

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

Tadej GROM

**MOŽNOST DALJINSKEGA OGREVANJA NA
LESNO BIOMASO V OBČINI LOGATEC**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Logatec, 2006

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

Tadej GROM

**MOŽNOST DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V
OBČINI LOGATEC**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE POSSIBILITY OF DISTANCE HEATING ON WOODY
BIOMASS IN THE LOGATEC COMMUNITY**

GRADUATION THESIS
University studies

Logatec, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Opravljeno je bilo na oddelku za Gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 24. junija 2004 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala izr. prof. dr. Boštjana Koširja, za recenzenta pa viš. pred. dr. Jurija Marenčeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Tadej Grom

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 831.1+331.1:(497.12*04 Logatec)(043.2) UDK 620.91+662.63(497.4) (043.2)
KG	daljinsko ogrevanje/lesna biomasa/občina Logatec/Hotedršica
AV	GROM, Tadej
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2006
IN	MOŽNOST DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V OBČINI LOGATEC
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 72 str., 31 pregl., 18 sl., 5 pril., 41 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V nalogi je raziskana možnost daljinskega ogrevanja na lesno biomaso v občini Logatec - podrobneje za naselje Hotedršica. Izračunali smo, kakšne so toplotne potrebe kraja, in delili z dolžino toplovoda, ki smo ga skušali umestiti najbolj optimalno glede na način poselitve kraja. Tako smo prišli do vrednosti toplotne obremenitve daljinskega omrežja, ki je bila dosti nižja od tehničnih kriterijev za daljinske sisteme. Ta podatek pove, da je taka investicija po vsej verjetnosti nerentabilna. Preučili smo možnost sproizvodnje električne energije, kar se je izkazalo za ekonomsko nezanimivo, saj bi sistem obratoval premalo število ur letno. Izračunali smo tudi, kakšen je potencial lesne biomase za ogrevanje, in ugotovili, da je lesne biomase po ugodni ceni dovolj.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Gt

DC FDC 831.1+331.1:(497.12*04 Logatec)(043.2)
UDC 620.91+662.63(497.4) (043.2)

CX distance heating/wood biomass/community Logatec/Hotedršica

AU GROM, Tadej

AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2006

TI THE POSSIBILITY OF DISTANCE HEATING ON WOODY BIOMASS IN LOGATEC COMMUNITY

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XII, 72 p., 31 tab., 18 fig., 5 ann., 41 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We researched the possibility of distance heating with woody biomass in the Logatec community – with greater detail in the hamlet of Hotedršica. We calculated the heating requests of the hamlet and divided it with length of the heat conductor. Which we tried to install as optimally as possible. So this is how we calculated the burden of the heat conductor. Which turned out to be much lower then it's technical specifications in relation to distance heating. This shows us that is not a worth while investment. We investigated the possibility of also generating electricity from heat conductor. But it turned out economically unviable to do it working - to fill hour per year. We calculated how much woody biomass is needed to produce adequate price and found that it is enough woody biomass.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
SLOVARČEK	XII
1 UVOD	1
1.1 IZHODIŠČE IN CILJI NALOGE	2
1.2 PREDNOST KURJENJA NA LESNO BIOMASO PRED DRUGIMI SISTEMI	3
1.2.1 Vplivi na okolje	3
1.2.2 Cenovne primerjave	5
1.2.3 Cene DOLB v primerjavi z drugimi načini ogrevanja.....	8
1.3 PREDNOST DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO PRED DRUGIMI SISTEMI OGREVANJA	9
1.3.1 Potrebni predpogoji za daljinske sisteme ogrevanja.....	10
2 DOSEDANJE RAZISKAVE	10
2.1 DALJINSKO OGREVANJE NA LESNO BIOMASO V PREDDVORU	10
2.1.1 Izvedba projekta	11
2.1.2 Toplotne potrebe.....	14
2.1.3 Tehnični podatki.....	15
2.1.3.1 Kotel na lesno biomaso	15
2.1.3.2 Daljinsko ogrevanje.....	16
2.1.3.3 Kompaktne toplotne postaje.....	17
2.1.3.5 Sistem upravljanja in nadzora delovanja.....	17
2.1.4 Financiranje	18
2.1.4.1 Investicija	18
2.1.4.2 Financiranje	19
2.1.4.3 Primerjava stroškov ogrevanja za različne energente.....	20
2.1.5 Nekaj praktičnih podatkov	20
2.2 DRUGI SISTEMI DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO.....	21
2.2.1 DOLB (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso) Vransko	21
2.2.2 DOLB Gornji Grad	22
2.2.3 DOLB Kočevje	24
2.2.4 DOLB Železniki	25
2.2.5 Razlike med sistemi daljinskega ogrevanja na lesno biomaso	26
2.2.5.1 Financiranje	26
2.2.5.2 Večje tehnične razlike	26

3 PROJEKT DOLB LOGATEC	26
3.1 PODATKI O OBČINI LOGATEC, POMEMBNI ZA PROJEKT	26
3.1.1 Klimatske razmere	27
3.1.2 Potrebe po toploti	27
3.2 TEHNIČNO–GOSPODARSKI KRITERIJI ZA DALJINSKO OGREVANJE NA LESNO BIOMASO	28
3.2.1 Uvod	28
3.2.2 Dimenzioniranje kotlovnice	29
3.2.3 Dimenzioniranje daljinskega omrežja	30
3.2.4 Izračun gospodarnosti	30
3.2.5 Ostali tehnično gospodarski kriteriji	31
3.2.6 Tehnični kazalci	32
3.3 MOŽNOST IZVEDBE PROJEKTA DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V LOGATCU	33
3.3.1 Zakaj projekta DOLB trenutno ni možno izvesti v Logatcu	33
3.3.2 Sklep	34
3.4 MOŽNOST IZVEDBE PROJEKTA DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V HOTEDRŠICI	34
3.4.1 Analiza rabe toplote za daljinsko ogrevanje	35
3.4.2 Pokrivanje toplotnih potreb sistema daljinskega ogrevanja	36
3.4.3 Kadri	39
3.4.4 Cena toplote za končnega uporabnika	39
3.4.5 Ocena vplivov na okolje	39
3.4.6 Viri financiranja	40
3.4.7 Ekonomsko–finančna analiza	41
3.4.8 Analiza občutljivosti investicije	42
3.4.9 Napotki in priporočila pri izvedbi projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso	42
3.4.9.1 Sklepanje pogodb z odjemalci toplote	42
3.4.9.2 Zagotovitev zadostne količine lesne biomase	42
3.5 MOŽNOST SOPROIZVODNJE TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE	42
4 LESNA BIOMASA	46
4.1 ZNAČILNOSTI LESNE BIOMASE	46
4.1.1 Sekanci	46
4.1.2 Razmerje med različnimi prostorninskimi enotami	47
4.1.3 Lastnosti lesa kot goriva	47
4.1.4 Vplivi na kurilno vrednost lesa	47
4.1.4.1 Vsebnost vode	47
4.1.4.2 Vrsta lesa	49
4.2 POMANJKLJIVOSTI BIOMASE IN ZAVIRALNE OKOLIŠČINE	50
4.2.1 Ekonomski razlogi	50
4.2.2 Ekološki razlogi	51
4.3 POTENCIAL LESNE BIOMASE V SLOVENIJI GLEDE NA IZVOR	52
4.4 VIRI LESNE BIOMASE	53
4.4.1 Les iz lesnih obratov v Logatcu in njeni bližnji okolici	53
4.4.2 Les iz gozda	56
4.4.2.1 Les iz gozda v občini Logatec	57

4.4.2.2 Les iz sosednjih občin.....	61
4.4.3 Ocenjevanje potencialov druge lesne biomase v občini	62
4.4.4 Skupna ocena vsega potenciala lesne biomase v občini Logatec in njeni bližnji okolici.....	63
4.5 ZAKLJUČEK	64
5 SKLEP	67
6 POVZETEK	68
7 VIRI	69
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Letni obratovalni stroški ogrevanja na lahko kurilno olje.....	6
Preglednica 2: Letni obratovalni stroški ogrevanja na zemeljski plin.....	6
Preglednica 3: Letni obratovalni stroški ogrevanja na utekočinjen naftni plin.....	6
Preglednica 4: Letni obratovalni stroški ogrevanja na biomaso - sekanci	7
Preglednica 5: Letni obratovalni stroški ogrevanja na biomaso - polena.....	7
Preglednica 6: Terminski plan.....	14
Preglednica 7: Tehnični podatki	15
Preglednica 8: Osnovni podatki DOLB Vransko	21
Preglednica 9: Osnovni podatki DOLB Gornji Grad	22
Preglednica 10: Osnovni podatki DOLB Kočevje	24
Preglednica 11: Osnovni podatki DOLB Železniki	25
Preglednica 12: Osnovni podatki DOLB Železniki s soproizvodnjo električne energije ...	25
Preglednica 13: Stanovanja po glavnem viru ogrevanja za občino Logatec	26
Preglednica 14: Stanovanja in stanovanjska površina, ki so za stalno uporabo in naseljena	27
Preglednica 15: Krajevne klimatske podlage v katastrski občini Dolenji Logatec	27
Preglednica 16: Lesni odpadki tovarne KLI in njihova toplotna vrednost.....	33
Preglednica 17: Letni stroški amortizacije in vzdrževanja.....	37
Preglednica 18: Drugi obratovalni stroški in vsota vseh obratovalnih stroškov.....	38
Preglednica 19: Povprečni letni stroški obratovanja kotlovnice v Hotedršici.....	38
Preglednica 20: Osnovni tehnični parametri in kazalci rentabilnosti investicije v kotlovnico na lesno biomaso v Hotedršici.....	41
Preglednica 21: Tehnični kazalci soproizvodnje toplotne in električne energije (SPTE) ...	45
Preglednica 22: Razmerje med različnimi prostorninskimi enotami	47
Preglednica 23: Energijski in masni ekvivalenti	47
Preglednica 24: Kurilne vrednosti nekaterih drevesnih vrst in kurilnega olja	50
Preglednica 25: Struktura lesa po lesnih obratih	54
Preglednica 26: Podatki o potencialu lesne biomase v občini Logatec	57
Preglednica 27: Podatki o lesni zalogi, prirastku in možnem poseku v občini Logatec	58
Preglednica 28: Realizacija poseka po oblikah lastništva v preteklem obdobju za območje občine Logatec.....	59
Preglednica 29: Posestna sestava zasebnih gozdov	59
Preglednica 30: Struktura drevja po kakovostnih razredih.....	60
Preglednica 31: Potencial lesne biomase sosednjih občin	61

KAZALO SLIK

Slika 1: Zaključen krog CO ₂	4
Slika 2: Primerjava emisijskih vrednosti (v kg/TJ) na vrsto goriva in tehnologijo	5
Slika 3: Grafični prikaz obratovalnih stroškov različnih energentov 20.julija 2004 in 30. maja 2006 in kolikšna je podražitev	7
Slika 4: Gibanje cen energentov glede na koristno energijo (SIT/kWh)	8
Slika 5: Cena toplote v ogrevalni sezoni 2004/2005 z DDV SIT/kWh	9
Slika 6: Kotlovnica v Preddvoru	11
Slika 7: Prikaz posameznih delov investicije	18
Slika 8: Viri financiranja projekta daljinskega ogrevanja v Preddvoru.....	19
Slika 9: Viri financiranja DOLB Vransko.....	22
Slika 10: Viri financiranja DOLB Gornji Grad.....	23
Slika 11: Porazdelitev investicijskih stroškov v Gornjem Gradu	23
Slika 12: Porazdelitev obratovalnih stroškov v Gornjem Gradu	24
Slika 13: Viri financiranja DOLB Kočevje	25
Slika 14: Viri financiranja DOLB.....	40
Slika 15: Prihranek pri sproizvodnji toplotne in električne energije	44
Slika 16: Ocenjen potencial lesne biomase v Sloveniji	53
Slika 17: Ocena potenciala lesne biomase iz gozdov na nivoju katastrskih občin.....	62
Slika 18: Prikaz potenciala lesne biomase po virih in strukturi glede na energetska vrednost v MWh	63

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Primer izračuna proizvodnih stroškov toplote
- Priloga B: Skica lokacije kotlovnice s toplovodom
- Priloga C: Anketa o količini lesnih ostankov v industriji
- Priloga D: Primer kalkulacije za prevoz lesa s kamionom
- Priloga E: Količinski ekvivalenti med različnimi oblikami lesnega kuriva

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Am – amortizacija

AURE – Agencija RS za učinkovito rabo energije

DOLB – daljinsko ogrevanje na lesno biomaso

ELKO – ekstra lahko kurilno olje

nm³ – nasuti kubični meter

OVE – obnovljivi viri energije

p.a. – na leto

prm – prostorninski kubični meter

tm – tekoči meter

TP – toplotna postaja

VDI – standardi za izgradnjo daljinskih sistemov na lesno biomaso

UNP – utekočinjeni naftni plin

SLOVARČEK

Krajnik: podolgovat kos lesa s skorjo ali brez nje, ki nastane pri razžagovanju okroglega lesa in kjer ena stran deloma ali popolnoma obdrži prvotno krožno obliko debla (Solid biofuel, 2005).

Neobnovljivi viri energije: viri, ki niso obnovljivi, predvsem fosilna in jedrska goriva (Polšak, 2004).

Obnovljivi viri energije: energetski viri, ki nastajajo pri pretvorbi sončnega sevanja kot toplota, biomasa, hidroenergija, veter, ... in se v naravi obnavljajo (Polšak, 2004).

Očelki: kratki koščki lesa, ki nastanejo pri prečnem obžagovanju koncev okroglega ali žaganega lesa s skorjo ali brez nje (Solid biofuel, 2005).

Skobljanci: lesni odrezki, ki nastanejo pri skobljanju lesa (Solid biofuel, 2005).

Žagovina: fini delci, ki nastanejo pri žaganju lesa (Solid biofuel, 2005).

Žamanje: podolgovati kosi lesa, ki nastanejo med robljenjem žaganega lesa in kažejo ostanke prvotne zaokrožene površine debla s skorjo ali brez nje (Solid biofuel, 2005).

1 UVOD

Energija je gibalno sveta. Je delo, je gibanje, je toplota, energija, je vir življenja in potrebe po energiji se povečujejo. Tisto, kar ljudje potrebujemo, pravzaprav ni energija, temveč vse tisto, kar energija omogoča. Omogoča nam ogrevanje, hlajenje, kuhanje, razsvetljava, mobilnost, pogonsko moč. Tako v svetu kot v Sloveniji okrog tri četrtine energije proizvedemo s sežiganjem fosilnih goriv (Medved in Novak, 2000).

Slovenija sodi med evropske države z največjim deležem ozemlja, ki je poraščen z gozdom. Les je obnovljiv, domač energetski vir, ki je na voljo v zadostnih količinah. Letni posek v naših gozdovih je le okrog 42 % letnega prirastka (Čista energija ..., 2006).

Kjotski protokol zahteva občutno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Večja uporaba lesa za ogrevanje je eden od stroškovno in okoljsko najbolj učinkovitih načinov za doseganje tega cilja. Evropska komisija izrecno podpira povečanje uporabe lesne biomase za ogrevanje. Čedalje večje število evropskih držav, vključno s Slovenijo, promovira uporabo lesnega goriva v svojih nacionalnih programih.

Tako je Slovenija po vzoru EU pripravila program izrabe lesne biomase do leta 2010 (2001), vendar ga vlada in parlament še nista potrdila in sprejela (do leta 2004). Problematičen je predvsem investicijski del programa, saj predvideva visoke investicije s strani države (Krajnc, 2005).

Program energetske izrabe lesne biomase v Sloveniji (2001) bo osnovni programski dokument za pospeševanje rabe lesne biomase v energetske namene. V letih od 2001 do 2010 predvideva subvencioniranje graditve 50 daljinskih sistemov (povprečne moči 3 MWt), 100 kotlov v industriji (povprečne moči 30 kWt) in 5000 majhnih kotlov za individualno ogrevanje (povprečne moči 30 kWt). S tem programom naj bi povečali delež lesne biomase v energetske bilanci Slovenije za 38,7 % (delež lesne biomase v primarni energiji bi povečali iz 4,5 % v letu 1999 na 6,3 % v letu 2010), emisije CO₂ pa naj bi zmanjšali za 320.000 t CO₂/leto. Takšno zmanjšanje emisij pomeni 26 % k ciljnemu zmanjšanju emisij tega toplogrednega plina (Krajnc, 2005).

Politična podpora lahko igra pomembno vlogo na lokalni ravni. Veliko občinskih uprav skrbi za ustvarjanje delovnih mest in poživljanje lokalnega gospodarstva. Nekaj občin se je pridružilo okoljevarstvenim programom (Agenda 21, e5 ipd.). V takih občinah inovativni projekti, kot so projekti ogrevanja na lesno biomaso, praviloma naletijo na pozitiven sprejem in aktivno podporo.

Pri politični podpori obnovljivim virom ne gre zgolj za okoljske razloge. V tako imenovani zeleni knjigi »K evropski strategiji za zagotavljanje energetske oskrbe« (Towards an European Strategy for the Security of Energy Supply) Com 769 (2000) je Evropska skupnost izrazila zaskrbljenost nad varnostjo oskrbe s fosilnimi gorivi v prihodnosti. Evropska komisija pričakuje drastično povečanje odvisnosti Evropske unije od uvoza energije. V Sloveniji je bila 2003 večja od 70 %.

Ugotovitve iz študij Mednarodne agencije za energijo (IEA) kažejo v naslednjih letih na predvideno silovito povečanje odvisnosti od dobaviteljev z Bližnjega vzhoda zaradi zmanjšanja črpanja nafte v Severnem morju in večini drugih nahajališčih, ki ne sodijo v OPEC (vzrok je postopno izčrpavanje naftnih rezerv). Nekateri strokovnjaki napovedujejo upad svetovne proizvodnje nafte že z letom 2010 ali celo prej. Ob upoštevanju dejstva, da povpraševanje še kar narašča, je zaenkrat težko oceniti posledice tega razvoja (Malovrh, 2004).

1.1 IZHODIŠČE IN CILJI NALOGE

Logaška občina ima 72 % pokritost z gozdom, kar pomeni 11.712 ha gozda. V občini je 3.985 stanovanj, od tega se jih 46 % ogreva z lesom. Realizacija največjega možnega poseka je 59 %, kar pomeni, da je v gozdovih še velik potencial lesa (Lesna biomasa ..., 2006). Poleg tega je v občini kar nekaj lesnopredelovalne industrije, žagarskih obratov ... Vsi ti kazalci kažejo, da so v občini Logatec še precejšnji neizkoriščeni potenciali lesne biomase. Če pa zraven upoštevamo še vse koristi in prednosti takega ogrevanja, se vse bolj nagibamo k temu, da bi bilo smiselno povečati delež ogrevanja na lesno biomaso.

V diplomski nalogi bomo skušali podrobneje ugotoviti, kakšne so možnosti postavitve sistema daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. Predpostavili bomo, da je dovolj velika zainteresiranost za priklop na ta sistem ogrevanja.

1.2 PREDNOST KURJENJA NA LESNO BIOMASO PRED DRUGIMI SISTEMI

Krajnc in Kopše (2005b) naštevata 10 razlogov za uporabo lesa kot goriva:

1. Les je domač vir energije: več kot 57 % površine Slovenije pokrivajo gozdovi.
2. Les je obnovljiv vir energije: v Sloveniji vsako leto v povprečju priraste 6,2 m³ lesa na 1 ha gozda. Trenutno posekamo le 37 % prirastka.
3. Les je CO₂ nevtralen: pri izgorevanju lesa se v ozračje sprošča ogljik, ki je del naravnega kroženja ogljika, pri izgorevanju fosilnih goriv pa se sprošča ogljik, ki je bil vezan v fosilna goriva pred milijoni let.
4. Raba lesa je okolju prijazna in ne more povzročiti ekoloških katastrof.
5. Les omogoča samooskrbo gospodinjstev, ki imajo lastni gozd, in večja energetska neodvisnost.
6. Les je lokalno oz. regionalno dosegljiv: transport lesne biomase je preprost in poteka na majhnih razdaljah.
7. Les je poceni energent: z uporabo domačega vira zmanjšujemo letne stroške ogrevanja.
8. Sodobna raba lesa je udobna: sodobne peči na les z delno ali popolno avtomatiziranim procesom gorenja omogočajo primerljivo udobje ogrevanja kot kurilne naprave na olje ali plin.
9. Pridobivanje, predelava in raba lesa v energetske namene zaposluje 15-krat več ljudi kot fosilna goriva.
10. Les prispeva k skladnejšemu razvoju podeželja: pri pridobivanju, predelavi in transportu lesa uporabljamo domačo delovno silo, denar kroži in ostaja doma (na kmetiji, v regiji in v državi).

1.2.1 Vplivi na okolje

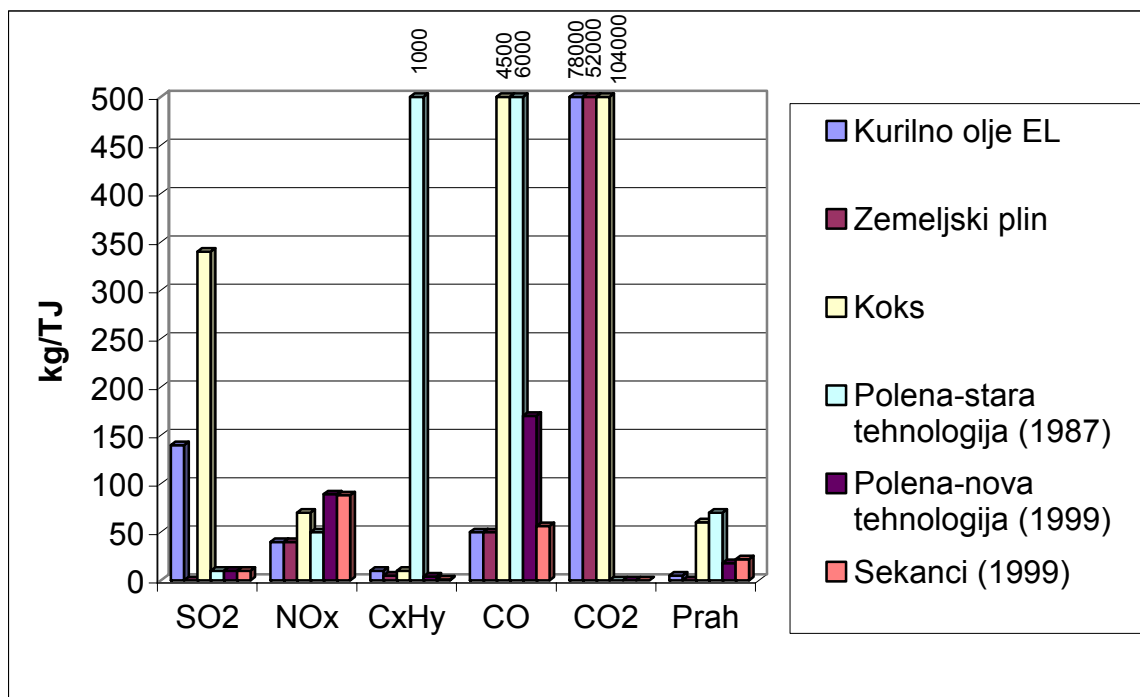
Tudi les ni okolju popolnoma neškodljivo kurivo, vendar lahko emisije z ustrezno tehnologijo zmanjšamo (Krajnc in Kopše, 2005b).

Pri popolnem zgorevanju nastaja CO_2 in vodna para. Ker les vsebuje le majhno količino žvepla, je emisija SO_2 nizka, še posebej, ker se 90 % žvepla izloči v pepelu. Zaradi nepopolnega zgorevanja nastajajo emisije škodljivih snovi, kot so CO , NO_x -i, razne organske spojine (C_xH_y) ter majhne količine težkih kovin (Hg , Pb , Cr , Cu , Zn , As , ...), ki jih les vsebuje. NO_x -i nastajajo ob vezavi dušika iz zraka ali dušika, ki je kemično vezan v lesu, s kisikom pri temperaturah zgorevanja med $1300\text{--}1400^\circ\text{C}$. Les zgoreva pri temperaturah $800\text{--}1100^\circ\text{C}$, zato emisija NO_x -ov običajno ne presega 150 mg/m^3 . Emisija NO_x -a je manjša kot pri fosilnih gorivih (Medved in Novak, 2000).



Slika 1: Zaključen krog CO_2 (Turk in Butala, 1998)

Za razliko od fosilnih goriv, ki so v svojo strukturo vezala ogljik že pred milijoni let, ob gorenju pa se sproščajo šele sedaj, se CO_2 pri gorenju biomase veže v nove rastline. Zaključen krog CO_2 pri sežiganju biomase ne prispeva k porastu CO_2 v atmosferi, zato pravimo, da je uporaba biomase glede toplogrednih plinov emisijsko nevtralna, dokler je poraba enaka prirastku (Turk in Butala, 1998).



Slika 2: Primerjava emisijskih vrednosti (v kg/TJ) na vrsto goriva in tehnologijo (Čista energija ..., 2006)

1.2.2 Cenovne primerjave

Pri cenovnih primerjavah različnih sistemov ogrevanja, nismo prikazali stroškov investicije v posamezne sisteme. To pa zato, ker bomo v nadaljnjih poglavjih predstavili izračune investicije daljinskega ogrevanja.

Spodnje preglednice (osnovo smo povzeli po diplomski nalogi Polšak, 2004) nakazujejo, kakšne so razlike med obratovalnimi stroški pri posameznih možnih odločitvah (za enodružinsko hišo). Pri podatkih za 30. maj 2006 smo upoštevali predvsem spremenjene cene energentov, ostale stroške smo pustili iste.

Pri cenah lesne biomase je nekoliko težav, ker se cene razlikujejo od ponudnika do ponudnika, zaradi česar pride do tega, da je cena drv leta 2006 nižja kot, pred dvema letoma. Kot primer naj navedemo, da se (po podatkih BORZEN OVE) cene sekancev gibljejo od 500 do 4.000 SIT/nm³ (junij 2006). Resda so take razlike povečini zaradi različne kvalitete sekancev.

Preglednica 1: Letni obratovalni stroški ogrevanja na lahko kurilno olje

EKSTRA LAHKO KURILNO OLJE		
Cene na dan:	20. julij 2004	30. maj 2006
Povprečni letni izkoristek ogrevalnega sistema s kotlom na ELKO	90 %	90 %
Kurilnost (H_i)	10,06 kWh/l	10,06 kWh/l
Poraba ELKO	2959 l	2959 l
Cena ELKO na liter	104,70 SIT/l	157,90 SIT/l*
Cena nabave ELKO	309.805 SIT	467.226 SIT
Letni servis oljnega gorilca in kontrola dimnih plinov	15.000 SIT	15.000 SIT
Čiščenje dimnika	7.000 SIT	7.000 SIT
Skupaj	331.805 SIT	489.226 SIT
Stroški na porabljeno energijo	12,39 SIT/kWh	18,26 SIT/kWh

*OPOMBA: Vir (Struktura in višina maloprodajnih..., 2006)

Preglednica 2: Letni obratovalni stroški ogrevanja na zemeljski plin

ZEMELJSKI PLIN		
Cene na dan:	20. julij 2004	30. maj 2006
Povprečni letni izkoristek ogrevalnega sistema s plinskim grelnikom	95 %	95 %
Kurilnost (H_i)	10,42 kWh/m ³	10,42 kWh/m ³
Poraba plina	2.477 m ³	2.477 m ³
Cena plina m ³	87,53 SIT/m ³	123,66 SIT/m ³ *
Cena nabave m ³	216.795 SIT	306.306 SIT
Števnina	4.415 SIT	0 SIT
Letni servis plinskega grelnika	10.000 SIT	10.000 SIT
Čiščenje dimnika	7.000 SIT	7.000 SIT
Skupaj	238.210 SIT	323.305 SIT
Stroški na porabljeno energijo	9,71 SIT/kWh	13,18 SIT/kWh

*OPOMBA: Ceno smo dobili tako, da smo vzeli povprečje med ceno zemeljskega plina v občini Radovljica (2006) (113,23 SIT/m³) in ceno v občini Domžale (2006) (134,08 SIT/m³).

Preglednica 3: Letni obratovalni stroški ogrevanja na utekočinjen naftni plin

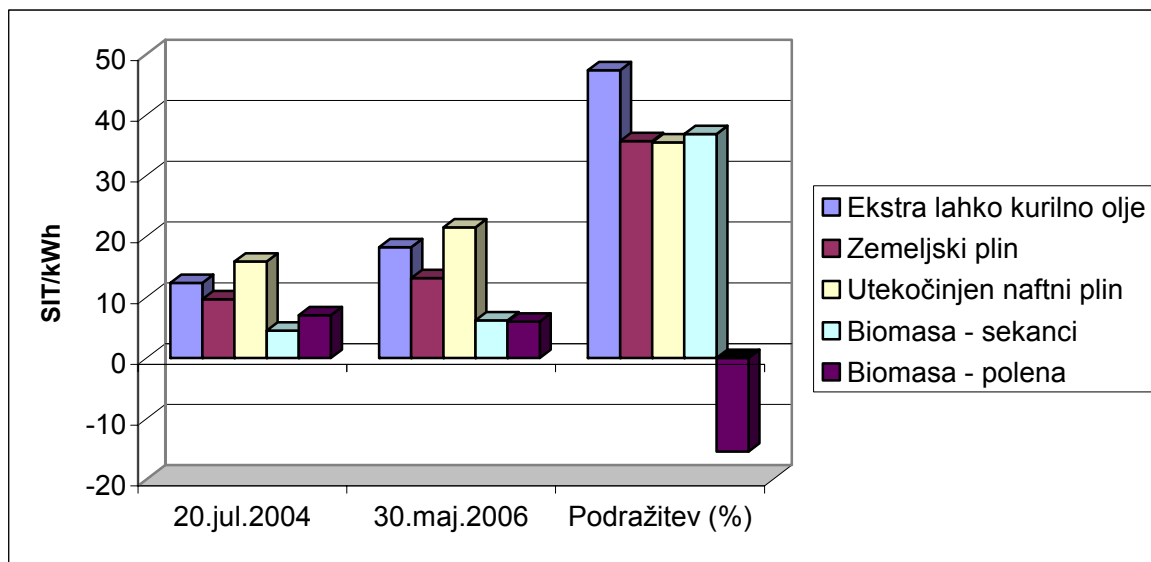
UTEKOČINJEN NAFTNI PLIN		
Cene na dan:	20. julij 2004	30. maj 2006
Povprečni letni izkoristek ogrevalnega sistema s plinskim grelnikom	95 %	95 %
Kurilnost (H_i)	6,92 kWh/l	6,92 kWh/l
Poraba plina	3.729 l	3.729 l
Cena UNP na liter	95,90 SIT/l	132,90 SIT/l
Cena nabave UNP	357.589 SIT	495.584 SIT
Letni servis plinskega grelnika	10.000 SIT	10.000 SIT
Čiščenje dimnika	7.000 SIT	7.000 SIT
Letni najem plinohrama	14.400 SIT	14.400 SIT
Skupaj	388.989 SIT	526.984 SIT
Stroški na porabljeno energijo	15,87 SIT/kWh	21,50 SIT/kWh

Preglednica 4: Letni obratovalni stroški ogrevanja na biomaso – sekanci

BIOMASA - SEKANCI		
Cene na dan:	20. julij 2004	30. maj 2006
Povprečni izkoristek ogrevalnega sistema na sekance	90 %	90 %
Kurilnost (H_i)	800 kWh/nm ³	800 kWh/nm ³
Poraba sekancev	35,00 nm ³	35,00 nm ³
Cena nasutega metra sekancev	2.200 SIT/nm ³	3.400 SIT/nm ³
Cena nabave sekancev	77.000 SIT	119.000 SIT
Letni servis kotla na sekance	31.000 SIT	31.000 SIT
Čiščenje dimnika	7.000 SIT	7.000 SIT
Skupaj	115.000 SIT	157.000 SIT
Stroški na porabljeno energijo	4,55 SIT/kWh	6,23 SIT/kWh

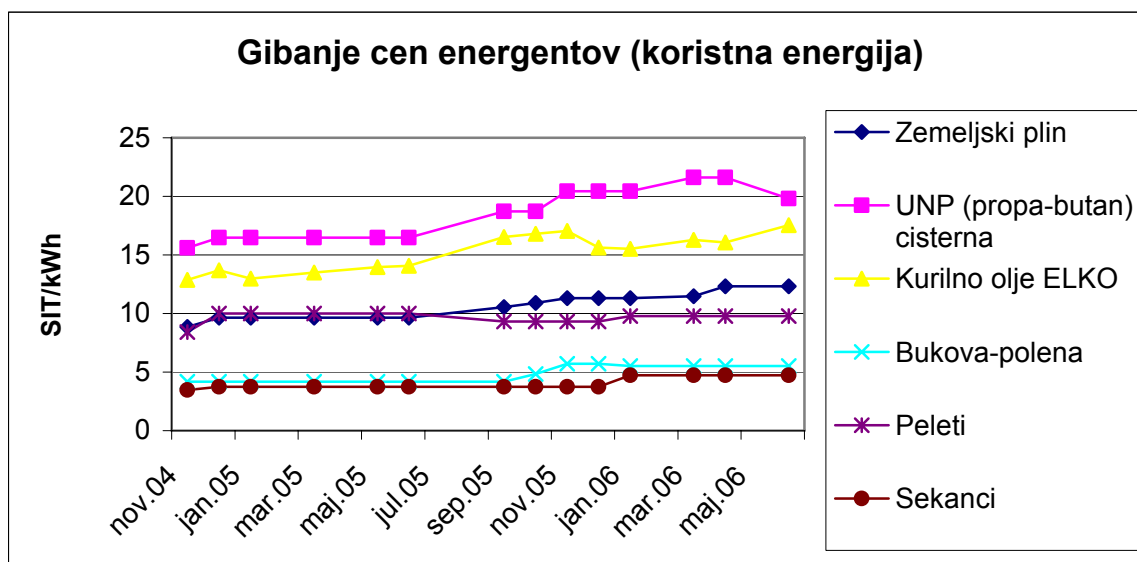
Preglednica 5: Letni obratovalni stroški ogrevanja na biomaso – polena

BIOMASA - POLENA		
Cene na dan:	20. julij 2004	30. maj 2006
Povprečni izkoristek ogrevalnega sistema na polena	90 %	90 %
Kurilnost (H_i)	1.725 kWh/prm	2.410 kWh/prm
Poraba polen	17 prm	17 prm
Cena prostorninskega metra polen	10.000 SIT/prm	12.000 SIT/prm
Cena nabave polen	170.000 SIT	204.000 SIT
Letni servis kotla na polena	10.000 SIT	10.000 SIT
Čiščenje dimnika	7.000 SIT	7.000 SIT
Skupaj	187.000 SIT	221.000 SIT
Stroški na porabljeno energijo	7,08 SIT/kWh	5,99 SIT/kWh



Slika 3: Grafični prikaz obratovalnih stroškov različnih energentov 20. julija 2004 in 30. maja 2006 in kolikšna je podražitev

V spodnjem grafu podajamo gibanje cen energentov istega informacijskega vira (Energetski svet – pisarne Postojna). Kot lahko vidimo iz grafa, je najcenejši energent lesna biomasa (polena, sekanci in peleti), ki ima tudi nizke skoke.

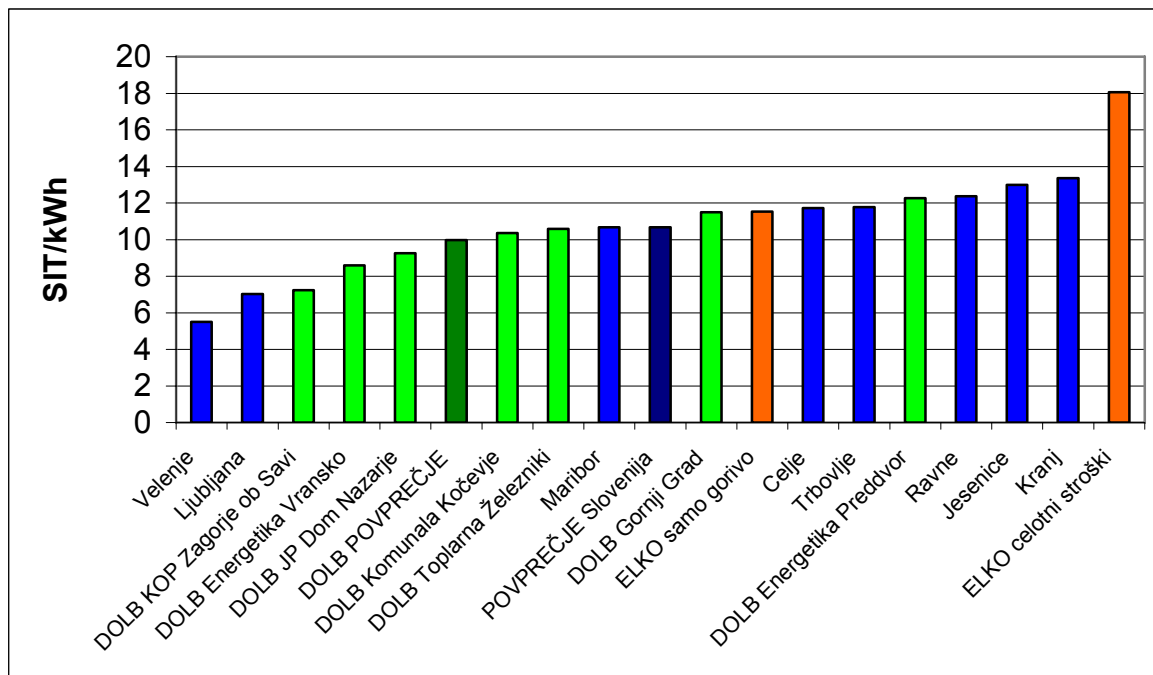


Slika 4: Gibanje cen energentov glede na koristno energijo (Rajer, 2006)

1.2.3 Cene DOLB v primerjavi z drugimi načini ogrevanja

V primerjavah cen daljinske toplote (Slika 5) so uporabili standardno porabniško skupino za gospodinjstva D3b statističnega urada, ki porablja toploto za pripravo tople vode in centralno ogrevanje. Za to porabniško skupino je predvidena priključna moč 10 kW in letna poraba 34,9 MWh. Za prvih osem krajev so prikazane cene toplote iz Statističnega urada, v gospodinjstvih obstoječih sistemov daljinskega ogrevanja na fosilna goriva. Povprečje teh je izračunano v stolpcu 9 in znaša 10,68 SIT/kWh z DDV. V nadaljevanju so analizirani sistemi daljinskega ogrevanja na lesno biomaso (DOLB). Cene Gornjega Grada, JP Dom Nazarje, Energetike Vransko, Komunale Kočevje in Energetike Preddvor predstavljajo stanje na dan 31.12. 2004, KOP Zagorje ob Savi na dan 10.2. 2005. Toplarna Železniki obračunava ceno toplote višje v ogrevalni sezoni in nižje poleti, zato je v grafu upoštevana višja cena kot cena za ogrevalno sezono. Povprečje navedenih cen DOLB znaša z DDV 9,97 SIT/kWh. Zadnji stolpec predstavlja letne stroške z DDV na kWh investicije v individualni sistem ogrevanja na ELKO, ki znaša 18,06 SIT/kWh (upoštevana

amortizacija investicije, vzdrževalni stroški, gorivo, letni servis in čiščenje dimnika). Prvi oranžni stolpec predstavlja strošek goriva ELKO 11,53 SIT/kWh na dan 31.12.2004 (Daljinsko ogrevanje ..., 2005).



Slika 5: Cena toplote v ogrevalni sezoni 2004/2005 z DDV SIT/kWh (Daljinsko ogrevanje..., 2005)

1.3 PREDNOST DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO PRED DRUGIMI SISTEMI OGREVANJA

Prednosti daljinskega sistema so:

- daljinsko ogrevanje na lesno biomaso je cenejše od ostalih sistemov ogrevanja večje udobje (ni potrebno skrbeti: za nabavo goriva, servise, čiščenje dimnika ...),
- prostorske zahteve pri odjemalcih toplotne energije so zelo majhne,
- večja stabilnost cen,
- možnost soproizvodnje električne energije.

1.3.1 Potrebni predpogoji za daljinske sisteme ogrevanja

Pogoji, ki so potrebni za postavitve daljinskega ogrevanja na lesno biomaso:

- lokalni prebivalci so seznanjeni s prednostmi daljinskega ogrevanja na lesno biomaso (v nadaljevanju DOLB);
- obstaja nekaj večjih porabnikov toplote;
- trenutne dejavnosti v občini, npr. izdelava energetske zasnove;
- na razpolago so določene količine lesnih ostankov iz lesnopredelovalne industrije in žag;
- dovolj velik delež gozdnatosti v občini;
- v občini že obstajajo sistemi daljinskega ogrevanja na fosilna goriva;
- občina lahko zagotovi ustrezno zemljišče za kotlovnico in zalogovnik;
- regionalna oz. lokalna energetska politika podpira izrabo domačega lesnega goriva;
- na voljo so državne subvencije za investicijo v DOLB (Daljinsko ogrevanje ..., 2005);
- dovolj velika gostota naseljenosti.

2 DOSEDANJE RAZISKAVE

V tem poglavju bomo predstavili nekaj primerov DOLB, da si bomo lahko ustvarili okvirno sliko, kakšni sistemi DOLB pri nas že obstajajo in kakšne so njihove značilnosti. Kot primer smo podrobneje predstavili DOLB v Preddvoru (povečini smo uporabili publikacijo: Daljinsko ogrevanje Preddvora na lesno biomaso, ki so jo napisali Nemas in sod., 2002), da si lažje predstavljamo, kakšen je potek in kaj vse zajemajo priprave na izgradnjo DOLB.

2.1 DALJINSKO OGREVANJE NA LESNO BIOMASO V PREDDVORU

Preddvorska občina leži v osrednjem delu Gorenjske. Po številu prebivalcev sodi med manjše v Sloveniji, saj jih znotraj njenih meja, v štirinajstih naseljih, stalno prebiva le nekaj več kot tri tisoč. Nasprotno po velikosti občina spada med večje, saj meri nekaj več kot 88 km².

Energetika in ekonomska pomembnost preddvorskega projekta daljinskega ogrevanja se kaže predvsem na dveh ravneh. Lokalno dviguje kvaliteto življenja in bivanja v Preddvoru, po drugi strani pa uresničuje slovenske strateške ekološke cilje in prispeva k njeni energetski neodvisnosti.



Slika 6: Kotlovnica v Preddvoru

2.1.1 Izvedba projekta

Osnovni namen izgradnje kotlarne in daljinskega ogrevanja na lesno biomaso in toplovoda v naselju Preddvor je opustitev obstoječih individualnih kotlovnice na fosilna goriva, starih peči na drva in premog ter starejšega kotla na lesne ostanke v podjetju Jelovica. S tem se bodo bistveno zmanjšale obstoječe emisije snovi v ozračje, izboljšalo bivalno okolje pa tudi turistična privlačnost kraja.

Prvo pobudo za proučitev možnosti za izvedbo projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso v Preddvoru je dala ApE – Agencija za prestrukturiranje energetike iz Ljubljane – že leta 1995. Po nekaj razgovorih z županom in ogledih podobnih objektov v Avstriji je

ApE pripravila kandidaturo za financiranje študije izvedljivosti na Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, avstrijski partner iC Consulanten z Dunaja pa na avstrijski ekološki sklad, ki ga upravlja banka Kommunalkredit. Kandidaturi sta bili uspešni in tako sta ApE in iC v letu 1997 izdelali študijo izvedljivosti, ki je pokazala možnost in priložnost za izvedbo projekta. Že iz prve študije je bilo jasno razvidno, da je potrebno za ekonomsko rentabilnost projekta pridobiti najmanj 40 % nepovratnih sredstev iz državnih ali mednarodnih virov. Čeprav država Slovenija v tistih časih še ni imela ustreznih proračunskih sredstev za podpiranje tovrstnih projektov, se je kazala možnost, da bi se v prihodnjih letih to lahko zgodilo. Običajno je predpogoj za pridobivanje nepovratnih sredstev in kreditov razpolaganje z gradbenim dovoljenjem, zato je ApE v letu 1998 za občino pripravila kandidaturo za izdelavo tehnične dokumentacije na Ministrstvo za gospodarske dejavnosti. Po pridobitvi sredstev je projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja za kotlovnico izdelalo podjetje Projektivni biro Velenje, presojo vplivov na okolje pa OIKOS iz Domžal. Občina Preddvor je tako pridobila gradbeno dovoljenje za postavitev nove kotlovnice neposredno ob podjetju Jelovica. Vmes je občina vodila razgovore za sodelovanje pri izvedbi projekta s podjetjem Jelovica, ki ima za lastne potrebe v obratovanju lastni kotel na lesne ostanke. Kotel je zastarel, ne ustreza sedanjim ekološkim standardom in ga bo treba v bližnji prihodnosti ustaviti. S strani občine so bile večkrat predlagane in analizirane možnosti, da bi nove kotle postavili v obstoječo kotlovnico Jelovice, vendar zaradi nerešenih lastninskih odnosov in občasno manjšega interesa Jelovice, do dogovora ni prišlo.

Osnovni vzrok, da projekt ni šel takoj v izgradnjo, je bilo pomanjkanje finančnih sredstev in investorskega znanja za izpeljavo tako zahtevnega projekta v vrednosti 3 milijonov €. Že takrat so se zato iskali možni partnerji; možnost za sodelovanje je bila ponujena Energetiki Ljubljana.

Prva resnejša priložnost za odločitev o izvedbi projekta se je pokazala v letu 1999, ko nam je z močnim lobiranjem na slovenski in avstrijski strani uspelo prepričati državo, da je celotna sredstva iz čezmejnega sodelovanja Slovenija – Avstrija v okviru programa PHARE za leto 1999, v vrednosti 1,5 milijona € namenila za projekte daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. Memorandum med Delegacijo EU v Sloveniji in Službo

Vlade RS za evropske zadeve je bil podpisan v decembru 1999 in je pomenil zeleno luč za odločitev o gradnji daljinskega ogrevanja tudi v Preddvoru.

Poleg Preddvora so pravico do teh sredstev pridobile še občine Gornji Grad, Nazarje in Solčava za naselje Logarska dolina. Izvedbena vrednost štirih projektov je bila ocenjena na 9 milijonov €, Slovenija pa se je v memorandumu zavezala, da bo preko svojih resornih ministrstev zagotovila nepovratna sredstva v višini 15 % investicijske vrednosti. Štiri občine so se v začetku leta 2000 povezale v konzorcij za skupno pridobivanje nepovratnih sredstev in izvedbo daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. Predsedovanje konzorciju je prevzel župan, ki je do tedaj uspešno izpeljal prvo fazo daljinskega ogrevanja v Gornjem Gradu. Sočasno so se s ciljem tehnične priprave, vodenja in financiranja projektov povezale v izvajalski konzorcij iC Consulanten z Dunaja, Projektivni biro iz Velenja in ApE iz Ljubljane. Za vse štiri občine (Preddvor, Gornji Grad, Nazarje in Solčava) so pripravili kandidaturo projektov na Kommunalkredit iz Avstrije in vse so v aprilu 2000 pridobile iz tega naslova odobrena nepovratna sredstva v višini 15 % investicij. V začetku leta 2000 so tako začeli intenzivno delati na razpisni dokumentaciji za dobavo opreme v okviru sredstev PHARE. Za angažiranje teh sredstev je bilo potrebno izpeljati mednarodni javni razpis za izbor dobaviteljev opreme.

Priprava mednarodnega razpisa je bila metodološko in organizacijsko izredno zahtevna, saj je bilo treba usklajevati želje in zahteve štirih občin, treh resornih ministrstev in Ministrstva za finance, ki preko svoje enote CFCU upravlja s sredstvi PHARE, Agencije za regionalni razvoj in seveda Delegacije EU v Sloveniji, ki je morala bistvene odločitve potrditi v Bruslju.

V tistem času se je v Preddvoru pojavilo nasprotovanje projektu s strani skupine občanov in projekt Preddvor so morali kar nekajkrat resno reševati, da ne bi izpadel iz skupnega paketa financiranja. Da je bila stvar resna, priča dejstvo, da so delali različne variante mednarodnega razpisa samo za tri občine, brez Preddvora. Da je bila procedura usklajevanja tehničnih in formalnih zahtev zelo kompleksna, pa priča dejstvo, da je bila razpisna dokumentacija za objavo dokončno odobrena šele aprila leta 2001. Ponudbe

dobaviteljev so bile pridobljene do septembra 2001, pogodbe z izbranimi izvajalci pa so bile podpisane decembra 2001.

Preglednica 6: Terminski plan (Daljinsko ogrevanje Preddvora ..., 2002: 12)

2001		2002											
		Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sept.	Okt.	Nov.
1	Ustanovitev družbe Energetika Preddvor												
2	Marketinške aktivnosti, anketiranje občanov												
3	Izdelava tarifnega pravilnika												
4	Podpis pogodb o odjemu toplotne energije												
5	Izgradnja kotlovnice (gradbena dela)												
6	Izgradnja omrežja												
7	Inštalacija opreme v kotlovnici												
8	Priključitev toplotnih postaj												
9	Poskusno obratovanje kotlarne												
10	Obratovanje sistema												

V okviru tega razpisa je Občina Preddvor sklenila pogodbo za dobavo in montažo kompletne kotlovne opreme z IBE d.d. in s partnerjem Kohlbach iz Avstrije. Pogodba se je financirala iz sredstev PHARE v višini 500.000 € in resornega ministrstva v višini 572.000 €. Kotlovna oprema je bila dobavljena na gradbišče v mesecu avgustu 2002, do oktobra 2002 je bila vsa oprema montirana v kotlovnico. Marca 2002 je investitor izbral gradbenega izvajalca del za kotlovnico in skladišče lesne biomase. Podjetje Prenova Gradbenik iz Ljubljane je z deli začelo v mesecu maju, do postavitve kotlovske opreme v avgustu so bili v celoti izvedeni temelji in zunanje stene kotlovnice. Po nastavitvi glavne teške opreme v objekt, je bila najprej postavljena streha kotlovnice, nato je bila do oktobra 2002 opravljena finalizacija objekta in okolice.

2.1.2 Toplotne potrebe

Iz omrežja daljinskega ogrevanja bodo oskrbovana naselja Preddvor, Hrib in del Potoč. Podjetju Energetika Preddvor je uspelo poleg podjetja Jelovice na omrežje priključiti tudi vse večje odjemalce v kraju (hotel Bor, šola, trgovine, župnišče, itd.). Dosežen je zelo visok odstotek priključitve gospodinjstev, saj bo na toplovod že v prvi fazi priključenih čez 95 % objektov, ki se nahajajo ob trasi položenih toplovodov.

Toplotne potrebe malih in velikih porabnikov (sanitarna topla voda in ogrevanje prostorov v gospodinjstvih, tehnološka toplota in ogrevanje industrijskih prostorov) znašajo letno 9.390 MWh, pričakovane povprečne letne toplotne izgube pa 2.190 MWh.

V kotlarni daljinskega ogrevanja sta vgrajena dva kotla, in sicer 2,5 MW kotel na lesno biomaso, ki bo pokrival čez 90% potreb po energiji, in 4,0 MW kotel na kurilno olje, ki bo pokrival toplotno konico v zimskih mesecih in bo služil kot rezerva.

2.1.3 Tehnični podatki

Preglednica 7: Tehnični podatki (Daljinsko ogrevanje Preddvora ..., 2002: 15)

TEHNIČNI PODATKI			
Skupna moč kurilnih naprav	6.800 kW	Priključna moč	7.350 kW
Kotel na biomaso	2.500 kW	Gospodinjstva	4.000 kW (200 TP*)
Moč kondenzacijske naprave	200-400 kW	Veliki porabniki	2.050 kW (11 TP*)
Kotel na kurilno olje	4.000 kW	Jelovica	1.300 kW (1 TP*)
Letne potrebe omrežja po toploti	11.580 MWh	Dolžina trase s toplo vodo	7.000 m
Kotel na biomaso (91%)	10.580 MWh	Nadomeščena količina kurilnega olja	840.000 litrov
Kotel na kurilno olje (9%)	1.000 MWh		
Potrebna količina biomase	3.500 t/leto	Zmanjšanje emisij CO ₂	2.130 ton/leto

Opomba: * TP – toplotna postaja

Iz preglednice lahko razberemo, da se bo s postavitvijo DOLB precej zmanjšala poraba kurilnega olja in posledično bo manj izpustov toplogrednih plinov.

2.1.3.1 Kotel na lesno biomaso

Osnovna naprava sistema daljinskega ogrevanja je 2,5 MW kotel na lesno biomaso proizvajalca Kohlbach. Kurišče kotla je adiabatsko, masivno obzidano s šamotno opeko in z dvema ločenima zgorevalnima conama. Prva cona s statično in gibljivo rešetko je namenjena sušenju, uplinjanju in primarnemu zgorevanju. V drugi coni se ob avtomatski regulaciji temperature, ki zagotavlja potrebno dolžino poti in čas zadrževanja uplinjenega goriva, vrši dokončno zgorevanje. Potrebni zrak za zgorevanje se dozira z ventilatorji, ki jih poganjajo elektromotorji s frekvenčno regulacijo, v vsako cono posebej.

Kotel je projektiran za gorivo z relativno visoko vlažnostjo in debelino kosovnega materiala do 100 mm. Predvidena je uporaba lesnih ostankov iz obdelave lesa, sekancev, krajnikov, lubja in žagovine. Iznašalna naprava iz silosa in dozirna naprava za biomaso imata hidravlični pogon. Konstrukcija je robustna, brez internih premikajočih delov, ki bi se lahko poškodovali ali zagozdili. Večje posamezne kose lesa dolžine do 1000 mm in premera do 100 mm presekajo posebni noži, ki se nahajajo ob izstopu iz silosa in pred vstopom v kurišče. Noži so vgrajeni v sklopu varnostnih in atestiranih naprav, ki onemogočajo prehod ognja iz kurišča.

Proces avtomatskega kurjenja od odvzema biomase iz silosa, doziranje goriva in zraka v kotel, optimalno zgorevanje lesne biomase z enakomernim pokritjem in debelino goriva na rešetkah glede na obtežitev kotla v območju od 20 do 100 % nazivne moči, odvod pepela in odvod ter čiščenje dimnih plinov preko kondenzacijske naprave in dimnika omogoča mikroprocesorski multiparametrični regulacijski sistem. Celoten proces se z uporabo posebne programske opreme v celoti vizualizira in upravlja s pomočjo osebnega računalnika.

Tehnični in ekološki napredek celotnega sistema predstavlja kondenzacija dimnih plinov po izgorevanju goriva v kotlu na biomaso. S pomočjo te rešitve dosežemo pridobitev dodatne toplote iz dimnih plinov, uporabo nizkotemperaturne toplote za predogrevanje dovodnega zraka, dodatno čiščenje dimnih plinov ter s tem zmanjšanje emisij v zrak in nevidnost dimnih plinov (vodne pare) do temperature okolice -10°C.

2.1.3.2 Daljinsko ogrevanje

Toplotna energija, ki se proizvaja v toplarni s pomočjo izgorevanja biomase, se preko tople vode prenaša k uporabnikom za potrebe ogrevanja in pripravo tople sanitarne vode. Prenos je izveden preko dvocevne prenosne sistema. Cevi so iz jekla dimenzij DN od 28 do 150 mm in so predizolirane s poliuretansko peno, opremljene s sistemom za detekcijo puščanja in se polagajo neposredno v zemljo. Priključki na individualne stanovanjske hiše so izvedeni s predizoliranimi fleksibilnimi cevmi dimenzije DN 28 mm. Poleg cevovodov je položen signalni kabel za povezavo toplotnih postaj s toplarno za potrebe prenosa

podatkov in regulacije. Toplovodne cevi so položene v izkopane jarke na posteljico iz peska, nato so pokrite z 10 cm plastjo utrjenega peska, ter na koncu zasute z izkopanim materialom. Nad vsako cevjo je 30 cm pod vrhnjim robom položen trasni opozorilni trak. Izhodna temperatura vode iz toplarne je 95°C in je odvisna od zunanje temperature, povratna temperatura od porabnika je 60°C. Pretok tople vode skozi toplovodno omrežje je reguliran z omrežnima črpalkama na podlagi razlike pritiskov.

2.1.3.3 Kompaktne toplotne postaje

Kompaktne toplotne postaje pri uporabnikih skrbijo za pravilen in zadosten odvzem toplotne energije iz toplovodnega omrežja. Povezava med sistemom daljinskega ogrevanja in ogrevanimi objekti je izvedena preko tipskih kompaktnih toplotnih postaj proizvajalca EL-TEC Mulej. Postaje so opremljene z izmenjevalcem toplote za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode, elektronskim regulatorjem, merilnikom rabe toplotne energije, ventili in tipali. Omogočajo izvedbo vrste nastavitev na lokalnem nivoju; preko kabelskega sistema daljinskega nadzora in upravljanja pa kompletno vizualizacijo sistema in možnosti spreminjanja nastavitev in servisiranja iz toplarne ali servisnega centra EL-TEC Mulej na Bledu.

2.1.3.4 Sistem upravljanja in nadzora delovanja

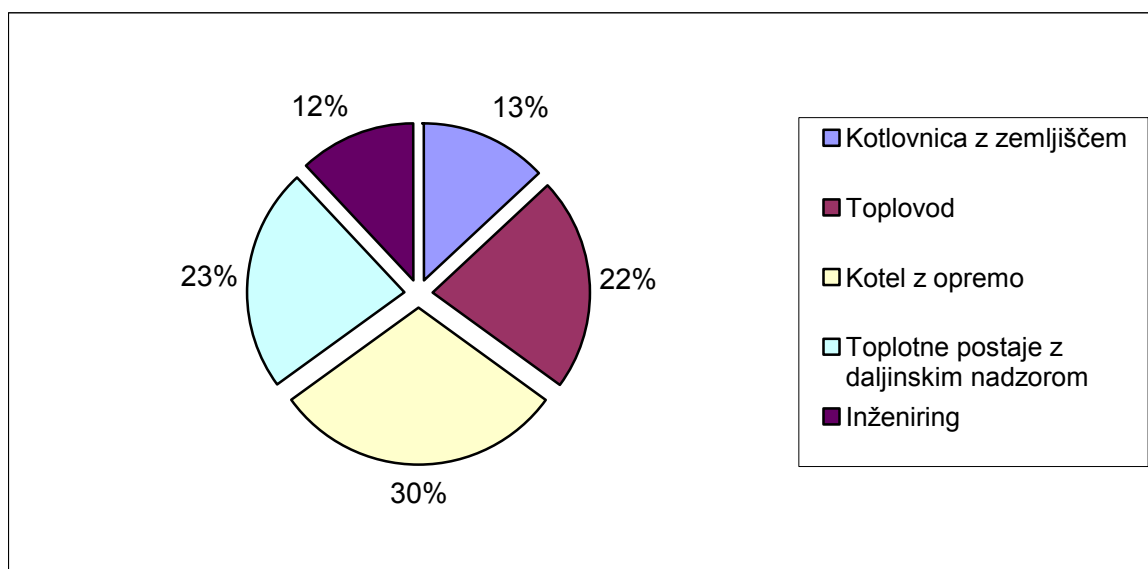
V nadzornem centru v toplarni deluje moderen sistem za dinamično optimiranje obratovanja vročevodnih sistemov. Sistem EL-TEC Mulej je v celoti rezultat domačega znanja. Sestavljen je modularno ter omogoča nadzor in upravljanje končnih odjemnih mest (toplotne postaje), elementov toplovodnega sistema in kotlarne. Povezava vseh teh elementov sistema omogoča kar najbolj racionalno obratovanje toplovodnega sistema. Z nadzorom in upravljanjem v realnem času se doseže veliko boljše razumevanje obnašanja cevne mreže. Uporabljeni sistem je samoadaptiven. Deluje tako, da preko modula SCADA zajema podatke in opravlja meritve v vročevodnem sistemu in jih prek podatkovne baze posreduje tehniškemu informacijskemu sistemu. Energetika Preddvor uporablja sistem kot »okno« za vstop v različne aplikacije podjetja, vgrajene v sistem. V sebi združuje programske module za razširjeno hidravlično analizo cevni mrež (HACM), sklope

geoinformacijskega sistema (GIS), modul za izdelavo poročil in analize obratovanja, optimizacijske module, modul za vzdrževanje projektne in druge dokumentacije, modul za spremljanje podatkov o odjemalcih, modul za obveščanje odjemalcev (tudi preko interneta), itd. Razširjeni modul HACM vnaprej predvideva in izračunava dogajanja v sistemu, optimizacijski moduli pa na osnovi izračunanih optimalnih pogojev obratovanja elementov sistema povratno vplivajo na učinkovitost vodenja procesa.

2.1.4 Financiranje

2.1.4.1 Investicija

Celotna predvidena višina investicije znaša 3.892.000 € brez DDV (cena je samo informativna, ker je bil sistem postavljen že leta 2001 in se je od takrat marsikaj spremenilo). Največji del investicije, 30 %, predstavlja kotel z vso opremo (vključno s kondenzacijsko napravo, kotlom na kurilno olje in ostalo kotlovsko opremo), 22 % daljinsko omrežje in 23 % predvidena investicija toplotnih postaj in daljinskega nadzora.

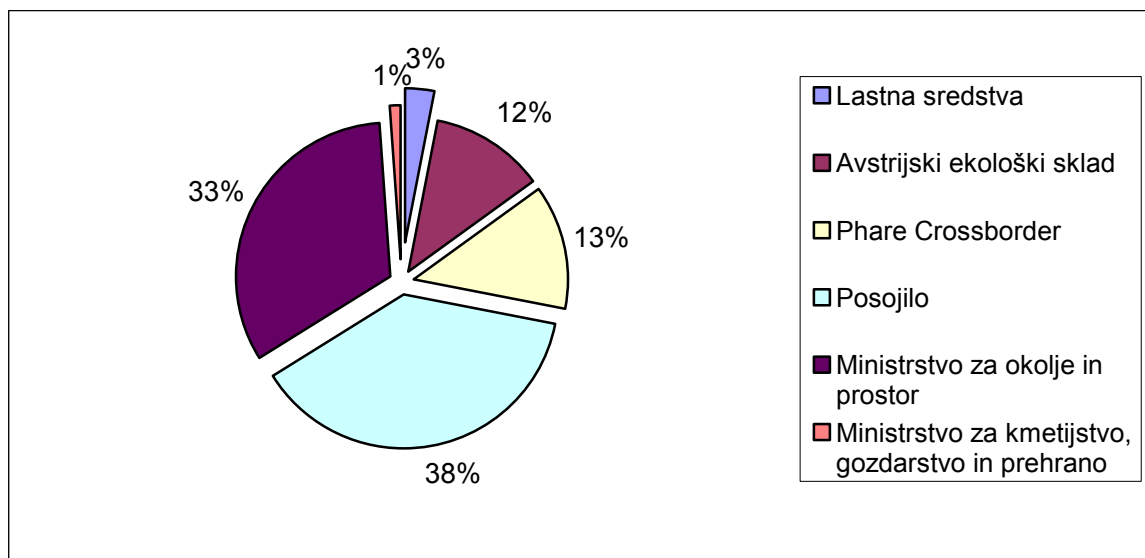


Slika 7: Prikaz posameznih delov investicije (Daljinsko ogrevanje Preddvora ..., 2002: 21)

2.1.4.2 Financiranje

Projekti daljinskega ogrevanja na lesno biomaso so finančno izjemno zahtevni projekti. Poleg ogrevanja z modernimi kotli na lesno biomaso pridobi lokalna skupnost s takim projektom moderno infrastrukturo, ki v primeru Preddvora po svojem udobju in energetski učinkovitosti prekaša sisteme daljinskega ogrevanja v največjih slovenskih mestih. Za realizacijo projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso je zato nujno potrebno pridobiti nepovratna sredstva ali s strani države ali s strani drugih finančnih ustanov. Ekonomika projekta je namreč močno odvisna od višine pridobljenih nepovratnih sredstev.

Občina Preddvor je uspešno izpeljala zastavljeno nalogo. Poleg nepovratnih sredstev slovenskih ministrstev ji je s pomočjo svetovalnih institucij uspelo pripraviti uspešne kandidature za sredstva CBC Phare in avstrijskega Komunalkredita. Strukturo financiranja tako predstavljajo nepovratna sredstva v skupni višini 60 % celotne investicije, ostalo so posojila in manjši del lastna sredstva. Priključitev na omrežje daljinskega ogrevanja je brezplačna, ravno tako nabava in vgradnja toplotnih postaj in daljinskega nadzora.



Slika 8: Viri financiranja projekta daljinskega ogrevanja v Preddvoru (Daljinsko ogrevanje Preddvora ..., 2002: 20)

2.1.4.3 Primerjava stroškov ogrevanja za različne energente

Stroški ogrevanja iz individualnih kotlov na kurilno olje oz. tekoči naftni plin so sestavljeni iz stroškov goriva, stroškov amortizacije opreme in stroškov vzdrževanja. Tako je stroškom za gorivo potrebno prišteti vsaj še 20 % ostalih stroškov, da dobimo pravilno ceno toplote individualnega sistema.

Cilj projekta v kraju Preddvor je ponuditi občanom dolgoročno stabilno in ostalim energentom konkurenčno ceno toplote. V projektu je predvidena povprečna ceno toplote, ki je nižja, kot znašajo stroški ogrevanja na kurilno olje oz. tekoči naftni plin. Sprejemljiva ceno toplote, udobje ogrevanja in ekološka zavest krajanov je izjemno povečala interes za priklop na omrežje daljinskega ogrevanja. Tako je število načrtovanih priklopov na daljinsko omrežje preseženo že v prvem letu obratovanja toplovoda (Nemac in sod., 2002).

2.1.5 Nekaj praktičnih podatkov

Pri pogovoru z ing. Tomažem Jeklarjem (2006), ki skrbi za vzdrževanje DOLB Preddvor, smo prišli do naslednjih podatkov:

- Celoten sistem DOLB naj bi deloval popolnoma avtomatsko in brez človeške posadke, vendar je po njegovem mnenju toliko dela z izpolnjevanjem papirjev, občasnimi nastavitvami, kontrolami ..., da bi lahko bila zaposlena ena oseba.
- Sušenje lesne biomase naj bi bila bolj teorija, saj je praktično neizvedljivo, da bi se ukvarjali s sušenjem, zato kurijo bolj svežo lesno biomaso.
- Prav tako je skoraj nepredstavljivo, da bi kupovali lesno biomaso iz gozda, saj bi bila predraga, razen mogoče ostanki pri žičnicah ipd.
- Zanimivo je tudi, da kotla na ELKO, ki je namenjen za toplotne konice pozimi ali kot rezerva, od samega začetka (leta 2002) še niso uporabili.

2.2 DRUGI SISTEMI DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO

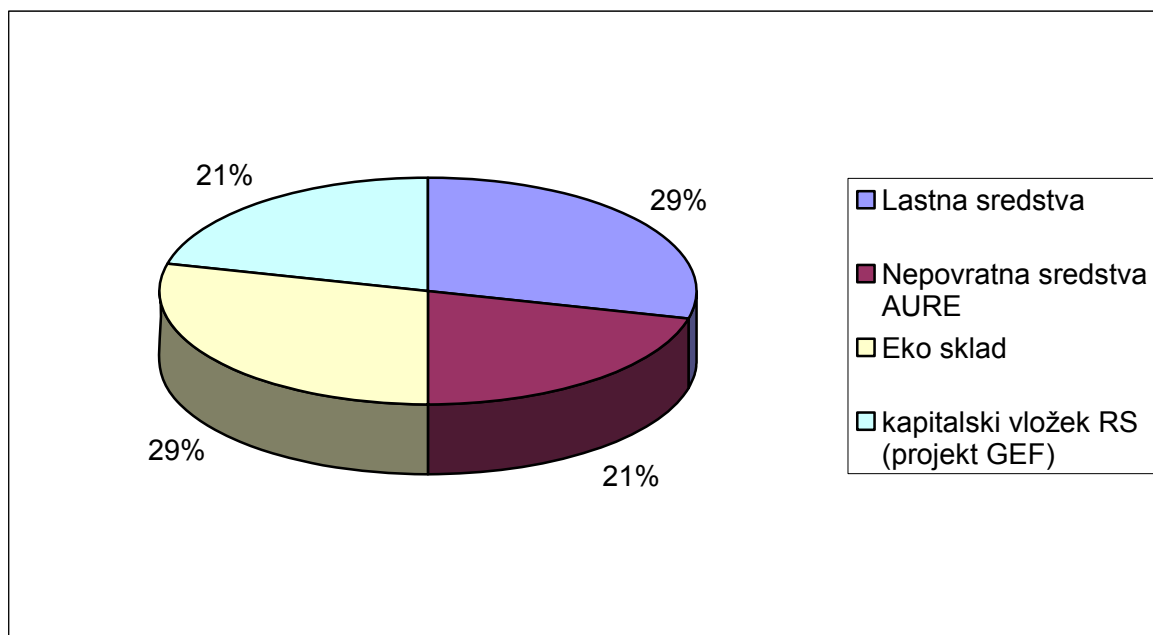
2.2.1 DOLB (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso) Vransko

Preglednica 8: Osnovni podatki DOLB Vransko (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

Osnovni podatki projekta DOLB Vransko			
Skupna moč kurilnih naprav	4,7 MW	Število priključkov	126 (33)
Kotel na biomaso	3,2 MW	Priključna moč	4,7 MW
Kotel na kurilno olje	1,5 MW	Gospodinjstva	1.470 kW (506 kW)
Letne potrebe po toploti	6,6 GWh	Veliki porabniki	3.155 kW (2.635 kW)
Potrebna količina biomase	10.088 m	Zmanjšanje emisije CO ₂	1.670 ton/leto
Potrebna količina kurilnega olja	4.000 litrov	Vrednost investicije	463 mio SIT
Dolžina trase toplovoda	3.040 m (236 m)	Začetek obratovanja	maj 2005

Investitor projekta v Vranskem je Energetika Vransko d.o.o. V dolgoročni strategiji razvoja občine Vransko je, poleg splošnega razvoja, predvidena ekološka sanacija kraja in v tem okviru zmanjšana poraba energije ter prehod na uporabo lesne biomase za pridobivanje toplote. Poleg nove kotlovnice na lesno biomaso je predviden inovacijski center za razvoj alternativnih virov energije, ki bo s promocijo in dejavnostjo centra prispeval k regionalnemu razvoju in prepoznavnosti širše okolice v slovenskem prostoru in izven njega.

Sistem DOLB sestavlja nova kotlovnica, kotla na lesno biomaso (2 + 1,2 MW), rezervni kotel na ELKO (1,5 MW) in toplovodno omrežje v skupni dolžini 3.040 m. V celoti bo priključenih 126 porabnikov, od tega 20 večjih oziroma javnih odjemalcev, med njimi šola, vrtec, zdravstveni dom in občina (Daljinsko ogrevanje ..., 2005).



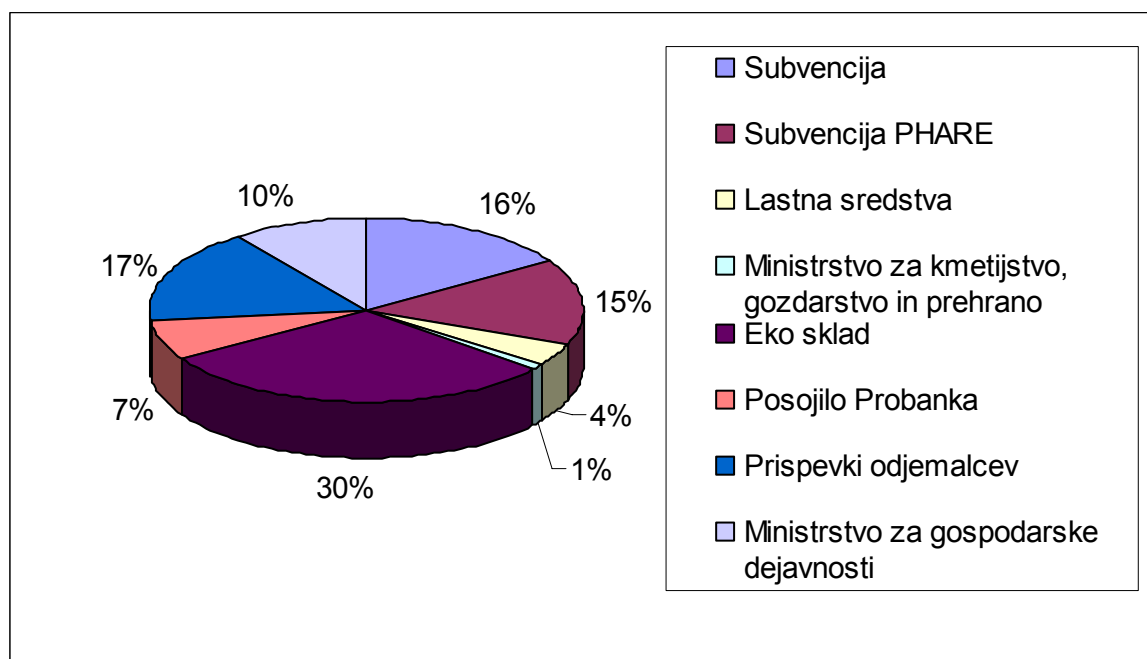
Slika 9: Viri financiranja DOLB Vransko (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

2.2.2 DOLB Gornji Grad

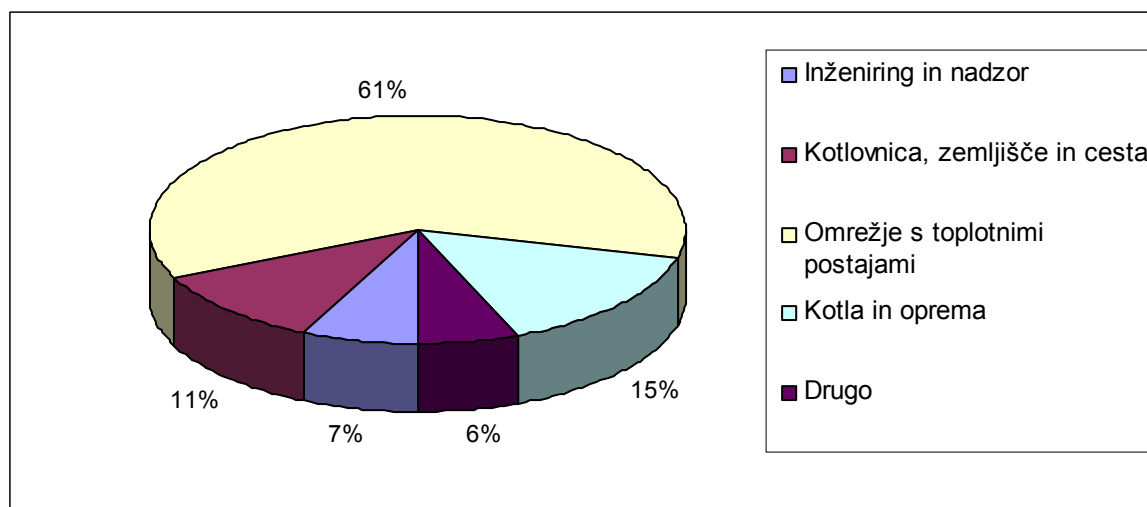
Preglednica 9: Osnovni podatki DOLB Gornji Grad (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

Osnovni podatki projekta DOLB Gornji Grad				
Skupna moč kurilnih naprav	4 MW	Gospodinjstva in veliki porabniki	12,240 MWh	(7.250)
Kotel na biomaso	2 x 2 MW	Podjetje Smreka	2.250 (1.500) MWh	
Letne potrebe po toploti	14.490 MWh	Število priključkov	216 (140)	
Dolžina trase toplovoda	8.300 m	Vrednost investicije	792 mio SIT	
Priključna moč	10.065 kW	Začetek obratovanja	1999	

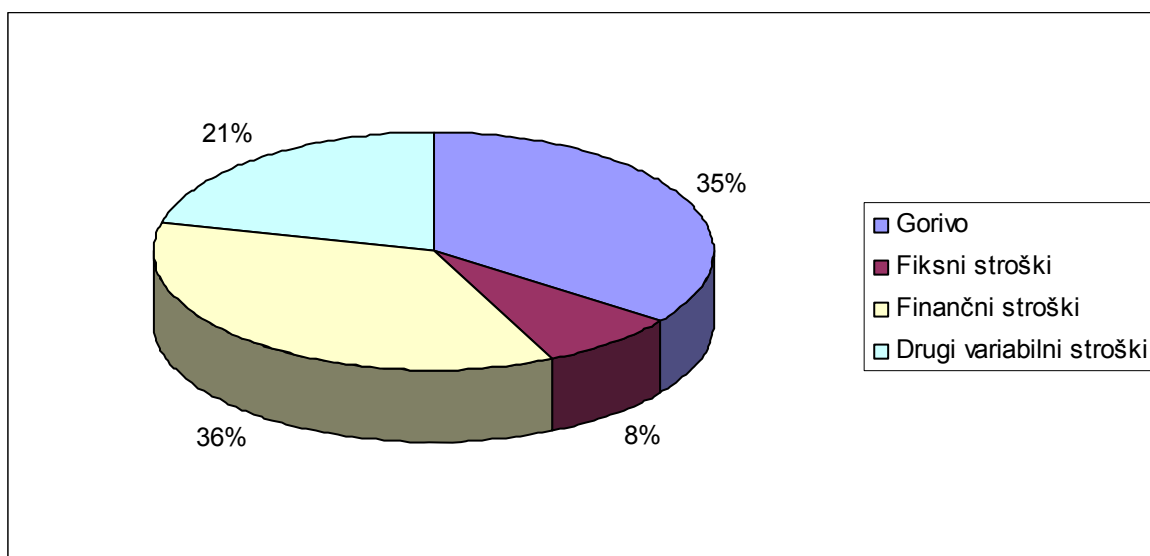
V Gornjem Gradu so se za izgradnjo kotlovnice na lesne ostanke odločili že leta 1996. Z uporabo lesne biomase za ogrevanje približno 200 objektov so v občini želeli izboljšati kakovost zraka in s tem povečati možnosti za razvoj ekološkega turizma. S pomočjo Ministrstva za gospodarstvo, programa Phare in avstrijskega ekološkega sklada jim je to leta 1999 uspelo. DOLB pomembno prispeva k pozitivni podobi Gornjega Grada kot ekološko čistega mesta, ki že pozna ločeno zbiranje odpadkov in razvija nekatere druge projekte (čistilna naprava ipd.), omogoča pridelavo zdrave hrane (Daljinsko ogrevanje ..., 2005).



Slika 10: Viri financiranja DOLB Gornji Grad (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)



Slika 11: Porazdelitev investicijskih stroškov v Gornjem Gradu (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 1999: 5)



Slika 12: Porazdelitev obratovalnih stroškov v Gornjem Gradu (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 1999: 5)

2.2.3 DOLB Kočevje

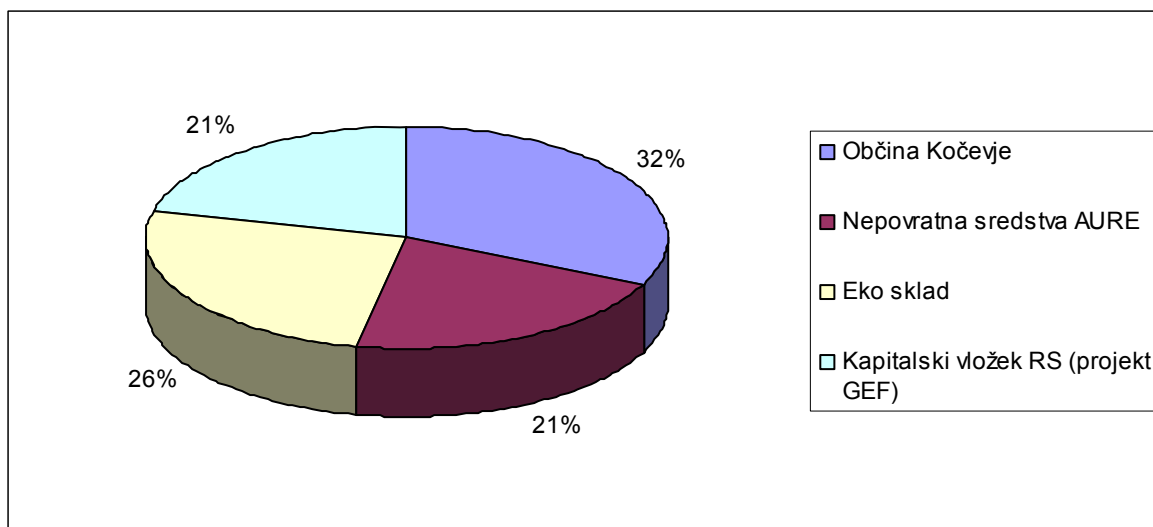
Preglednica 10: Osnovni podatki DOLB Kočevje (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

Osnovni podatki projekta DOLB Kočevje			
Skupna moč kurilnih naprav	4,5 MW + obstoječe kotlovnice na ELKO	Priključna moč	12,5 MW
Kotel na biomaso	4,5 MW	Obstoječi porabniki	7,99 MW
Letne potrebe po toploti	21 GWh	Novi porabniki	4,51 MW
Koristna toplota	14,5 GWh	Nadomeščena količina kurilnega olja	1.335.626 litrov
Letna potrebe lesne biomase	12.000 m ³ lesnih ostankov	Zmanjšanje emisij CO ₂	3.305 ton/leto
Letna poraba kurilnega olja	200.000 litrov	Vrednost investicije	540 mio SIT
Dolžina razširjene trase toplovoda	3.605 m	Začetek obratovanja	September 2005

Investitor, Javno komunalno podjetje Komunala Kočevje, d.o.o., je že leta 1995 začel s pripravo širitve daljinskega omrežja oz. projekta DOLB, ki je bil predviden v energetskega konceptu Občine Kočevje iz leta 1994. Poleg zmanjšanja onesnaževanja in znižanja stroškov za energijo je cilj občine pridobitev novih delovnih mest in izraba lesne biomase iz okoliških gozdov. S tem želijo lokalnemu gospodarstvu in krajanom omogočiti dodaten zaslužek ter zmanjšati odvisnosti od zunanjih virov energije.

Sistem DOLB sestavljajo nova kotlovnica s kotlom na lesno biomaso moči 4,5 MW in novi del toplovodnega omrežja dolžine 3.605 m. Na omrežje bo v celoti priključenih 1.330

stanovanj, 18 javnih porabnikov, med njimi šola, gimnazija, vrtec, zdravstveni dom, dom starejših občanov, dijaški dom, športna dvorana in občina, ter 17 industrijskih, obrtnih in ostalih porabnikov (Daljinsko ogrevanje ..., 2005).



Slika 13: Viri financiranja DOLB Kočevje (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

2.2.4 DOLB Železniki

Preglednica 11: Osnovni podatki DOLB Železniki (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

Osnovni podatki projekta DOLB Železniki			
Skupna moč kurilnih naprav	16 MW	Priključna moč	19,5 MW
Kotla na biomaso	10 + 6 MW	Število priključkov	561
Prodana toplota v letu 2004	14.649 MWh	Nadomeščena količina kurilnega olja	1.600.000 litrov
Potrebna količina biomase	6.700 t	Zmanjšanje emisij CO ₂	4.160 ton/leto
Dolžina trase toplovoda	7.523 m	Začetek obratovanja kotlovnice	obstoječe 1978

Preglednica 12: Osnovni podatki DOLB Železniki s soproizvodnjo električne energije (Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, 2005: 2)

Osnovni podatki projekta DOLB Železniki s soproizvodnjo električne energije			
Skupna moč kurilnih naprav	22,8 MW	Predvidena proizvodnja električne energije	3.373 MWh
Kotla na biomaso	10 (le za rezervo) + 6 MW	Predvidena proizvodnja toplote	16.884 MWh
Nazivna toplotna moč parnega kotla na biomaso	6,8 MWh	Vrednost investicije rekonstrukcije kotlovnice	647 mio SIT
Nazivna električna moč	663 kW _{el}	Predviden začetek obratovanja soproizvodnje	september 2005

Glavna posebnost DOLB Železniki je soproizvodnja električne energije. Tak način pridobivanja električne energije skupaj s toplotno energijo je zanimiva zaradi večjih izkoristkov energije.

2.2.5 Razlike med sistemi daljinskega ogrevanja na lesno biomaso

2.2.5.1 Financiranje

Viri financiranja se glede na čas izvedbe nekoliko spreminjajo. Tako se je npr. projekt DOLB Preddvor večinoma financiral iz čezmejnih virov (Phare, avstrijski ekološki sklad), ker pri nas še ni bilo tovrstnih finančnih pomoči. Potem ko se je pri nas razvila državna pomoč, je ta predstavljala večinoma 60 % ali višjo pomoč (nepovratna sredstva AURE, Eko sklad, kapitalski vložek RS). Vsekakor projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso zaradi visoke investicije ni mogoče izpeljati brez nepovratnih sredstev. Zanimivo je tudi, da so samo v Gornjem Gradu kot vir financiranja uporabili prispevke odjemalcev.

2.2.5.2 Večje tehnične razlike

Pri nekaterih sistemih DOLB so se odločili za kotel na ELKO, poleg kotla na lesno biomaso, zaradi pokrivanja toplotnih konic in rezerve. Drugje so se odločili za dva kotla na lesno biomaso. Največjo tehnično razliko predstavlja sistem DOLB v Železnikih, saj za razliko od drugih sistemov poleg toplotne energije soproizvaja električno energijo.

3. PROJEKT DOLB LOGATEC

3.1 PODATKI O OBČINI LOGATEC, POMEMBNI ZA PROJEKT

Preglednica 13: Stanovanja po glavnem viru ogrevanja za občino Logatec (Statistični urad Republike Slovenije, 2002)

Logatec	Daljinsko	Les in lesni odpadki	Kurilno olje	Elektrika	Zemeljski plin	Utekočinjen naftni plin	Drugi viri	Kotlarna za nekaj sosednjih stavb	Stanovanje ni ogrevano	Skupaj
	66	1.849	1.336	32	110	42	11	508	31	3.985

Opomba: Pod drugi viri so: 4 stanovanja na sončno energijo, 3 stanovanja na premog oz. premogove brikete, 4 stanovanja na druge vire

Iz preglednice je razvidno, kakšna je struktura ogrevanja v občini Logatec. Vidimo, da je kljub velikemu številu stanovanj, ki se ogrevajo na lesno biomaso, še vedno veliko število stanovanj, ki se jih ogreva na kurilno olje in druga fosilna goriva.

Preglednica 14: Stanovanja in stanovanjska površina, ki so za stalno uporabo in naseljena (Statistični urad Republike Slovenije, 2002)

Stanovanja:	Število stanovanj:	Površina (m ²):
Občina Logatec	3.457	301.752
Grčarevec	50	5.165
Hotedršica	157	15.163
Kalce	98	9.606
Laze	90	8.096
Logatec	2.409	200.029
Medvedje Brdo	52	4.811
Petkovec	97	10.288
Rovtarske Žibarše	55	5.766
Rovte	231	21.607
Žibarše	50	5.421

Glede na število stanovanj in njihovo površino, so največja naselja v občini Logatec: Logatec, Rovte in Hotedršica. Zato ti kraji predstavljajo določene možnosti za daljinsko ogrevanje na lesno biomaso.

3.1.1 Klimatske razmere

Preglednica 15: Krajevne klimatske podlage v katastrski občini Logatec (Pravilnik ...Ur. L. RS št. 42/02. 2002)

Projektna temperatura (°C):							-16						
Temperaturni primanjkljaj (K*dan)							3700						
Trajanje ogrevalne sezone (dan)							295 – (1.sep – 15.jun)						
Globalno sončno obsevanje pri naklonu ploskve 0°:													
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	
F (Wh/m²)	1038	2259	3306	4356	5548	5811	5808	5195	3800	1924	958	760	

S krajevnimi klimatskimi podlagami si lahko pomagamo pri izračunih toplotnih potreb v občini Logatec, za stanovanja in druge ogrevane površine.

3.1.2 Potrebe po toploti

Če bi hoteli ugotoviti letne potrebe po ogrevalni toploti, bi morali narediti natančne izračune za vsako hišo posebej. Zato bomo potrebe po toploti samo grobo ocenili. Letne

potrebe po toploti se giblje nekje od 55 kWh/m² do 200 kWh/m² (Prihranek ..., 2006). Povprečje je približno pri 130 kWh/m². Približno takšno vrednost je dobila Polšak A. v diplomski nalogi 2004 (za sicer nekoliko toplejše območje, vendar je zraven upoštevala še potrebe za pripravo sanitarne vode). Zato bomo to vrednost v nadaljevanju uporabili pri izračunih.

3.2 TEHNIČNO-GOSPODARSKI KRITERIJI ZA DALJINSKO OGREVANJE NA LESNO BIOMASO

3.2.1 Uvod

Da bi dosegli učinkovite in gospodarsko uspešne investicije v daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, je treba upoštevati tehnično gospodarske standarde za načrtovanje daljinskih ogrevanj na lesno biomaso.

V posameznih primerih je mogoče utemeljiti odstopanje od teh standardov, še zlasti pri majhnih napravah.

Pričujoči opomnik naj bi:

- služil kot informacija graditeljem in obratovalcem daljinskih sistemov na lesno biomaso,
- dal oporo in smernice načrtovalcem,
- prispeval k trajno gospodarnemu obratovanju naprav.

Osnove za izdelavo opomnika so rezultati novejših raziskav in dolgoletne izkušnje z obstoječimi napravami v sosednji Avstriji. Originalni kriteriji, ki so bili objavljeni v ÖKL-Merkblatt št. 67, 1999, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, 1041 Wien, Schwindgasse 5, Avstrija, so deloma prirejeni za uporabo v Sloveniji (AURE, 2006).

3.2.2 Dimenzioniranje kotlovnice

- a) Prvi korak je natančna in detajlna ugotovitev obsega in dinamike rabe toplote v oskrbnem območju sistema daljinskega ogrevanja. Ti podatki so bistvena podlaga za dimenzioniranje kotlovskih naprav in v nadaljevanju za dimenzioniranje daljinskega omrežja.
- b) V splošnem toplote ne uporabljajo vsi odjemalci istočasno in v polni količini. Zato je treba upoštevati faktor istočasnosti rabe toplote. Vrednost faktorja je odvisna od števila in vrste odjemalcev in se giblje med ekstremoma: $g = 0,5$ pri velikih daljinskih sistemih, in $g = 1$ za mikrosisteme.
- c) Pri načrtovanju kotlovske naprave je zaradi gospodarnosti treba razlikovati med pasovno in konično obremenitvijo. Pasovna toplotna obremenitev se pokriva s kotlom na lesno biomaso. Kotel na lesno biomaso naj bi dosegal obratovanje s 4.000 urami polne obremenitve. To je možno doseči s skrbnim dimenzioniranjem in ob uporabi kotla na fosilno gorivo za pokrivanje koničnih obremenitev. Isto funkcijo, t.j. doseganje ekonomsko optimalnega obratovanja, ima vgradnja hranilnika toplote. Letna raba fosilnega goriva naj ne presega 20 % celotne toplotne vrednosti goriv.
- d) Letni izkoristek kotlovske naprave na biomaso je razmerje med letno oddano količino toplote (kotel + z rekuperacijo dodatno pridobljena toplota) in letno dovedeno količino toplote goriva, upoštevajoč spodnjo kurilno vrednost biomase. Letni izkoristek kotlovske naprave na biomaso naj znaša najmanj 85 %.
- e) Skladišče za gorivo naj se dimenzionira majhno, kapaciteta naj bo manj kot 30 % letne porabe goriva. Upošteva naj se oskrba z gorivom »točno v roku/just in time«. Pri tem morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji: sklenjene dolgoročne pogodbe o dobavi goriva, izvedena organizacija oskrbe z gorivom, regionalna koordinacija, itd..
- f) Poletnemu obratovanju kotlovnice na lesno biomaso naj bi se izogibali. Če naj naprava obratuje tudi poleti, je treba to utemeljiti z analizo gospodarskih posledic in alternativ.
- g) Gradbeni stroški za izgradnjo kotlovnice naj ne presegajo 160.000 SIT/m². Stroški skladiščne hale naj bodo nižji od 14.000 SIT na m³ uporabnega volumna (AURE, 2006).

3.2.3 Dimenzioniranje daljinskega omrežja

Stroški razdelilnega omrežja znašajo 35–55 % skupne investicije (ref.: realizirana daljinska omrežja na biomaso v Avstriji). Zato je zahtevan korekten izračun omrežja in prizadevanje za visoko izkoriščenost. Vrednosti, navedene v nadaljevanju morajo biti dosežene najkasneje v 4. letu obratovanja.

- a) Toplotna obremenitev daljinskega omrežja je letno prodana količina toplote, preračunana na dolžino trase omrežja daljinskega ogrevanja.
- b) Ciljna vrednost: 1.200 kWh/m.
- c) Vrednost toplotne obremenitve, nižja od 800 kWh/m, je lahko gospodarna v posebnih primerih.
- d) Padec temperature je razlika med izstopno in vstopno temperaturo vode v kotlovnici.
- e) Najmanjša vrednost padca temperature: 30°C
- f) Ciljna vrednost: > 40°C
- g) Izgube v omrežju. Letni izkoristek omrežja je razmerje med količino letno prodane toplote in količino letno proizvedene toplote na pragu kotlovnice. Omrežje je treba dimenzionirati tako, da je ta izkoristek najmanj 75 % (AURE, 2006).

3.2.4 Izračun gospodarnosti

Glede na visoko investicijo, dolgo amortizacijsko dobo in dane vplive, ki jih ni mogoče računsko upoštevati, je zahtevan natančen in transparenten izračun gospodarnosti, ki služi kot priprava na odločitev.

Vhodni podatki za izračun gospodarnosti morajo biti podprti z ustreznimi pogodbami za dobavo goriva in odjem toplote.

Za določitev proizvodnih stroškov toplote je treba upoštevati izračun po VDI 2067 (za četrto leto obratovanja). V prilogi A je podan primer izračuna z ustrezno razčlenitvijo. Dodatno je potrebno izvesti dinamični izračun gospodarnosti (upoštevanje izgrajenosti, analiza likvidnosti).

Za te izračune so bili upoštevani naslednji vhodni podatki:

- a) Stroške goriva/biomase je treba upoštevati v dejanski vrednosti, vendar najmanj 1.700 SIT/MWh energije goriva, preračunano na spodnjo kurilno vrednost biomase.
- b) Stroške osebja za obratovanje naprave je treba upoštevati v dejanskem iznosu, vendar najmanj 400 SIT/MWh prodane toplote.
- c) Stroški osebja za vzdrževanje so vsebovani v določilih VDI 2067.
- d) Izračun stroškov, povezanih z amortizacijsko dobo in vzdrževanjem delov naprave naj, z izjemo daljinskega omrežja, upošteva smernice VDI 2067. Vrednosti so podane v Prilogi B. Za daljinsko omrežje se upošteva 1 % investicijskih stroškov na leto.
- e) V dinamični analizi investicije se za čas pogodbenih garancijskih rokov ne upoštevajo stroški vzdrževanja. Prizadevati se je treba za pridobitev večletne garancije.
- f) Izračun stroškov za električno energijo naj upošteva porabo električne energije za celotno napravo najmanj 15 kWh na proizvedeno MWh toplote. Upošteva se povprečna cena električne energije.
- g) Za izračun po VDI 2067 je treba upoštevati različne višine obresti:
 1. Obresti na lastna sredstva (lastni kapital, subvencije): 5 % na leto.
 2. Obresti na posojila: 7 % na leto.

Pri izračunu dinamičnih kazalcev se ne upošteva inflacija oziroma dvig cen pri prihodkih in odhodkih. Kot diskontni faktor se uporablja 5 % diskontna obrestna mera. Časovni okvir za izračun dinamičnih kazalcev investicije naj bo 20 let (AURE, 2006).

3.2.5 Ostali tehnično gospodarski kriteriji

- a) Raba goriv – pri daljinskem ogrevanju na lesno biomaso mora biti najmanj 80 % letnih potreb po gorivu pokritih z biomaso.
- b) Važnejše obratovalne podatke je treba registrirati v preglednici obratovalnih podatkov projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso, ki je prikazana v Prilogi A.
- c) Meritve – času primerno je priporočljivo urediti opremo za meritve, in sicer najmanj:
 - števec toplote za kotlom,
 - ločen električni števec za kotlovnico in omrežje,

- napravo za določitev vsebnosti vode v gorivu.
- d) K načrtovanju je treba pritegniti ustrezno kvalificirane strokovnjake.

Obratovalci daljinskega sistema na lesno biomaso morajo biti šolani s strani strokovno pooblaščenih institucij (AURE, 2006).

3.2.6 Tehnični kazalci

Tehnični kazalci so pomembne oporne točke pri načrtovanju DOLB. Z njimi si lahko pomagamo pri ocenjevanju rentabilnosti postavitve DOLB, možne pomankljivosti ... V nadaljevanju podajamo formule, kako se računajo ti tehnični kazalci.

$$\text{Faktor istočasnosti [\%]} = \frac{\text{dejanska največja toplotna obremenitev sistema daljinskega ogrevanja}}{\sum \text{nazivnih priključnih moči odjemalcev}}$$

$$\text{Polne obratovalne ure kotla [h/leto]} = \frac{\text{proizvedena toplota kotlovske naprave na leto}}{\text{nazivna obremenitev kotla}}$$

$$\text{Letni izkoristek kotla [\%]} = \frac{\text{prodana količina toplote iz kotla na leto}}{\text{dovedena količina toplote goriva na leto}}$$

$$\text{Obremenitev omrežja [kW/m]} = \frac{\sum \text{priključnih moči odjemalcev}}{\text{dolžina trase omrežja}}$$

$$\text{Toplotna obremenitev [kWh/m]} = \frac{\text{prodana količina toplote na leto}}{\text{dolžina trase omrežja}}$$

$$\text{Letni izkoristek daljinskega omrežja [\%]} = \frac{\text{prodana količina toplote na leto}}{\text{letno proizvedena količina toplote na pragu kotlovnice}}$$

$$\text{Specifična investicija (kotel) [SIT/kW]} = \frac{\text{investicija v celotno napravo (strojni del)}}{\text{imenska moč kotla na lesno biomaso}}$$

$$\text{Proizvodni stroški toplote [SIT/MWh]} = \frac{(\text{stroški kapitala} + \text{izplačila}) \text{ na leto}}{\text{prodana količina toplote na leto}}$$

3.3 MOŽNOST IZVEDBE PROJEKTA DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V NASELJU LOGATEC

Postavitev kotlovnice v bližino lesnopredelovalnega podjetja KLI Logatec d.d., se je na začetku zdela najbolj smiselna, saj podjetje letno skuri velike količine lesnih ostankov v lastne namene (leta 2005 so skurili 8.830 t lesnih ostankov), velike količine lesnih ostankov pa proda na trgu (leta 2005 okoli 9.700 t). Poleg tega ima podjetje zastarelo kotlovnico in je zainteresirano za posodobitev (Gostiša, 2006). V bližini podjetja je dokaj gosta naseljenost in potencialno (odvisno od zainteresiranosti) tudi velike potrebe po toplotni energiji.

Recimo da predvidimo, da bi postavili DOLB in bi porabili vse lesne ostanke podjetja KLI, za ogrevanje, potem bi prišli do rezultatov navedenih v preglednici 16.

Preglednica 16: Lesni odpadki tovarne KLI in njihova toplotna vrednost

Količina lesnih ostankov:	9.700 t/letno
Okvirna energijska vrednost teh ostankov:	38.800 MWh/letno
Približna površina, ki bi jo lahko ogrevali	298.461 m ² /letno

Površina vseh naseljenih stanovanj v občini je 301.752 m²; približna površina, ki bi jo lahko ogrevali z lesnimi ostanki tovarne, pa je 298.461 m². Pri tem moramo upoštevati, da se skoraj polovica gospodinjstev že ogreva na lesno biomaso (nekateri najverjetneje z lesnimi ostanki tovarne KLI). Torej bi bilo lesnih ostankov samo tovarne KLI več kot dovolj za daljinski sistem ogrevanja na lesno biomaso; tudi za javne ustanove (šolo, vrtec, zdravstveni dom, občino ...), podjetja ... ki niso upoštevana v kvadraturi naseljenih stanovanj v občini. Seveda je potem izvedbo drugo vprašanje (gostota naseljenosti ...).

3.3.1 Zakaj projekta DOLB trenutno ni možno izvesti v Logatcu

Po Logatcu se je pred nekaj leti napeljal zemeljski plin. Zaradi tega občina ni zainteresirana za ponovno kopanje cest, prav tako ni zainteresirana za sofinanciranje projekta DOLB, saj meni, da ni dovolj konkurenčen zemeljskemu plinu (Nagode, 2006). V

tovarni KLI prav tako menijo, da cenovno ne bi bili dovolj konkurenčni zemeljskemu plinu.

Žal je to zgrešena miselnost, saj če primerjamo cene kWh pri sistemih DOLB in cene zemeljskega plina, vidimo, da so cene pri prvih nižje. Res pa je, če bi upoštevali investicijski delež občine, se ta najverjetneje ne bi hitro povrnil. Vendar je tukaj potrebno gledati na posredne ekonomske in druge pozitivne učinke za občino.

Drug problem bi najverjetneje nastal pri porabnikih, saj tisti, ki so se pred nekaj leti priklopili na zemeljski plin in zamenjali peči, najverjetneje ne bi bili zainteresirani za ponovno menjavo.

V zadnjem letu je nastal še problem z lesnimi odpadki v tovarni KLI, ker so spremenili tehnologijo in imajo dosti manj lesnih odpadkov (letos naj bi jih imeli okoli 2.300 t). Tako je tudi iz ekonomskega vidika čedalje manjši interes za DOLB, saj je čedalje manjša razlika med višino sredstev, ki jo sedaj iztržijo za enoto lesne biomase, in višino, ki bi jo iztržili s postavitvijo DOLB.

3.3.2 Sklep

Projekta DOLB torej trenutno zaradi omenjenih razlogov ni smiselno postavljati v naselju Logatec. Vendar v prihodnje, ko bo cena zemeljskega plina najverjetneje rasla hitreje kot cena lesne biomase in bo osveščenost ljudi za varovanje okolja še višja, bi bilo smiselno ponovno razmisliti o postavitvi DOLB v Logatcu.

3.4 MOŽNOST IZVEDBE PROJEKTA DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V HOTEDRŠICI

Hotedršica je gručasto naselje, ki leži ob cesti Kalce-Godovič in ima 714 prebivalcev. Hotedršica je eno izmed naselij v občini Logatec, ki je gosteje naseljeno, nima zemeljskega plina in ima velik potencial lesne biomase, tako lasten kot iz bližnje okolice.

Pri pisanju tega poglavja smo se največ opirali na študijo izvedljivosti za projekt daljinskega ogrevanja na lesno biomaso za Tolmin (narejeno leta 2004) in študijo izvedljivosti za projekt daljinskega ogrevanja na lesno biomaso s sproizvodnjo toplote in elektrike za Selnico ob Dravi (narejeno leta 2005). Obe študiji je naredila Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o., dobili smo jih na Ministrstvu za okolje in prostor – Agenciji RS za učinkovito rabo in obnovljive vire energije.

3.4.1 Analiza rabe toplote za daljinsko ogrevanje

Po popisu iz leta 2002 je v Hotedršici 157 stanovanj s skupno površino 15.163 m². Na temeljnem topografskem načrtu (TTN 1:5000) smo glede na gostoto hiš določili najbolj optimalno območje za ogrevanje. Tako smo izločili 17 stanovanj, ki zaradi oddaljenosti od centra kraja niso primerna za daljinsko ogrevanje. Pri računanju površine smo naredili približek, in sicer smo predvidevali, da so vsa stanovanja po površini enaka. S pomočjo načrta smo določili približno površino ogrevanih prostorov šole in vrtca, ker nista zajeta v popisu, in prišli do približne ocene 800 m². Tako smo ocenili skupno površino na 14.418 m², za katero bomo postavili predpostavko, da se bodo vsi priključili na DOLB. Če to površino preračunamo, znašajo potrebe po toploti 1.874,34 MWh. Pričakovane povprečne letne toplotne izgube znašajo 15 % celotne prodane toplote, in sicer 330,766 MWh.

Poleg kotlov na lesno biomaso za ogrevanje rabimo kotel na ELKO za pokrivanje konic porabe oz. za rezervo.

Na TTN (merilo 1:5000) smo vrisali približno možno lokacijo kotlovnice, ki smo jo določili po posvetovanju s predsednikom krajevne skupnosti g. Stanislavom Nagodetom (skica – glej priloga B) in toplovodno omrežje (2.900 m). Preračunali smo, koliko znaša toplotna obremenitev daljinskega omrežja (skupno porabo toplote smo delili z dolžino predvidenega toplotnega omrežja) in prišli do rezultata 646 kWh/tm, kar je daleč pod kriteriji, ki smo jih objavili v prejšnjem poglavju, v katerih piše, da naj bi bila vrednost nad 1.200 kWh/tm. Ta kriterij je praktično nemogoče doseči, tudi s spreminjanjem lege kotlovnice in toplovodnega omrežja. Zato lahko rečemo, da projekt daljinskega ogrevanja v Hotedršici ni izvedljiv, zaradi premajhne gostote naseljenosti. V kriterijih piše, da je

toplotna obremenitev, nižja od 800 kWh/m, lahko gospodarna v posebnih primerih. Zato smo se odločili, da s podrobnejšimi izračuni v nadaljevanju ugotovimo, ali bi bil naš sistem DOLB rentabilen.

3.4.2 Pokrivanje toplotnih potreb sistema daljinskega ogrevanja

V kotlarni daljinskega ogrevanja bodo vgrajeni trije kotli, in sicer kotel na lesno biomaso, ki bo pokrival 65 % potreb po energiji, in drugi kotel na lesno biomaso, ki bo pokrival ostalih 28 % potreb po toplotni energiji. Kotel na lahko kurilno olje bo pokrival toplotno konico v zimskih mesecih in bo služil kot rezerva s 7 % pokrivanjem potreb toplotne energije.

Največji stroški električne energije nastajajo pri pogonu črpalk daljinskega omrežja in obratovanju kotla ter so odvisni od količine odjema toplote. V prvih letih so stroški vzdrževanja zanemarljivi, saj za opremo velja običajna 3-letna garancijska doba. Zneski za vzdrževanje v investicijskem programu temeljijo na zneskih za vzdrževanje, določenih v preglednici 17 oziroma na standardih VDI.

Letni stroški obratovanja

Preglednica 17: Letni stroški amortizacije in vzdrževanja

	Investicija	Življen. doba		Vzdržev. po VDI	Obrest na mera	Stroški kapitala	Račun. Linearna Am	Delež v ceni toplote
		Po VDI	Eko n.					
	[SIT]	Leta		% p.a.	% p.a.	[SIT/leto]	[SIT/leto]	[SIT/MWh toplote]
A) Investicijski stroški								
Gradbeni stroški								
	Kotlovnica + skladišče ¹	50	50	1 %		680.416	340.000	454
Daljinsko omrežje								
	Cevni sistemi ² +	45	30	1 %		4.850.803	3.855.066	3.205
	Odkop	45	30	0,5 %		484.983	385.429	290
	Toplotne postaje	30	15	2 %	3,16 %	3.145.212	4.026.123	2.322
Strojni del investicije								
	Kurišče in kotel ³	20	15	3 %		2.318.422	2.266.667	1.781
	Naprava za konično moč	20	15	1 %		272.756	266.667	167
Nenačrtovani stroški⁴								
		50	25	1 %		236.154	236.000	157
Projektiranje		25	15			759.599	886.667	405
Skupaj stroški kapitala	261.506.723					12.748.345	12.262.619	8.781

Opombe: 1 – Podatek smo vzeli iz Študije izvedljivosti za Tolmin (Študija izvedljivosti ..., 2004), kjer imajo sicer nekoliko večje kapacitete, vendar se najverjetneje ne razlikujejo v ceni

2 – Podatek smo povzeli iz Študije izvedljivosti za Selnico ob Dravi (Študija izvedljivosti ..., 2005) in ga preračunal na našo dolžino cevi, odkopa in števila toplotnih postaj. Cena toplotnih postaj je tako približna, saj se cene najverjetneje nekoliko razlikujejo glede na priključno moč.

3,4 – tako kot pri opombi pod številko 1

4 – tako kot pri opombi pod številko 1

Preglednica 18: Drugi obratovalni stroški in vsota vseh obratovalnih stroškov

B) Stroški obratovanja (v SIT)					Stroški goriva	Obratovalni stroški	Delež v ceni toplote [SIT/MWh toplote]
	Stroški goriva						
	Biomasa	2.000	SIT/MWh vložene		4.101.498		2.188
	ELKO	16.278			2.512.623		1.340
	Elektrika	347,5	SIT/MWh proizvedene		651.333		347
C) Obratovalni stroški							
	Stroški osebja					937.170	500
	Ostali stroški (materialni stroški)					468.585	250
Vsota obratovalni stroški (B,C)					7.265.454	1.478.091	4.525
			Stroški kapitala	Stroški vzdrževanja			
Vsota obratovalni stroški (A,B,C)			12.748.345	3.711.171	7.265.454	1.478.091	13.306

Preglednica 19: Povprečni letni stroški obratovanja kotlovnice v Hotedršici

	Zagon projekta	1. leto obratovanja	2. leto obratovanja	3. leto obratovanja
Stopnja porabe	50 %	83 %	100 %	100 %
- Stroški biomase	2.050.749	3.404.243	4.101.498	4.101.498
- Stroški ogrevanja na ELKO	1.256.312	2.085.477	2.512.623	2.512.623
- Električna energija	325.667	540.606	651.333	651.333
- Stroški osebja	1.937.170	1.937.170	1.937.170	937.170 ¹
- Ostali materiali (materialni stroški, telefon, PTT, izobraževanje ...)	234.293	388.926	468.585	468.585
- Vzdrževanje daljinskega omrežja	0	0	0	1.214.334
- Vzdrževanje kotlovnice	0	0	0	1.289.000
- Vzdrževanje toplotnih postaj	0	1.002.505	1.207.837	1.207.837
Skupaj	5.804.191	9.358.927	10.879.046	12.382.380

Opombe: 1 – Po podatkih iz Študije izvedljivosti za Tolmin (Študija izvedljivosti ..., 2004) naj bi bili stroški za osebje v tretjem letu manjši (za 1.000.000 SIT).

3.4.3 Kadri

Stroški za zaposlene so predvideni v višini 500 SIT/MWh (preglednica 18). Z organizacijsko ureditvijo (stalno zaposleni, pogodbeno oddane storitve, itd.) se v diplomski nalogi ne bomo ukvarjali, ker je to stvar možnega bodočega investitorja.

3.4.4 Cena toplote za končnega uporabnika

Trenutno se cena toplote iz sistemov daljinskega ogrevanja lahko spreminjajo v skladu z mehanizmom iz Uredbe o oblikovanju cen distribucije pare in tople vode za namene daljinskega ogrevanja (Uradni list RS št. 111/00, 29/01, 37/03). Uredba velja za tarifne uporabnike in predpisuje pogoje, pod katerimi je možno spreminjati obstoječo ceno toplote. Tarifni pravilnik vsebuje postavke za plačilo fiksne in variabilne dela stroškov toplote. Fiksni del se plačuje mesečno in je neodvisen od odjema toplote. Obsega ceno za priključno moč toplotne postaje. Višina plačila fiksne dela stroškov ogrevanja za odjemalce je odvisna od priključne moči toplotne postaje. Variabilni del obsega obračun porabljene energije po toplotnem števcu.

Povprečna skupna cena dobavljene toplote za končne odjemalce znaša 14,00 SIT/kWh brez DDV. Ceno smo približno določili glede na to, da je investicija še rentabilna in da smo še konkurenčni ostalim načinom ogrevanja. Cena vključuje fiksni in variabilni del stroškov za toploto za vse odjemalce.

V izračunih smo predvideli, da so toplotne postaje ter priklop na sekundarno in primarno omrežje brezplačni, pri čemer sklene toplotni odjemalec z upravljavcem omrežja dolgoročno (običajno 20-letno) pogodbo o odjemu toplote.

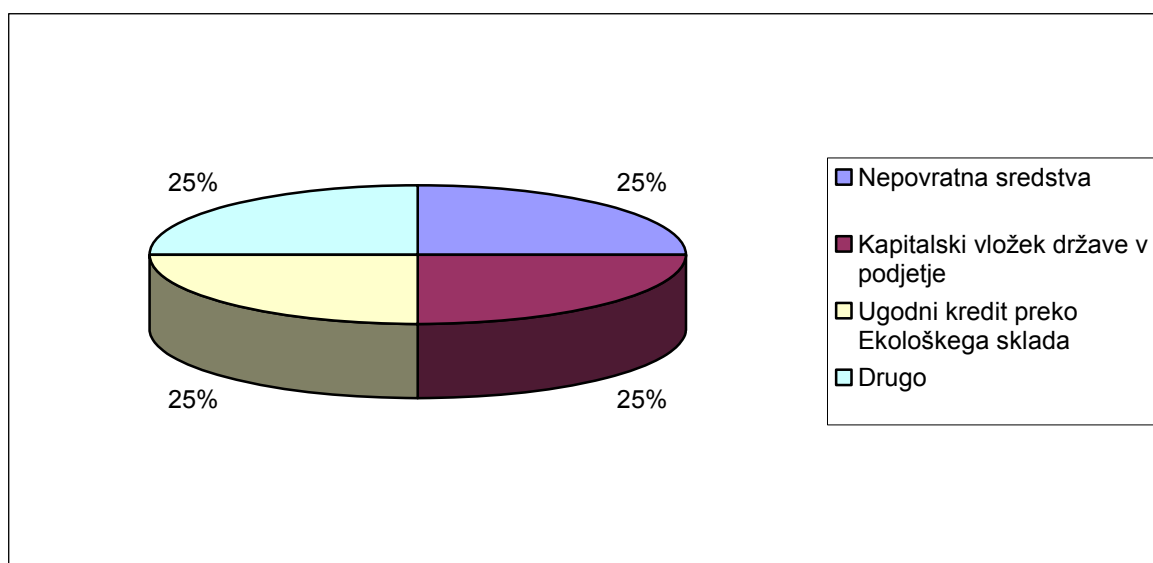
3.4.5 Ocena vplivov na okolje

Vplive na okolje smo delno že obravnavali v poglavju: »Vplivi na okolje«, o podrobnejših ocenah o vplivih na okolje pri tem projektu se ne bomo ukvarjali, saj nimamo podatkov, na kakšna goriva kurijo prebivalci Hotedršice, da bi lahko ugotovili sedanje stanje emisij. Naj

samo kot zanimivost navedemo podatek – če bi vsi krajani kurili na ELKO in nato prešli na ogrevanje na lesno biomaso, bi zmanjšali emisije CO₂-ja za 502,4 t letno.

3.4.6 Viri financiranja

Projekti daljinskega ogrevanja na lesno biomaso so finančno izjemno zahtevni. Poleg ogrevanja z modernimi kotli na lesno biomaso pridobi lokalna skupnost s takim projektom tudi moderno infrastrukturo. Za realizacijo projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso je zato nujno pridobiti nepovratna sredstva ali s strani države ali s strani drugih finančnih ustanov. Ekonomika projekta je namreč močno odvisna od višine pridobljenih nepovratnih sredstev. Zaradi navedenega je struktura financiranja projekta DOLB že v naprej izoblikovana enako, kot je predvideno po programu GEF (Global Enviromental Facility) (Študija izvedljivosti ..., 2004).



Slika 14: Viri financiranja DOLB (Turk, 2006)

Vsi viri financiranja so v okviru projekta GEF (Global Environment Facility – Sklad za svetovno okolje), razen viri, ki so navedeni pod drugo. Višina sredstev je odvisna od izpolnjevanja razpisnih pogojev. Sredstva dodeljuje Ministrstvo za okolje in prostor v okviru razpisnih pogojev.

Pod drugimi viri financiranja je mišljena predvsem občina. Ta je zainteresirana za sofinanciranje projekta, vendar se o višini sredstev še ne more opredeliti. Mislimo, pa da bi lahko občina pokrila cel četrtinski del investicije. Poleg občine bi bili potencialni viri financiranja še: prispevki odjemalcev, zainteresirano podjetje, posojilo banke ...

3.4.7 Ekonomsko-finančna analiza

Preglednica 20: Osnovni tehnični parametri in kazalci rentabilnosti investicije v kotlovnico na lesno biomaso v Hotedršici

Tehnični parametri	
Velikost investicije	261.506.723 SIT
Višina subvencije	65.376.681 SIT
Število priključkov	141
Prodaja toplote	1.874,34 MWh
Povprečna cena lesa	2.000 SIT/MWh
Povprečna cena toplote v omrežju DOLB	14,00 SIT/kWh

V ekonomski analizi je upoštevana povprečna cena toplote 14 SIT/kWh brez DDV (z DDV-jem znaša cena 16,8 SIT/kWh).

Če primerjamo naš projekt DOLB s projektom DOLB Tolmin, vidimo, da bodo v Tolminu prodali več toplote (2.274 MWh). Njihova investicija v DOLB je za več kot polovico manjša od naše in znaša 124.550.000 SIT. Iz teh primerjav lahko že takoj opazimo, da imamo mi glede na količino prodane toplote dosti višji investicijski vložek.

Povprečna cena toplote imajo v Tolminu je 11,04 SIT/kWh brez DDV, torej precej ugodnejša od naše, posebno glede na to, da imajo še dražjo lesno biomaso (3.543 SIT/MWh). Podatke za projekt DOLB sem vzel iz študije izvedljivosti za projekt daljinskega ogrevanja na lesno biomaso (Študija izvedljivosti ..., 2004).

Iz teh primerjav lahko vidimo, da je investicija v kotlovnico na lesno biomaso v Hotedršici finančno dosti slabša od investicije v kotlovnico, ki so jo imeli v Tolminu.

3.4.8 Analiza občutljivosti investicije

Na donosnost projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso najbolj vpliva:

- količina odjema toplote iz omrežja,
- cena toplote iz omrežja,
- cena lesne biomase,
- višina investicije.

Naš projekt je že občutno na meji donosnosti, tako bi lahko vsaka večja sprememba v negativno smer pomenila skoraj zagotovo nedonosnost.

3.4.9 Napotki in priporočila pri izvedbi projekta daljinskega ogrevanja na lesno biomaso

3.4.9.1 Sklepanje pogodb z odjemalci toplote

Za rentabilnost projekta je ključna količina odjema toplote s strani odjemalcev in njena cena. Zelo pomembno je, da se že na začetku projekta sklene ustrezno število pogodb z odjemalci za priključitev na omrežje in odjem toplote. V nadaljevanju je potrebno pogoje in dejavnosti, ki izhajajo iz teh pogodb, ustrezno izvajati, kar velja za obe podpisani strani (Študija izvedljivosti ..., 2004).

3.4.9.2 Zagotovitev zadostne količine lesne biomase

Glede na potencial v Hotedršici in okolici je tveganje za dobavo zadostne količine lesne biomase po sprejemljivi ceni zelo majhno, vendar je kljub vsemu potrebno čimbolj diverzificirati dobavitelje (v kolikor je to možno) in sklepati čimbolj dolgoročne pogodbe s kazenskimi klavzulami.

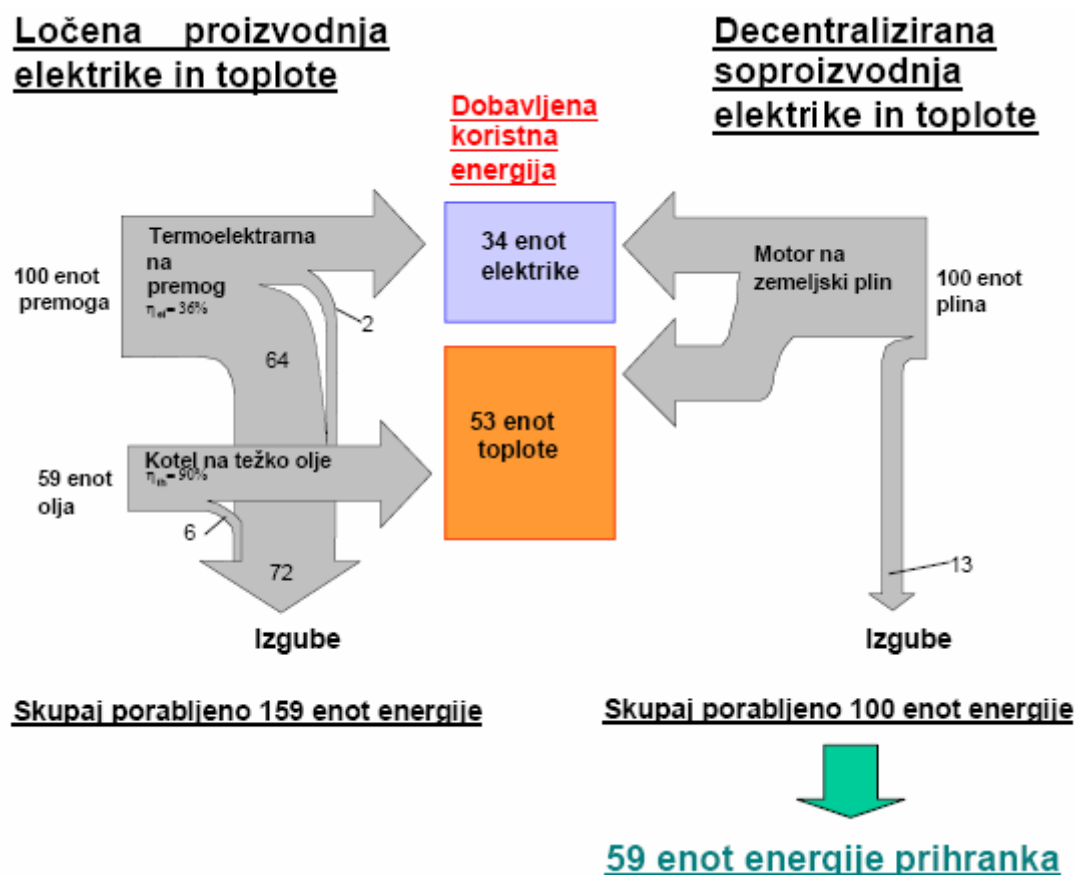
3.5 MOŽNOST SOPROIZVODNJE TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE

Trenutne kapacitete proizvodnje električne energije na osnovi lesne biomase so v Sloveniji zelo skromne, kar lahko v veliki meri pripišemo nizki zagotovljeni odkupni ceni, ki znaša

16,69 SIT na kWh pri instalirani moči pod 1 MW in 16,17 SIT/kWh (22.12. 2005) nad to mejo in sta bistveno nižji kot v sosednjih članicah EU. Takšni odkupni tarifi zagotavljata zgolj obstoj že obratujočih sistemov proizvodnje, žal pa ne investicij v razvoj. Ob tem sedanji sistem odkupnih tarif za električno energijo iz obnovljivih virov Direktorat za konkurenco Evropske komisije obravnava kot nedovoljeno državno pomoč, kar ga postavlja pod vprašaj. Kljub temu je bilo na podlagi študije primera dokazano, da se na ugodnih lokacijah tudi v sedanjih pogojih da zagotoviti rentabilnost proizvodnje električne energije na osnovi lesne biomase, če je zagotovljen dovolj velik odkup oz. raba toplotne energije. Žal lastniki in menedžerji v lesni industriji priložnosti za dodatne prihodke iz naslova prodaje električne energije ne obravnavajo dovolj resno (Cerar in Klemenc, 2005).

Soproizvodnja ali kogeneracija je sočasna proizvodnja električne energije (SPTE). To pomeni, da se pri proizvodnji električne energije istočasno uporablja proizvedena toplota in s tem preprečuje odvajanje te toplotne energije v okolico. Glede na ločeno proizvodnjo dosežemo s soproizvodnjo večji skupni izkoristek goriv (Šimunič, 2006).

Načela soproizvodnje so znana že več let, njihova tehnologija se stalno razvija in izboljšuje. Več tehnologij se uporablja za soproizvodnjo kot npr.: motor z notranjim izgorevanjem, plinski kombinirani proces na plin ali tekoče gorivo, parna turbina, parni motor in ne nazadnje čedalje bolj aktualen Stirilingov motor. Izbor tehnologije je v največji možni meri odvisen od zahtevanih moči. Toplotno energijo iz SPTE je mogoče izkoristiti tudi za proizvodnjo hladilne energije s pomočjo absorpcijskih hladilnikov – to je t.i. trigeneracija (Šimunič, 2006).



Slika 15: Prihranek pri soproizvodnji toplotne in električne energije (Phare Program, 1999).

Glavna komponenta v soproizvodnji iz biomase je regenerator sistema ORC, ki omogoča proizvodnjo električne energije z visokim izkoristkom in zanesljivostjo termičnega olja pri relativno nizkih temperaturah okoli 300°C. S pomočjo termičnega olja se segreje in upari primarno organsko delovno tekočino v izparilniku. Para organske delovne tekočine poganja turbino, ki je neposredno povezana z električnim generatorjem. Izpušna para nato teče skozi regenerator, ki segreva organsko tekočino in se kondenzira v kondenzatorju, ter črpa v izparilnik ter tako zaokroži cikel.

Neto učinkovitost električnega generatorja sistema ORC, ki kot delovno tekočino uporablja silikonsko olje, znaša okoli 18 %, kadar deluje sistem s polno močjo. Izkoristek pri proizvodnji toplote znaša okoli 79–80 %, ki se nato lahko uporabi v sistemu DOLB. Izgube sistema ORC, tako električne kot toplotne, znašajo približno 2–3 %. To pomeni, da je celotna toplotna učinkovitost sistema okoli 97–98 % (Študija izvedljivosti ..., 2005).

Za primer smo vzeli študijo izvedljivosti soproizvodnje električne energije Agencije za prestrukturiranje energetike za kraj Selnica ob Dravi.

Preglednica 21: Tehnični kazalci soproizvodnje toplotne in električne energije (SPTE)

TEHNIČNI KAZALCI SPTE		
Vrsta postrojenja SPTE		ORC Sistem
Vrsta goriva za SPTE		Biomasa
Nazivna moč oljnega kotla na biomaso		2.550 kW
Nazivna moč SPTE (toplotna)		2.025 kW
Električna moč SPTE		450 kW
Proizvodnja toplote v toplovodnem kotlu na ELKO		687 MWh/leto
Input toplote iz kotla za sistem ORC		7.147 MWh/leto
Proizvodnja toplote v termo oljnem kotlu za SPTE		5.682 MWh/leto
Izkoristek pri proizvodnji toplote		79,5 %
Izkoristek pri proizvodnji električne energije (100 % obremenitev)		18 %
Izkoristek pri proizvodnji električne energije (delna obremenitev)		17,72 %
Izgube sistema ORC		2,5 %
Neto prodaja električne energije (100 % priključitev)		1.286 MWh/leto
Povprečna mesečna proizvodnja el. energije		107 MWh
Število polnih obratovalnih ur SPTE		2.273 h/leto
Letna poraba goriva za sistem ORC	Biomasa (pm ³)	4.491
Gorivo za proizvod. konic	EL-kurilno olje (l)	74.497
Število polnih obratovalnih ur sistema ORC		1.122 h/leto
Število polnih obratovalnih ur DOLB		2.731 h/leto
Količina porabljene električne energije za obratovanje SPTE		64 MWh/leto

Prihodki od prodaje električne energije znašajo 21,4 mio SIT/leto (upoštevana je prodaja električne energije v višini 1.286 MWh/leto). V študiji so ugotovili, da je projekt nerentabilen. Zaradi relativno majhnega odjema je število ur obratovanja sistema ORC majhno (1.122 h/leto) in posledično proizvodnja električne energije.

Iz tega projekta lahko sklepamo, da v našem primeru soproizvodnja električne energije najverjetneje ne bi bila rentabilna, saj nismo predvideli ogrevanja za potrebe sanitarne vode in bi imel sistem prav tako majhno število obratovanja. Poleg tega je naš sistem manjši in bi se investicija najverjetneje še težje povrnila.

4 LESNA BIOMASA

4.1 ZNAČILNOSTI LESNE BIOMASE

Biomasa je snov biološkega izvora (fossilne snovi v geoloških tvorbah, ne sodijo v to skupino). Lesna biomasa je izključno iz lesa.

4.1.1 Sekanci

V daljinskih ogrevanjih na lesno biomaso se večinoma kuri na sekance, zato jih bomo podrobneje opisali.

Sekanci so kosi sesekanega lesa, veliki do 10 cm. Običajno jih izdelujemo iz drobnega lesa (les z majhnim premerom, npr. droben les iz redčenja gozdov, veje, krošnje), lesa slabše kakovosti ali iz lesnih ostankov. Kakovost sekancev je odvisna od kakovosti vhodne surovine in tehnologije drobljenja. Velikost sekancev se prilagaja kurilni napravi. Merska enota pri sekancih je nasuti meter (nm^3 : en nasuti meter tehta od 200 do 300 kg, odvisno od vrste lesa, velikosti in homogenosti kosov in vlage).

V skladu z avstrijskim standardom ÖNORM m 7133 lahko delež drobnih delcev ($< 1 \text{ mm}$) za vse velikostne razrede sekancev znaša največ 4 %. To pomeni, da žaganje in lesni prah nista sekanci in se ju ne bi smelo uporabljati v kurilnih napravah za sekance – razen v primerih, ko so kurilne naprave temu prilagojene.

Lesni sekanci z vlažnostjo 20 % (zračno suhi) so trajno obstojni! Sekanci z vsebnostjo vlage 30 % so le delno obstojni, z vlažnostjo nad 30 % pa neobstojni (trohnenje, razvoj mikotoksinov) (Krajnc in Kopše, 2005a).

4.1.2 Razmerje med različnimi prostorninskimi enotami

Preglednica 22: Razmerje med različnimi prostorninskimi enotami (Krajnc in Kopše, 2005a:10)

	Enote	Goli	Polena (1 m) (zložena)	Polena (30 cm) (zložena)	Polena (30 cm) (nasuta)	Lesni sekanci (<5 cm)
Enota		1 m ³	1 prm	1 prm	1 nasuti m ³	1 nasuti m ³
Goli	1 m ³		0,71	0,83	0,5	0,33
Polena (1 m) (zložena)	1 prm	1,4		1,2	0,7	0,46
Polena (30 cm) (zložena)	1 prm	1,2	0,85		0,6	0,40
Polena (30 cm) (nasuta)	1 nasuti m ³	2	1,4	1,67		0,66
Lesni sekanci (<5 cm)	1 nasuti m ³	3	2,1	2,55	1,5	

4.1.3 Lastnosti lesa kot goriva

Osnovna lastnost goriva je kurilnost. Kurilnost lesa je količina toplote, ki nastane pri popolnem zgorevanju enote goriva, pri čemer se produkti zgorevanja ne ohladijo pod temperaturo rosišča vodne pare. Izražamo jo v kWh/kg, MJ/kg, kWh/m³ ali MJ/m³. Na kurilno vrednost lesa vplivajo vsebnost vode, vrsta lesa in njegova ohranjenost (Krajnc in Kopše, 2005a).

Preglednica 23: Energijski in masni ekvivalenti (Krajnc in Kopše, 2005a: 11)

	Enota	kWh
Surova nafta	1 l	10,1
Kurilno olje (ELKO)	1 l	9,7
Zemeljski plin	1 m ³	9,5
Utekočinjen naftni plin	1 l	6,95
Rjavi premog	kg	5,9
Lesni peleti	kg	4,9
Polena (zračno suha)	kg	4,0
Zračno suhi lesni sekanci	nm ³	800

4.1.4 Vplivi na kurilno vrednost lesa

4.1.4.1 Vsebnost vode

Na kurilno vrednost najbolj vpliva vlažnost lesa oziroma vsebnost vode. V procesu zgorevanja lesa voda izpareva, pri tem se porablja energija. Za izhlapevanje 1 kg vode

potrebujemo 0,68 kWh energije. Torej: več kot je vode v lesu, več energije se porabi za njeno izparevanje in manj je ostane za ogrevanje.

Vsebnost vode v lesu je močno spremenljiva fizikalna lastnost lesa, saj nanjo vpliva vrsta dejavnikov:

- drevesna vrsta,
- rastišče, na katerem je drevo raslo,
- starost drevesa,
- letni čas poseka,
- vitalnost in zdravost drevesa,
- del drevesa (vlažnost je lahko različna na različnih nivojih v deblu, različna je v jedrovini in beljavi itd.).

Glede na vsebnost vode v lesu ločimo:

- **svež les** – les takoj po poseku, ki ima vsebnost vode nad 40 %,
- **gozdno suh les** – les približno pol leta po poseku v primeru zimske sečnje oziroma približno 4 mesece po poseku v primeru poletne sečnje, ki ima vsebnost vode od 20 do 40 %,
- **zračno suh les** – les, ki ima vlažnost 12–15 %,
- **tehnično sušen les** – običajno ga sušijo do vlažnosti od 6 do 15 %, glede na to za kakšne namene ga želijo uporabiti.

Na vsebnost vode lahko vplivamo z ustrezno pripravo in s sušenjem goriva.

Nasveti za ustrezno pripravo in sušenje:

1. Les posekamo takrat, ko je vsebnost vode v njem najmanjša – to je v času mirovanja (jesen, zima in zgodnja pomlad).
2. Posekan les spravimo iz gozda in ga razžagamo na 1 m in razcepimo.
3. Metrske cepanice ali okroglice zložimo na zračno in sončno mesto.
4. Skladovnico pokrijemo in jo tako zaščitimo pred dežjem ali snegom. Pomembno je, da je dvignjena od tal in da zrak kroži, da se les suši.
5. Les sušimo najmanj 6 mesecev.

Posledice rabe vlažnega kuriva so:

- za 20–30 % večja poraba goriva, kar povečuje letne stroške ogrevanja in zmanjšuje učinkovitost rabe goriva,
 - večja nevarnost hitre biološke in kemične razgradnje lesa med skladiščenjem (trohnoba in napad žuželk); kurilna vrednost lesa se pri tem zmanjšuje,
 - slabša vnetljivost kuriva; moten je potek vseh ostalih faz procesa zgorevanja lesa,
 - večja kondenzacija vodne pare v kurišču in dimnovodnih napravah,
 - večje poškodbe kurilnih in dimnovodnih naprav (korozija, katranske obloge),
 - zmanjšana je njihova življenjska doba, večji so stroški vzdrževanja,
 - večji transportni stroški (zaradi večje mase tovora pri prevozu kuriva),
- povečane emisije škodljivih produktov zgorevanja (CO , C_xH_y , NO_x , prašni delci) (Krajnc in Kopše, 2005a).

4.1.4.2 Vrsta lesa

V lesu vsebovani kemični elementi (ogljik: 50 %, kisik: 43 %, vodik: 6 % in dušik: 1 %) imajo različne kurilne vrednosti. Zaradi razlik v elementni sestavi različnih lesov so različne njihove kurilne vrednosti. Glavne sestavine lesa so: celuloza, hemiceluloza, lignin, druge organske snovi (proteini, smole, voski, olja, maščobe ...) in mineralne snovi (Ca, K, Mg ...). Te ostanejo pri gorenju kot pepel. Kurilna vrednost posameznih sestavin ni enaka. To pogojujejo različne kurilne vrednosti posameznih vrst lesa. Lignin ima na primer višjo kurilno vrednost od celuloze, zato je kurilna vrednost iglavcev, ki imajo nekoliko več lignina, pri enaki masni enoti, nekoliko višja kot pri listavcih. Gostota lesa je odvisna od drevesne vrste, znatno pa lahko variira tudi znotraj drevesne vrste oz. istega drevesa. Gostota lesa vpliva na sušenje, kurilno vrednost in proces zgorevanja (les z večjo gostoto ima v splošnem večjo kalorično vrednost in zgoreva počasneje).

Preglednica 24: Kurilne vrednosti nekaterih drevesnih vrst in kurilnega olja (Potočič, 1980 – 1987)

Drevesna vrsta	Kurilna vrednost		
	kWh/kg	kWh/m ³	kWh/prm
Beli gaber	3,70	3.069	2.148
Bukev	4,12	2.968	2.078
Hrast	4,01	2.768	1.938
Jesen	3,88	2.679	1.876
Brest	4,08	2.777	1.944
Gorski javor	3,81	2.403	1.682
B. vrba	3,79	2.123	986
Topol	3,76	1.690	1.183
Povprečno listavci	3,92	2.496	1.747
Smreka	4,33	2.037	1.426
Jelka	4,29	1.931	1.352
Rdeči bor	4,71	2.450	1.715
Povprečno iglavci	4,36	2.149	1.504
Skupno povprečje	4,04	2.444	1.665
	kWh/kg	kWh/l	
Kurilno olje	11,7	10,1	

Opomba: Kurilne vrednosti veljajo za zračno suh les

Če kupimo 1 m³ topolovega lesa, bomo dobili kar 39 % manj energije, kot če bi kupili 1 m³ bukovega lesa. Na osnovi prostornine (m³) se nam poleg bukve izplača kupovati še les hrasta, robinije in gabra. Razlike v energijski vrednosti so manjše, če kupujemo lesno biomaso po teži (t ali kg). V tem primeru bi pri nakupu 1 t topolovega lesa kupili le 1 % manj energije, kot če bi kupili 1 t bukovega lesa. Pri kupovanju glede na težo moramo upoštevati vsebnost vode! (Krajnc in Kopše, 2005a)

4.2 POMANJKLJIVOSTI BIOMASE IN ZAVIRALNE OKOLIŠČINE

Kljub velikemu potencialu lesne biomase je bila do sedaj slabo ali celo napačno izkoriščena. Za to obstajajo tako ekonomski kot ekološki razlogi.

4.2.1 Ekonomski razlogi

Pridobivanje energije iz fosilnih goriv se je izkazalo za udobno in učinkovito. Poleg tega obstaja še nekaj pomembnih razlogov za počasen preboj biomase med ključne vire energije.

- Visoka cena tehnologije

V primerjavi z enako učinkovitimi napravami na fosilna goriva so kurilne naprave na biomaso vsekakor bistveno dražje in to je nedvomno ključni razlog, zakaj niso širše uporabljene. Zato si je treba prizadevati za znižanje stroškov tehnologije pridobivanja energije iz biomase, kar bo posledično vodilo k zmanjšanju finančne pomoči s strani države.

- Nizka ozaveščenost ljudi

Že ob pogledu na to, kako človeštvo gospodari z neobnovljivimi naravnimi viri, nam postane jasno, kako kratkovidna je človeška rasa. Zato je povsem razumljivo, da se le redki posamezniki odločijo za relativno drago investicijo v kurilne naprave na biomaso, ki se v trenutnih razmerah izkaže upravičena šele na dolgi rok. Odločitev je tako večinoma podkrepljena z ekološko zavestjo.

- Strah države pred manjšimi proračunskimi prilivi

Težko je pričakovati primerne ukrepe države, če ta ugotovi, da bo z njimi zmanjšala porabo fosilnih goriv in zato pobrala manj trošarin in taks CO₂. Seveda je takšno razmišljanje države zelo ozkogledno, a proračun se sprejema samo za nekaj let vnaprej in z jamčenemu denarju se ni lahko odpovedati.

- Moč naftnih lobijev

Njihovo delovanje je verjetno veliko bolj opazno v Ameriki kot pri nas, a dejstvo je, da ima vsak pomemben gospodarski dejavnik neke vrste vpliv na odločanje državnih organov. Verjetno bo prišlo do rešitve v trenutku, ko bodo tovrstna podjetja uvidela svojo priložnost v energetske izrabi lesne biomase, do takrat pa bo najbrž preteklo še precej naftnih derivatov (Samohod, 2003).

4.2.2 Ekološki razlogi

Kakor vsaka proizvodnja energije ima tudi pridobivanje energije iz biomase vpliv na okolje. Z neracionalno pridelavo in izrabo biomase lahko povzročimo naslednje probleme (Medved in Kotnik, 1995).:

- zmanjšanje hranljivosti tal in erozijo

Ob večjih posekih gozdov prihaja do erozije, ki tlom odvzema hranljive snovi in rastlinam zmanjša dostopnost do vode. To vodi k nerodovitnosti zemlje in v najhujši obliki začnejo nastajati puščave.

- onesnaževanje ozračja in voda

Kot smo že zapisali, je biomasa CO₂ nevtralna, če je posek enak prirastku. Če porabimo več, kot smo posadili, prispevamo k povečanju koncentracije CO₂ v ozračju. Z dimnimi plini se izločajo trdni delci, prah, dušikovi oksidi, ogljikovodiki ter ostali produkti nepopolnega izgorevanja. Pri uporabi goriv iz biomase v motorjih z notranjim izgorevanjem se nekoliko poveča izpuh aldehydov. Plinske pare iz pirolize lahko vsebuje poliaromatične strupene ogljikovodike. Seveda se z nenehnim izboljševanjem procesov zgorevanja biomase ti škodljivi vplivi zmanjšujejo.

- vpliv velikih plantaž biomase

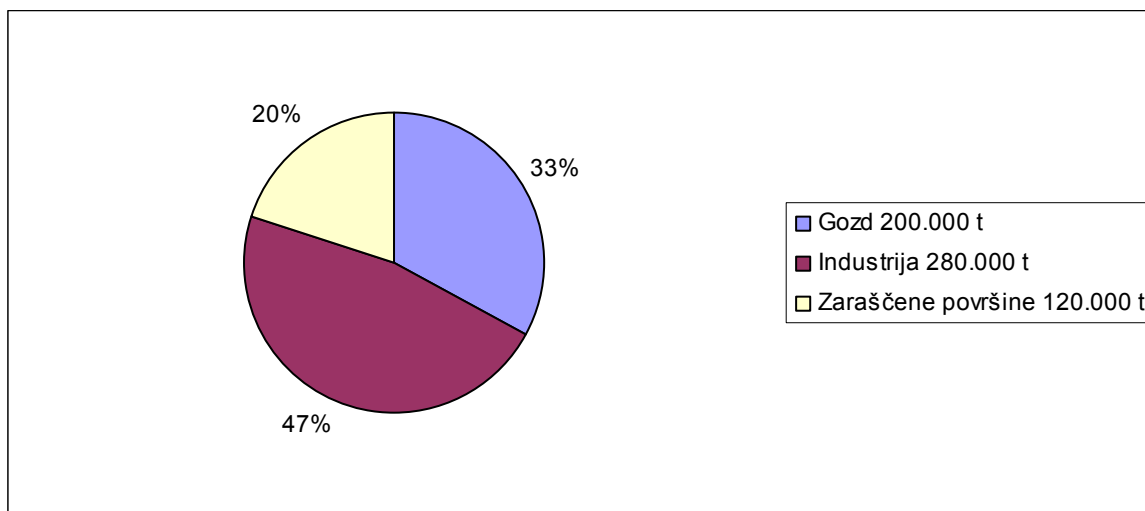
Veliki nasadi energetskih rastlin spremenijo ekosistem in vizualno podobo pokrajine, kar je lahko moteče za ljudi in ogroža živali (Samohod, 2003).

4.3 POTENCIAL LESNE BIOMASE V SLOVENIJI GLEDE NA IZVOR

V Sloveniji je prek 95.000 ha grmišč, kjer letno priraste 120.000 ton lesa (Žerjav in Petač, 2001).

Potencial lesne biomase iz gozdov je 200.000 t na leto. Analize kažejo, da je na hektarju gozda od 0,6 do 1,4 m³ nekakovostnega lesa in ostankov. V povprečju lahko upoštevamo 1 m³ lesne biomase na hektar gozdne površine.

Pri industrijski predelavi lesa ostane letno 280.000 t lesnih odpadkov. Poleg velikih lesno-industrijskih obratov je v Sloveniji registriranih preko 4.000 malih predelovalcev lesne surovine in več tisoč neregistriranih žag, ki ustvarijo letno vsaj 150.000 t lesnih odpadkov, primernih za energetske rabo (Žerjav in Petač, 2001).



Slika 16: Ocenjen potencial lesne biomase v Sloveniji (Žerjav in Petač, 2001: 13)

4.4 VIRI LESNE BIOMASE

4.4.1 Les iz lesnih obratov v Logatcu in njeni bližnji okolici

Da bi pridobili podatke, kolikšna je količina lesnih ostankov v občini Logatec in bližnji okolici, smo pogledali v Poslovni informator Republike Slovenije na internetni strani in izbrali primerne lesne obrate (glede na razdaljo, velikost ...). Vsem smo poslali anketo (Priloga C) po elektronski pošti. Z anketo smo hoteli ugotoviti celotno količino vseh lesnih ostankov, tudi koliko jih porabijo za lastno uporabo. Te količine bi bile zanimive npr. pri veliki porabi podjetja za lastno uporabo, saj bi lahko npr. ugotovili, da ima to podjetje zastarelo kotlovnico ali bi bilo zanimivo v tem podjetju soproizvajati električno energijo ... Z vprašanjem ali menijo, da se bo njihova proizvodnja v naslednjih 10-ih letih povečala ali zmanjšala, smo skušali priti do bolj verodostojnih podatkov. Namreč, če bi pri nekem podjetju, ki ima veliko lesne biomase, temeljili kot enemu izmed glavnih dobaviteljev, to pa bi v naslednjih letih načrtovalo zmanjšanje proizvodnje in s tem zmanjšanje prodaje lesne biomase, bi prišli do zavajajočih ugotovitev.

Pri anketiranju (avgusta 2006) smo naleteli na nezainteresiranost za sodelovanje, zato smo do teh podatkov skušali priti s telefonskimi pogovori. Naleteli smo na naslednje težave: nekateri niso hoteli sodelovati, nekaterih po več telefonskih klicih nismo doklicali, spet

drugi so posredovali pomanjkljive ali približne podatke. Zato smo naredili naslednje približke pri izračunih:

- kjer so nam podali količine lesne biomase tedensko, smo pomnožili z 52 tedni,
- pri podatkih, kjer je bila samo skupna količina vseh lesnih ostankov in cena v razponu, smo vzeli povprečno vrednost cene,
- kjer je bila skupna količina lesnih ostankov in od tega naj bi bilo nekaj suhega in nekaj vlažnega, smo dali pol vlažnih, pol suhih,
- enote smo upoštevali take, kot so nam jih podali, npr. če so nam podali sekance v m³ in ne v prm, smo predvidevali, da so sami preračunali v m³,
- podatke smo skušali dobiti v teži (tonah), saj je teža najbolj sorazmerna energetski vrednosti (seveda mora biti les suh); kjer so nam podatke posredovali v prostorninskih enotah, smo pri nadaljnjem preračunavanju predvidevali, da gre za lesno biomaso iglavcev,
- če smo podatke dobili v tonah, smo pri izračunih predvidevali, da je podana teža glede na suho maso,
- pri prevozu razsute lesne biomase (sekanci, skoblanci, odčelki, žagovina, lubje) smo računali, da lahko kamion pelje svojo polno nosilnost – torej 20 t, poleg tega so vračunani vsi stroški nakladalne naprave, ki jih pri žagovini ni. Zato je strošek prevoza razsute lesne biomase zelo grob približek.

Pri preračunavanju smo si pomagali s podatki iz preglednice 22 in podatki iz priloge D.

Preglednica 25: Struktura lesa po lesnih obratih

Lesni obrati *		Vlažno žamanje	Suho žamanje	Vlažni sekanci	Vlažni skoblanci	Odčelki	Žagovina	Lubje	km do kotlovnice**
1. Žaga	I.	1800m ³	1800m ³						20 km
	II.	4.800 SIT/m ³	4.800 SIT/m ³						
	III.	3.868 MWh	3.868 MWh						
	IV.	2,23 SIT/kWh	2,23 SIT/kWh						
	V.	2,61 SIT/kWh	2,61 SIT/kWh						
2. Žaga	I.	1560 ton							15 km
	II.	4600 SIT/t							
	III.	6.801 MWh							
	IV.	1,05 SIT/kWh							
	V.	1,35 SIT/kWh							
3. Lesna industrija	I.	2250 m ³	2250 m ³						20 km
	II.	7189SIT/m ³ do 14378SIT/m ³	7189SIT/m ³ do 14378SIT/m ³						
	III.	4.835 MWh	4.835 MWh						
	IV.	5,02 SIT/kWh	5,02 SIT/kWh						
	V.	5,40 SIT/kWh	5,40 SIT/kWh						

Se nadaljuje

Nadaljevanje

Lesni obrati *		Vlažno žamanje	Suho žamanje	Vlažni sekanci	Vlažni skoblanci	Odčelki	Žagovina	Lubje	km do kotlovnice**
4. Lesna industrija	I. II. III. IV. V.	700 m ³ 4.500 SIT/m ³ 1.504 MWh 2,09 SIT/kWh 2,58 SIT/kWh					350 prm 1.500 SIT/prm 150 MWh 1,4 SIT/kWh 1,89 SIT/kWh		27 km
5. Lesna industrija	I. II. III. IV. V.	2080 m ³ 1250 SIT/m ³ 4.469 MWh 0,58 SIT/kWh 1,10 SIT/kWh							29 km
6. Žaga	I. II. III. IV. V.	600 m ³ 4.000 SIT/m ³ 1.289 MWh 1,86 SIT/kWh 2,01 SIT/kWh							5 km
7. Žaga	I. II. III. IV. V.	1200 m ³ ~2000 SIT/m ³ 2.578 MWh 0,93 SIT/kWh 1,31 SIT/kWh							20 km
8. Žaga	I. II. III. IV. V.			12.000 m ³ ; 5.000 SIT/m ³ 25.788 MWh 2,32 SIT/kWh 2,54 SIT/kWh					10 km
9. Lesna industrija	I. II. III. IV. V.		2.300 ton 4.390 do 14.024 SIT/ t 10.028 MWh 2,11 SIT/kWh 2,33 SIT/kWh						10 km
10. Lesna industrija	I. II. III. IV. V.			2000 t 3.500 SIT/t 8.720 MWh 0,80 SIT/kWh 1,37 SIT/kWh			1500 t 3.500 SIT/t 6.540 MWh 0,80 SIT/kWh 1,37 SIT/kWh		32 km
11. Lesna industrija	I. II. III. IV. V.	48.026 t Poslovna skrivnost! 209.393 MWh Poslovna skrivnost! Cena prevoza je 0,16 SIT/kWh		139.422 prm 209.690 MWh	5.976 prm 2.568 MWh	1.127 m ³ 2.422 MWh	18.096 prm 12.833 MWh	675 m ³ 1.450 MWh	6 km
Skupaj v tonah		53.839 t	4.296 t	56.008 t	589 t	555 t	4.500 t	332 t	
MWh		234.740 MWh	18.730 MWh	244.198 MWh	2.568 MWh	2.422 MWh	19.621 MWh	1.405 MWh	

OPOMBA: *Imena lesnih obratov nismo napisali, ker si ne želijo vsi objave njihovih imen

** Približno število kilometrov od prodajalca lesne biomase do predvidene lokacije kotlovnice

Pomen oznak: I. Količina lesne biomase

II. Cena lesne biomase na enoto

III. Količina toplote v MWh, ki bi jo dobili, če bi skurili celotno količino lesne biomase pod določeno točko

IV. Preračunana cena energije po kWh

V. Cena energije po kWh skupaj s prevozom.

Pri anketiranju lesnih obratov smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Pri pogovoru s prevoznikom, ki se ukvarja predvsem s prevozom lesnega žamanja, smo ugotovili, da mora biti količina lesne biomase dosti višja, kot smo jo dobili z anketo (brez lesne industrije pod točko 11). Namreč nekateri niso hoteli sodelovati pri anketi in nekaterih lesnih obratov (predvsem manjših) nismo anketirali.
- Prav tako smo prišli do ugotovitve, da gre večina žamanja v Italijo (razen lesne industrije pod točko 11), kar pomeni dodatno prednost pri domači izrabi te lesne biomase, saj bodo z dodatnim draženjem goriva čedalje manj konkurenčni odkupovalci, ki so bolj oddaljeni od lesnih obratov.
- Glede na to, da gre veliko lesne biomase v izvoz, da je žamanje iglavcev manj primerno za energetske uporabe v gospodinjstvih in dokaj nizki prodajni ceni, lahko predvidevamo, da ni velike konkurence za odkup te lesne biomase. Torej sklepamo, da bi s primerno ponudbo lahko preusmerili velik del lesne biomase za energetske uporabe.
- Predvidevamo, da je več suhega lesa, kot smo napisali, saj se lesna biomasa – predvsem žamanje, poleti na zračnem in suhem prostoru dokaj hitro osuši.
- Lahko bi zajeli še širše območje lesnih obratov, saj se pri nizkih cenah lesne biomase splača voziti na nekoliko daljše razdalje.

Ne smemo pozabiti tudi borze lesne biomase (BORZEN OVE), ki deluje na internetni strani: <http://ove.borzen.si/DesktopDefault.aspx> in je lahko pomemben vir lesne biomase.

4.4.2 Les iz gozda

Med drugo lesno biomaso iz gozdov uvrščamo izkoristljive sečne ostanke. Med te uvrščamo ostanke, ki niso zajeti v evidenci označenega drevja za posek (bruto posekana masa), to je vsa vejevina in vrhači pod 7 cm premera. Del teh je še vedno izkoristljiv v

energetske namene. Vejevina in vrhač premera med 4 in 7 cm je v povprečju 4 % in pri listavcih 3 % bruto mase. Drobnejša vejevina mora ostati v gozdu za ohranjanje stabilnosti in ekološke pestrosti ekosistemov.

Dolgoročno lahko pričakujemo, da bo povečano povpraševanje po lesni biomasi spodbudilo razvoj trga z lesno biomaso. Možnost prodaje drobnega in manj kakovostnega lesa bo vplivalo na opravljanje gojitvenih del v gozdovih (sečnja manj kakovostnih listavcev) in predvsem na opravljanje gojitvenih del (možnost prodaje drobnih sortimentov iz prvih in drugih redčenj). Opravljanje del v gozdovih bo vplivalo na proizvodnjo sekancev in na uvajanje dopolnilnih dejavnosti na kmetijah. Domnevamo, da bo povečano povpraševanje spodbudilo nove aktivnosti (Krajnc, 2005). Posledično lahko sklepamo, da se bo tako količina razpoložljive biomase povečala.

4.4.2.1 Les iz gozda v občini Logatec

Najprej podajamo nekaj podatkov, objavljenih na internetnih straneh Zavoda za gozdove, iz katerih lahko dobimo grobo oceno, kakšna je izraba lesne biomase iz gozdov v občini Logatec in koliko jo lahko še povečamo.

Preglednica 26: Podatki o potencialu lesne biomase v občini Logatec (Lesna biomasa ..., 2006)

Površina občine:	17.311 ha
Število prebivalcev:	11.343
Gostota poselitve:	0,7
Površina gozdov:	11.712 ha
Delež gozda:	72%
Površina gozda na prebivalca:	1,0 ha/prebivalca
Delež zasebnega gozda:	80 %
Največji možni posek:	50 673 m ³ /leto
Realizacija največjega možnega poseka:	59 %
Delež manj odprtih in težje dostopnih gozdov:	0 %
Število stanovanj:	3.985
Delež stanovanj ogrevanih z lesom:	46 %
Demografski kazalci:	3
Socialno – ekonomski kazalci:	2
Gozdnogospodarski kazalci:	4
Sinteza kazalcev:	4

Kazalci podajajo strokovno oceno (Gozdarskega inštituta Slovenije in Zavoda za gozdove Slovenije) primernosti izrabe lesne biomase glede na naslednja področja:

- Demografski kazalci: v to skupino so uvrstili delež zasebne gozdne posesti, površino gozda na prebivalca in delež stanovanj, kjer za ogrevanje uporabljajo les kot glavni oziroma edini vir energije.
- Socialno–ekonomski kazalci: v to skupino so uvrstili delež gozda, realizacijo najvišjega možnega poseka in ocenjen delež lesa, primerne za energetske rabo.
- Gozdnogospodarski kazalci: povprečna velikost gozdne posesti, delež težje dostopnih in manj odprtih gozdov ter delež mlajših razvojnih faz gozda.
- Sinteza kazalcev: predstavlja vsoto rangov posameznih kazalcev.

Oblikovali so skupen rang, ki ima 5 stopenj primernosti. Rang 1 so dobile občine, ki so na podlagi omenjenih kazalcev manj primerne za rabo lesne biomase. V rang 5 so uvrstili občine, ki so primernejše (Lesna biomasa, 2006)

V nadaljevanju bomo podali nekaj podatkov iz gozdnogospodarskih načrtov za občino Logatec, iz katerih bomo lahko podrobneje razbrali, kakšen je potencial lesne biomase v občini Logatec. Podatke smo povzeli in preračunali iz treh gozdnogospodarskih načrtov – gozdnogospodarskih enot: Gozdnogospodarski načrt za GGE Logatec (2000), Gozdnogospodarski načrt za GGE Rovte (2002), Gozdnogospodarski načrt za GGE Ravnik (2003).

Preglednica 27: Podatki o lesni zalogi, prirastku in možnem poseku v občini Logatec

	Lesna zaloga (m ³ /ha)			Prirastek (m ³ /ha)			Možni posek % od LZ			% od priras.
	Igl.	List.	Skupaj	Igl.	List.	Skupaj	Igl.	List.	Skupaj	
Zasebni gozdovi	170,5	75	245,5	4,64	2,16	6,80	13,6	11,8	13,1	47,1
Državni gozdovi	211	90,7	301,7	4,16	2,55	6,71	17,7	11,3	15,8	71,5
Gozdovi drugih pravnih oseb	153,5	72,7	226,2	4,01	2,09	6,10	15,1	12,9	14,4	53,39

Zasebnih gozdov je 82,6 % ali 9.381 ha, državnih gozdov je 16,7 % ali 1.894 ha, gozdov drugih pravnih oseb je 0,7 % ali 76 ha.

Preglednica 28: Realizacija poseka po oblikah lastništva v preteklem obdobju za območje občine Logatec

Posek	Zasebni gozdovi			Drugi gozdovi			Skupaj	
	Igl.	List.	Skupaj	Igl.	List.	Skupaj	Igl.	List.
Načrtovani	194.762	54.858	249.620	123.267	26.275	149.542	318.029	81.133
Izvedeni	139.499	41.585	181.084	117.065	15.141	132.206	256.564	56.726
Realizacija	71,6 %	75,8 %	72,5 %	95 %	57,6 %	88,4 %	80,7 %	70 %

Višina realizacije poseka je bila odvisna od več dejavnikov:

- v delu drugih gozdov (državnih gozdovih) na 1.518 ha je bila realizacija 117 % zaradi obsežnih naravnih ujm,
- v delu drugih gozdov (državnih gozdov) je bila realizacija poseka zelo majhna zaradi prepovedi sečnje družbenih gozdov v denacionalizacijskem postopku, kjer so se v zadnjih letih izvajale le sanitarne sečnje iglavcev.

Iz teh podatkov lahko sklepamo, da se bo v prihodnjih letih lahko povečal predvsem posek v drugih gozdovih, saj bojo rešeni denacionalizacijski postopki in se bo v teh gozdovih začelo sekati. Potrebno bi bilo stimulirati lastnike zasebnih gozdov, da bi začeli sekati v svojih gozdovih. Tukaj naletimo na problem velike razdrobljenosti gozdne posesti (kar prikazuje naslednja preglednica) in zato posledično manjše zainteresiranosti oz. neekonomičnosti gospodarjenja.

Preglednica 29: Posestna sestava zasebnih gozdov

Velikost gozdne posesti	Sestava v % po gozdni površini	
	V razredu	Kumulativna
Do 1 ha	7,3	7,3
1 do 5 ha	27,5	34,8
5 do 10 ha	21,4	56,2
10 do 30 ha	35,1	91,3
30 do 100 ha	8,7	100
Nad 100 ha	0	0
Skupaj	100	100

Za naslednje ureditveno obdobje je predviden najvišji možni posek (povprečje za celotno občino Logatec):

- iglavci 290.196 m^3 – najvišji možni posek se glede na prejšnje ureditveno obdobje nekoliko zmanjša,
- listavci 104.187 m^3 – najvišji možni posek se glede na prejšnje ureditveno obdobje poveča za več kot četrtno.

V preteklem ureditvenem obdobju ni bilo izkoriščene kar 30 % lesne mase listavcev. V naslednjem ureditvenem obdobju bi to pomenilo 31.256 m³. Če predvidimo, da je kakovostna sestava dreves enaka za celotno območje občine Logatec (podano v spodnji preglednici), to pomeni, da je 19,5 % lesa listavcev zadovoljive in slabe kvalitete. Ves ta les bomo šteli pod lesno biomaso, ker za kakovostnejšo uporabo ni primeren zaradi slabe kvalitete. Zraven bomo prišteli še 1/3 listavcev dobre kvalitete, saj je v tem razredu v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽII, v drugem pa ŽIII ali P. Skupaj to znaša približno 34 % lesa listavcev slabše kvalitete, primernih za lesno biomaso. Potem izračunamo, koliko je 34 % od 31.256 m³ neposekanega lesa listavcev. Izračunana vrednost pride 10.627 m³ za 10 let, 1.062 m³/letno. To številko bomo v nadaljevanju upoštevali kot neizkoriščen potencial lesne biomase iz gozda. Je zelo groba ocena dejanskega potenciala lesne biomase, saj smo naredili mnogo posplošitev. Vendar lahko trdimo, da je potencial lesne biomase dosti višji, saj nismo npr. upoštevali lesa iglavcev (ker so manj primerni za lesno biomaso), območij, predvidenih za krčenje gozda, pri sanitarnih sečnjah večji delež lesa slabše kakovosti, izkoristljive sečne ostanke ... Med izkoristljive sečne ostanke uvrščamo tiste, ki niso zajeti v evidenci označenega drevja za posek (bruto posekana masa), to je vsa vejevina in vrhači pod 7 cm premera. Del teh je še vedno izkoristljiv v energetske namene. Vejevine in vrhač premera med 3 in 7 cm je v povprečju pri iglavcih 4 % poseka in pri listavcih 3 % od bruto mase, kar navaja Krajnc (2005). Poleg tega moramo upoštevati kot potencialni vir lesne biomase tudi les, ki se že sedaj uporablja za kurjavo. Namreč, če bodo gospodinjstva, ki se sedaj ogrevajo na lesno biomaso, prešla na sistem DOLB, bo na trgu ostal ta del lesne biomase.

Potrebno je opozoriti, da je dokaj nerealno pričakovati, da bi nam uspelo izkoristiti ta neizkoriščen potencial lesne biomase iz gozda. Vendar lahko pričakujemo, da se bi z večjim povpraševanjem odprla nova ponudba lesne biomase.

Preglednica 30: Struktura drevja po kakovostnih razredih

	Delež dreves po kakovostnih razredih (v % - po številu)				
	Odlična	Prav dobra	Dobra	Zadovoljiva	Slaba
Iglavci	8,2	31,4	49,9	8,7	1,8
Listavci	10,3	25,6	44,6	14,9	4,6
Skupaj	8,8	29,7	48,3	10,6	2,6

Za lažje nadaljnje računanje bomo potencial lesne biomase iz gozda, pretvorili v kWh toplotne energije. Prostorninske metre lesa $1.062 \text{ m}^3/\text{letno}$ pomnožimo s povprečno kurilno vrednostjo listavcev 2.496 kWh/m^3 (čeprav je v našem primeru kurilna vrednost nekoliko višja, saj večino potencialne lesne biomase predstavljajo hrast, bukev in drugi trdi listavci, ki imajo višjo kurilno vrednost) in dobimo $2.650.753 \text{ kWh/letno}$ toplotne energije.

Če predvidevamo, da bi les kupovali po cenah na trgu, bi plačali za julij 2006 nekje 4,98 SIT/kWh (podatek vzet iz: Občina Postojna, 2006). Če zraven prištejemo še ceno prevoza do kotlovnice po kWh, dobimo končno ceno 5,24 SIT/kWh (vzeli smo, da je povprečna razdalja prevoza 12 km in izračunali s pomočjo kalkulacije – glej priloga D).

4.4.2.2 Les iz sosednjih občin

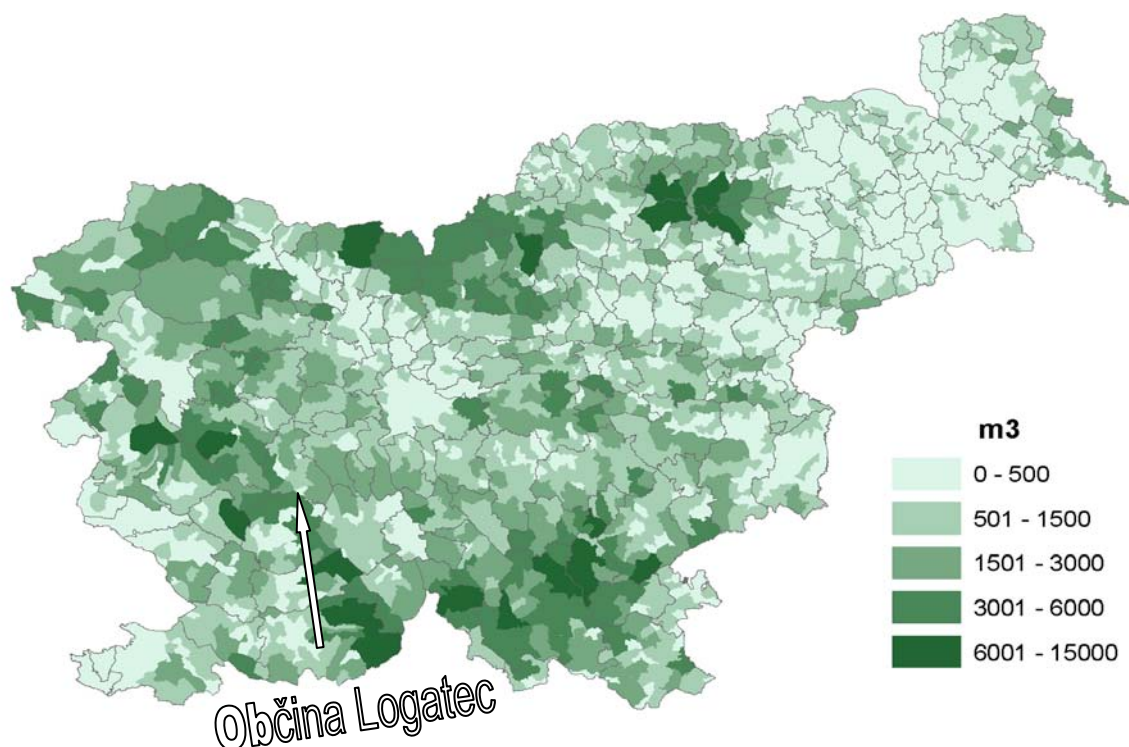
Za približno orientacijo, kakšen je možen potencial lesne biomase sosednjih občin, ki so dobro prometno povezane z občino Logatec, podajam podatke, ki so vzeti s spletne strani Zavoda za gozdove Slovenije, pod lesno biomaso.

Preglednica 31: Potencial lesne biomase sosednjih občin (Lesna biomasa ..., 2006)

Občina:	Vrhnika	Žiri	Postojna	Cerknica	Idrija
Površina:	12.626 ha	4.921 ha	26.987 ha	24.131 ha	29.370 ha
Število prebivalcev:	17.630	4.868	14.581	10.374	11.799
Gostota poselitve:	1,4	1,0	0,5	0,4	0,4
Površina gozdov:	5.582 ha	2.984 ha	18.347 ha	16.375 ha	21.608 ha
Delež gozda:	57 %	63 %	68 %	67 %	78 %
Površina gozda na prebivalca:	0,3 ha/prebivalca	0,6 ha/prebivalca	1,3 ha/prebivalca	1,6 ha/prebivalca	1,8 ha/prebivalca
Delež zasebnega gozda:	83 %	98 %	49 %	87 %	53 %
Največji možni posek:	21.225 m^3/leto	10.517 m^3/leto	45.142 m^3/leto	46.645 m^3/leto	84.389 m^3/ha
Realizacija največjega možnega poseka:	58 %	54 %	66 %	57 %	63 %
Delež manj odprtih in težje dostopnih gozdov:	2 %	0	15 %	9 %	1 %
Število stanovanj:	6.403	1.803	5.709	4.126	4.901
Delež stanovanj ogrevanih z lesom:	28 %	45 %	34 %	55 %	47 %
Demografski kazalci:	1	2	4	4	4
Socialno-ekonomski kazalci:	1	3	1	2	2
Gozdnogospodarski kazalci:	3	5	3	3	5
Sinteza kazalcev:	2	5	3	4	5

Pomen posameznih kazalcev je razložen v prejšnjem poglavju.

Za nas najbolj zanimiv je gozdnogospodarski kazalec, ki nam pove, kakšne so možnosti izkoriščanja lesne biomase iz gozda. Če poiščemo ponderirano sredino gozdnogospodarskih kazalcev sosednjih občin, dobimo vrednost 3,6. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da so gozdovi sosednjih občin primerni za pridobivanje lesne biomase.



Slika 17: Ocena potenciala lesne biomase iz gozdov na nivoju katastrskih občin (Podatki Zavoda za gozdove Slovenije, Drigo, 2004)

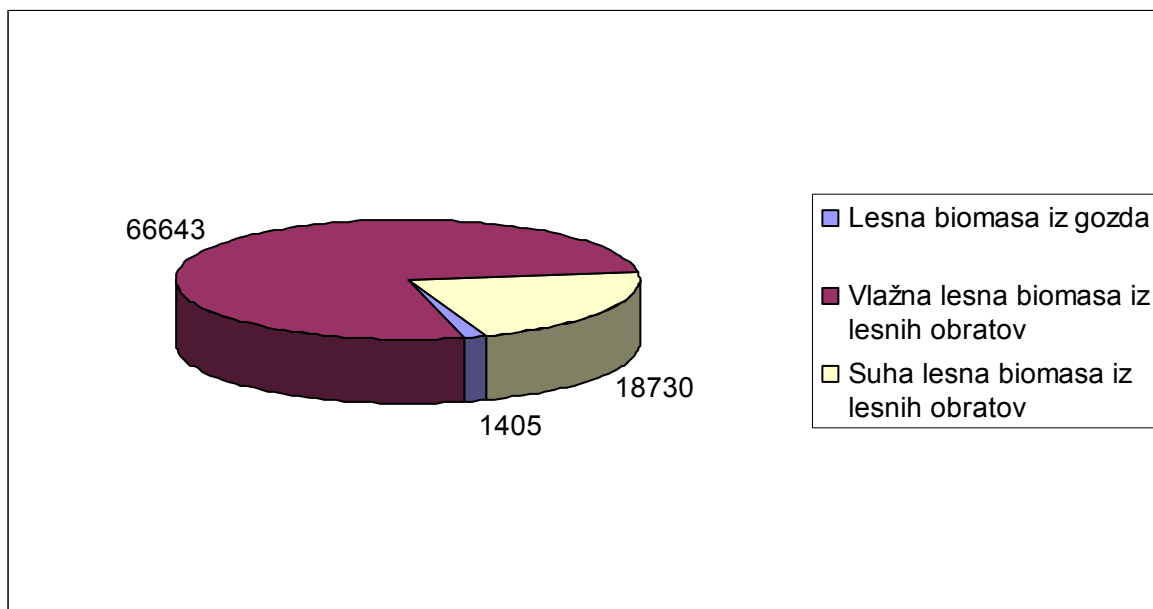
4.4.3 Ocenjevanje potencialov druge lesne biomase v občini

Med drugo biomaso v občini uvrščamo vso biomaso z opuščenih kmetijskih površin, neonesnažen odslužen les (ograje, gradbeni les, masivno – z laki in lepili neobdelano pohištvo) ter lesno biomaso s kmetijskih in urbanih površin. Podatki o teh količinah v večini primerov niso dosegljivi in jih moramo oceniti glede na izkušnje in podatke o kmetijskih, urbanih oziroma parkovnih površinah ter podatkov o površinah v zaraščanju. Pri tej kategoriji lesne biomase gre v veliki meri za subjektivno oceno.

Podatke za oceno te kategorije lesne biomase je najtežje pridobiti. Količina se najbolj spreminja in je v veliki meri odvisna od načina zbiranja komunalnih odpadkov (sortiranje odpadkov na deponiji), od načina urejanja javnih površin, od vrste kmetijske proizvodnje (sadjarstvo) ter od površin v zaraščanju (Krajnc, 2005).

4.4.4 Skupna ocena vsega potenciala lesne biomase v občini Logatec in njeni bližnji okolici

V naslednjem grafikonu smo prikazali strukturo lesne biomase glede na izvor, ali je iz gozda ali iz lesnih obratov. Lesno biomaso iz lesnih obratov smo ločili še na suho lesno biomaso in na vlažno lesno biomaso, tista iz gozda je vsa vlažna. V tem poglavju ne bomo podrobneje obravnavali največjega lesnega obrata (v preglednici 24, lesna industrija pod številko 11) zaradi preglednosti, saj zaradi velike količine lesne biomase (v energetske vrednosti: 438.356 MWh) predstavlja kar 5-kratno količino vse naše ostale lesne biomase skupaj. Poleg tega je pri tem lesnem obratu veliko neznank (cena lesa, od kod tako velike količine), kar nam otežuje nadaljnje preračunavanje.



Slika 18: Prikaz potenciala lesne biomase po virih in strukturi glede na energetske vrednosti v MWh

Iz zgornjega grafikona je razvidno, da je večina lesne biomase vlažne. Torej bi se morali ukvarjati s sušenjem ali kupovati samo lesno biomaso, ki je suha. Obe rešitvi sta dokaj nerealni in neracionalni, zato moramo upoštevati, da bomo kurili vlažno lesno biomaso, na zato prilagojenem kotlu. Zato bomo izgubili nekoliko energije in posledično bo nekoliko dražje ogrevanje.

Iz poglavja 3.3.1 – analiza rabe toplote ..., lahko razberemo, da bi potrebovali za ogrevanje Hotedršice približno 2.205 MWh energije. Zanima nas, od kod bi dobili dovolj lesne biomase, ki bi bila čim cenejša. Vidimo, da v preglednici 25, lesna industrija pod številko 5 prodaja lesno biomaso po ceni 1,1 SIT/kWh, kar je najcenejša ponudba. Njihova skupna količina prodane lesne biomase znaša v energetske vrednosti 4.469 MWh, kar je več kot dovolj za naše potrebe. Vendar bomo zaradi varnosti vzeli nekoliko višjo ceno, in sicer 2 SIT/kWh. Za to ceno prodajajo lesno biomaso 4 podjetja, energetska vrednost te lesne biomase pa je 29.108 MWh, kar je skoraj desetkrat več, kot potrebujemo. Poleg tega vsa ta podjetja prodajajo lesno biomaso mnogo ceneje od 2 SIT/kWh, kar je še dodatno zagotovilo, da bomo kljub večjemu povpraševanju še vedno lahko kupili lesno biomaso za tako ceno. V tej lesni biomasni so tudi lesni sekanci (v skupni energetske vrednosti 8.720 MWh), kar pomeni, da ne bi imeli dodatnih stroškov z njihovo izdelavo.

Vidimo lahko tudi, da je les iz gozda po ceni 5,24 SIT/kWh iz ekonomskega vidika za nas nezanimiv (glej poglavje 4.4.2.1).

4.5 ZAKLJUČEK

Zaradi značilnosti trga z lesno biomaso se pojavljajo problemi v preskrbi večjih biomasnih sistemov (ogrevanje krajev, sočasna proizvodnja toplote in elektrike). Problemi izvirajo iz dejstva, da načrtovalci biomasnih sistemov predvidevajo kot gorivo predvsem rabo lesnih ostankov. Njihove količine le teh pa so najbolj omejene. Zaradi nizkih cen in konkurence z drugimi porabniki te surovine (proizvajalci lesnih plošč) lahko v prihodnosti pričakujemo še večje povpraševanje po lesnih ostankih. Tako bodo morali načrtovalci večjih biomasnih sistemov (predvsem zaradi varnosti oskrbe z gorivom) razmišljati tudi o lesni biomasni iz gozdov in negozdovnih površin. Problem pridobivanja in predelave lesne biomase iz gozdov

in negozdnih površine so stroški. Ti stroški so bistveno višji kot stroški predelave lesnih ostankov (izdelava lesnih sekancev). Država bi lahko z ustreznimi ukrepi spodbudila proizvodnjo lesne biomase tudi iz gozdov. Pri daljinskih sistemih lahko z višino subvencije vpliva na rabo biomase, in sicer lahko uvede ugodnejše subvencije za sisteme, ki imajo večino lesne biomase zagotovljene iz lokalnih virov, kar so v Sloveniji gozdovi in površine v zaraščanju. Pri proizvodnji elektrike lahko s ceno vpliva na rabo lesne biomase iz gozdov. S takim ukrepom bi spodbudili izkoriščanje glavnega lokalnega vira lesne biomase, kar ima največ pozitivnih socialno-ekonomskih in okoljskih vplivov. Hkrati lahko zagotovimo boljše izkoriščanje gozdov – večjo realizacijo poseka in opravljanje gojitvenih in nujnih varstvenih del v gozdovih (Krajnc, 2006).

Nova niša v razvoju biomasnega sektorja so mikrosistemi in energijsko pogodbeništvo. Dejansko gre za srednje velike biomasne sisteme (do 1 MW). Prednost takih sistemov se skriva v tem, da skupina ljudi (eden ali več kmetov – lastnikov gozdov) investira v kurilnico in iz ene kurilnice ogrevajo več bližnjih objektov. Najprimernejše lokacije za postavitev mikrosistemov so manjša ali večja strnjena naselja z javnimi zgradbami v neposredni bližini, kot npr. občina, šola, vrtec, zdravstveni dom, večstanovanjski blok, tovarna ... Lastniki gozdov tako dobavljajo surovino sistemu (dolgoročne pogodbe), prodajajo toploto in so zadolženi za vzdrževanje in delovanje sistema. Gre za pokrivanje celotne tehnološke verige pridobivanja, predelave in rabe lesa od drevesa do energije. Taki sistemi prinašajo lokalnim skupnostim najvišje pozitivne socialno-ekonomske in okoljske vplive, kot so: nova neposredna, posredna in inducirana delovna mesta, povečan prihodek v regiji, dodatne aktivnosti na kmetijah, zmanjševanje nezaposlenosti, povečana samooskrba z energijo, povečani javni dohodki v regiji, zmanjševanje emisij CO₂, zmanjševanje stroškov odlaganja odpadkov, vpliv na rabo lesnih ostankov, prispevek h gospodarjenju z gozdovi ter nadomeščanje fosilnih virov energije (Krajnc, 2005).

Te ugotovitve, bi lahko rekli, ne veljajo za območje občine Logatec. Situacija je namreč ravno obratna, in sicer je največji potencial lesne biomase iz lesnih ostankov, kar smo ugotovili v prejšnjih poglavjih. Vendar bi bilo smiselno, da bi razmišljali o kombinaciji

daljinskih sistemov in mikrosistemov ogrevanja na lesno biomaso, saj lahko le v kombinaciji v popolnosti izkoristimo ves potencial lesne biomase. Mikrosistemi so bolj zanimivi za manjše vasi, kjer ne pridejo v poštev večji sistemi daljinskega ogrevanja, in na območjih, kjer ni dosti izkoriščen potencial lesne biomase iz gozda.

5 SKLEP

V uvodu smo ugotovili, da je veliko razlogov za postavitev daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. Vendar je za postavitev takega sistema potrebnih nekaj predpogojev.

Zaradi premajhne gostote naseljenosti Hotedršice in premalo velikih porabnikov toplotne energije je projekt ekonomsko vprašljiv in zaradi tega dokaj nekonkurenčen ostalim načinom ogrevanja.

V nalogi smo predvidevali, da bi se na DOLB priklopili vsi vaščani, kar je zelo vprašljivo, saj še s tako ugodno ponudbo ne bi mogli konkurirati porabnikom, ki se ogrevajo z lesno biomaso iz lastnega gozda. Podobno ne bi pritegnili tistih, ki so pred kratkim investirali v novo peč ipd.

Izkazalo pa se je, da je veliko cenovno ugodne lesne biomase iz lesnih obratov. Zato bi bilo smiselno razmisliti npr. o mikrosistemih daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. V skupen sistem ogrevanja bi se lahko združilo več bližnjih hiš. Zaradi krajših razdalj cevovodov bi bilo manj toplotnih izgub in cenovno ugodnejše.

6 POVZETEK

Velika uporaba fosilnih goriv je glavni razlog za onesnaževanje okolja. Spremembe v ozračju so že zaskrbljujoče, zato je tudi Slovenija ratificirala Kiotski protokol o zmanjšanju emisij toplogrednih plinov.

Fosilna goriva je mogoče nadomestiti le z obnovljivimi viri energije, med njimi ima pomembno mesto biomasa. Slovenija kot tretja najbolj gozdnata dežela v Evropi ima velik potencial lesne biomase, ki v veliki meri ostaja neizkoriščen. Proučili smo, kakšne so možnosti za povečano izrabo lesne biomase v energetske namene na primeru daljinskega ogrevanja na lesno biomaso za občino Logatec in konkretnije za naselje Hotedršica.

Ugotovili smo, da je gostota naselitve Hotedršice premajhna za postavitev daljinskega ogrevanja na lesno biomaso. To smo ugotovili tako, da smo skupno porabo toplote (1.874.340 MWh) delili z dolžino predvidenega toplotnega omrežja (2.900 m) in tako dobili toplotno obremenitev 646 kWh/tm. Po kriterijih za daljinska ogrevanja naj bi bila toplotna obremenitev 1.200 kWh/tm, kar pomeni prag rentabilnosti. Le v izjemnih primerih je lahko prag rentabilnosti pod toplotno obremenitvijo 800 kWh/tm.

V nadaljevanju smo ugotavljali, ali bi bila soproizvodnja električne energije rentabilna in ali bi mogoče tako dosegli rentabilnost celotnega sistema DOLB. Vendar smo ugotovili, da zaradi premajhnega števila ur obratovanja soproizvodnja električne energije ne bi bila rentabilna.

Na koncu smo raziskali, kolikšen je sploh potencial lesne biomase, ki bi jo lahko izkoristili za daljinsko ogrevanje v Hotedršici. Ugotovili smo, da je lesne biomase več kot dovolj, ki je tudi cenovno ugodna (2 SIT/kWh).

7 VIRI

AURE: razpisna dokumentacija. Ljubljana, Republika Slovenija Ministrstvo za okolje in prostor, Sektor za aktivnosti učinkovite rabe obnovljivih virov energije.

<http://www.aure.si> (7. avgust 2006)

Cene zemeljskega plina v občini Domžale. 2006.

http://www.petrol.si/www.nsf/Users_0305DO05_v2 (30. maj 2006)

Cene zemeljskega plina v občini Radovljica. 2006.

http://www.petrol.si/www.nsf/Users_0305RA05_v2 (30. maj 2006)

Cerar M., Klemenc A. 2005. Strokovni posvet o perspektivah proizvodnje električne energije na osnovi lesne biomase v Sloveniji.

http://www.ljudmila.org/sef/stara/srecanje221205/POVZETEK-ELEKTRIKA_IZ_BIOMASE.pdf (14. julij 2006)

Čista energija iz gozda. Ogrevanje s sodobnimi kotli na lesno biomaso. Ljubljana, Agencija za prestrukturiranje energetike (ApE) : 6 str.

<http://www.ape.si/publikacije/CEG.pdf> (1. junij 2006)

Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso. 1999. Phare: 30 str.

http://www.gov.si/aure/eknjiznica/DOLB_prirocnik99.pdf

Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso. 2005. Ljubljana, Agencija za prestrukturiranje energetike: 2 str.

<http://www.ape.si/publikacije/DOLB-zlozenka.pdf> (5. junij 2006)

Drigo R. 2004. Analysis of spatial woodfuel production-consumption patterns in Slovenia, Technical report for project: "Supply and Utilization of Bioenergy to Promote Sustainable Forest Management". Ljubljana: 42 str.

Gostiša J. 2006. Podatki tovarne KLI Logatec v povezavi z daljinskim ogrevanjem na lesno biomaso v Logatcu. Logatec, KLI Logatec (osebni vir, 7.6.2006)

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Ravnik 1998 – 2007. 2000. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Ljubljana.

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Rovte 1999 – 2008. 2002. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Ljubljana.

Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Ravnik 2001 – 2010. 2003. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Ljubljana.

- Jeklar T. 2006. O daljinskem ogrevanju na lesno biomaso v Preddvoru. Preddvor, Energetika Preddvor (osebni vir, 8.6.2006)
- Krajnc N. 2004. Oblikovanje trga z lesno biomaso V: Dnevi energetikov, Portorož, 4.april 2005. (neobjavljeno)
- Krajnc N. 2005. Ocenjevanje izbranih socialno-ekonomskih in okoljskih posledic rabe lesne biomase. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 185 str.
- Krajnc N., Kopše I. 2005a. Ogrevanje z lesom. Ljubljana, Zavod za gozdove, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije: 36 str.
- Krajnc N., Kopše I. 2005b. Les – domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije. Ljubljana, Zavod za gozdove, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije: 23 str.
- Lesna biomasa – potencial po občinah. 2006. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije
<http://www.sigov.si/zgs/> (5. junij 2006)
- Malovrh M. 2004. Ogrevanje večstanovanjskih in javnih stavb z lesno biomaso. Osnovne informacije za načrtovanje. (prirejeno po brošuri: »Heating Large Buildings with Wood Fuels, Basic Information for Planners«, Energieverwertungsagentur (E.V.A.), Wien). Ljubljana, Agencija za prestrukturiranje energetike (ApE): 19 str.
<http://www.ape.si/publikacije/Brosura-03.pdf> (31. maj 2006)
- Medved S., Kotnik A. 1995. Biomasa. Energija, ekologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za ogrevalno, sanitarno in solarno tehniko: 1 CD ROM.
- Medved S., Novak P. 2000. Varstvo okolja in obnovljivi viri energije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo: 231 str.
- Nagode J. 2006. O možnost daljinskega ogrevanja na lesno biomaso v občini Logatec. Logatec, Občina Logatec (osebni vir, 9.6.2006).
- Nemac F., Bratkovič A., Lambergar N. 2002. Daljinsko ogrevanje Preddvora na lesno biomaso. Občina Preddvor: 32 str.
<http://www.gov.si/aure/eknjiznica/V19-Preddvor.pdf> (29. maj 2006)
- Občina Postojna: Cene energentov – junij 2006
<http://www.postojna.si/podrocje.aspx?id=2115> (2. junij 2006)

Phare Program. 1999. Manjše enote za soproizvodnjo toplote in elektrike. Ljubljana, Program Phare: 15 str.

<http://www.ape.si/publikacije/SPTE-InfPort.pdf> (15. avgust 2006)

Pogačnik N. 2000. Metode svetovanja lastnikom gozdov za učinkovito rabo lesne biomase v energetske namene: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire), Ljubljana, samozal.: 199 str.

Polšak (Kocjančič) A. 2004. Konkurenčnost lesne biomase v primerjavi z ostalimi energenti: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.: 76 str.

Potočić Z. 1980 – 1987. Šumarska enciklopedija. Zagreb, Jugoslavenski leksikografski zavod: 2138 str.

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Podnebne podlage. Ur. L. RS št. 42/02

http://193.2.110.244/mop_pp/mop.exe?sifko=2017 (5. julij 2006)

Prihranek energije pri posodobitvi ogrevanja in energetske obnovi ovojne stavbe. Energetika.net

<http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.knowledge&ctrl:type=render&ec:det=27544> (5. julij 2006)

Rajer B. 2006. »Cene lesne biomase« Ljubljana, BORZEN OVE, Organiziran trg z lesno biomaso. ove@borzen.si (osebni vir, 2. jun. 2006)

Samohod M. 2003. Možnosti izkoriščanja lesne biomase kot energijskega vira v Sloveniji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta). Ljubljana, samozal.: 35 str.

Solid biofuel – terminology definitions and descriptions PRCEINITS 14588, slovenski prevod tehnične specifikacije. 2005. Ljubljana: 18 str.

Statistični urad Republike Slovenije. 2002. Popis 2002

<http://www.stat.si/popis2002/si/default.htm> (29. junij 2006)

Struktura in višina maloprodajnih cen na bencinskih servisih. 2006.

<http://www.petro.si/> (30. maj 2006)

Šimunič Š. 2006. Učinkovitost soproizvodnje toplotne in električne energije. Megavat, 9: 6-7

http://www.te-tol.si/casopis/megavat_marec_06.pdf (15. avgust 2006)

- Študija izvedljivosti za projekt daljinskega ogrevanja na lesno biomaso – Tolmin. 2004. Pripravila ApE – agencija za prestrukturiranje energetike V: AURE. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Sektor za aktivnosti učinkovite rabe in obnovljivih virov energije. (neobjavljeno)
- Študija izvedljivosti za projekt daljinskega ogrevanja na lesno biomaso s soproizvodnjo toplote in elektrike – Selnica ob Dravi. 2005. Pripravila ApE – agencija za prestrukturiranje energetike. V: AURE. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Sektor za aktivnosti učinkovite rabe in obnovljivih virov energije. (neobjavljeno)
- Towards a European Strategy for Security of Energy Supply Com (2000) 769. 2000.: 13 str.
<http://www.epsu.org/a/89> (3.oktober 2006)
- Turk J., Butala V. 1998. Lesna biomasa – neizkoriščeni domači vir energije. Ljubljana, Konzorcij FEMOPET Slovenija: 20 str.
- Turk J. 2006. O financiranju daljinskega ogrevanja na lesno biomaso s strani države. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za evropske zadeve in investicije, Sektor za aktivnosti učinkovite rabe in obnovljivih virov energije (osebni vir, 17.7.2006)
- Žerjav J., Petač T. 2001. Program energetske izrabe lesne biomase v Sloveniji in operativni program za obdobje 2001 – 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 51 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Boštjanu Koširju za vso pomoč in usmerjanje pri nastajanju tega diplomskega dela.

Viš. pred. dr. Juriju Marenčetu se zahvaljujem za recenzijo.

Zahvaljujem se tudi dr. Nike Krajnc, prof. dr. Katarini Čufar in drugim za strokovno pomoč.

Staršem se zahvaljujem za vso podporo pri mojem študiju.

Zahvaljujem se vsem institucijam (AURE, BORZEN OVE, ZGS KE Logatec ...), ki so mi omogočili dostop do informacij. Skratka zahvaljujem se vsem, ki ste mi kakorkoli pomagali na poti do nastanka tega diplomskega dela.

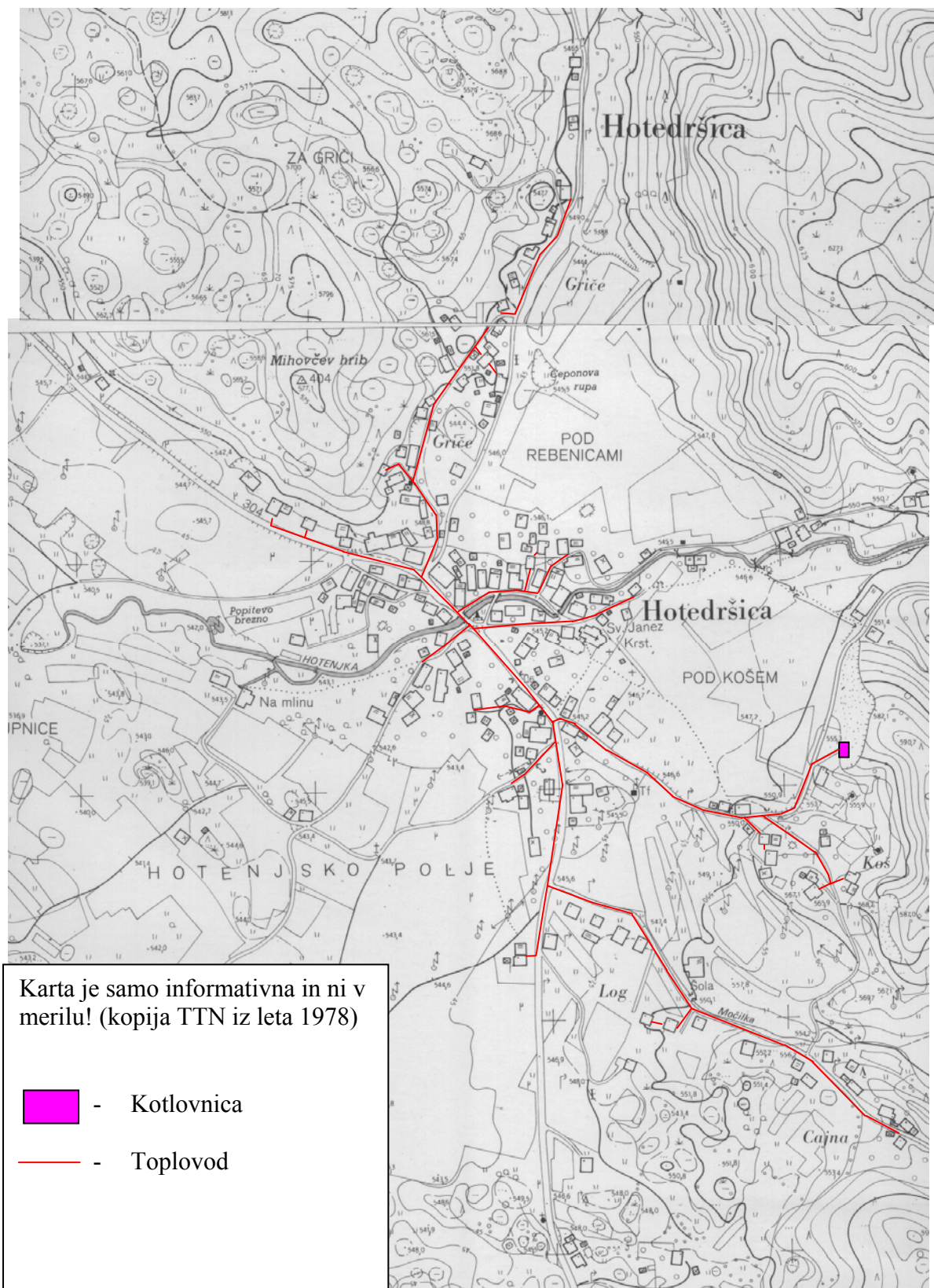
PRILOGE

Priloga A Primer izračuna proizvodnih stroškov toplote

Primer izračuna proizvodnih stroškov toplote

	Življenska doba [leta]	Vzdrževanje [%/a]	Investicija [SIT]	Stroški kapitala [SIT/a]	Vzdrž. stroški [SIT/a]	Stroški goriva [SIT/a]	Obratovalni stroški [SIT/a]	Skupni stroški toplote [SIT/a]	Specifični stroški toplote [SIT/prodano MWh]
PRIMER IZRAČUNA (obrestna mera = 5,57 %)									
Gradbeni stroški									
Kotlovnica	50	1	17.500.000	1.043.794	175.000			1.218.794	342
Skladišče	50	1							
Zunanje skladišče	50	1	2.500.000	149.113	25.000			174.113	49
Nenačrtovani stroški	50	1							
Daljijsko omrežje									
Cevni sistemi	45	1	111.024.546	6.772.470	1.110.245			7.882.715	2.214
Izkopi	45	1	12.336.061	752.497	61.680			814.177	229
Toplome postaje	30	2	43.649.360	3.025.647	872.987			3.898.634	1.095
Strojni del investicije									
Kurišče in kotel	20	3	21.500.000	1.809.155	645.000			2.454.155	689
Čiščenje dimnih plinov	20	2	4.500.000	378.660	90.000			468.660	132
Transport in hranjenje pepela	20	3	3.000.000	252.440	90.000			342.440	96
Rekuperacija toplote	20	2							
Dozirna naprava	20	3	7.000.000	589.027	210.000			799.027	224
Dimnik	20	1	8.400.000	706.832	84.000			790.832	222
Žerjav	20	2							
Elektro instalacije	20	2	21.500.000	1.809.155	430.000			2.239.155	629
Tehnološke instalacije	20	2	14.500.000	1.220.127	290.000			1.510.127	424
Jeklena konstrukcija	20	1							
Naprava za komično moč	20	1	4.500.000	378.660	45.000			423.660	119
SPTE modul	20	2							
Vozila	15	3							
Načrtovanje	25		15.000.000	1.125.588	0			1.125.588	316
Drugo									
Stroški goriva									
Biomasa						6.667.187		6.667.187	1.873
ELKO/plin/drugo						4.734.381		4.734.381	1.330
Drugi obratovalni stroški									
Stroški osebja							1.068.000	1.068.000	300
Elektrika						1.687.528		1.687.528	474
Drugi stroški (obratovalni upr. telefon, PTT)							1.067.966	1.067.966	300
Stroški zemljišča (zakup)									
Skupni letni stroški			286.909.967	20.013.166	4.128.912	13.089.096	2.135.966	39.367.140	11.059
Spec. cena toplote SIT/MWh prodane toplote				5.622	1.160	3.677	600	11.059	
Spec. cena toplote (40% investic. subvencije) SIT/MWh prodane toplote				3.373	1.160	3.677	600	8.810	

Priloga B Skica lokacije kotlovnice s toplovodom



Priloga C Anketa o količini lesnih ostankov v industriji

1. Ali menite, da se bo Vaša letna proizvodnja v naslednjih 10 letih (*obkrožite*):

- zelo povečala (za več kot 50 %)
- povečala (do 50 %)
- ostala enaka
- zmanjšala (do 50 %)
- zelo zmanjšala (za več kot 50 %)

2. Ocenite letne količine Vaših lesnih ostankov (odpadkov): _____ v tonah, od tega je (*vpišite v preglednico*):

Vrsta ostankov:	Skupna količina (t)	Trenutna raba, ocenite v %
Neonesnaženi kosovni ostanki (brez lepil, barvil, plastičnih folij)	_____	1. Lastna raba (ogrevanje, sušenje ...) _____ % 2. Prodaja _____ % 3. Odvoz na deponijo _____ % 4. Drugo: _____ %
Žaganje	_____	1. Lastna raba (ogrevanje, sušenje ...) _____ % 2. Prodaja _____ % 3. Odvoz na deponijo _____ % 4. Drugo: _____ %
Drugo: _____	_____	1. Lastna raba (ogrevanje, sušenje ...) _____ % 2. Prodaja _____ % 3. Odvoz na deponijo _____ % 4. Drugo: _____ %

3. Ocenite potencialno količino lesnih ostankov, ki bi jih lahko ponudili na trgu: _____ t/leto, ki so (*ustrezno obkrožite*):

- **svež les** – vlažnost nad 40 %,
- **gozdno suh les** – vlažnost od 20 do 40 %,
- **zračno suh les** – les, ki se je sušil vsaj 6 mesecev na zračnem in pokritem mestu in ima vlažnost do 20 %,
- **tehnično suh les** – (umetno sušenje), ki ima vlažnost od 6 do 15 %.

Okvirna cena lesnih ostankov: _____

Hvala za sodelovanje,

Tadej Grom, Čevica 8, 1370 Logatec

Priloga D Primer kalkulacije za prevoz lesa s kamionom

KAMION				
<u>MAN 27 (20 ton) 2006</u>				
PREVOZNA RAZDALJA:	12	[km]		
NOSILNOST:	20	[t]		
POVPREČNA HITROST VOŽNJE:	60	[km/uro]		
ČAS PREKLADANJA [min/t]:	4	[min/t]		
LETNO DELOVNIH DNI:	200			
TRAJANJE KAMIONA:	7,3	LET	500000	[km]
TRAJANJE NAKLADALNE NAPRAVE:	7,3	LET	6000	[del. ur]
Čas prekladanja:	30	[min/ciklus]		
Čas vožnje:	12	[min/ciklus]		
Št. ciklusov dnevno:	11,4			
Št. ciklusov letno:	2286			
Dnevno prevoženo:	274	[km]		
Letno prevoženo:	54857	[km]		
Letno prevoženo lesa:	45714	[t]		
Letno polna vožnja:	548571	[tkm]		
Dejansko trajanje kamiona:	9,11	[let]		
Dejansko trajanje nakladalne naprave:	5,25	[let]		
				SIT/leto
<u>1. GORIVO IN MAZIVO</u>				
Gorivo, kamion	239,4	SIT/l	45 l / 100 km	5909760
Gorivo, nakladalna n.			0,4 l / t	4377600
			% cene	
Mazivo, kamion			20 goriva	1181952
			% cene	
Mazivo, nakladalna n.			20 goriva	875520
<u>2. NADOMESTNI DELI</u>				
Gume, cena	90000	SIT	40000 km	18 število
				22039406
<u>3. AMORTIZACIJA</u>				
Nabavna vrednost KAMION:	30000000	SIT		3291429
Nabavna vrednost NAKL. N.:	6100000	SIT		1161905
			% nakl.	
Likvidacijska vrednost:	20	% kamion	25 n.-	948762
<u>4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE</u>				
Kamion	90	[%]*A		2962286
Nakl. n.	100	[%]*A		1161905
<u>5. OBRESTI NA KAPITAL</u>				
Obrestna mera	4,1	[%]	Kamion	682474
			Nakl. n.	148869

<u>6. ZAVAROVANJE,</u>			
<u>TAKSE</u>	Kamion	2 [%]*A*t	540000
	Nakl. n.	2 [%]*A*t	122000
<u>7. STROŠKI DELAVCA</u>			
BPL delavec	1300 SIT	K1 = 2,22	4617600
<u>8. SPLOŠNI STROŠKI</u>			
BPL *K2		K2 = 1,37	2849600
1-8 LASTNA CENA	92,92	SIT/tkm	50973543

Priloga E Količinski ekvivalenti med različnimi oblikami lesnega kuriva (Pogačnik, 2000: 180)

Oblika – vrsta lesa in lesnih ostankov	1 pr. m = m³	1 m³ = pr. m
1. Gozdni lesni sortimenti in sečni ostanki		
➤ Drva za kurjavo – oblice 1m dolge	0,65 – 0,75	1,33 – 1,54
➤ Drva za kurjavo – cepanice 1m dolge	0,70 – 0,75	1,33 – 1,43
➤ Drva za kurjavo – sekanice 1m dolge	0,40 – 0,50	2,00 – 2,50
➤ Izdelana polena dolga 25 – 33 cm - zložena	0,85	1,18
➤ Izdelana polena dolga 25 – 33 cm - nasuta	0,50	2,00
➤ Sekanci iz gozda – drobni (do 30 mm) - nasuti	0,40	2,50
➤ Sekanci iz gozda – grobi (30 – 150 mm) - nasuti	0,33	3,00
➤ Klade	0,50 – 0,65	1,54 – 2,00
➤ Panjevina	0,45 – 0,50	2,00 – 2,22
➤ Korenine	0,15	6,66
➤ Okleščki	0,45 – 0,48	2,22 – 2,08
➤ Vejevina (d < 7 cm)	0,16	6,25
➤ Vejevina (d < 4 cm)	0,13 – 0,14	7,15 – 7,70
➤ Grče, štori	0,50	2,00
➤ Lubje nezdobljeno - nasuto	0,25 – 0,40	2,50 – 4,00
2. Ostanki pri predelavi in dodelavi lesa		
→ Očelki hlodov	0,30 – 0,50	2,00 – 2,33
→ Krajniki	0,55 – 0,65	1,54 – 1,82
→ Žamanje v svežnjih	0,56 – 0,65	1,54 – 1,79
→ Odrezki desk	0,42	2,38
→ Žagovina - prah	0,30	3,33
→ Žagovina – do 5mm	0,33	3,03
→ Žagovina – nad 5mm	0,38	2,63
→ Oblanci, ostružki - strojni	0,20 – 0,25	4,00 – 5,00
→ Furnirski valji - okroglice	0,82	1,22
→ Furnirske klade	0,82	1,22
→ Ostanki lušč. Furnirja, vezanih plošč	0,42	2,38
→ Ostanki pri rez. Furnirju	0,42	2,38
→ Masivni kosovni odrezki	0,42	2,38
→ Votli kosovni ostanki - tuljave	0,42	2,38
→ Obrezline ivernih plošč	0,82	1,22
→ Brusni prah	0,30	3,33
→ Sekanci iz žagarskih ostankov > 50 mm	0,38	2,63
→ Sekanci iz žagarskih ostankov < 50 mm	0,35	2,84