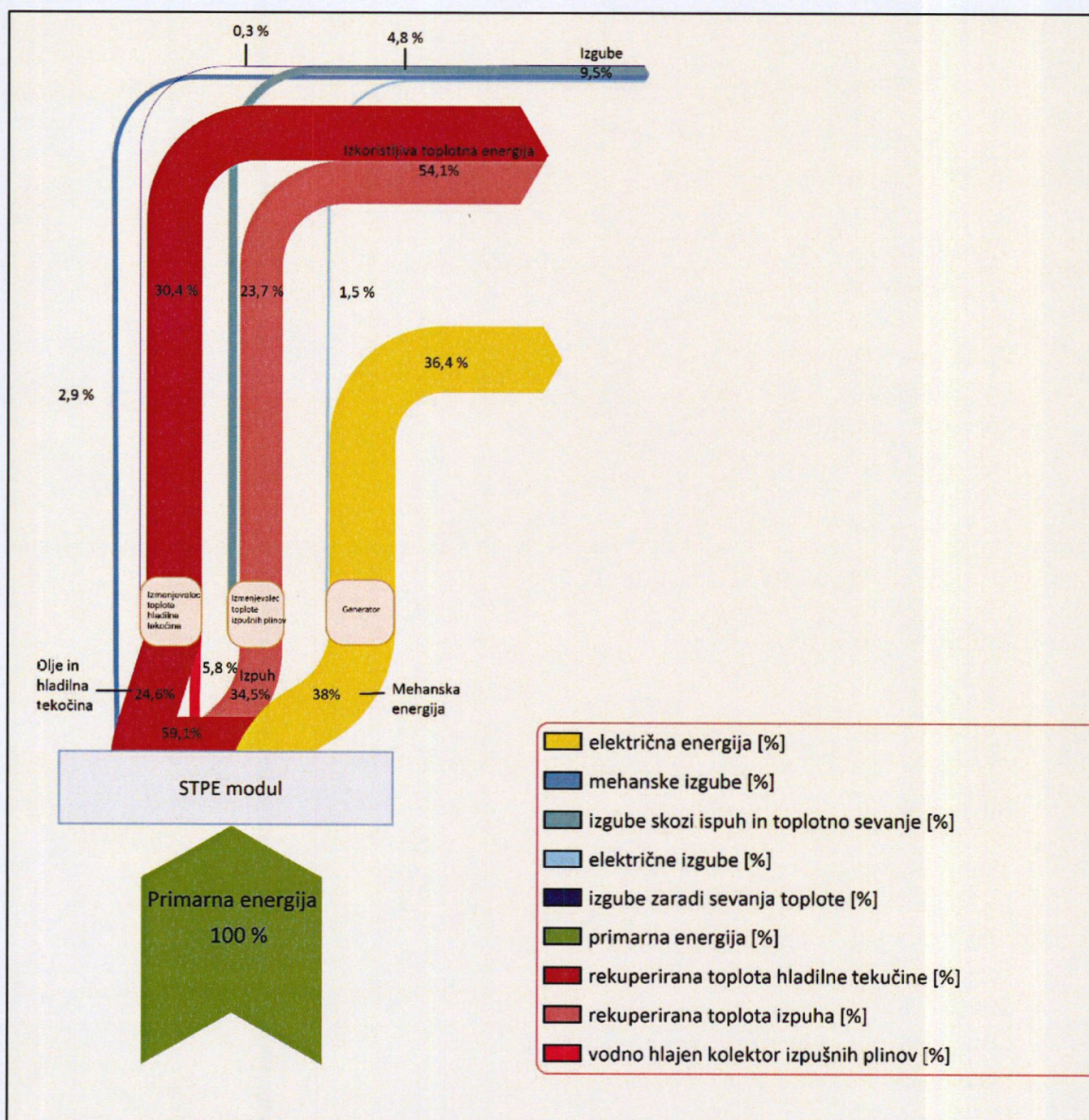
Tehnični podatki za žagalni agregat ([www.linck.com](http://www.linck.com)):

- Minimalna višina reza: 50 mm
- Maksimalna višina reza: 375 mm
- Minimalna dolžina hloda: 2,5 m
- Maksimalna prehodna širina: 750 mm
- Minimalna širina reza: 18 mm
- Maksimalna širina reza: 450 mm
- Premer lista krožne žage: 654 mm
- Pogonska moč: 4 x 200 K'W
- Podajalna hitrost do: 180 m/min



## 4.2 Soproizvodnja toplote in elektrike na biomaso

Soproizvodnja je tehnologija za hkratno pridobivanje toplotne in električne energije z uporabo istega goriva. Pri sproizvodnji se notranja energija goriva pretvarja v električno energijo preko vmesne energije. La-ta je mehanska energija vrtečih delov motorjev oz. turbin. Turbine poganjajo električni generator, ki proizvaja električno energijo. Pri pretvorbi notranje energije goriv v mehansko energijo, se sprosti velika količina toplote, ki se lahko koristno uporabi. Potek sproizvodnje in izkoristki so prikazani na sliki 6.



Vir: Košir, M. 2010, s. 7

Slika 6 Potek sproizvodnje in izkoristki



Sistemi za soproizvodnjo imajo zelo velike skupne izkoristke (tudi čez 90%). Prihranki energije pri soproizvodnji, v primerjavi z ločeno proizvodnjo električne energije iznašajo med 20 in 40%. (Šolinc in Stančič, D. 2002.) Primerjava prihrankov energije za soproizvodnjo in konvencionalno proizvodnjo elektrike in toplote so predstavljeni v Preglednici 6.

**Preglednica 6 Primerjava prihrankov primarne energije**

Parna turbina	Proizvedena energija (kWh)	SOPROIZVODNJA		KONVENCIONALNA PROIZVODNJA		Prihranki primarne energije (%)
		Celotni izkoristek (%)	Poraba primarne energije (kWh)	Celotni izkoristek (%)	Poraba primarne energije (kWh)	
Elektrika	15			33	45,5	
Toplota	75			93	80,6	
Skupaj	90	90	100		126,1	21

Vir: IMPIVIA, 1998

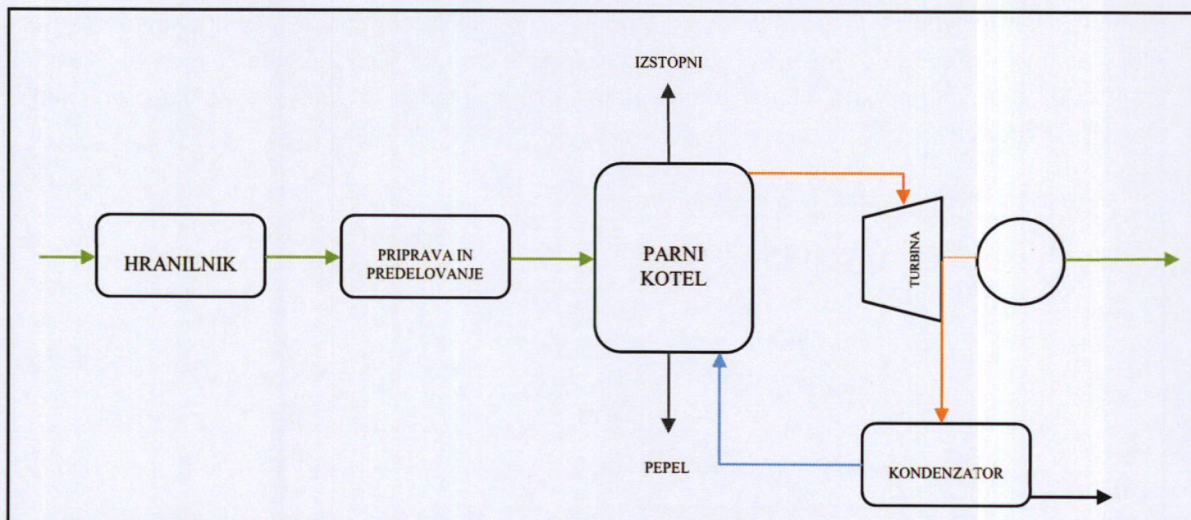
Trenutno so na voljo naslednje tehnologije za soproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE):

- motorji z notranjim izgorevanjem,
- motorji z zunanjim izgorevanjem - Stirlingovi motorji,
- plinske turbine,
- parne turbine,
- kombinirani plinsko-parni cikel,
- gorivne celice,
- turbine z organskim rankinovim procesom (ORC),
- mikro soproizvodnja,
- trigeneracija.

Gorivo je lahko fosilnega izvora ali obnovljiv vir energije. Uporaba različnih goriv je odvisna od tehnologije. Lesna biomasa je primerno gorivo za soproizvodnjo. Če lesna biomasa izgoreva direktno je uporabna parna turbina. Uplinjena lesna biomasa je uporabna za zgorevanje v plinskih motorjih ali turbinah. (Šolinc in Stančič, 2002.)

V izbranem primeru bo investitor uporabljal lesne sekance za soproizvodnjo električne energije in toplote z tehnologijo soproizvodnje s parno turbino (Slika 7). Ta sistem vključuje parni kotel, v katerem izgoreva gorivo pri čem nastaja visokotlačna para. V parni turbini se z ekspanzijo visokotlačne pare toplota pretvarja v mehansko energijo. Tako sistem proizvede manj električne (ali mehanske) energije na enoto goriva kot postrojenje s plinsko turbino, ima pa običajno večji celotni izkoristek, ki lahko doseže tudi 85 - 90 %.





Vir: Košir, M. 2010, s. 11

Slika 7 Soproizvodnja s tehnologijo parne turbine

Parne turbine se delijo glede na tlak izstopne pare na protitlačne in kondenzacijske. Pri protitlačnih turbinah je tlak izstopne pare višji od atmosferskega tlaka, pri kondenzacijskih turbinah pa je tlak izstopne pare nižji od atmosferskega tlaka. Kondenzacijske turbine morajo imeti prigraden kondenzator. Pri obeh vrstah turbin je mogoč vmesni odjem pare ker pomeni da je mogoče dobavljati v proizvodnjo procesno paro z različnimi parametri. Pri parnih turbin dimni plini ne tečejo neposredno skozi turbino tako da je mogoče v kotlu uporabljati raznovrstna goriva: plin, kurilno olje, premog, mazut, odpadke itd. Nizkotlačna para se lahko uporabi neposredno v proizvodnih procesih. Še eno področje uporabe parnih turbin so proizvodni obrati, kjer iz proizvodnih procesov izhajajo velike količine odpadne toplote (steklarne, metalurške peči itd.). Ta toplota se lahko izrabi za pridobivanje pare, ki nato poganja kondenzacijsko parno turbino in preko nje generator ali mehanske pogone.

Parna turbine imajo naslednje prednosti:

- zelo visok celotni izkoristek,
- visoka stopnja varnosti,
- možna uporaba vseh vrst goriv,
- dolga življenjska doba,
- široko območje moči.

Slabosti parnih turbin so:

- nizek delež elektrike v skupni energiji,
- niso mogoče velike električne moči,
- visoki investicijski stroški,
- dolgotrajen zagon.



## 5 IZBOR PROIZVODNIH VERIG IN ANALIZA ŠIBKIH ČLENOV

Pri modelnem umeščanju proizvodnih verig v prostor smo najprej izbrali primerno tehnologijo predelave in le tej iskali ustrezno lokacijo. Tehnološki modeli sečnje, spravila ter prevoza lesa do končnega uporabnika niso bili kriteriji za izbor tipa predelave ali za izbor same lokacije. Na samo umeščanje obratov v prostor v večji meri vplivajo dejanski oziroma tržni potencial ustreznega lesa in transportne poti. Ocenjeni stroški ter opisi tehnoloških modelov so bili zgolj pripomoček v eni izmed faz razvoja modela umeščanja proizvodnih verig v prostor. V veliki meri služijo predvsem grobi primerjavi med ceno, ki jo je investitor pripravljen plačati za surovino na svojem dvorišču in proizvodnimi stroški za željeno surovino.

### 5.1 Analiza šibkih členov

Za analizo šibkih členov smo prilagodili PEST analizo, ki je orodje za analizo trga oziroma širšega okolja.

V sklopu analiziranja poslovnega okolja delimo dejavnike na notranje in zunanje, slednje pa na mikro in makro dejavnike. PEST analiza je analiza zunanjih makro dejavnikov. Namen makroekonomske analize okolja je predvsem, da **spoznamo splošno stabilnost okolja**. Želimo identificirati zunanje dejavnike, ki bi lahko vplivali na naše poslovanje, pri čemer so te dejavniki zunaj našega območja vpliva (VIR: <http://www.blazkos.com/pest-analiza.php>). Področje PEST analize zajema štiri dejavnike in sicer Politično (in pravno okolje), Ekonomsko okolje, Sociološko in kulturno okolje in Tehnološko okolje.

**Politično okolje** - V sklopu političnega okolja smo analizira pravne, regulacijske ter druge standarde, po katerih mora podjetje poslovati. Gre za opis stanja in pričakovanih sprememb v okolju. V sklopu analize političnega okolja moramo vključiti politično stanje, regulacijo monopolov, zakone o varovanja okolja ter drugih javnih dobrin, davčno politiko, zaposlitveno politiko in fleksibilnost trga delovne sile, politiko spodbujanja podjetništva ipd.

**Ekonomsko okolje** – Ekonomski dejavniki vplivajo predvsem na finančno poslovanje podjetja, tako v sklopu strategije določanja cen glede na nakupno moč prebivalstva, kot tudi na ceno kapitala ter drugih virov, kar posledično vpliva na lastno ceno.

**Socialno kulturno okolje** – Socialni, psihološki in kulturni faktorji močno vplivajo na vedenje potencialnih kupcev oziroma lastnikov surovine, prav tako pa vplivajo na velikost celotnega trga. V sklopu teh dejavnikov je potrebno analizirati demografsko sliko, rast prebivalstva, distribucijo prihodkov, mobilnost prebivalstva, življenjski status, potrošnjo, odnos do tujih produktov, stopnjo izobrazbe ter druge dejavnike, ki so pomembni za proizvodne verige

**Tehnološko okolje** – Tehnološka razvitost določenega okolja vpliva tako na velikost trga za določene rešitve, na vstopne ovire v določenih panogah, možnosti najetja storitev ipd. V sklopu tehnološkega okolja je potrebno analizirati inovacije in nova odkritja, hitrost prenosa tehnologij, splošno stopnjo tehnološkega stanja, dostopnost do internet in mobilnih tehnologij, splošen odnos do informacijske tehnologije, dostop do tehnoloških kadrov ipd.. (VIR: <http://www.blazkos.com/pest-analiza.php>)

V našem primeru nismo analizirali okolja za posamezno podjetje temveč za proizvodnje verige. Analizo šibkih členov smo razdelili v 4 dele:

- 1) Surovina
- 2) Gozdna proizvodnja
- 3) Transport/logistika
- 4) Predelava/Raba



Znotraj vsakega dela smo poiskali šibke člene oziroma glavne nevarnosti, ki že ali bodo lahko v prihodnosti povzročali težave v mobilizaciji lesa ali zavirali nadaljnji razvoj sektorja oziroma panoge.

Surovina		Gozdna proizvodnja	
<p><b>Politični</b></p> <p>Zakon o gozdovih, ki še poudarja pomen naravo-varstva</p> <p>Ureditev gozdarstva – manjši posek v državnih gozdovih</p> <p>Monopol podjetji</p>	<p><b>Ekonomski</b></p> <p>Nihanje cen okroglega lesa</p> <p>Manj sredstev iz PRP za ukrepe v gozdarstvu</p> <p>Manj investicij v infrastrukturo</p> <p>Nizko povpraševanje po hlodovini listavcev</p> <p>Pomanjkljivo izvedena gojitvena dela</p>	<p><b>Politični</b></p> <p>Koncesije za delo v gozdovih</p> <p>Vsak lahko dela v svojem gozdu</p> <p>Slabo organiziran nadzor</p> <p>Prevoznice</p> <p>Sistem vračila trošarin</p>	<p><b>Ekonomski</b></p> <p>Več manjših slabše opremljenih izvajalcev del</p> <p>sortiranja oz. prelaganja na skladiščih</p> <p>Višje cene dela in energentov – višji skupni stroški del</p> <p>Delo na črno – neloyalna konkurenca in slabo izvedena dela</p>
<p><b>Socialni</b></p> <p>Razdrobljena gozdna posest – lastniki manjši od 5 ha</p> <p>Nepovezanost lastnikov gozdov</p> <p>Nezainteresiranost za izvajanje del v gozdovih</p> <p>Majhni donosi</p>	<p><b>Tehnološki</b></p> <p>Odprtost gozdov</p> <p>Slabo vzdrževana infrastruktura</p> <p>Naravne ujme (sanitarni posek)</p>	<p><b>Socialni</b></p> <p>Neprofesionalno izvajanje del v lastnem gozdu</p> <p>Nezgode pri delu,</p> <p>Neustrezna opremljenost za delo v gozdu</p>	<p><b>Tehnološki</b></p> <p>Zastarel strojni park</p> <p>Ekološke omejitve pri uvajanju novih tehnologij</p> <p>Pomankanje sredstev za investicije v mehanizacijo</p> <p>Slaba izkoriščenost obstoječih tehnologij</p>



Trg z lesom		Predelava	
<p><b>Politični</b></p> <p>Nestimulativna davčna politika (enotna stopnja DDV za vse)</p>	<p><b>Ekonomski</b></p> <p>Slaba kondicija lesne industrije</p> <p>Plačilna nedisciplina</p> <p>Bližina Avstrije/Italije</p> <p>Večje število manjših odkupovalcev</p> <p>Razdrobljenost količin lesa (več manipulacij, daljše transportne poti)</p>	<p><b>Politični</b></p> <p>Davčna politika</p> <p>Visoki stroški dela in neustrezna delovna zakonodaja</p> <p>Zelena javna naročila</p> <p>Ni konkretnega programa promocije rabe lesa</p>	<p><b>Ekonomski</b></p> <p>Visoki stroški zaradi majhnega obsega dela</p> <p>Nizka konkurenčnost</p> <p>Težko je najti tuje trge</p> <p>Neprepoznavnost</p> <p>Dostopnost denarja za investicije</p> <p>Plačilna nedisciplina</p> <p>Težave gradbenega sektorja</p> <p>Kupna moč</p>
<p><b>Socialni</b></p> <p>Nezaupanje do novih kupcev</p> <p>Tradicionalno regionalno organiziran odkup</p>	<p><b>Tehnološki</b></p> <p>Prevzem lesa (meritve količin in kakovosti)</p> <p>Slabo poznavanje standardov kakovosti</p>	<p><b>Socialni</b></p> <p>Nadomeščanje lesa z drugimi materiali</p> <p>Ozaveščenost potrošnika</p> <p>Nezaupanje do novih investitorjev</p>	<p><b>Tehnološki</b></p> <p>Ni sredstev za investicije</p> <p>Zastarele tehnologije</p> <p>Manjši obrati</p> <p>Slaba infrastruktura</p>

Na zaključni delavnici projekta v Ljubljani 30.9.2014 smo med udeleženci naredili anketo s katero smo želeli ovrednotiti nekatera izmed zgoraj omenjenih nevarnosti ali šibkih členov.

V nadaljevanju predstavljamo analizo odgovorov na posamezna vprašanja iz anketnega vprašalnika. Skupno je v anketi sodelovalo 68 udeležencev. Udeležence smo razdelili v osem skupin.

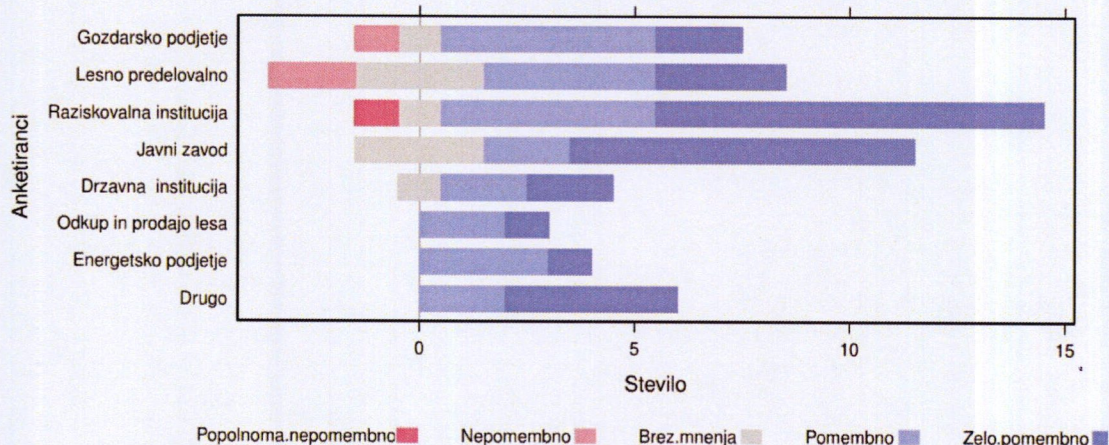
Skupina	Število udeležencev
Gozdarsko podjetje (G)	9
Lesno predelovalno (L)	13
Raziskovalna inštitucija (R)	16
Javni zavod (J)	13
Državna inštitucija (DI)	5
Odkup in prodajo lesa (OP)	3
Energetsko podjetje (E)	4
Drugo (D)	7



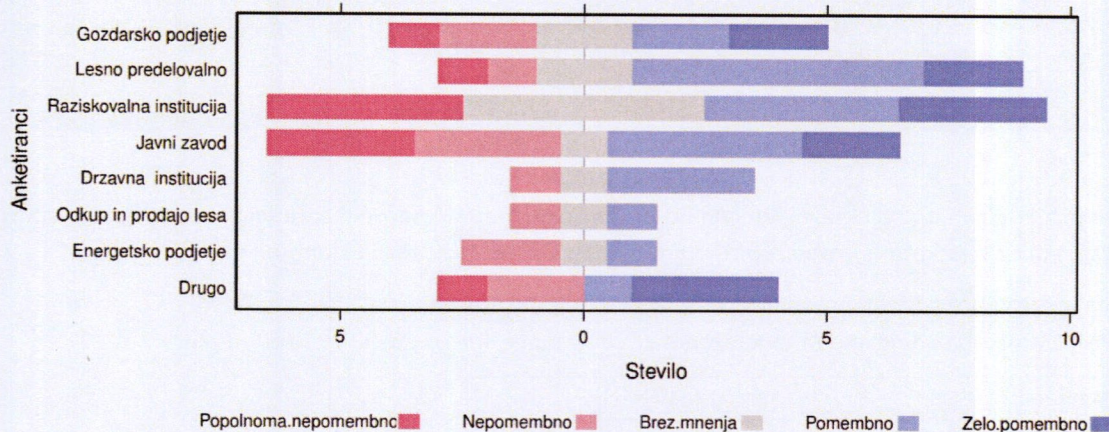
V nadaljevanju predstavljamo odgovore na izbrana vprašanja oziroma trditve. Vse trditve so anketiranci ocenjevali z pet stopenjsko lestvico pomembnosti od popolnoma nepomembno do zelo pomembno. Odgovori so združeni po zgoraj omenjenih osmih skupinah udeležencev.

Najprej predstavljamo nekaj mnenj udeležencev povezanih z surovino in gozdno proizvodnjo (prva dela PEST analize).

### Problem je neustrezna organiziranost gozdarstva in velika birokratiziranost

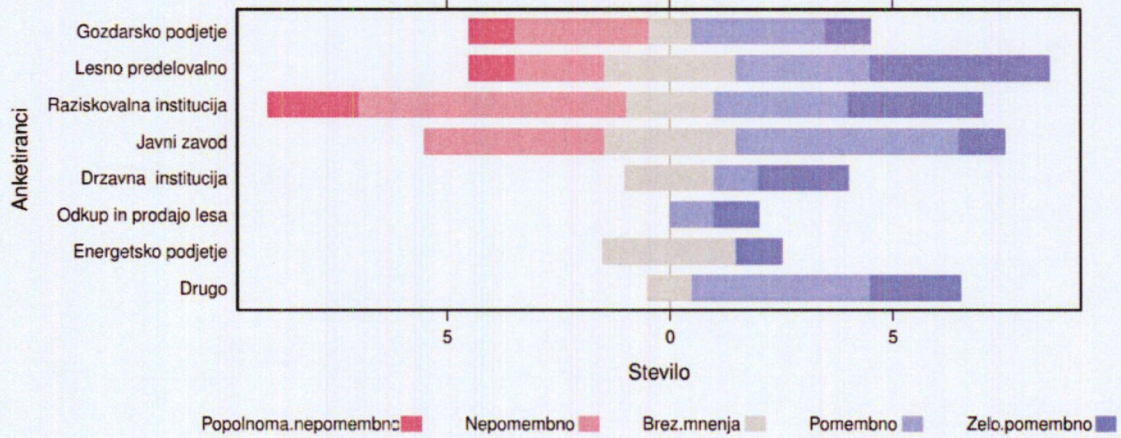


### Z visjo davčno obremenitvijo bi povečali aktivnost lastnikov gozdov

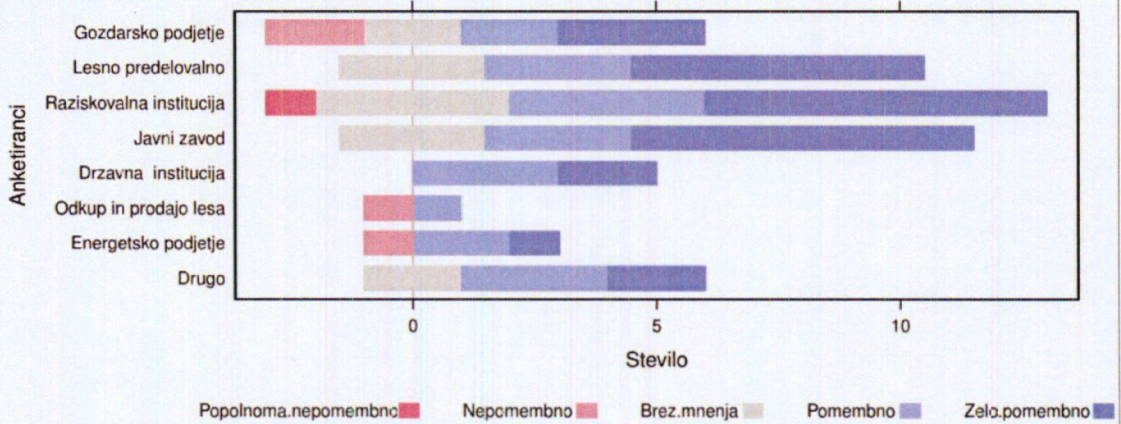




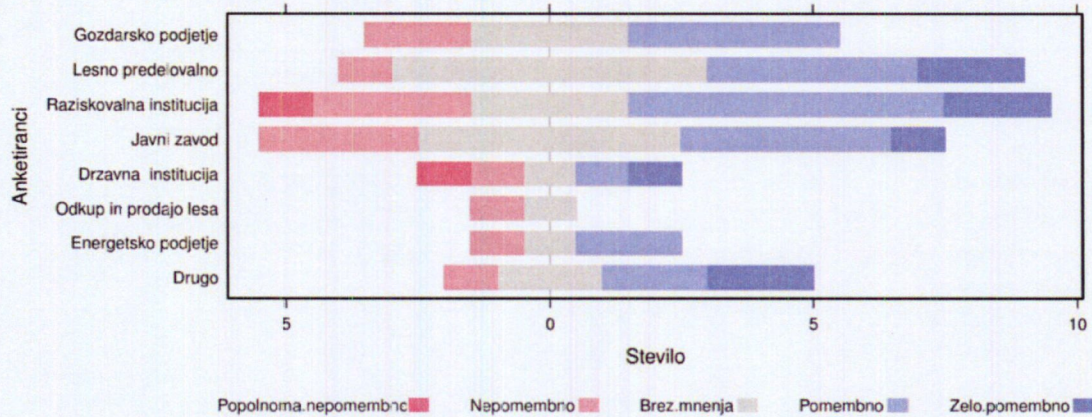
**Drustva lastnikov gozdov so prava pot za reševanje problema razdrobljene dobave surovine**



**Politika združevanja majhnih lastnikov gozdov ni dala zelenih rezultatov**

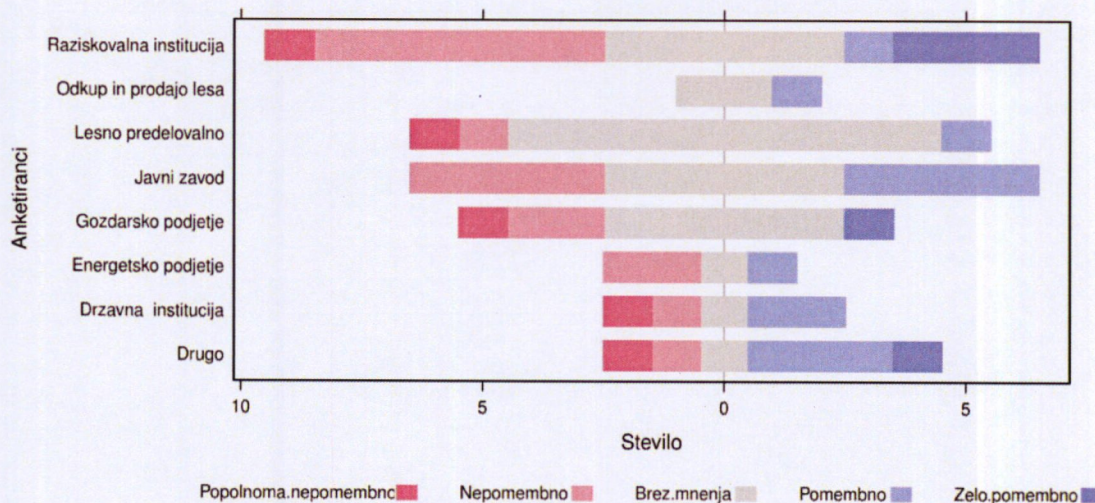


**Problem so nerealne okoljske omejitve pri gospodarjenju in rabi novih tehnologij pridobivanja lesa**

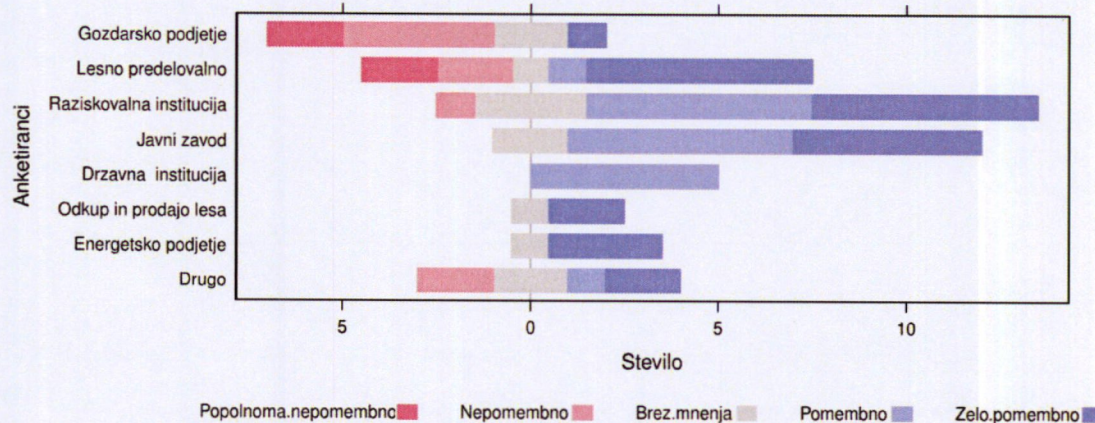




**Problem je slaba opremljenost lastnikov za delo v gozdovih**

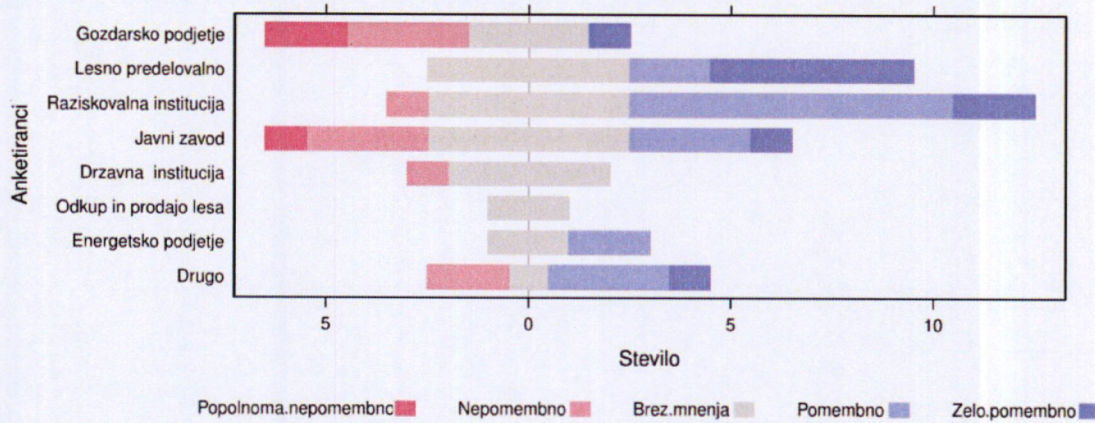


**20 letne koncesije za drzavne gozdove so povzrocile neenak polozaj na trgu**



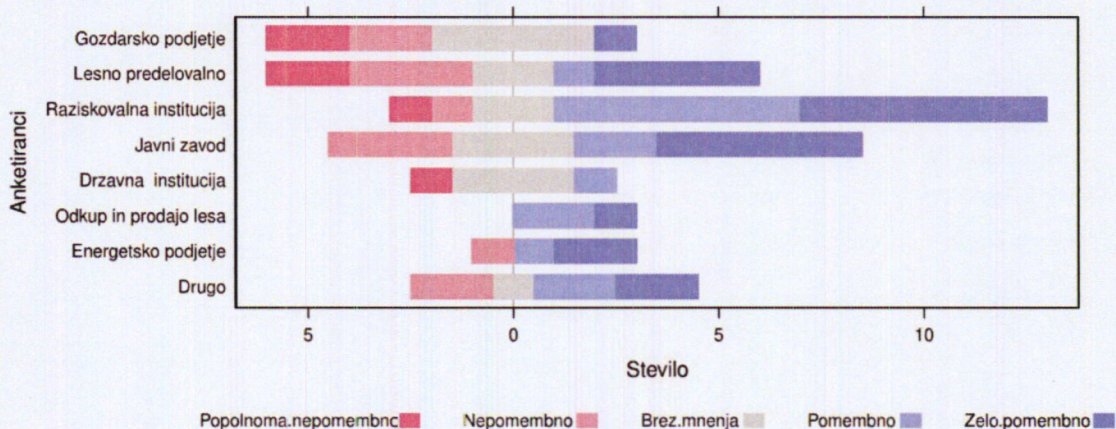
V drugem delu predstavljamo mnenja povezana z trgom z lesom.

**Reorganizacija gozdarstva naj se bolj liberalizira trg z lesom**

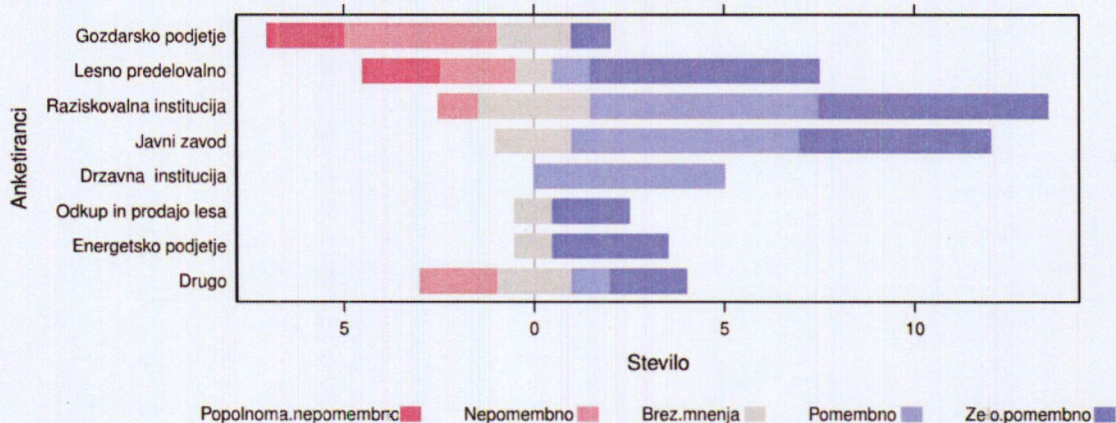




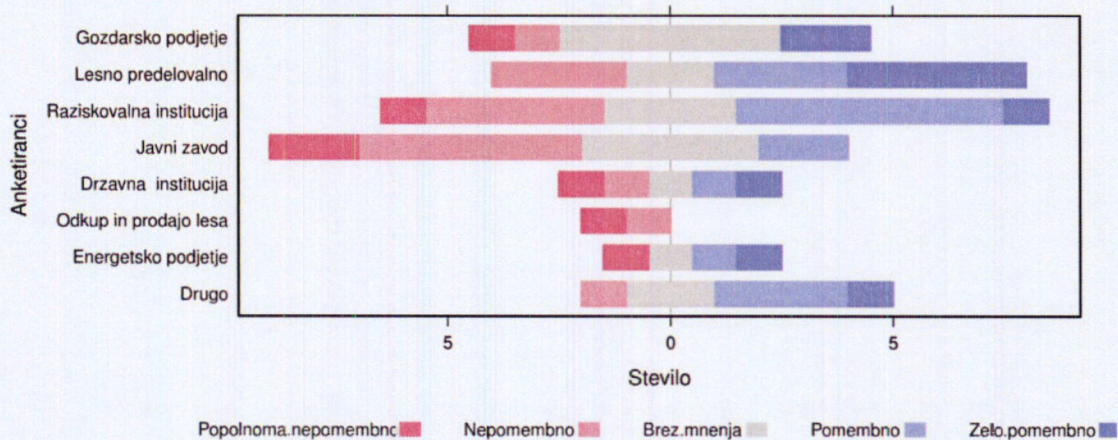
**Nov zakon o gozdovih mora korenito spremeniti način prodaje lesa iz državnih gozdov**



**20 letne koncesije za državne gozdove so povzročile neenak položaj na trgu**

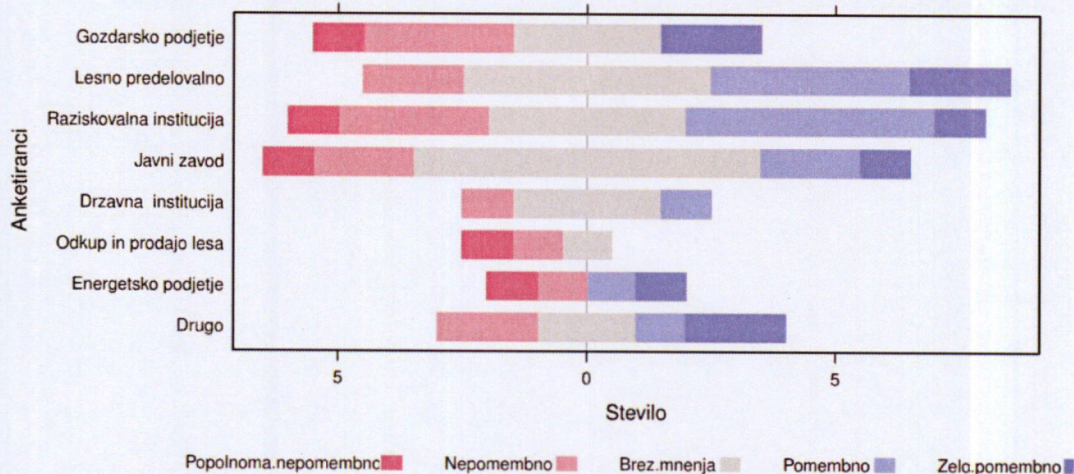


**Problem je poseganje terenskih gozdarjev na trg storitev in surovine**

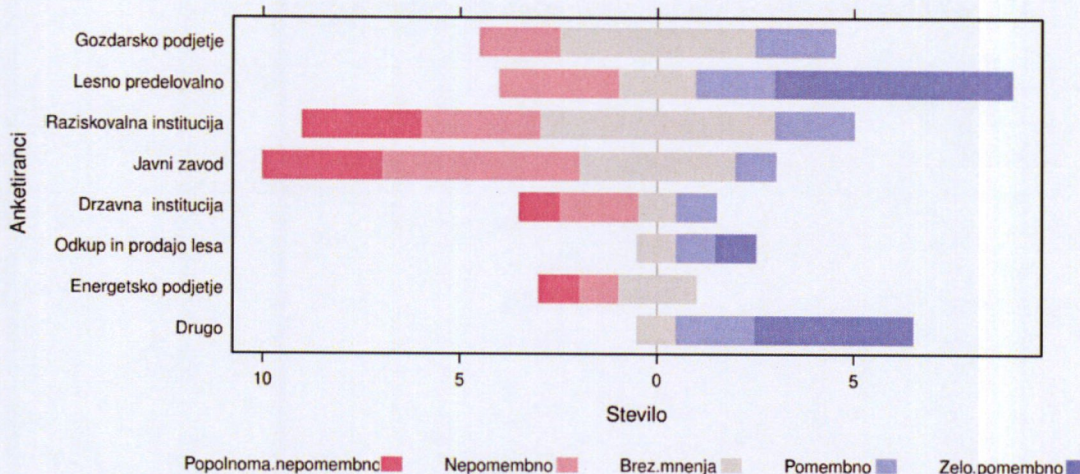




**Na trgu je premajhna količina določenih sortimentov (npr. hlodi za furnir, brusni les, ...)**

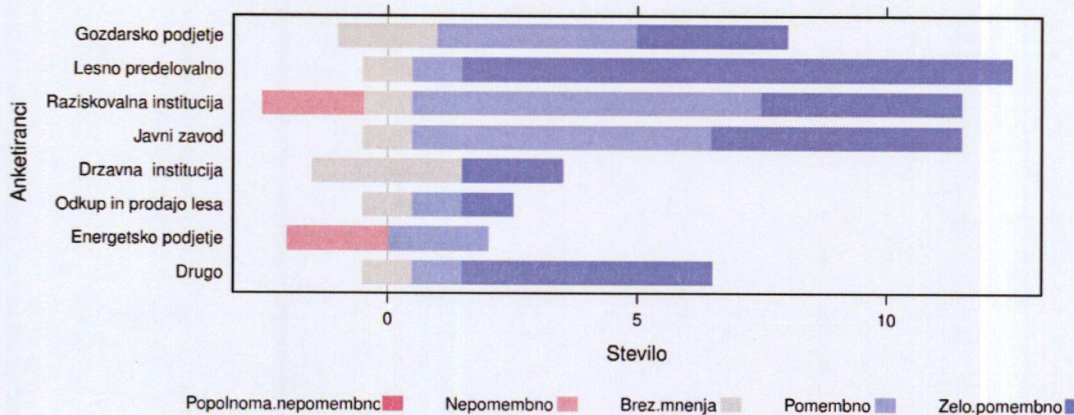


**Problem so tuji kupci, ki les kupijo neposredno pri lastniku gozda**



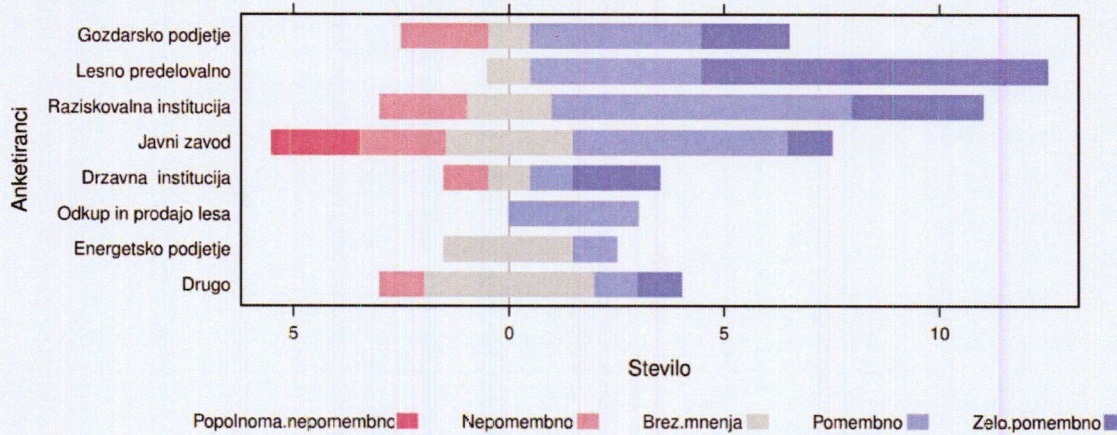
V zadnjem sklopu pa predstavljamo nekaj tem povezanih z predelavo lesa.

**Problem so premajhna vlaganja v tehnologije in razvoj**

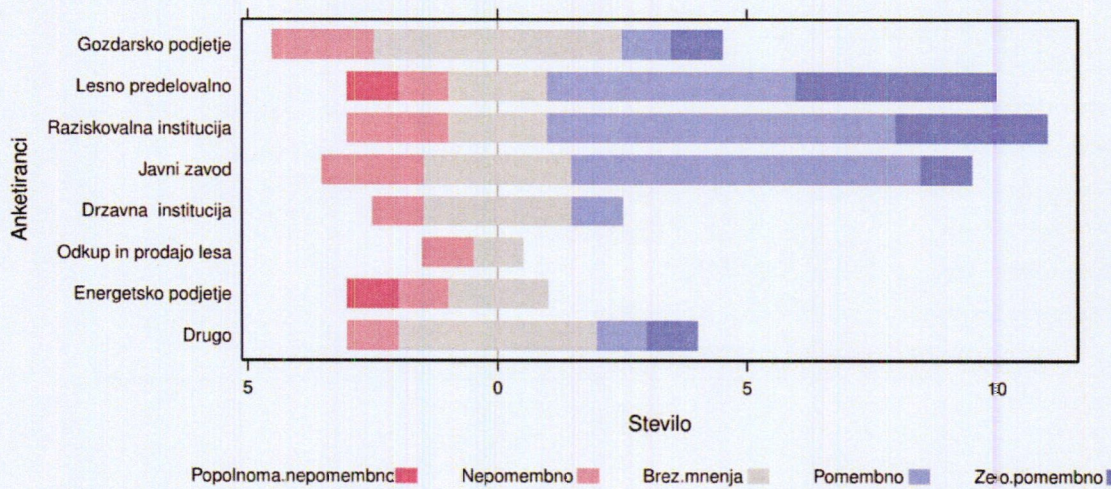




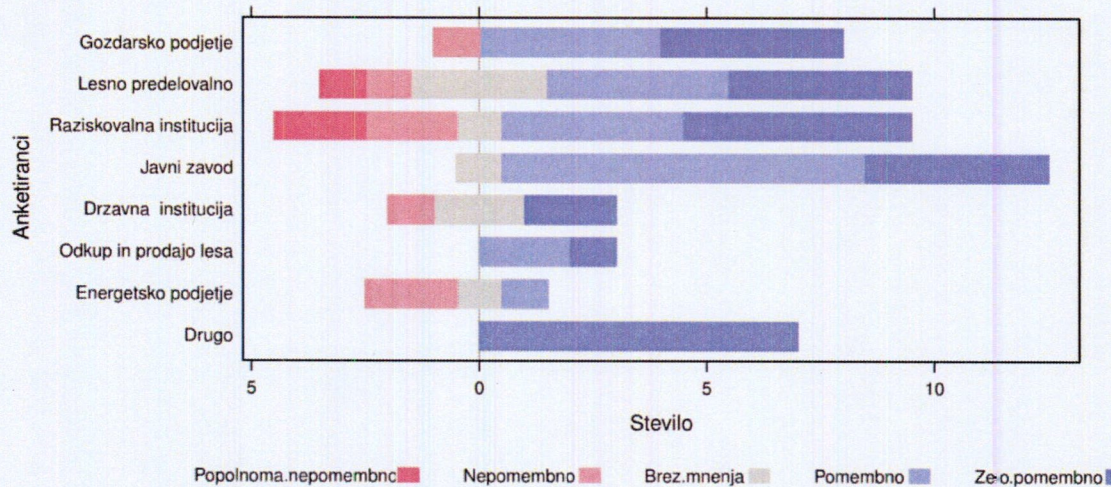
**Kupna moc slovenskih koncnih uporabnikov lesnih izdelkov je premajhna**



**Problem je hitro uveljavljanje konkurenčnih materialov**

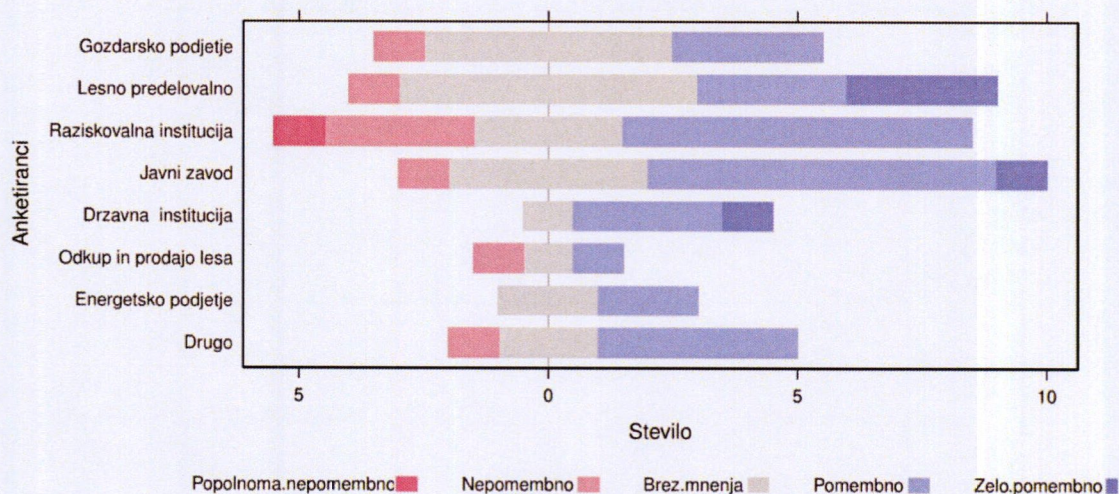


**Drzava bi morala podpreti ustanovitev predelovalnih centrov v Sloveniji**

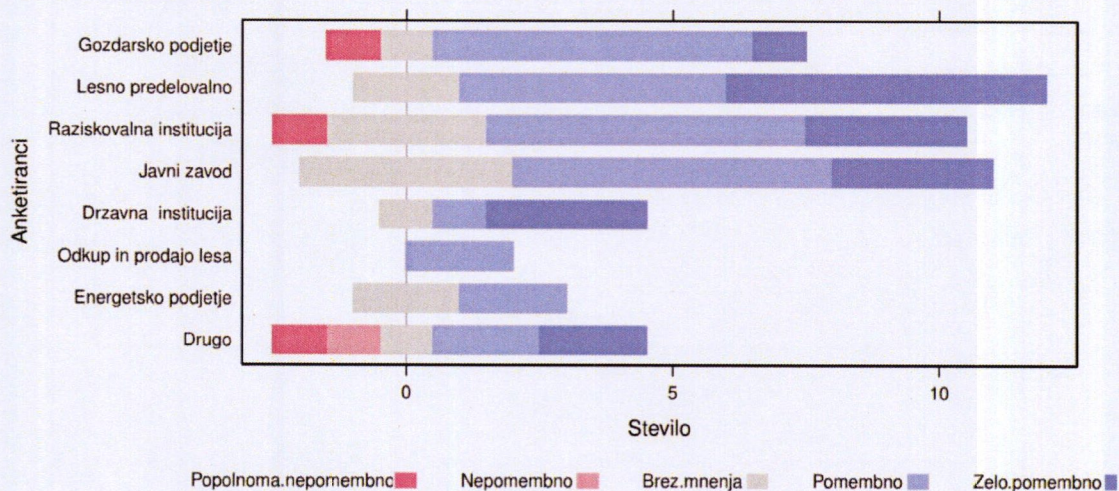




**Problem je pomankanje ustrezno usposobljenega kadra**



**Interesna zdruzenja so bila v preteklosti premalo aktivna**





## 6 ZAKLJUČKI

Opisane tehnološke verige so bile zgolj pripomoček pri odločanju in izbiri nadaljnjih korakov umeščanja v prostor. Poleg opisa tehnoloških verig je za nadaljnji razvoj pomembna tudi analiza šibkih členov ter mnenje deležnikov.

## 7 Literatura

Al-Mansour, F. n.d. Proizvodnja toplote in električne energije iz kmetijskih rastlinskih ostankov. Inštitut Jožef Stefan – Center za energetska učinkovitost: Ljubljana, Slovenija

Debeljak, L.2011. Uporaba lesnih sekancev za proizvodnjo električne in toplotne energije v termoelektrarni toplarni Ljubljana, d.o.o. – diplomsko delo. Kranj, Slovenija.

IMPVIA.1998. Pregled sistemov sproizvodnje toplote in električne energije z izbranimi primeri iz Evrope. Institut Jožef Stefan, Center za energetska učinkovitost. Ljubljana: Femopet.

Košir, M. 2010. Analiza ekonomske upravičenosti ogrevanja z lesno biomaso ob sproizvodnji toplote in električne energije – diplomsko delo. Maribor.

MERZELJ Franc. Žagarstvo. Ljubljana : Kmečki glas, 1996.

Papler, D. 2013. Uporaba lesne biomase, alternativna priložnost sproizvodnje toplote in električne energije. Konferenca VIVUS- s področja naravovarstva, kmetijstva, hortikulture in živilstva – zbornik referatov: Naklo, Slovenija.

PERME, Marko. (2009) Analiza stanja slovenske žagarske industrije. Diplomsko delo - visokošolski strokovni študij. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.

PEST analiza: <http://www.blazkos.com/pest-analiza.php> (15.9.2014)

PRISLAN Peter, GORNIK BUČAR Dominika, PIŠKUR Mitja. (2014). Žagarski obrati v Sloveniji. V: Stanje primarne lesnopredelovalne industrije v jugovzhodni Evropi. Ljubljana, Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije.

SIMONČIČ, Primož, ELER, Klemen, KOBAL, Milan, TRIPLAT, Matevž, SINJUR, Iztok, ŽLINDRA, Daniel, MIHELICH, Matevž, ROBLEK, Robert, PIŠKUR, Mitja, KLUN, Jaka, PREMRL, Tine, KRAJNC, Nike. *Možnosti in omejitve pridobivanja biomase iz gozdov : zaključno poročilo projekta (V2-1126)*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2014. 180 str., [47] str. barvnih pril., ilustr.

SPLETNA STRAN: [www.linck.com](http://www.linck.com)

Šolinc, H., Stančić, D. 2002. Sproizvodnja toplote in električne energije – od ideje do izvedbe. Ljubljana: Konzorcij OPET Slovenija.

TRIPLAT, Matevž, KRAJNC, Nike, ROBEK, Robert. *Izbira tehnološkega modela pri proizvodnji zelenih sekancev*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2013. 30 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [3761574](#)]



GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K E  
686

GIS BF - GOZD



12015000204

COBISS ©