

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKA NALOGA

**MOŽNOSTI IZRABE LESNE BIOMASE ZA
OGREVANJE V MESTNI OBČINI SLOVENJ
GRADEC**

**THE POSSIBILITIES OF WOODY BIOMASS
USE FOR HEATING PURPOSES IN
MUNICIPALITY OF SLOVENJ GRADEC**

KRISTINA ŠAVC

Velenje, 2012

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKA NALOGA

**MOŽNOSTI IZRABE LESNE BIOMASE ZA
OGREVANJE V MESTNI OBČINI SLOVENJ
GRADEC**

**THE POSSIBILITIES OF WOODY BIOMASS
USE FOR HEATING PURPOSES IN
MUNICIPALITY OF SLOVENJ GRADEC**

KRISTINA ŠAVC

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: **doc. dr. Maja Zupan i Justin**

Velenje, 2012

Sklep o potrditvi teme diplomskega dela

Mentorstvo in izjava o avtorstvu

Študentka **Kristina Šavc** s podpisom zagotavljam, da je predložena diplomska naloga rezultat mojega lastnega dela pod mentorstvom **doc. dr. Maje Zupan i Justin**.

Dela drugih avtorjev, ki sem jih uporabljala v svojem delu, so navedena skladno z navodili Visoke šole za varstvo okolja Velenje. Prav tako so dela drugih avtorjev zbrana na seznamu virov, ki je sestavni del diplomske naloge.

Zagotavljam, da je diplomska naloga lektorirana in oblikovana skladno s pravili za oblikovanje strokovnih besedil Visoke šole za varstvo okolja Velenje. Elektronska oblika diplomske naloge je identična s tiskano obliko diplomske naloge.

Zavedam se, da je plagiatorstvo kaznivo po Zakonu o avtorskih pravicah.

Kristina Šavc

doc. dr. Maja Zupan i Justin

Izvedek

Edalje več je govora o okoljskih problemih, ki so se pojavili kot posledica hitrega lovekovega razvoja, njegove dejavnosti in na njej življenja, ki zahtevajo edalje več količin fosilnih goriv. Zaloge teh pa se edalje hitreje manjšajo. Diplomatska naloga se nanaša na različne, sodobne načine izrabe lesne biomase v energetske namene, in sicer za pridobivanje toplotne in vzporedno še električne energije. Predpostavljene so možne, okolju in loveku prijazne načine ogrevanja. Za oceno možnosti izrabe lesne biomase je bila analizirana obstoječa raba toplotne energije na območju MO Slovenj Gradec po posameznih skupinah porabnikov (gospodinjstva, javne stavbe, podjetja) in po posameznih energentih. Analizirani so bili stroški energentov in različni sistemi ogrevanja za gospodinjstva v MO Slovenj Gradec. Prikazane so emisije oziroma količine posameznih onesnaževal, ki so glede na rabo različnih goriv, posledica ogrevanja. Na podlagi analize rabe toplotne energije in analize lesnega biomasnega potenciala na območju MO Slovenj Gradec, so ključne potencialne možnosti naslednje: 1) zamenjava zemeljskega plina za lesno biomaso v daljinskem sistemu ogrevanja; 2) mikro sistemi ogrevanja na lesno biomaso, predvsem strnjena naselja, vasi; 3) zamenjava starih kotlov z novimi v enodružinskih, individualno ogrevanih hišah; 4) zamenjava neobnovljivih virov energije za lesno biomaso v podjetjih, ki imajo lastne kotlovnice. Poudarek je na gospodinjstvih, saj porabijo več kot polovico celotne toplotne energije v občini. Rezultati praktičnega dela diplomske naloge so potrdili 3 hipoteze: 1) Mestna občina Slovenj Gradec ima velik potencial predvsem v gozdu, zato lahko lesna biomasa nadomesti del fosilnih goriv pri ogrevanju stavb; 2) s prehodom na lastne energetske vire bi lahko gospodinjstva, ki so lastniki gozda in se ogrevajo individualno, dolgoročno precej prihranila pri stroških za nabavo energenta; 3) z uporabo lesa kot obnovljivega vira energije se bodo zmanjšale skupne emisije toplogrednih plinov v občini. Analiza v praktičnem delu diplomske naloge je pokazala naslednje: 1) lokalno dostopna lesna biomasa bi teoretično lahko pokrila okoli 25 % letnih potreb po toploti v MO Slovenj Gradec; 2) z lesno biomaso bi lahko v celoti pokrili potrebe po toploti iz daljinskega omrežja ogrevanja, ki znašajo 23,42 GWh letno; 3) daljinsko ogrevanje na lesno biomaso bi skupaj z obstoječo, individualno rabo lesne biomase za ogrevanje, lahko pokrivalo 44 % potreb po toploti, kar bi prispevalo k izboljšanju energetskega stanja v občini; 4) z uporabo lesne biomase v daljinskem ogrevanju bi emisije iz daljinskega ogrevanja zmanjšali za 4.794 ton ali 99,93 % (glede na sedanje količine emisij iz daljinskega sistema ogrevanja), kar bi v strukturi skupnih emisij (vse emisije, ki so posledica ogrevanja na nivoju v občini) predstavljalo letno 19 %; 5) ob nadomestitvi ekstra lahkega kurilnega olja z lesno biomaso bi se skupne emisije v občini, ki so posledica ogrevanja, zmanjšale za 50 % oziroma 12.683 t; 6) za ogrevanje posameznih enostanovanjskih hiš je najcenejše ogrevanje s poleni ob uporabi sodobnih ogrevalnih tehnologij – primerjamo ogrevanje s kurilnim oljem in poleni, je razlika v stroških za 1 MWh toplote 73,3 €, kar letno na gospodinjstvo ob predpostavljenih potrebah po toploti znaša 953 €.

Ključne besede: lesna biomasa, ogrevanje, kogeneracija, Mestna občina Slovenj Gradec, daljinski sistemi ogrevanja.

Abstract

More and more we talk about environmental problems that have arisen as a result of rapid human development, its activities and lifestyle that require increasing amount of fossil fuels which are unfortunately decreasing. The thesis concerns the different modern methods of utilization of biomass for energy purposes, to generate heat and electricity at the same time and represents possible ways of environmental and human friendly heating. To assess the potential use of biomass it has been analysed current use of thermal energy in the area of the Municipality of Slovenj Gradec by each individual group of users (households, public, buildings, companies) and fuel sources which have been also analysed, including variety of heating systems of Municipality of Slovenj Gradec households. The thesis shows the amount of individual pollutants as the result of heating according to the use of different fuels. The key potential opportunities, based on the analysis of thermal energy use and analysis of woody biomass in the Municipality of Slovenj Gradec are: 1) replacement of natural gas to biomass in district heating system; 2) microsystems of heating on wood biomass, particularly agglomerations, villages; 3) replacement of old boilers in single-family and individually heated houses; 4) replacement of non-renewable energy sources for biomass in companies with their own boiler room. It is focused on households, as they spend more than half of thermal energy in the Municipality of Slovenj Gradec. The result of the practical part of the thesis have been confirmed by three hypotheses: 1) Municipality of Slovenj Gradec has great potential particularly in forest, so the woody biomass can replace fossil fuels used for heating buildings; 2) households that own forests and are heated individually could use their own energy source, on the long-term they would save a lot on costs for energy purchase; 3) the use of wood as a renewable energy source, will reduce total greenhouse emissions in the Municipality of Slovenj Gradec. Analysis in the practical part of thesis showed: 1) locally available woody biomass theoretically could cover about 25 % of heat needs in Municipality Slovenj Gradec; 2) woody biomass could fully cover the needs of the district heating system which at the annual level is 23, 42 GWh; 3) district heating system based on woody biomass and existing woody biomass use in individual heated houses could cover about 44 % annual needs of the heat; 4) with woody biomass use in district heating system, we could reduce emissions of district heating system for 4.794 t or 99,93 %, in the structure of common emissions in Municipality of Slovenj Gradec annually amount 19 %; 5) by replacing oil with woody biomass, common emissions in Municipality Slovenj Gradec could reduce for 50 % or 12.683 t; 6) the cheapest heating for individual houses is woody biomass (logs) use in modern heating technologies – the difference in price among heating with oil and logs is 73, 3 €, annually it is 953 € for household.

Keywords: biomass, heating, cogeneration, Municipality of Slovenj Gradec, district heating system

Simboli in kratice

RS	Republika Slovenija
EU	Evropska Unija
DDV	davek na dodano vrednost
ELKO	ekstra lahko kurilno olje
ZP	zemeljski plin
UNP	uteko injen naftni plin
EE	elektri na energija
DO	daljinsko ogrevanje
OŠ	osnovna šola
KE	krajevna enota
ZGS	Zavod za gozdove Slovenije
GGN	gozdnogospodarski na rt
GGE	gozdnogospodarska enota
MO	mestna občina
d. o. o.	družba z omejeno odgovornostjo
d. d.	delniška družba
J	Joule, enota za mo ; $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 0,2777 \times 10^{-6} \text{ kWh}$; $\text{TJ} = 1 \times 10^{12} \text{ J}$, $\text{PJ} = 1 \times 10^{15} \text{ J}$
W	Watt, enota za mo
kWh	kilovatna ura = $1 \times 10^3 \text{ Wh}$, MWh – megawatna ura = $1 \times 10^6 \text{ Wh}$, GWh – gigawatna ura = $1 \times 10^9 \text{ Wh}$
Prm	prostorninski meter – enota za lesna goriva (polena, cepanice, okroglice), ki predstavlja skladovnico v velikosti kocke s stranicami 1 m zloženih kosov lesa, vključno z zračnimi vmesnimi prostori
nm ³	nasuti meter – enota za lesna goriva (drva, sekanci, žagovina), ki predstavlja nasute kose lesa v zaboji s prostornino 1 m ³
Sm ³	standardni kubi ni meter – enota za koli čino plina

Kazalo vsebine

1. UVOD	12
1.1. OPREDELITEV PODROČJA IN OPIS PROBLEMA.....	12
1.2. NAMEN IN CILJI DIPLOMSKE NALOGE	12
1.2.1. Namen	12
1.2.2. Cilji.....	13
1.3. DELOVNE HIPOTEZE.....	13
2. ZAKONODAJA S PODROČJEM RABE LESNE BIOMASE ZA ENERGETSKE NAMENE	14
3. LESNA BIOMASA	15
3.1. POTENCIAL LESNE BIOMASE.....	15
3.2. ZNAČILNOSTI LESNE BIOMASE KOT GORIVA	16
3.2.1. Prednosti in pomanjkljivosti.....	16
3.2.2. Proces zgorevanja lesne biomase	17
3.2.3. Dejavniki, ki vplivajo na kurilnost in zgorevanje lesne biomase.....	18
3.3. IZVOR LESNE BIOMASE	20
3.4. OBLIKE LESNE BIOMASE	20
3.4.1. Polena	20
3.4.2. Sekanci.....	20
3.4.3. Stiskanci	21
3.4.3.1. Peleti.....	21
3.4.3.2. Briketi.....	21
3.5. MERSKE ENOTE ZA LESNA GORIVA	21
3.6. PRIDOBIVANJE IN PRIPRAVA LESNE BIOMASE.....	22
3.6.1. Pridobivanje lesne biomase	22
3.6.2. Priprava lesnih goriv.....	23
4. TEHNOLOGIJE ZA ENERGETSKO IZRABO LESNE BIOMASE.....	25
4.1. MANJŠE KURILNE NAPRAVE NA LESNO BIOMASO.....	25
4.1.1. Izkoristek ogrevalnega sistema	25
4.1.2. Peči na polena in cepanice	26
4.1.2.1. Nadtlačni tipi peči na drva	27
4.1.2.2. Podtlačni tipi peči na drva	27
4.1.3. Peči na sekance.....	28
4.1.3.1. Peči na sekance z retornim kuriščem	28
4.1.3.1. Peči na sekance s predkuriščem	29
4.1.3. Peči na pelete in brikete	29
4.2. DALJINSKI SISTEM OGREVANJA	29
4.2.1. Splošno o daljinskem sistemu	29
4.2.2. Mikrosistemi daljinskega ogrevanja	30
4.3. KOGENERACIJSKI SISTEMI NA LESNO BIOMASO.....	32
4.3.1. Kogeneracijski sistem s plinsko turbino	34
4.3.2. Kogeneracijski sistem s parno turbino	34
4.3.3. Kogeneracijski sistem s kombiniranim plinsko-parnim ciklom	35
4.3.4. Kogeneracijski sistem s plinskim motorjem.....	35
5. OKOLJSKI VIDIK ENERGETSKE IZRABE LESNE BIOMASE	36
5.1. PREDPOSTAVKA O LESNI BIOMASI KOT CO ₂ NEVTRALNEM ENERGENTU.....	36
5.2. EMISIJE PRI ZGOREVANJU LESNE BIOMASE	38
5.3. EMISIJSKE VREDNOSTI ENERGENTOV	39

5.4. POMEN GOZDNIH SE NIH OSTANKOV	41
6. OVIRE PRI IZRABI LESNE BIOMASE V ENERGETSKE NAMENE	42
7. METODE DELA	44
8. OBSTOJE E STANJE RABE IN OSKRBE S TOPLOTO V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	46
8.1. OPIS OBMO JA	46
8.2. STRUKTURA IN NA IN OGREVANJA STANOVANJ V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	47
8.3. STRUKTURA IN NA IN OGREVANJA JAVNIH STAVB V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	48
8.4. STRUKTURA IN NA IN OGREVANJA PODJETIJ V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC.....	50
8.5. DALJINSKI SISTEM OGREVANJA IN OMREŽJE ZA OSKRBO Z ZEMELJSKIM PLINOM V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	50
8.6. TOPLOVODNO OMREŽJE V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	51
8.7. PLINOVODNO OMREŽJE V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	52
8.8. SKUPNA RABA.....	52
8.9. ANALIZA STROŠKOV OGREVANJA.....	54
8.10. ANALIZA EMISIJ IZ NASLOVA OGREVANJA.....	55
9. POTENCIAL LESNE BIOMASE V MESTNI OB INI SLOVENJ GRADEC	57
9.1. ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE – ZGS	57
9.2. GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI, KI PRIPADATA MO SLOVENJ GRADEC.....	57
9.2.1. <i>Gozdnogospodarska enota Pohorje.....</i>	<i>58</i>
9.2.2. <i>Gozdnogospodarska enota Plešivec.....</i>	<i>59</i>
9.3. STANJE GOZDOV V MO SLOVENJ GRADEC	59
9.3.1. <i>Kakovost drevja.....</i>	<i>59</i>
9.3.2. <i>Lesna zaloga</i>	<i>59</i>
9.3.3. <i>Prirastek</i>	<i>60</i>
9.3.4. <i>Letni možni posek in realizacija</i>	<i>60</i>
9.3.5. <i>Odprtost gozdov</i>	<i>61</i>
9.3.6. <i>Lastništvo gozdov.....</i>	<i>62</i>
10. OCENA ENERGETSKEGA POTENCIALA LESNE BIOMASE IZ GOZDOV MESTNE OB INE SLOVENJ GRADEC TER OCENA NA INOV IZRABE.....	63
10.1. OCENA ENERGETSKEGA POTENCIALA LESNE BIOMASE IZ GOZDOV	63
10.2. OCENA NA INOV IZRABE LESNE BIOMASE V MO SLOVENJ GRADEC.....	65
10.2.1. <i>Daljinski sistem ogrevanja na lesno biomaso v Mestni ob in i Slovenj Gradec.....</i>	<i>66</i>
10.2.2. <i>Mikro sistemi ogrevanja na lesno biomaso</i>	<i>66</i>
10.2.3. <i>Ogrevanje enodružinskih hiš z lesno biomaso.....</i>	<i>67</i>
10.2.4. <i>Ogrevanje podjetij</i>	<i>68</i>
10.2.5. <i>Drugi ukrepi</i>	<i>69</i>
10.2.6. <i>Možnosti izrabe ostalih obnovljivih virov energije</i>	<i>69</i>
10.3. MOŽNOST ZMANJŠANJA EMISIJ V DALJINSKEM SISTEMU OGREVANJA V MO SLOVENJ GRADEC	70
11. RAZPRAVA.....	72
12. VIRI IN LITERATURA.....	77

Kazalo tabel

TABELA 1: PRETVORBENI FAKTORJI ZA NEKATERE OBLIKE LESNIH GORIV	22
TABELA 2: ORIENTACIJSKE VREDNOSTI IZKORISTKOV POSAMEZNIH VRST KOTLOV	25
TABELA 3: OKVIRNE DIMENZIJE (TLORISA) ZALOGOVNIKA PRI VIŠINI POLNJENJA 2,5 M GLEDE NA ENERAGENT	26
TABELA 4: PRIMERJAVA KOGENERACIJSKIH SISTEMOV	34
TABELA 5: EMISIJSKE VREDNOSTI POSAMEZNIH ENERAGENTOV	39
TABELA 6: KURILNOST RAZLIČNIH VRST GORIV.....	44
TABELA 7: CENE ENERAGENTOV NA DAN 12. 2. 2012 IN CENE KORISTNE ENERGIJE NA PODLAGI IZKORISTKA	45
TABELA 8: STRUKTURA PORABE TOPLOTNE ENERGIJE V OBDOBJU ENEGA LETA V MO SLOVENJ GRADEC.....	53
TABELA 9: SKUPNA RABA TOPLOTE ZA OGREVANJE (KWH) TER STROŠEK KONČNE IN KORISTNE ENERGIJE (€) V MO SLOVENJ GRADEC PO PORABNIKI IN VIRIH	55
TABELA 10: KOLIČINE EMISIJ IZ POSAMEZNIH ENERAGENTOV V TONAH V MO SLOVENJ GRADEC	56
TABELA 11: GLAVNE ZNAČILNOSTI GOZDNOGOSPODARSKIH ENOT POHORJE IN PLEŠIVEC TER CELOTNE MESTNE OBČINE SLOVENJ GRADEC.....	58
TABELA 12: POVRŠINE PO NAČINU SPRAVILA	61
TABELA 13: ODPRTOST GOZDOV S CESTAMI	61
TABELA 14: PRIMERJAVA STROŠKOV RAZLIČNIH SISTEMOV OGREVANJA	67
TABELA 15: PRIMERJAVA (%) PRIDOBLJENE TOPLOTE IN PROIZVEDENIH SKUPNIH EMISIJ* PO ENERAGENTIH.....	70
TABELA 16: PRIČAKOVANO ZMANJŠANJE EMISIJ OB ZAMENJAVI VHODNEGA ENERGENTA PRI DALJINSKEM OGREVANJU V MO SLOVENJ GRADEC	70
TABELA 17: ZMANJŠANJE EMISIJ OB ZAMENJAVI KURILNEGA OLJA Z LESNO BIOMASO NA LETNI RAVNI	70

Kazalo slik

SLIKA 1: PROCESI PRETVORBE BIOMASE	15
SLIKA 2: TEORETIČNI IN DEJANSKI POTENCIAL LESNE BIOMASE	16
SLIKA 3: PRIKAZ ZGOREVANJA LESNE BIOMASE V TREH FAZAH	18
SLIKA 4: PROCES ZGOREVANJA.....	18
SLIKA 5: PRAKTIČNI PRIKAZ UPORABE PRETVORBENIH FAKTORJEV	22
SLIKA 6: SKLADIŠČENJE IN TRANSPORT LESNIH SEKANCEV DO KOTLA	28
SLIKA 7: SISTEM RETORNEGA KURJENJA Z LESNIMI SEKANCI.....	28
SLIKA 8: SISTEM ZGOREVANJA SEKANCEV V PODKURIŠČU (LEVO) IN PREDKURIŠČU (DESNO)	29
SLIKA 9: PRIKAZ MIKROSISTEMA DALJINSKEGA OGREVANJA NA LESNO BIOMASO	31
SLIKA 10: IZKORISTEK ENERGENTA PRI KOGENERACIJI	32
SLIKA 11: FUNKCIONALNI DIAGRAM KOGENERACIJE NA LESNO BIOMASO	33
SLIKA 12: ŠHEMA KOGENERACIJE S PARNO TURBINO	34
SLIKA 13: KROŽENJE OGLJIKA MED LESNO BIOMASO IN OZRAČJEM	37
SLIKA 14: EMISIJSKE VREDNOSTI ENERGENTOV	40
SLIKA 15: KORELACIJA MED TOPLOTNIMI IZGUBAMI IN PORASTOM EMISIJ DIMNIH PLINOV	40
SLIKA 16: NASELJA V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC.....	46
SLIKA 17: NAČINI OGREVANJA STANOVANJ (%) V MO SLOVENJ GRADEC	47
SLIKA 18: RABA ENERGENTOV (%) ZA INDIVIDUALNO OGREVANJE STANOVANJ V MO SLOVENJ GRADEC.....	48
SLIKA 19: STRUKTURA PORABE ENERGENTOV (%) ZA PRIDOBIVANJE TOPLOTNE ENERGIJE V JAVNIH STAVBAH	49
SLIKA 20: MESTNA TOPLARNA NA ŠTIBUHU.....	50
SLIKA 21: VOD TOPLOTNE ENERGIJE V MO SLOVENJ GRADEC.....	51
SLIKA 22: STRUKTURA RABE TOPLOTNE ENERGIJE PO PORABNIKIH IZ DALJINSKEGA SISTEMA OGREVANJA V LETU 2005.....	51
SLIKA 23: STRUKTURA RABE TOPLOTE PO PORABNIKIH V MO SLOVENJ GRADEC.....	52
SLIKA 24: DELEŽI RABE ENERGENTOV (%) ZA OGREVANJE V MO SLOVENJ GRADEC.....	53
SLIKA 25: POSAMEZNE VRSTE EMISIJ – VSI PORABNIKI V MO SLOVENJ GRADEC	56
SLIKA 26: RAZDELITEV SLOVENIJE NA 14 OBMOČNIH ENOT ZGS (LEVO) IN OBMOČNA ENOTA SLOVENJ GRADEC – RAZDELJENA NA ŠEST KRAJEVNIH ENOT (DESNO)	57
SLIKA 27: DEJANSKI POSEK V SLOVENSКИH GOZDOVIH PO LETIH V %	60
SLIKA 28: DELEŽ STROŠKA INVESTICIJE IN STROŠKA ENERGENTA (€/MWH) ZA RAZLIČNA NAČINA OGREVANJA.....	68

Kazalo prilog

PRILOGA A: PRETVORBENI FAKTORJI PRI TOPLOTNI ENERGIJI	80
PRILOGA B: EKVIVALENTI MED NAJPOGOSTEJE UPORABLJENIMI ENOTAMI TOPLOTNE ENERGIJE	80
PRILOGA C: STRNJENO NASELJE V SREDIŠČU VASI PAMELE	80
PRILOGA D: STRNJENO NASELJE V SREDIŠČU VASI PODGORJE PRI SLOVENJ GRADCU	81
PRILOGA E: STRNJENO NASELJE NA SELAH (SELE – VRHE)	81
PRILOGA F: STRNJENO NASELJE »POD GRAŠINO« V STAREM TRGU	82
PRILOGA G: EMISIJE V KG IZ POSAMEZNIH ENERGENTOV PO SKUPINAH PORABNIKOV TOPLOTNE ENERGIJE V MO SLOVENJ GRADEC	83

1. UVOD

1.1. OPREDELITEV PODROJA IN OPIS PROBLEMA

Energetski viri in njihov vpliv na okolje so eden temeljnih vprašanj, ki se danes pogosto pojavljajo. Edalje večja je ozaveščenost družbe glede varovanja naravnega okolja pred negativnimi vplivi, ki jih povzročajo človekova dejavnost. Zaradi tega dejstva je edalje več pozornosti usmerjene v alternativne oziroma obnovljive vire energije, ki bi lahko dolgoročno nadomestili fosilna goriva, poleg tega pa pomagali ohraniti okolje v čim boljšem stanju tudi za bodoče generacije.

Za Slovenijo, predvsem pa za območja, kjer je gozdnatost večja od slovenskega povprečja, je veliko potencialov v lesni biomasi. Na območju Mestne občine Slovenj Gradec so po podatkih Poročila Zavoda za gozdove Slovenije 2011 zaloge lesa v gozdovih precejšnje. Potrebno pa je analizirati namen rabe gozdnih proizvodov. Z vidika diplomske naloge je pomemben predvsem manj kvaliteten les in les pod debelinsko stopnjo – les s premerom manj kot 10 cm v višini 1,3 m nad tlemi. Gre za les, ki ostaja v gozdovih po posekih, in tisti les, ki predstavlja odpadke v lesnopredelovalni industriji zaradi prenizke kakovosti in se ga ne da več uporabiti v nadaljnji predelavi. Te lesne »odpadke« lahko uporabimo kot gorivo v različnih oblikah, kot so sekanci, peleti, briketi... Znotraj tega moramo upoštevati še proces in stroške izdelave kuriva.

Novodobno ogrevanje z lesno biomaso je v primerjavi s tradicionalnim ogrevanjem »na drva« precej drugačno – posodobljeno. Poleg tega, da je les preoblikovan v različne oblike goriva, je na področju peči oziroma kotlov napredovala tudi tehnologija za kurjenje na biomaso. Te peči so prilagojene posameznim oblikam energentov. Imajo rezervoarje, od koder se same nalagajo, poleg tega pa so emisije dimnih plinov iz teh peči manjše (Dolenšek idr. 1999). To je z vidika okoljevarstva temeljnega pomena, saj je za stare peči znano, da povzročajo precejšnje emisije dimnih plinov predvsem pa prašnih delcev (medmrežje 24). Emisije v zrak, ki so velik problem pri zgorevanju fosilnih goriv, so pri zgorevanju lesne biomase precej manjše (Klemenc idr. 2003). Ogljikov dioksid, ki nastaja pri zgorevanju lesne biomase, ne povzroča uinka toplote grede ob upoštevanju dejstva, da se v času rastlin ponovno veže v rastlinsko biomaso (medmrežje 7).

Pri obravnavi lesne biomase, predvsem kadar nanjo gledamo kot na energent, je pomembno upoštevati tudi kapacitete lesa v povezavi z zaraščanjem obdelovalnih kmetijskih površin. Gre za problematiko eno in v zadnjem obdobju povečan trend (medmrežje 25), ki izpostavlja predvsem problem razvoja slovenskega podeželja in problem pridelave zadostnih količin in lokalno pridelane hrane. Pomanjkanje hrane in s tem posledično lakota je globalni problem današnjega časa.

Pionirska področja porabe energentov sta predvsem industrija in promet, poleg teh dveh pa k porabi energentov in tudi k onesnaževanju okolja, predvsem zraka, z emisijami dimnih plinov prispeva v okviru ogrevanja stanovanj, javnih prostorov in podjetij s toploto.

1.2. NAMEN IN CILJI DIPLOMSKE NALOGE

1.2.1. NAMEN

Namen diplomske naloge je:

- analizirati, predstaviti in oceniti trenutno energetska stanje Mestne občine Slovenj Gradec glede toplotne energije – energije za ogrevanje;
- analizirati obstoječe in načrtovane ogrevanja, uporabljane energente ter stroške ogrevanja za stanovanja, javne stavbe in podjetja;
- analizirati emisije na nivoju Mestne občine Slovenj Gradec, ki nastajajo kot posledica ogrevanja oziroma zgorevanja posameznih energentov;
- analizirati in ugotoviti potencial lesne biomase v Mestni občini Slovenj Gradec za uporabo v energetske namene.

1.2.2. CILJI

Glavni cilj diplomske naloge je na podlagi analiz podati možne rešitve za izboljšanje energetskega stanja ter za zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv, s tem pa predstaviti lokalno dostopno lesno biomaso kot alternativni in potencialni vir ogrevanja za stanovanja, javne stavbe ter podjetja.

Ostali cilji so še:

- povečanje stopnje zamenjave fosilnih goriv z obnovljivimi viri – v diplomski nalogi je poudarek na lesni biomasi;
- povečanje deleža obnovljivih virov energije – predvsem lokalnih;
- učinkovita raba toplotne energije;
- zmanjšanje emisij, ki nastajajo zaradi ogrevanja, in s tem posledično zmanjšanje obremenjevanja okolja.

1.3. DELOVNE HIPOTEZE

Pri izdelavi diplomske naloge bom izhajala iz naslednjih hipotez:

- Mestna občina Slovenj Gradec ima velik potencial predvsem v gozdu, zato lahko lesna biomasa nadomesti del fosilnih goriv pri ogrevanju stavb;
- s prehodom na lastne energetske vire bi lahko gospodinjstva, ki so lastniki gozda in se ogrevajo individualno, dolgoročno precej prihranila pri stroških za nabavo energenta;
- z uporabo lesa kot obnovljivega vira energije se bodo zmanjšale skupne emisije toplogrednih plinov občine.

2. ZAKONODAJA S PODROJAJA RABE LESNE BIOMASE ZA ENERGETSKE NAMENE

Zakonodaja, ki jo moramo na tem področju upoštevati, zajema slovensko zakonodajo in zakonodajo Evropske Unije.

V Sloveniji sta bila na področju energetike in obnovljivih virov energije sprejeta dva pomembna dokumenta: Energetski zakon (Ur. l. RS, št. 79/1999) in Resolucija o nacionalnem energetskem programu (Ur. l. RS, št. 2/2006). Poleg teh dveh je energetika zahtevna še z Zakonom o varstvu okolja (ZVO-1, Ur. l. RS, št. 41/2004) in Zakonom o trošarinah (ZTro, Ur. l. RS, št. 84/1998).

Slovenska zakonodaja, ki v širšem kontekstu opredeljuje ogrevanje z lesno biomaso ter kogeneracijo, zajema naslednja področja:

- področje varstva okolja;
- področje ohranjanja narave;
- področje energetike;
- področje gradbeništva;
- področje kmetijstva, gozdarstva, ribištva in lovstva;
- področje ohranjanja narave.

Zakonodaja s področja varstva okolja:

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1), Ur. l. RS, št. 41/2004;
- Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005 – 2012 (ReNPVO), Ur. l. RS, št. 2/2006;
- Strategija zmanjševanja emisij toplogrednih plinov;
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav, Ur. l. RS, št. 23/2011;
- Uredba o kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS, št. 9/2011;
- Uredba o mejnih vrednostih emisije snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav, Ur. l. RS, št. 73/2005;
- Uredba o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zunanjega zraka, Ur. l. RS, št. 24/2005;
- Operativni program varstva zunanjega zraka pred onesnaževanjem s PM10;
- Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov;
- Zakon o varstvu okolja (ZVO), Ur. l. RS, št. 32/1993.

Zakonodaja s področja energetike:

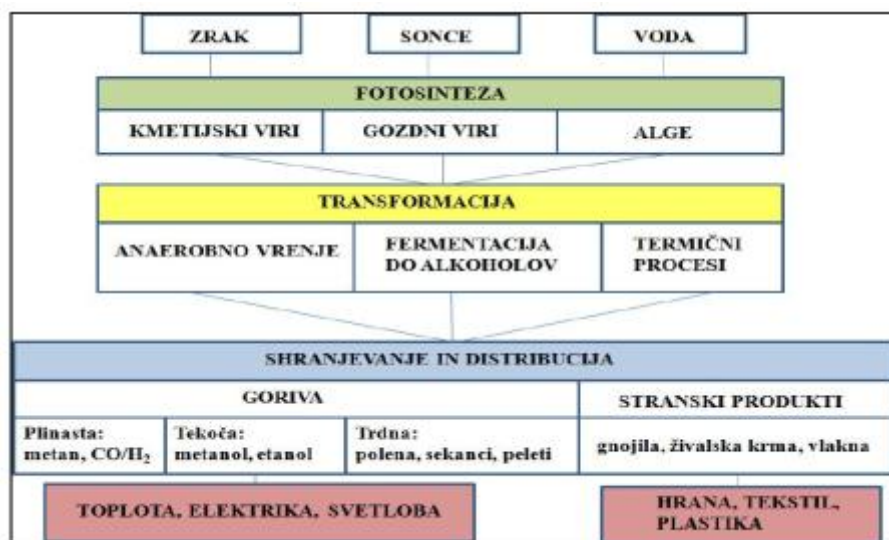
- Energetski zakon (EZ), Ur. l. RS, št. 79/1999 (8/2000popr.) ;
- Resolucija o Nacionalnem energetskem programu (ReNEP), Ur. l. RS, št. 57/2004;
- Splošni pogoji za dobavo in odjem zemeljskega plina iz distribucijskega omrežja za geografsko območje Mestne občine Slovenj Gradec, Ur. l. RS, št. 103/2008;
- Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije, Ur. l. RS, št. 37/2009;
- Uredba o podporah električni energiji, proizvedeni v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom, Ur. l. RS, št. 37/2009;

3. LESNA BIOMASA

Biomasa in biogorivo sta splošna izraza za poimenovanje organskih snovi ali organskih ostankov, ki so primerni za pridobivanje energije, električne in toplotne. Sem sodijo gozdni in kmetijski biološki odpadki, energetske rastline in komunalni odpadki (Butala in Turk 1998).

Pojem biomasa opredeljuje vso organsko snov. Z vidika energetike predstavlja organsko snov, ki jo lahko uporabimo kot vir energije. K biomasi prištevamo les in lesne ostanke (lesna biomasa), ostanke iz kmetijstva, nelesnate rastline, uporabne za proizvodnjo energije, ostanke pri proizvodnji industrijskih rastlin, sortirane odpadke iz gospodinjstev, odpadne gošče ... (medmrežje 5).

Izraz biomasa se uporablja za trdna goriva, izraz biogorivo pa za tekoča in plinasta goriva. Oboje je pridobljeno iz biomase s tehnološkimi postopki (Butala in Turk 1998).



Slika 1: Proces pretvorbe biomase (Vir: Božič in Fendrič, 2011)

3.1. POTENCIAL LESNE BIOMASE

Krajnc (2004) opredeljuje potencial lesne biomase kot količino lesa, ki je na nekem območju trajno razpoložljiva v energetske namene. Pri tem moramo ločevati med teoretičnim in dejansko razpoložljivim potencialom (slika 2). Teoretični potencial lesne biomase iz gozdov je vsa lesna biomasa, ki jo teoretično lahko pridobimo iz gozdov.

Dejanski razpoložljivi potencial lesne biomase je manjši od teoretičnega potenciala zaradi več dejavnikov. Dejavniki, ki vplivajo na to razliko, so:

- na območje gospodarjenja z gozdovi – upoštevanje smernic, ciljev in ukrepov, predvidenih v gozdnogospodarskih načrtih;
- tehnologije pridobivanja in rabe lesne biomase – opremljenost in usposobljenost lastnikov gozdov in gozdarskih podjetij za pridobivanje lesne biomase;
- trg gozdnih in lesnih proizvodov – razmerje med stroški pridobivanja in ceno lesne biomase oziroma posameznih gozdnih lesnih sortimentov na trgu;
- socialno–ekonomske razmere lastnikov gozdov – značilnosti posameznih socialno–ekonomskih kategorij lastnikov gozdov in iz tega izhajajoči odnos do gozda (Krajnc 2004).



Slika 2: Teoreti ni in dejanski potencial lesne biomase (Vir: Krajnc, 2004)

Dejanski potencial lesne biomase zajema:

- del realiziranega letnega poseka;
- lesno biomaso iz gojitvenih in varstvenih del v gozdu;
- lesno biomaso iz melioracij grmiš ;
- lesno biomaso iz novogradenj ali vzdrževanja infrastrukture v gozdnem prostoru (kr itve zaradi gradnje vlak ali gozdnih cest, vzdrževanje elektrovodov) (Krajnc 2004).

3.2. ZNA ILNOSTI LESNE BIOMASE KOT GORIVA

3.2.1. PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI

Gozdu pripisujemo ve pomembnih funkcij: ekološko, varovalno in socialno funkcijo, ki so pomembne za naše okolje in naše po utje, ter proizvodno funkcijo, pri kateri les iz gozdov predstavlja pomemben vir surovine v lesni industriji, gradbeništvu in energetiki (Krajnc in Kova , 2003).

Prednosti uporabe lesne biomase pri pridobivanju energije:

- izraba razli nih virov lesne biomase iz gozda, grmiš , zaraš ajo ih kmetijskih površin, sadovnjakov, parkov, zaraš ajo ih površin ob infrastrukturnih objektih (ceste, železnice...);
- izraba neetatne lesne biomase iz gojitvenih in varstvenih del;
- možna izraba lesa vseh drevesnih vrst ter lesnih ostankov doma e predelave lesa;
- tehnologija dela pri se nji in spravilu se ne spremeni bistveno, ni potrebna dodatna oprema;
- pri kurjenju s sekanci se celotna poraba asa za pripravo kuriva skrajša;
- sodobne pe i na sekance in drva imajo visoke izkoristke;
- potrebna je manjša koli ina lesa za ogrevanje;
- udobnost bivanja zaradi popolne avtomatizacije kurjenja s sekanci, drva pa nalagamo le enkrat do dvakrat dnevno;
- manjše emisije škodljivih snovi zaradi boljšega izgorevanja;
- razvoj novih dejavnosti na kmetijah;
- pozitivni vplivi na regionalni razvoj;
- ustvarjanje novih zaposlitev na podeželju.

Pomanjkljivosti uporabe lesne biomase pri pridobivanju energije:

- lastniki niso opremljeni z opremo za pridobivanje sekancev;
- nerazvit trg s sekanci;
- pomanjkanje domače opreme;
- višji investicijski stroški – peš, zalogovnik;
- prenizke subvencije za osnovno investicijo;
- slaba ozaveščenost ljudi;
- premalo znanja;
- investicija v sodobno pešna drva je manjša kot pri sekancih (Dolenšek idr. 1999).

3.2.2. PROCES ZGOREVANJA LESNE BIOMASE

Zgorevanje lesne biomase je obraten proces rasti drevesa. Gre za proces, kjer ogljik in kisik, vezana v lesu, reagirata s kisikom iz zraka. Če je kisika dovolj, nastaja ogljikov dioksid – CO₂, če pa je količina kisika premajhna, nastaja ogljikov monoksid – CO. V takem primeru nastane ob reakciji manj toplote.

Poznavanje sestave lesa je osnova za razumevanje procesa zgorevanja lesne biomase.

Sestava lesa je približno takšna (medmrežje 6):

- 40–50 % celuloza;
- 20–30 % lignin;
- 20–30 % ogljikovi hidrati, maščobe, reslovina, minerali.

Popolnoma suha lesna masa pa ima naslednjo sestavo (medmrežje 6):

- 51 % ogljik;
- 42 % kisik;
- 6 % vodik;
- 1 % dušik;
- minerali.

Proces zgorevanja lesne biomase lahko razdelimo v 3 faze kot prikazujeta sliki 3 in 4:

- prva faza: segrevanje in sušenje

Ta faza poteka v temperaturnem območju do 100 stopinj C. Trajanje te faze je odvisno od velikosti kosov lesa ter od vsebnosti vlage – bolj ko je les suh in droben, krajše je trajanje te faze, poraba energije za segrevanje pa je manjša.

- druga faza: uplinjanje in termični razpad lesa – piroliza

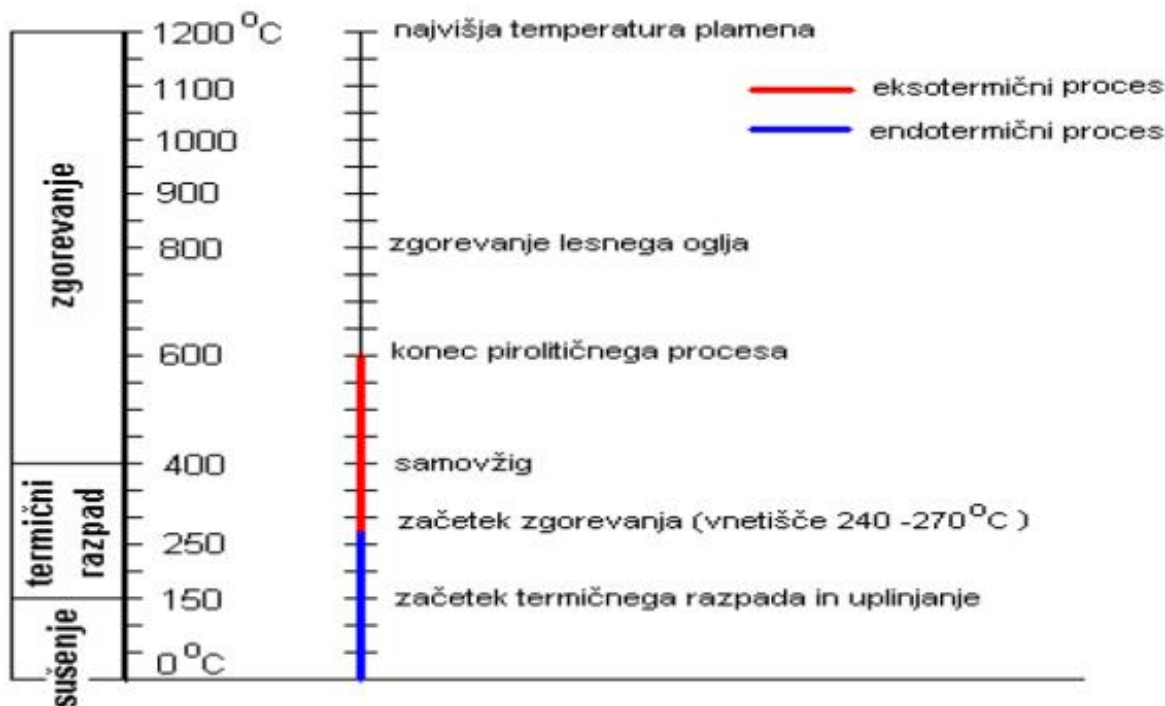
Les vsebuje med 70 in 80 % plinastih snovi, ki se ob povišanju temperature pri neje izločajo. V nadaljevanju procesa pri neje razpadajo trdni elementi (celuloza, lignin) in preidejo v plinasto stanje. Piroliza je endotermni proces – porablja energijo, zgorevanje pa je eksotermni proces – sprošča energijo. V tej fazi oba procesa potekata vzporedno, piroliza in zgorevanje.

- tretja faza: zgorevanje lesnega oglja

Zgorevanje lesnega oglja je končna faza zgorevanja lesa. Oglje dogoreva z mirnim, svetlim plamenom. Pepel, ki ostane po gorenju, so minerali, ki jih vsebuje les. Tako lahko pepel uporabimo kot naravno gnojilo (medmrežje 6).



Slika 3: Prikaz zgorevanja lesne biomase v treh fazah (Vir: Butala idr., 1998)



Slika 4: Proces zgorevanja (Vir: medmrežje 7)

Toploto, ki nastane pri zgorevanju lesne biomase, lahko uporabimo neposredno ali pa jo spremenimo v delovno energijo.

Ob upoštevanju prvega termodinamičnega zakona in ob upoštevanju zgorevalne toplote namesto kurilnosti, lahko izkoristek zgorevanja lesne biomase zapišemo z naslednjo enačbo z natančnostjo $\pm 2\%$:

$$\eta = 96,84 - 0,28 \times x_z - 0,064 \times T_{pz} - 0,065 \times \Delta$$

v kateri je x_z vlažnost neosušenega goriva (%), T_{pz} temperatura produktov zgorevanja (stopinj C), Δ presežek zraka v odvisnosti od tehnologije (med 25 % in 100 %) (Butala in Turk 1998).

3.2.3. DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KURILNOST IN ZGOREVANJE LESNE BIOMASE

»Kurilnost goriva je tista količina toplote, ki se sprosti pri popolnem zgorevanju goriva, pri tem pa odvezamo iz dimnih plinov samo toliko toplote, da ne pride do kondenzacije vodne pare v dimnih plinih (medmrežje 7)«. Kurilne vrednosti posameznih energentov so predstavljene v tabeli 10.

Energent je snov, iz katere lahko direktno ali z ustrežno pretvorbo dobimo koristno energijo. Energija, ki jo ima energent, je primarna energija (Krajnc idr. 2009).

Kadar glede na ceno med seboj primerjamo različne energente, moramo upoštevati razliko med posameznimi oblikami energije glede na stopnjo v pretvorbi, in sicer:

- primarna energija – je energija, ki je skrita v nosilcih energije (energentih);
- sekundarna energija – je energija, ki jo dobimo pri pretvorbi iz primarne energije (sežig goriva) in vključuje upoštevane izgube pretvorbe – za to vrednost je sekundarna energija manjša od primarne energije;
- končna energija – je energija, ki jo dobi uporabnik in vključuje izgube pri prenosu energije;
- koristna energija – je energija za zadovoljevanje uporabnikovih potreb in vključuje upoštevane izgube pri pretvorbi v toploto (Malovrh 2004).

Enota za merjenje energije je joule (J), pogosteje pa uporabljamo njene izpeljanke, kot so kJ, MJ, PJ. Splošno bolj poznana enota za merjenje energije pa je wattsekunda (Ws) z izpeljankami: Wh, kWh, MWh. Razmerje med njima je: $1\text{ J} = 1\text{ Ws}$ (Krajnc idr. 2009). Pretvorbene faktorje med posameznimi enotami prikazujeta tabeli v prilogah A in B.

Na kurilno vrednost lesa vplivajo predvsem:

- fizikalne lastnosti lesa;
- kemijska zgradba;
- vsebnost vlage;
- ohranjenost (zdravstveno stanje) lesa (Krajnc in Kova 2003).

Medved (2011) kot najpomembnejše lastnosti lesnih goriv, ki pomembno vplivajo na delovanje kurilne naprave – kotla, navaja naslednje:

- vsebnost vode ali vlažnost lesa;
- energijska vrednost;
- velikost delcev.

Vsebnost vode ali vlažnost lesa je tisti dejavnik, ki najbolj vpliva na kurilno vrednost. Voda v procesu zgorevanja lesa izhlapeva, s tem pa se porablja energija. S tem ko se energija porablja za izhlapevanje vode iz lesa, je manj ostane za naše ogrevanje.

Vlažnost lesa predstavlja razmerje med maso vode in absolutno maso suhe snovi v %. Vsebnost vode pa je razmerje med maso vode in skupno maso lesa in vode v %.

Vsebnost vlage je zelo spremenljiva fizikalna lastnost lesa. Nanjo vpliva več dejavnikov, in sicer:

- drevesna vrsta;
- rastišče, na katerem je drevo raslo;
- starost drevesa;
- letni čas poseka;
- del drevesa – narašča proti krošnji in koreninam, pada pa od sredine proti obodu debla;
- razlika je v jedrovini in beljavi ter v ranem in poznem lesu.

Glede na vsebnost vode v drevesu ločimo:

- svež les – les takoj po poseku, ki ima vlažnost nad 40 %;
- gozdno suh les – les približno pol leta po poseku v primeru zimske sečnje ali približno 4 mesece po poseku v primeru poletne sečnje, ki ima vlažnost med 20 in 40 %;
- zračno suh les – predstavlja les, ki se je sušil vsaj šest mesecev na zraku in v pokritem mestu in ima vlažnost pod 20 %;
- tehnično suh les – umetno sušen les, ki ima vlažnost od 6 do 15 %.

Z ustrezno pripravo in s sušenjem goriva lahko vplivamo na vsebnost vode v lesu kot gorivu (Krajnc in Kova 2003).

Energijska vrednost lesa izraža količino energije, ki se sprosti med popolnim izgorevanjem enote mase goriva. Kemijski elementi, ki jih vsebuje les, imajo različne kurilne vrednosti. Vrsta lesa vpliva na njegovo kurilno vrednost, saj ima vsaka vrsta svojo elementarno sestavo. Lignin ima v primerjavi s celulozo višjo kurilno vrednost. Posledično je kurilna vrednost iglavcev, ki vsebujejo več lignina, pri enaki masni enoti, višja kot pri listavcih (Krajnc idr. 2005). Kadar se odločimo o zamenjavi starega in o vgradnji novega kotla, predstavlja kurilna vrednost pomemben parameter (Medved 2011). Najpogosteje uporabljana goriva so predstavljena s kurilnimi vrednostmi v tabeli 10. Pri tem je pomembna tudi drevesna vrsta, saj je od tega odvisna gostota lesa. Listavci imajo večjo gostoto kot iglavci. Gostota lesa vpliva na sušenje, kurilno vrednost in proces zgorevanja. Les z večjo gostoto se suši in zgoreva počasneje (Krajnc in Kopše 2005).

Velikost delcev je pomembna lastnost lesnega goriva predvsem pri lesnih sekancih. Velikost razreda lesnih sekancev se na podlagi vibracijskih sit ugotavlja v laboratoriju. Pri tem se določijo deleži sekancev največjih dimenzij ter delež delcev pod 1 mm (Medved 2011).

3.3. IZVOR LESNE BIOMASE

Viri lesne biomase, primerne za energetske izrabo, so:

- gozd: del rednega poseka, vejevina s premerom nad 5 cm, redčenja, premene, sanitarne sečnine;
- kmetijske in urbane površine: grmišča, obnove sadovnjakov in vinogradov, vzdrževanje parkov in zelenic, iščenje pašnikov, gradnja objektov;
- lesni ostanki: iz primarne predelave lesa (krajniki, odelki, žaganje iz sekundarne obdelave lesa – lesni prah, skoblanci, lubje);
- odpadni in odsluženi les: lesna embalaža, gradbeni les, pohištvo, odpadki na komunalnih odlagališčih (Bratkovič in Irgl 2006).

3.4. OBLIKE LESNE BIOMASE

Pri pripravi klasičnih drv za kurivo se v procesu proizvodnje izgubi okoli 35 do 40 % vhodne surovine. Za določene lesne proizvode, kot je npr. parket, je izguba lahko tudi do 65 % (Šljivac 2008).

3.4.1. POLENA

Polena predstavljajo tradicionalno obliko lesnega goriva; gre za razžagane in razcepljene kose lesa, ki so dolgi od 30 do 50 cm. Pridobljena so neposredno iz okroglega lesa, ki je po navadi nekoliko slabše kakovosti in je zaradi te lastnosti neprimeren za nadaljnjo predelavo v industriji. Pridobljena so lahko tudi iz predhodno izdelanih okroglic ali cepanic. Cepanice so 1 m dolgi, okrogli kosi lesa, ki so pridobljeni iz manj kakovostnega lesa. Njihov premer je nad 10 cm. Okroglice pa so 1 m dolgi, okrogli kosi lesa, ki so pridobljene iz še manj kakovostnega lesa. Njihov premer je do 10 cm (medmrežje 8).

V pekah se običajno uporabljajo polena dolžine ali 25 ali 33 ali 50 cm, izjemoma tudi 100 ali 120 cm. Za doseganje dobre kakovosti je potrebno polena skladiščiti v suhem prostoru 2 leti, da se zniža vsebnost vode na okoli 20 % (Krajnc in Kova 2003).

3.4.2. SEKANCI

Sekance predstavljajo kosi sesekanega lesa, ki so velikosti do 10 cm, najpogosteje okoli 3 cm. Velikosti sekancev so prilagojene kurilnim napravam.

Pridelani so iz:

- drobnega lesa – veje, krošnje, les pri redanju gozdov;
- lesa slabše kakovosti, ki ga ni mogoče uporabiti v predelovalni industriji;
- lesnih ostankov.

Kakovost sekancev kot produkta je odvisna predvsem od kakovosti vhodne surovine in od uporabljene tehnologije – sekalnikov (medmrežje 8).

3.4.3. STISKANCI

3.4.3.1. PELETI

Peleti ali lesni stiskanci so narejeni iz istega lesa. Proizvajajo jih v industrijskem postopku s stiskanjem suhega lesnega prahu in žagovine. So valjaste oblike, dolgi do 50 mm in s premerom 8 mm. V procesu izdelave sta ključna uporabljena dejavnika para in visok tlak. Lesni prah in žagovina se stiskata v stiskalnicah, imenovanih peletirke. Peletom se lahko doda tudi od 1 do 3 % koruznega ali krompirjevega škroba, kar izboljša njihovo mehansko trdnost (medmrežje 8).

V postopku proizvodnje peletov se zmanjša vsebnost vode in s tem tudi prostornina produkta. Posledično se poveča gostota, s tem pa tudi kurilna vrednost.

Zaradi sipkosti so enostavni za pakiranje in transport. Transportirani in dobavljeni so lahko v cisternah, za večje porabnike, ali v vrečah po 10 ali 15 kg – za manjše porabnike, gospodinjstva (medmrežje 8).

3.4.3.2. BRIKETI

Briketi so prav tako lesni stiskanci, vendar so nekoliko večji in so različnih oblik. Narejeni so s stiskanjem drevesnega lubja, suhega lesnega žaganja, oblacev ter drugih neonesnaženih lesnih ostankov.

Pri stiskanju se uporablja le visokotlačna para. Primerni so predvsem za majhna in redko uporabljana kurilna, kot so kamini in savne (medmrežje 8).

3.5. MERSKE ENOTE ZA LESNA GORIVA

Kubični (volumni) meter (m^3) je merska enota za prostornino, ki je v celoti, brez vmesnih praznih prostorov, napolnjena z lesom. Po navadi se uporablja za okrogli les brez skorje ali za ponazarjanje ekvivalentov okroglega lesa.

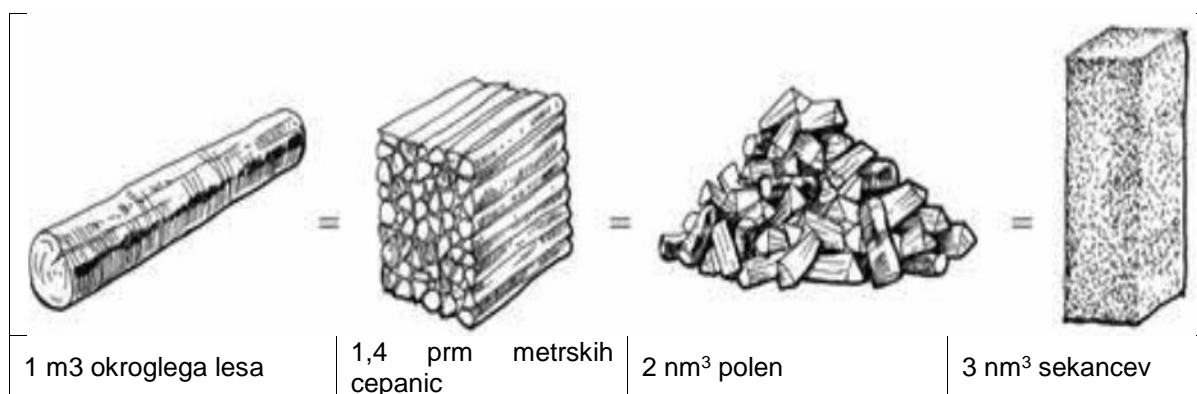
Prostornina zloženega gradiva ali prostorninski meter (prm) je merska enota, ki se uporablja za zložena drva.

Prostornina nasutja ali nasuti kubični meter (nm^3) je merska enota, ki se uporablja za nasutje lesnih sekancev ali za nasutje drv. Prostornina lesnega goriva je odvisna od njegove oblike, velikosti posameznih delcev, homogenosti in razporeditve kosov lesa.

Utežni meri, ki se v praksi najpogosteje uporabljata za lesno gorivo, sta kilogram (kg) in tona (t) (Krajnc 2009). Prerazlični enoti različnih lesnih goriv so predstavljeni v tabeli.

Tabela 1: Pretvorbeni faktorji za nekatere oblike lesnih goriv (Vir: Krajnc, 2009)

Asortimenti	Okrogli les	Metrška drva	Drva		Lesni sekanci	
			zložena	nasuta	drobni	srednji
	m ³	prn	prn	nm ³	nm ³	
1 m ³ okroglega lesa	1,00	1,40	1,20	2,00	2,50	3,00
1 prostorninski m metrskih drv	0,70	1,00	0,80	1,40	1,80	2,10
1 prostorninski meter drv	0,85	1,20	1,00	1,70		
1 nasuti meter drv	0,50	0,70	0,60	1,00		
1 nasuti m ³ drobnih sekancev	0,40	0,55			1,00	1,20
1 nasuti m ³ srednje velikih sekancev	0,33	0,48			0,80	1,00



Slika 5: Praktični prikaz uporabe pretvorbenih faktorjev (Vir: Krajnc, 2009)

3.6. PRIDOBIVANJE IN PRIPRAVA LESNE BIOMASE

3.6.1. PRIDOBIVANJE LESNE BIOMASE

Delovne faze pridobivanja lesnih goriv neposredno iz gozda so:

- podiranje dreves;
- izdelava posameznih gozdnih sortimentov: klešanje vej in vrha, krojenje sortimentov (žaganje debla na določene dolžine glede na zahteve trga);
- zbiranje lesa do pravih poti;
- vlečenje lesa po gozdnih vlakih in cestah do vmesnih skladišč;
- transport po gozdnih in javnih cestah;
- izdelava lesnega goriva različnih oblik (žaganje, cepljenje, sekanje, mletje).

Glede samih postopkov pridobivanja gozdnih proizvodov ločimo dve skupini delovnih sistemov:

- a) Sistem kratkega lesa (SWS – Short Wood System) ali sortimentna metoda serije. Pri tej metodi je izdelava gozdnih sortimentov opravljena na samem kraju sečnje lesa. Temu sledi spravilo sortimentov do skladišča na gozdni cesti.
- b) Sistem dolgega lesa, kjer ločimo debelno, poldebelno in drevesno metodo sečnje. Znotraj tega lahko izpostavimo drevesno metodo sečnje (FTS – Full Tree System) predvsem zaradi racionalnosti pridobivanja in uporabe sečnih ostankov. Glavno pri tej metodi je, da se po

poseku celotno drevo spravi do gozdne ceste oziroma do vmesnega skladišča, kjer se opravi še klešanje in izjemoma tudi krojenje lesa.

Drevesna metoda se nje je vedno bolj uporabljana in uveljavljena. K temu je prispevala tudi tehnologija z razvojem sodobnih strojev za sečenje in spravilo lesa. V Evropi se delež uporabe tega sistema v zadnjem obdobju povečuje. Uporaba drevesne metode se nje je primerna tudi v alpskih območjih, kjer poteka spravilo v povezavi z uporabo sodobnih gozdnih želic. S to metodo se se ne ostanki (veje in vrhovi dreves) zbirajo ob gozdni cesti oziroma na vmesnih skladiščih. Zaradi zbiranja na enem mestu je izkoristek sečenih ostankov dosti bolj ekonomičen (Krajnc idr. 2009).

3.6.2. PRIPRAVA LESNIH GORIV

Posekan les, ki se hrani na skladiščih, gre v nadaljnjo predelavo do končne oblike lesnih goriv skozi tri faze:

- sortiranje lesa po namembnosti – delo se opravlja ročno, posamezne sortimente se označuje skladno s kakovostnimi standardi;
- razžaganje okroglega lesa, namenjenega lesnemu gorivu; razžaga se na dolžine od 25 do 100 cm, hlodi se režejo pravokotno na vlakna;
- cepljenje okroglega, že razžaganega lesa z namenom zmanjšati obseg lesa z razkosavanjem; hlodi se cepijo vzporedno na vlakna (Krajnc idr. 2009).

Za cepljenje drv se je v preteklosti uporabljala sekira, ki so jo danes nadomestili hidravlični cepilci. Na trgu pa so na voljo tudi stroji, ki hloed razrežejo na zelene dolžine in hkrati razcepijo na zeleno debelino, s pomočjo transportnega traku pa skladiščijo drva na kupu (Turk 2010).

Za proizvodnjo sekancev potrebujemo sekalni stroj – sekalnik. Sekalnik je namenjen predelavi okroglega lesa neposredno v sekance. Poznamo več izvedb sekalnih strojev: stacionarni, vgrajeni na prikolico, nošeni na 3-to kovnem priklopu traktorja. Opremljeni so lahko z lastnim motorjem, lahko pa jih poganja traktor.

Glede na sekalno enoto pa jih delimo na kolutne, bobenske in vijakne sekalnike.

Transport sekancev lahko opravimo z običajnimi prevoznimi sredstvi za razsutitovor. Pri tem je praktično uporabiti prikolico s pomenim dnom za razkladanje sekancev. Na tovornjak je možno dograditi tudi nakladalno napravo. Na voljo so tudi že prikolice s pihalnikom, ki po cevi vpihujejo sekance v skladišče.

V končni fazi, pred uporabo, je pomembno tudi skladiščenje lesnih goriv, ki precej vpliva na kakovost goriva. Les lahko skladiščimo v katerikoli obliki – kot okrogel les, v vmesni ali v končni obliki. Skladiščimo ga lahko na vmesnih skladiščih ali v skladiščih neposredno ob kurilnici. Ne glede na obliko in trajanje skladiščenja je ključnega pomena, da se les suši na zraku in suhem prostoru.

Drva pri nejo izgubljati vlago takoj po poseku in izdelavi. Izhlapljanje vode iz lesa je najbolj intenzivno v pomladanskih mesecih, v jesenskih mesecih pa se vlažnost drv ponovno povečuje. Poleg lege skladovnice na sušenje drv vpliva tudi predpriprava drv – cepljenje. Necepljena drva v primerjavi s cepljenimi dosežejo 20 % vsebnost vode dva meseca kasneje kot cepljena. Zaradi tega je priporočljivo okrogli les slabše kakovosti pred sušenjem razcepiti na polena s premerom pod 10 cm.

Pri procesu sušenja drv je pomemben dejavnik tudi oblika: okroglica, polovica, četrtina, sredica. Najhitreje se suši sredica, ki predstavlja le osrednji del okroglega lesa. Prav tako v deževnem vremenu najhitreje absorbira vlago. Četrtnine in polovice se sušijo zelo podobno – na daljši rok sušenja, 1 leto; pri čemer imajo četrtine nekoliko nižjo vlažnost. Najslabše se sušijo okroglice, ki so v celoti obdane z lesno skorjo.

Priporo: livo je drva sušiti nekoliko dvignjena od tal, da ne absorbirajo vlage iz tal, če so morebiti vlažna. Prav tako je dobro, da je prostor za sušenje zaščiteno pred neugodnimi vremenskimi vplivi – sneg in dež.

Za skladiščenje in sušenje lesnih sekancev je najbolj optimalen prostor pokrita in utrjena površina – beton ali asfalt z lego na sonni in prav tako zračni lokaciji. Streha naj bo zasnovana tako, da omogoča prezračevanje.

Uporabimo lahko tudi zaščitne ponjave, ki so primerne tako za pokrivanje nasutih lesnih sekancev kot tudi za pokrivanje naloženih drv. Primerne so za sušenje in skladiščenje, saj imajo to lastnost, da omogočajo prehajanje vlage iz kupa sekancev v okolico, v obratni smeri pa vlage ne prepuščajo (Krajnc idr. 2009).

4. TEHNOLOGIJE ZA ENERGETSKO IZRABO LESNE BIOMASE

Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav (Ur. l. RS, št. 34/2007) opredeljuje kurilno napravo kot generator toplote, v katerem se toplota pridobiva z zgorevanjem goriva ter generator toplega ali vročega zraka vključno s pomožnimi napravami. Kurilna naprava je lahko mala, srednja ali velika.

Mala kurilna naprava proizvaja toploto za ogrevanje prostorov v stavbah. Njena vhodna toplotna moč ni večja od 1 MW pri uporabi trdnega goriva, 5 MW pri uporabi tekočega goriva, 10 MW pri uporabi plinastega goriva.

Srednja kurilna naprava proizvaja toploto za izvajanje tehnoloških procesov (priprava tople vode, pare, vročega olja), proizvaja električno energijo za ogrevanje stavb. Njena vhodna toplotna moč presega vhodno toplotno moč za malo kurilno napravo in ni večja od 50 MW – torej imajo srednje kurilne naprave vhodno toplotno moč nad 10 MW do 50 MW (Ur. l. RS, št. 34/2007).

Velike kurilne naprave določa in ureja Uredba o emisiji snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav (Ur. l. RS, št. 46/2002). Kot velike kurilne naprave se obravnavajo vse kurilne naprave, ki so namenjene proizvodnji energije in je njihova vhodna toplotna moč večja ali enaka 50 MW.

4.1. MANJŠE KURILNE NAPRAVE NA LESNO BIOMASO

4.1.1. IZKORISTEK OGREVALNEGA SISTEMA

Ko govorimo o kurilnih napravah, je pomemben podatek o izkoristku, ki je ključnega pomena pri ugotavljanju stroškov ogrevanja oziroma količine in potrebnega energenta za ogrevanje in njegovo ceno.

Toplotne potrebe neke stavbe so znane iz gradbenega projekta. Vsa energija nekega goriva (primarna energija) se ne prenese v prostore, ki jih želimo ogreti, ampak se na poti do tja izgubi. Gre za toplotne izgube, ki jih moramo upoštevati pri načrtovanju ogrevalnega sistema stavbe.

Toplotne izgube predstavljajo tisto toploto, ki jo kurilna naprava porabi za pokrivanje svojih izgub in toploto, ki se izgubi pri transportu toplotnega medija od kotla do grelcev v posameznih ogrevanih prostorih. Del toplote gre še v dimne pline.

Izkoristek je na splošno definiran kot razmerje med koristno energijo in energijo, ki je bila dovedena v sistem (energija goriva). Pri ogrevanju ločimo več izkoristkov.

Izkoristek kotla pove, kolikšen del energije, ki jo dovedemo v obliki goriva, se bo prenesel na ogrevalno vodo (toplotni medij) v kotlu. Gre za izkoristek zgorevanja. Upoštevana je toplota, ki jo iz kotla odnesejo dimni plini, toplota zaradi nepopolnega zgorevanja ter izgube s sevanjem kotla. Izkoristek se ugotavlja na podlagi merjenja ogljikovega monoksida in saj v dimnih plinih. Te podatke podajo proizvajalci kotlov in veljajo pri konstantnem obratovanju pri polni (nazivni) moči kotla (medmrežje 9).

Tabela 2: Orientacijske vrednosti izkoristkov posameznih vrst kotlov (Vir: Grobovšek, 2007)

Energent	Vrsta kotla	Izkoristek kotla
trdna goriva	starejše izvedbe kotlov	60–70 %
	kombinirani kotli na tekoče in trdno gorivo	70–75 %
	kotli na lesno biomaso	85–93 %
tekoča goriva	specialni kotli	90–95 %
plinasta goriva	specialni kotli	do 98 %
	kondenzacijski kotli	preko 100 %

Izkoristek kotla izrazimo kot razmerje med oddano koristno močjo (Q_K – toplota, ki preide na vodo v kotlu) in vloženo močjo (Q_f – energija goriva). Ena bo: $\eta_k = Q_K / Q_f = 100 - q_{dp} - q_s$, v kateri je q_{dp} toplotna izguba z dimnimi plini v %, q_s pa sevalna površinska izguba v % (Grobovšek 2007).

Normiran izkoristek kotla je merjen pri različnih delnih obremenitvah kotla. Zaradi primerljivosti kotlov so te obremenitve predpisane. Gre za povprečno izkoristkov pri delni obremenitvi, saj je v praksi zelo malo obratovanja pri polni moči kotla.

Izkoristek cevnega razvoda upošteva izgube, ki nastanejo pri prenosu tople vode od kotla do ogrevanih prostorov.

Izkoristek regulacije ogrevanja upošteva neracionalne ročne nastavitve ogrevanja (medmrežje 9).

Izkoristek ogrevalnega sistema vključuje izkoristek kotla (η_k), izkoristek cevnega razvoda (η_c) in izkoristek regulacijskega sistema (η_r). Izrazimo ga z ena bo: $\eta_{os} = \eta_k \times \eta_c \times \eta_r$ (Grobovšek 2007).

Izgube zaradi pripravljenosti kotla predstavljajo izgubo toplote z ohlajanjem. Ker kotel ne obratuje konstantno s polno nazivno močjo in se vmes, zaradi manjših toplotnih potreb, ustavi, se ta čas ves sistem ohlaja. Pri ponovnem zagonu pa se mora ves sistem ponovno ogreti (medmrežje 9). Izgube zaradi pripravljenosti kotla (q_b) izrazimo kot količnik med časom delovanja gorilnika in časom ponovnega zagona kotla (Grobovšek 2007).

Letni izkoristek kurilne naprave predstavlja zmnožek izkoristka kotla, normiranost izkoristka kotla, zmnožek izkoristka cevnega razvoda in izkoristka regulacije ogrevanja. Pri tem upošteva izgubo zaradi pripravljenosti kotla. Letni izkoristek izrazimo z ena bo: $\eta_{letni} = ((\eta_k/b_a/b_{vk} - 1)) \times q_b + 1$, v kateri je b_a čas pripravljenosti za obratovanje (število ur na leto), b_{vk} število ur polne uporabe kotla in q_b vse izgube zaradi pripravljenosti kotla (Grobovšek 2007).

Tabela 3: Okvirne dimenzije (tlorisa) zalogovnika pri višini polnjenja 2,5 m glede na energent (Vir: Hrovatin idr., 2000)

Energent	Tloris zalogovnika (m ³)
ekstra lahko kurilno olje	2 – tloris cisterne (višina: 1,5 m)
peleti	3,8
polena	7,7
sekanci	13,5

4.1.2. PE I NA POLENA IN CEPANICE

Pe i na polena so najbolj razširjena oblika kurilnih naprav na trgu. Gre za klasične centralne pe i na drva ali univerzalne pe i, ki so primerne tudi za kurjenje premoga. Njihova tehnološka zasnova izvira iz začetka dvajsetega stoletja. Tako so kljub zunanjim estetskim popravkom precej zastarele in imajo nizke izkoristke. Tako onesnažujejo okolje, poleg tega pa zahtevajo umazano delo.

Pri klasičnih pe i se hitrost gorenja regulira z dovajanjem zraka oziroma z odpiranjem in zapiranjem lopute. Kadar je loputa odprta je zaradi zadostne količine dovedenega zraka in s tem kisika zgorevanje goriva hitro in popolno, izkoristki so dokaj dobri, onesnaževanje zraka pa relativno majhno. Na ta način prihaja do velike porabe goriva. Kadar je loputa priprta, je dovod zraka manjši in s tem pride do pomanjkanja kisika v kurišču. Na ta način se proces gorenja upočasni. Še vedno poteka uplinjanje goriva (piroliza), po asnejši pa je oksidacija (končna faza). Tako se večinoma uplinjenih snovi izloči kot dim skozi dimnik. S tem ko dimni plini potujejo skozi dimnik, se ohlajajo in pride do kondenzacije in izločanja škodljivih snovi (Dolenšek idr. 1999).

Sodobni kotli na polena imajo vgrajeno posebno napravo, imenovano lambda sonda, ki meri preostanek kisika v dimnih plinih in uravnava razmerje primarnega in sekundarnega zraka. Glavna funkcija lambda sonde je, da zaznava spremembe v kakovosti goriva in nasploh dogajanje v pe i ter temu primerno spremeni količino potrebnega zraka.

Tako je udobje uporabe takih peči in ventilatorjev, saj ni potrebnega ročnega prilagajanja loput za dovod zraka. Prav tako so tudi emisije dimnih plinov manjše. Peči in ventilatorji dosegajo izkoristek tudi nad 90 %.

Kotlom na polena se dograjujejo tudi hranilniki toplote. Gre za izoliran vodni rezervoar, ki prevzame preseženo toploto in jo oddaja v toplovodni sistem takrat, ko kotel ne obratuje. Pri kotlih na plinasta in tekoča goriva lahko zmanjšamo dovod goriva, vendar pa pri kotlih na polena ne moremo tako natančno nadzorovati. Intenzivnost gorenja lahko pri boljših kotlih zmanjšamo za 50 %. Zaradi tega je hranilnik toplote toliko bolj pomemben pri kotlih na polena. Prednosti uporabe hranilnika toplote so torej naslednje: kotel lahko deluje pri nazivni moči oziroma bližje temu, saj se izboljša njegov izkoristek, zmanjšajo se emisije dimnih plinov, življenjska doba kotle pa se podaljša; temperatura tako ogrevanega stanovanja ne niha med prevročim in hladnim, prav tako pa lahko stanovanje ogrevamo v času, ko kotel ne obratuje. Tako je optimizirana poraba kuriva in stopnja udobja ogrevanja (Krajnc in Kopše 2005).

Za sodobnejše in tehnološko bolj dovršene peči in ventilatorje je značilno, da imajo ločen zgorevalni prostor na dva dela: primarnega in sekundarnega. V primarnem delu poteka sušenje in uplinjanje goriva (lesa), v sekundarnem delu pa zgorevajo lesni plini, nastali v primarnem delu. S tem se doseže boljši izkoristek, 90 % in tudi več. Pri teh pečeh skrbi za dovajanje zraka ventilator – gre za prisilno dovajanje zraka. Te peči imajo prostorni zalogovnik za drva, kar omogoča daljši čas gorenja in poredko polnjenje. Ker je zgorevanje popolno, je nastalega pepela zelo malo – okoli 1 %. Tudi pogosto sušenje peči ni potrebno.

Sodobne peči na drva delimo na dva tipa, in sicer:

- nadtlak ni tip peči na drva;
- podtlak ni tip peči na drva (Dolenšek idr. 1999).

Delimo jih lahko tudi glede na način doziranja goriva. Tako ločimo kotle z ročnim nalaganjem in kotle z avtomatskim doziranjem goriva. Toplotna moč kotlov z ročnim nalaganjem je od 15 do 80 kW nazivne toplotne moči, za kotle z avtomatskim doziranjem goriva pa je 15 kW ali več. Slednji se uporabljajo tudi pri sistemih daljinskega ogrevanja, pri katerih segajo moči kotla tudi do nekaj MW (Hrovatin in Šubic 2000).

4.1.2.1. NADTLAK NI TIP PEČI NA DRVA

Pri nadtlaknem dovodu zraka dodaten ventilator dovaja zrak v zalogovnik polen (običajno dolžine do 50 cm) nad rešetko. V tem prostoru leži les na žerjavici in nastajajo lesni plini. Zračni nadtlak, ki ga ustvarimo s pomočjo ventilatorja, potisne nastale pline v sekundarno gorišče pod rešetko – vroča zgorevalna komora kamor ventilator dovaja dodatno količino zraka – sekundarni zrak, da lahko plini ob prisotnosti visoke temperature popolnoma zgorijo.

Vgrajen kotlovski termostat uravnava delovanje ventilatorja. Tako je delovanje prilagojeno dejanskim potrebam. Kljub temu pa je zgolj s tem sistemom regulacije težko zagotoviti dober izkoristek in okolju prijazno obratovanje. Pogoje obratovanja lahko izboljšamo z vgradnjo vmesnega hranilnika toplote (Dolenšek idr. 1999).

4.1.2.2. PODTLAK NI TIP PEČI NA DRVA

Pri podtlaknem dovodu zraka ventilator, ki je vgrajen v kanal za odvod dimnih plinov pred vstopom v dimnik, sesa zrak. Z ustvarjanjem podtlaka v kurišču vleče pline, ki nastajajo pri termični razgradnji lesa. Pot zraka je enaka kot pri nadtlaknem tipu: tudi tu zrak potuje preko drv in dovaja lesne pline v sekundarno gorišče – zgorevalno komoro. Tu poteka popolno zgorevanje ob dodatnem dovajanju zraka. Nastale dimne pline ventilator potiska v dimnik.

V primerjavi z nadtlakimi tipi peči so te sodobnejše in prevladujejo na trgu, saj:

- omogočajo neovirano kurjenje, neodvisno od vremena;
- je pri kurjenju v kurilnici manj dimljenja pri polaganju drv;
- omogočajo kurjenje grobih sekancev (od 6 do 12 cm) in ostankov lesa (Dolenšek idr. 1999).

4.1.3. PEČI NA SEKANCE

Peči na lesne sekance so avtomatizirane, kar pomeni, da je dovod goriva v kurilnico avtomatski in ga ni treba ročno nalagati. Gre za posebno vrsto peči, ki so dodatno opremljene s polži za dovod sekancev iz zalogovnika v kurilnico in s polžem za odvod pepela (Dolenšek idr. 1999). Da ne bi prišlo med delovanjem do gorenja nazaj proti zalogovniku za lesne sekance, je kotlovska naprava opremljena z varnostnim sistemom. Izkoristek peči na sekance je zelo visok. Dovod goriva je neprekinjen, dovod zraka pa nadzorovan. Tako se proces zgorevanja prilagaja dejanskim potrebam po toploti. Vedno bolj uveljavljena je tudi dodatna oprema, ki omogoča samodejni vžig, izboljšanje toplotnega prenosnika in iznos pepela (Hrovatin in Šubic 2000).

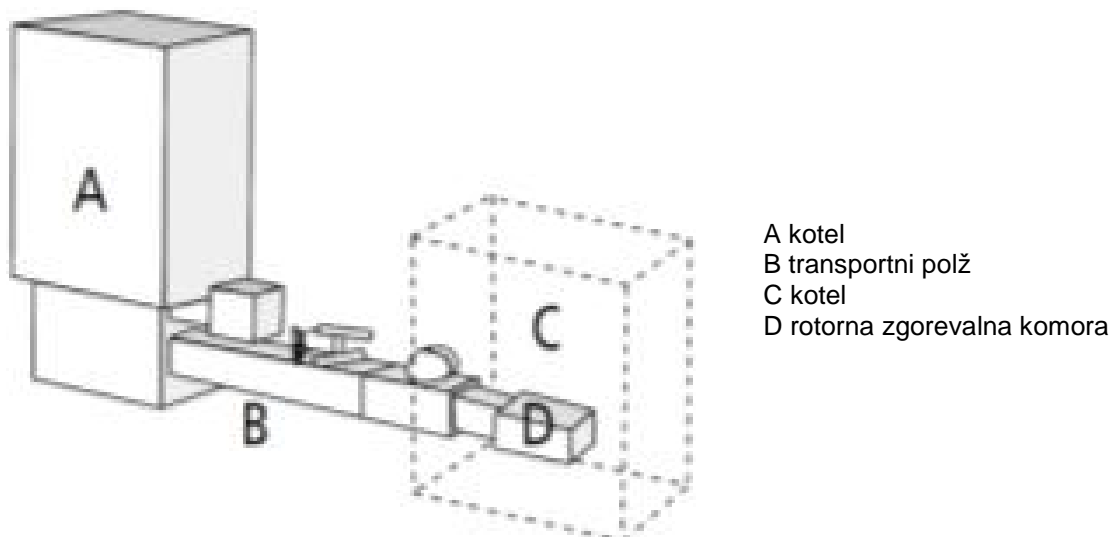


Slika 6: Skladiščenje in transport lesnih sekancev do kotla (Vir: Hrovatin in Šubic, 2000)

Ločimo dva tipa peči na lesne sekance, in sicer (Dolenšek idr. 1999):

- peči z retornim kurilnikom;
- peči s predkurilnikom.

4.1.3.1. PEČI NA SEKANCE Z RETORNIM KURILNIKOM



Slika 7: Sistem retornega kurjenja z lesnimi sekanci (Vir: medmrežje 6)

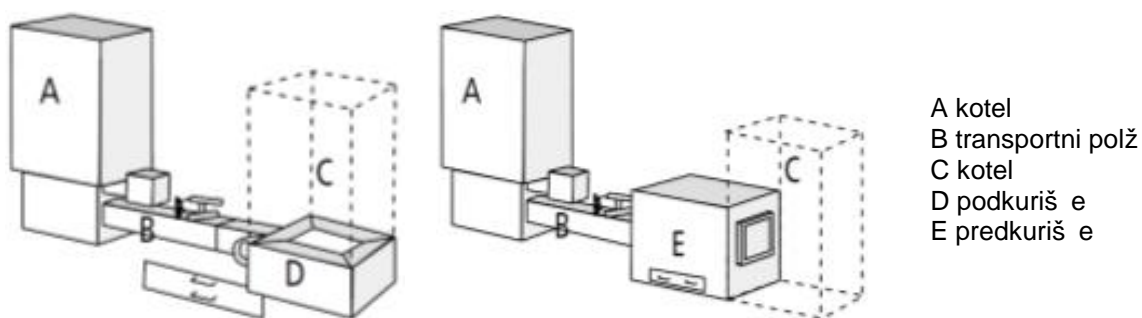
Peči z retornim kurilnikom je manjša in posledično potrebuje manj prostora za montažo. Izgube zaradi žarenja so manjše zaradi manjše površine, posledično pa je izkoristek nekoliko večji.

Dovodni polž potiska gorivo v retro kurošnico v obliki krožnika, kjer poteka uplinjanje lesa ob dovajanju primarnega zraka. Nad tako imenovanim zgorevalnim krožnikom je zgorevalni obroč, ki dovaja predgreti sekundarni zrak. Ta omogoča kakovostno zgorevanje, neodvisno od obremenitev. Vročni plini, ki pri tem nastanejo, potujejo v izmenjevalnik toplote.

Boljše različice teh tipov peči so dodatno opremljene še z avtomatskimi čistilci dimnih kanalov in s polžem za odstranjevanje pepela (Dolenšek idr. 1999).

4.1.3.1. PEČI NA SEKANCE S PREDKURŠNICO

Peči s predkurošnico predstavljata dve lončeni posodi (peči). Predkurošnica predstavlja samo izgorevalni prostor, obdan s šamotom, kjer ni vode, ki bi prevzemala toploto. Kotel, ki je lahko tudi standardna peč, predstavlja toplotni izmenjevalec. Kadar ni več njih potreba po toploti, lahko v teh pečeh kurimo kosovne odpadke in drva, sekanci pa zgorevajo v predkurošnici. Zaradi odsotnosti izmenjevalca toplote so temperature zgorevanja višje kot pri običajnih pečeh. Zaradi tega dobro gorijo tudi sekanci z višjo vsebnostjo vlage.



Slika 8: Sistem zgorevanja sekancev v podkurošnici (levo) in predkurošnici (desno) (Vir: medmrežje 6)

Prednost tega sistema je ta, da lahko samo dopolnimo obstoječi sistem – dokupimo predkurošnico in napravo, ki omogoča doziranje sekancev (Dolenšek idr. 1999).

4.1.3. PEČI NA PELETE IN BRIKETE

Princip delovanja peči na lesne pelete je zelo podoben sistemu delovanja peči na lesne sekance, vendar peleti zahtevajo precej manj prostora za skladiščenje. Zaradi enakomerne velikosti peletov je tudi doziranje lahko bolj natančno (Hrovatin in Šubić 2000).

4.2. DALJINSKI SISTEM OGREVANJA

4.2.1. SPLOŠNO O DALJINSKEM SISTEMU

Daljinsko ogrevanje predstavlja sistem ogrevanja prostorov in vode v več stavbah iz centralne toplarne (skupne kotlovnice). V toplarni se proizvaja toplota, ki se dovaja odjemalcem oziroma porabnikom kot vroča voda preko dvocevne izoliranega sistema. Cevni sistem je sestavljen iz cevovodov, ki vodijo iz toplarne do glavnih naselbinskih centrov (prenosni sistem) in manjših cevovodov, ki vodijo do posameznih porabnikov (razdelilni sistem ali razdelilni vodi). Cevi prenosnega sistema imajo večji premer kot cevi razdelilnega sistema. Razdelilni sistem je s pomočjo toplotnih izmenjevalnikov ločen od prenosnega sistema (medmrežje 11).

Glavni elementi sistema daljinskega ogrevanja so:

- toplotni viri: naprave za proizvodnjo toplote, kotli za proizvodnjo toplote (les, plin, nafta, premog), priprava vode, rpalke;
- prenosni razdelilni cevovodi: izolirane jeklene cevi, kompenzatorji, sekcijski ventili;
- toplotne postaje: izmenjevalniki toplote, ventili in rpalke, merilniki toplote;
- instalacije porabnikov: radiatorji, instalacija za vročo vodo, izmenjevalniki toplote, merilniki in ventili (medmrežje 11).

Osnovna zgradba in delovanje daljinskih sistemov ogrevanja je povsod enaka, razlikujejo pa se v glavnem glede na vhodni energent, iz katerega se pridobiva toplotna energija.

V Sloveniji se vedno bolj uveljavljajo daljinski sistemi ogrevanja, pri katerih se kot vhodni energent uporablja lesna biomasa iz različnih virov. Na splošno je pri nas daljinsko ogrevanje dobro uveljavljeno v mestih, kjer je poselitev bolj gosta. Zunaj mest, na manj poseljenih območjih, pa prevladuje individualno ogrevanje (ogrevanje samo za stavbo) (Šolinc 2006).

Pri vseh vrstah daljinskega ogrevanja, ne glede na to, kateri vhodni energent uporabljamo, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- dovolj veliko število odjemalcev, priključenih na daljinsko omrežje;
- dovolj visoka gostota odjema (npr. strnjeno naselje) – po priporočilih strokovnjakov znaša 1.300 MWh/m letno (pri nizki gostoti odjema je z ekonomskega vidika daljinsko ogrevanje nesmiselna investicija saj se pri majhnem odjemu poveča vrednost investicije – €/m omrežja);
- priključenost tudi večjih odjemalcev – večje stavbe;
- lokalna dostopnost do energenta.

Prednosti daljinskega sistema ogrevanja:

- prisotnost usposobljenih strokovnjakov in ostalega usposobljenega osebja, ki izvajajo centralni nadzor nad kurilno napravo in celotnim sistemom;
- izkoristek sistema je večji, saj je ne glede na to, kakšen je izkoristek oziroma izguba (x %) kurilne naprave v daljinskem sistemu, je izguba še vedno manjša, kot če ima vsako gospodinjstvo s svojo kurilno napravo izgube x %;
- emisije so manjše, kar je posledica manjših izgub in večjega ter strokovnejšega nadzora;
- pri eni večji kurilni napravi je lažje zagotavljati zanesljivost oskrbe s toploto, poleg tega pa je enostavneje preurediti eno kurilno napravo za drug vhodni energent v primerjavi s preurejanjem številnih manjših kurilnih naprav (Šaver idr. 2006).

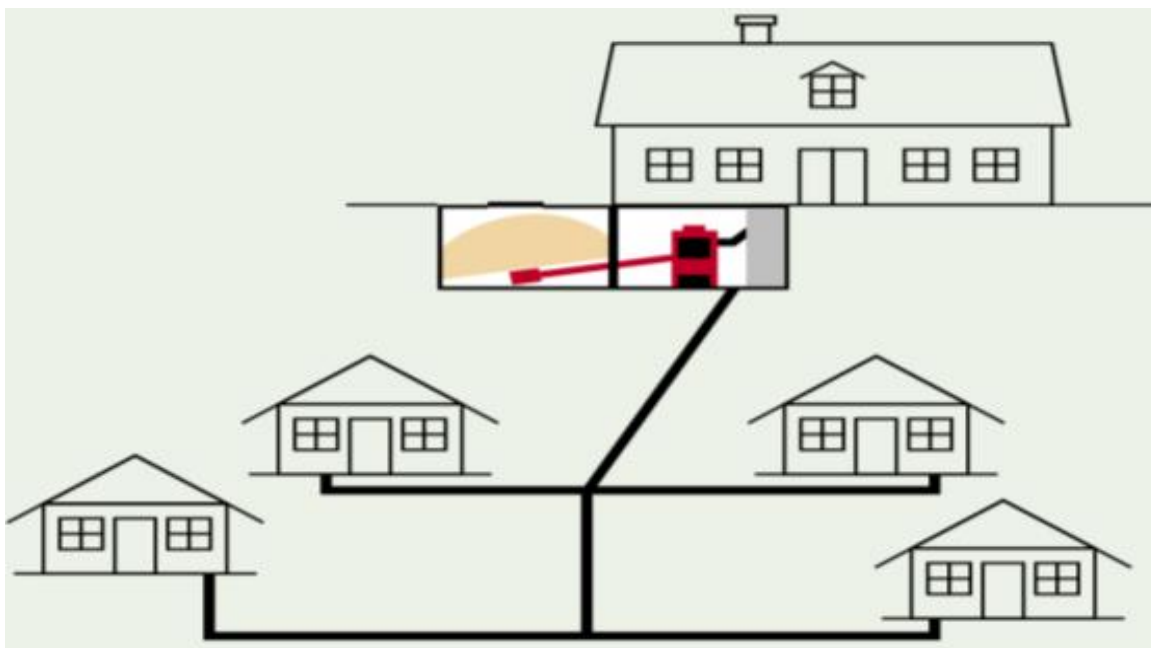
Če želimo vzpostaviti daljinsko ogrevanje na lesno biomaso, se lahko gradnje celotnega sistema lotimo od začetka, na novo. Če pa je daljinski sistem sicer že vzpostavljen, a se uporablja kot energent katero od fosilnih goriv, lahko pri obstoječem sistemu zamenjamo vir toplote; kotel oziroma kurilno napravo na fosilna goriva zamenjamo s kotlom na lesno biomaso. Obliki lesne biomase, ki jo bomo uporabljali kot energent, moramo urediti primeren zalogovnik, sistem za dovod energenta v kurišče, sistem odstranjevanja pepela in ostale podrobnosti (Šolinc 2006).

Po priporočilih strokovnjakov znaša število obratovalnih ur pri maksimalni zmogljivosti kotla 1.400 ur na leto (medmrežje 2).

4.2.2. MIKROSISTEMI DALJINSKEGA OGREVANJA

Mikrosistem daljinskega ogrevanja, kot pove že samo ime, predstavlja manjši sistem daljinske oskrbe s toploto. Gre za oskrbovanje le nekaj hiš oziroma gospodinjstev na kratki razdalji, in sicer na podlagi energetskega pogodbenišтва. Investitor (posamezen kmet ali več kmetov skupaj) investira v izgradnjo ogrevalnega sistema. Na ta način je odgovoren in mora skrbeti za nemoteno delovanje in oskrbovanje s toploto na podlagi pogodbe o dobavi toplote, ki je sklenjena med prodajalcem in kupcem.

Energetsko pogodbeništvu ima prednost tako za prodajalca kot tudi za kupca. Prodajalec lahko s tem, ko prodaja toploto, ustvari dosti višjo dodano vrednost lesu slabše kakovosti. Za kupca pa se tako znižajo stroški ogrevanja, saj je lahko cena tako proizvedene toplote nižja. S tem se denar obračuna in hkrati ostaja v domačem okolju in poleg tega nudi zaposlitev. Navsezadnje s tem varujemo tudi okolje (Krajnc idr. 2005).



Slika 9: Prikaz mikrosistema daljinskega ogrevanja na lesno biomaso (Vir: Krajnc in Kopše, 2005)

Ključne značilnosti mikrosistema daljinskega ogrevanja:

- oskrba s toploto več nepovezanih objektov (lahko so tudi v lasti ene družine);
- kotel, kjer zgoreva lesna biomasa, se nahaja na eni centralni točki;
- moč kotla je od 80 do 150 kW;
- stroški investicije v kotel večje moči so manjši (v primerjavi s seštevkom investicij v posamezne kotle manjših moči);
- izkoristki omrežja so visoki;
- poraba električne energije in toplotne izgube so majhne zaradi dovršene tehnologije vgrajenih naprav;
- manjša potreba po prostoru, saj je kotlovnica zunaj ogrevanih objektov;
- upravitelj si prizadeva za učinkovito in gospodarno delovanje sistema.

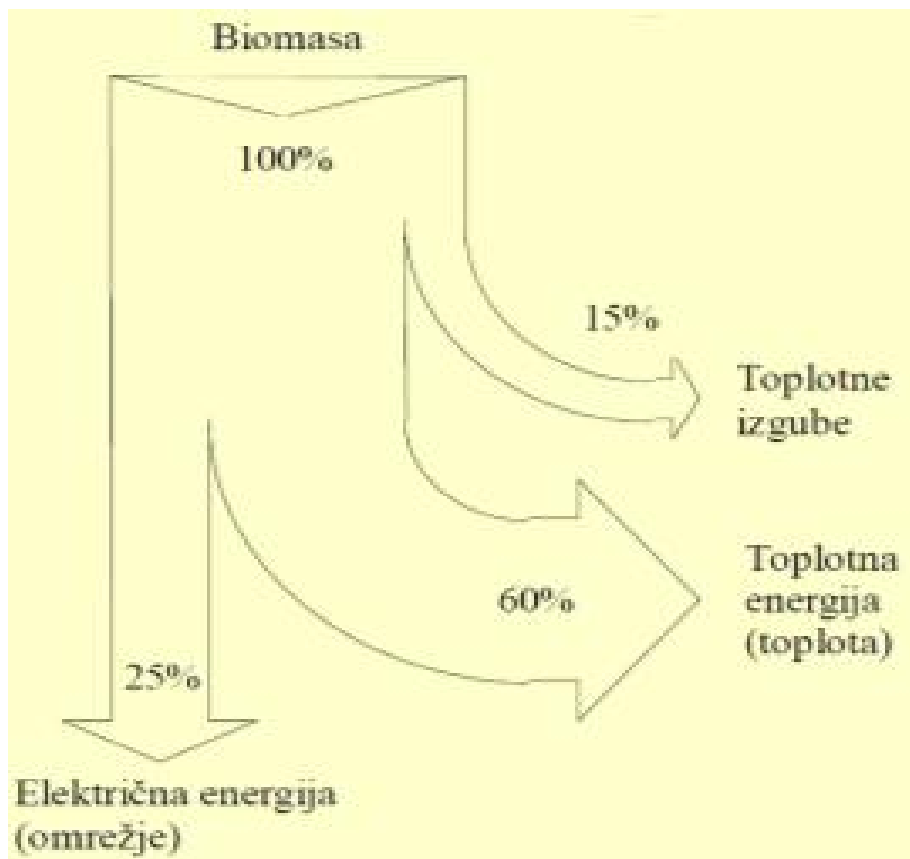
Seveda pa je mogoče najti tudi nekaj negativnih lastnosti mikrosistema daljinskega ogrevanja. Dve tretjini celotne investicije predstavlja toplovod (od kotlovnice do vseh porabnikov), poleg tega se izgubam v omrežju kljub kratkim razdaljam ne da popolnoma izogniti. V primeru okvare so prizadeti vsi odjemalci, saj sistem ni ločen na podpostaje. Prisoten je tudi psihološki učinek odjemalcev, ki so odvisni od centralne oskrbe s toploto (Bratkovič in Irgl 2006).

Tipične značilnosti mikrosistemov daljinskega ogrevanja:

- smiselni so le na kratkih razdaljah (100 kW kotel največ 200 m);
- odjemalci morajo imeti vgrajene razdelilne postaje, ki omogočajo meritev dejanske porabe;
- pogodba med prodajalcem in odjemalcem naj bo dolgoročna (15 let), vključuje pa naj tudi indekse rasti življenjskih potrebščin;
- cena energije v mikrosistemu mora biti konkurenčna energiji iz fosilnih goriv;
- potrebnega je nekaj kapitala: investitor potrebuje 20 % lastnih sredstev, od 30 do 40 % pokrijejo subvencije, ostanek pa posojila;
- potrebno je prijaviti dejavnost za pridobivanje subvencij (Krajnc in Kopše 2005).

4.3. KOGENERACIJSKI SISTEMI NA LESNO BIOMASO

Kogeneracija ali soproizvodnja toplotne in električne energije, SPTE, predstavlja sistem istovrstne izrabe energenta za pridobivanje električne in toplotne energije hkrati. V takem primeru se kotlarna imenuje toplarna. Kogeneracija omogoča prihranek primarne energije (energenta), s tem pa se zmanjšajo stroški energetske oskrbe brez spremembe proizvodnega sistema (medmrežje 13).



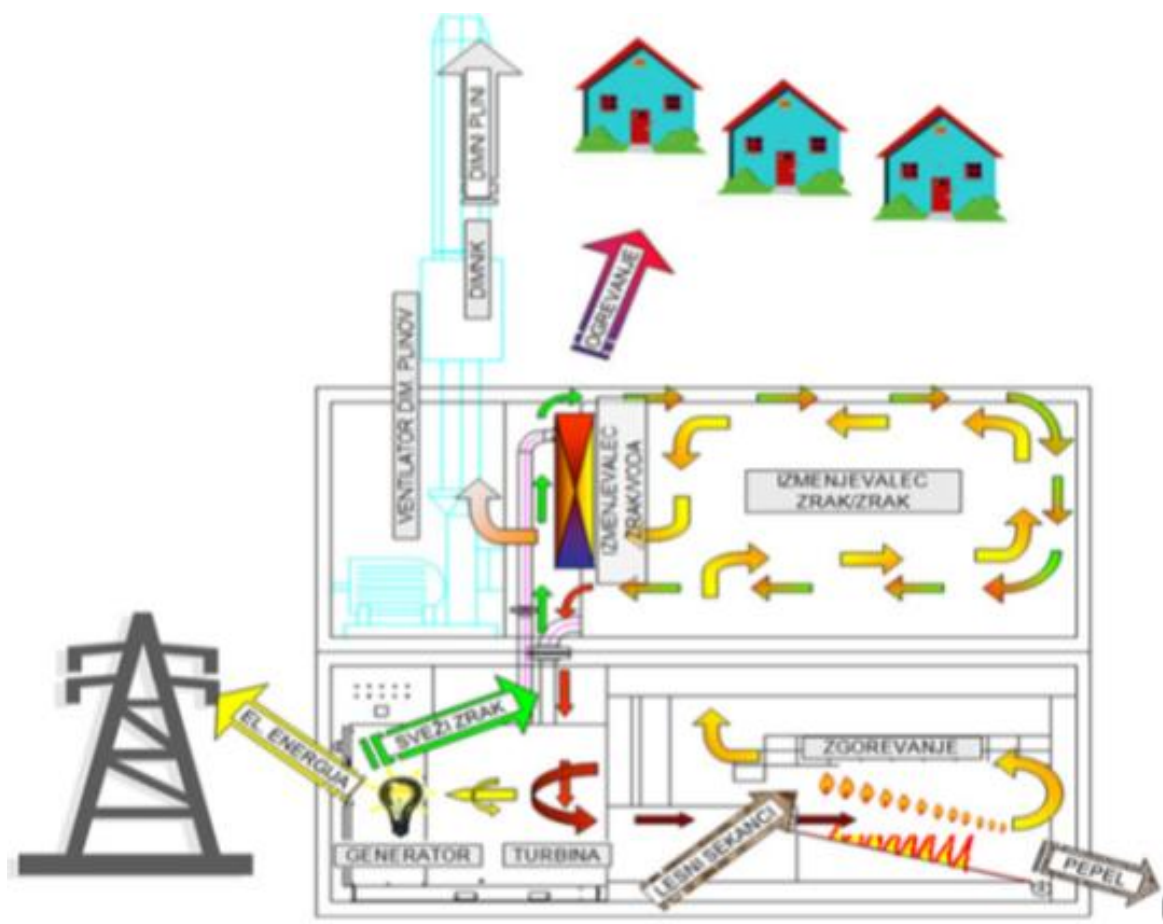
Slika 10: Izkoristek energenta pri kogeneraciji (Vir: medmrežje 12)

S kogeneracijskim sistemom je potrebe po toplotni in hkrati električni energiji v celoti težko pokriti. Da lahko primanjkljaj električne energije kupimo iz omrežja ali pa višek oddamo v omrežje, sta kogeneracijski in konvencionalni sistem postrojena vzporedno.

S kogeneracijo se stroški zmanjšajo za okoli od 20 do 30 %, investicija pa se povrne v dveh do petih letih. Ekonomska upravičenost takega sistema je zelo velika (medmrežje 13).

Zaradi značilnosti kogeneracijskih sistemov električne in toplotne energije ter značilnosti daljinskih sistemov ogrevanja je smiselno razmišljati o kombinaciji obeh. Razlog za smiselnost povezave teh dveh sistemov izhaja iz dejstva, da so daljinski sistemi smiselni tam, kjer je na manjši lokaciji velika potreba po toplotni energiji. Pomeni, da gre za relativno strnjena naselja, kjer so tudi potrebe po električni energiji primerno velike. Kogeneracija omogoča ob energetskih in posledično ekonomskih prihrankih pokrivanje potreb po obeh oblikah energije.

Kot energent v procesu kogeneracije je poleg bioplina in ostalih fosilnih goriv mogoče uporabiti tudi lesno biomaso. Kadar lesna biomasa zgoreva direktno, je v sistemu primerna le parna turbina. Lesno biomaso lahko uplinimo in dobljeni plin, lesni plin, uporabimo za zgorevanje v plinskih turbinah (medmrežje 12).



Slika 11: Funkcionalni diagram kogeneracije na lesno biomaso (Vir: medmrežje 14)

Za kogeneracijo potrebujemo električni generator, ki ga poganja mehanska energija motorja oziroma turbine. Notranja energija energenta se pretvori v mehansko delo, pri tem pa se sprosti velika količina toplote. S kogeneracijo to sproščeno toploto iz energenta koristno izrabimo, za razliko od klasičnih sistemov proizvodnje elektrike, pri katerih koristna toplotna energija ostane neizrabljena. Glavna prednost kogeneracijskih sistemov je v tem, da pridobimo večjo energetske učinkovitost za isti energetski vir (energentski). Celotni izkoristek kogeneracije je okoli 90 % (medmrežje 15).

Skupni izkoristek kogeneracijskega sistema η_g izražamo tako, da letno količino pridobljene električne energije in koristne toplotne energije delimo z energijo porabljenega goriva. Ena bo za izražanje skupnega izkoristka kogeneracijskega sistema zapišemo tako:

$$\eta_g = \frac{E_{cg} + Q_{cg}}{H_f} = \frac{E_{cg} + Q_{cg}}{m_f \times LHV},$$

kjer je E_{cg} – električna energija pridobljena s kogeneracijo, Q_{cg} – koristna toplota, H_f – energija porabljenega plina, m_f – masni tok goriva, LHV – spodnja kurilna vrednost goriva.

Prihranek primarne energije zaradi uvedbe kogeneracijskega sistema izražamo po ena bi:

$$PES = E_{cg} \times \frac{1}{\eta_e} + \frac{1}{PHR \times \eta_b} - \frac{1}{\eta_{cg}},$$

kjer je η_e – izkoristek električnega omrežja, PHR – razmerje med električno in koristno toplotno energijo, η_b – izkoristek konvencionalnega kotla, η_{cg} – električni izkoristek.

Poznamo več vrst kogeneracijskih sistemov. Razvrščamo jih glede na tip stroja, ki poganja električni generator. Tako ločimo:

- kogeneracijski sistem s plinsko turbino;
- kogeneracijski sistem s parno turbino;
- kogeneracijski sistem s kombiniranim plinsko-parnim ciklom;
- kogeneracijski sistem z batnim motorjem (medmrežje 13).

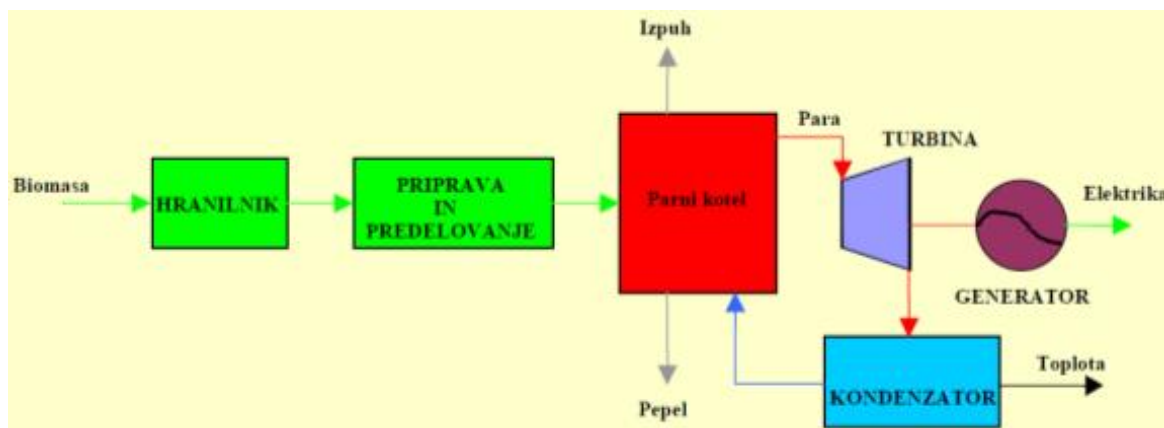
Tabela 4: Primerjava kogeneracijskih sistemov (Vir: medmrežje 13)

Izkoristek	Parna turbina	Plinska turbina	Kombinirani cikel	Batni motor
električni izkoristek (%)	10–30	15–35	30–40	35–45
celotni izkoristek (%)	75–85	70–80	80–90	75–80
specifična poraba (kW_t/kW_e)	1,2	1,6	1,6	1,4–2
investicijski stroški ($\text{€}/\text{kW}_e$)	1.500–1.000	1.200–530	900–450	960–770
življenjska doba	30 let	15 let	15 let	10 let

4.3.1. KOGENERACIJSKI SISTEM S PLINSKO TURBINO

Kogeneracijski sistem s plinsko turbino deluje tako, da energent zgoreva v zgorevalni komori, pri tem nastali plini vstopajo v plinsko turbino. Plinska turbina pretvarja energijo dovedenih plinov v mehansko ali električno energijo, preostanek energije, ki izhaja iz turbine kot izpušni plini s temperaturo okoli 500 stopinj C, lahko uporabimo kot toplotno energijo za pokrivanje potreb po toploti. Tok izpušnega plina iz plinske turbine ima konstantno visoko temperaturo, ki jo lahko uporabimo pri proizvodnih procesih (medmrežje 12).

4.3.2. KOGENERACIJSKI SISTEM S PARNO TURBINO



Slika 12: Shema kogeneracije s parno turbino (Vir: medmrežje 12)

Pri kogeneraciji s parno turbino gre za ekspanzijo visokotlačne pare iz konvencionalnega parnega kotla v parno turbino, ki proizvaja mehansko (električno) energijo. Ta sistem daje manj električne energije kot sistem s plinsko turbino, celotni izkoristek pa je večji, od 80 do 90 % (medmrežje 12).

Glede na tlak izstopne pare se parne turbine delijo na protitlačne parne turbine, pri katerih je tlak izstopne pare višji od atmosferskega tlaka, in kondenzacijske parne turbine, pri katerih je tlak izstopne pare nižji od atmosferskega tlaka (medmrežje 12).

4.3.3. KOGENERACIJSKI SISTEM S KOMBINIRANIM PLINSKO-PARNIM CIKLOM

Kogeneracija s kombiniranim plinsko-parnim ciklom predstavlja kombinacijo plinske in parne turbine za pridobivanje električne energije. Plini, ki izhajajo iz plinske turbine se uporabljajo za pridobivanje visokotlačne pare, ki nato poganja parno turbino. Nizkotlačno paro iz parne turbine pa lahko uporabimo v proizvodnih procesih. Ta sistem ima v primerjavi s kogeneracijo s samostojno plinsko ali samostojno parno turbino višji električni izkoristek (medmrežje 13).

4.3.4. KOGENERACIJSKI SISTEM S PLINSKIM MOTORJEM

Pri kogeneraciji s plinskim motorjem uplinjena lesna biomasa oziroma lesni plin poganja motor. Motor poganja električni generator, ki proizvaja električno energijo. Pri takem sistemu je nastala toplota porazdeljena v izpušnih plinih in medijih hladilnega sistema motorja. Prednost tega sistema je, da hitro reagira na potrebe po električni energiji, pri tem pa se poraba energenta bistveno ne poveča (medmrežje 13).

5. OKOLJSKI VIDIK ENERGETSKE IZRABE LESNE BIOMASE

5.1. PREDPOSTAVKA O LESNI BIOMASI KOT CO₂ NEVTRALNEM ENERGENTU

Les se obnaša kot hranilnik energije. Drevo v času svoje rasti s pomočjo procesa fotosinteze zbira energijo sonca, ki jo shrani v obliki lesne biomase. Rastline, prav tako pa tudi drevesa, iz vode in ogljikovega dioksida iz ozraja, ob prisotnosti sončne svetlobe, tvorijo celulozo (ogljikov hidrat). Pri tvorbi celuloze potrebuje rastlina 0,80 kWh/mol sončne energije (Lipušek idr. 2003). Pri tem procesu nastaja kisik kot stranski produkt. Pri zgorevanju celuloze se v zaprtem sistemu sprošča toplota, ki znaša 0,78 kWh/mol. Toplota, ki jo dobimo pri gorenju lesa, je energija (toplota) sonca, ki je shranjena v lesni biomasi. Torej je proces zgorevanja lesa obraten procesu pridobivanja oziroma vezave energije v času rasti rastline.

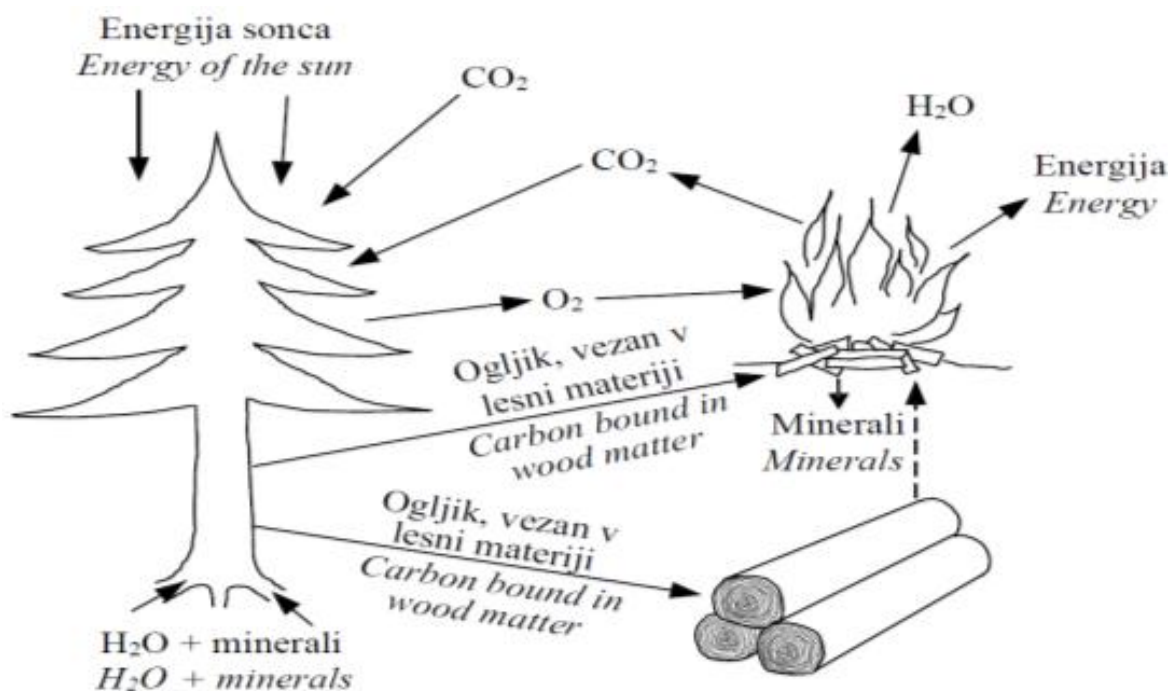
Formula procesa fotosinteze: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{energija (h)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

Formula procesa zgorevanja lesa: $\text{C}_{10}\text{H}_8 + 12 \text{ O}_2 \rightarrow 10 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$.

Pri zgorevanju lesne biomase ogljik in kisik, vezana v lesni biomasi, reagirata s kisikom iz ozraja. Če je ob gorenju prisotnega dovolj kisika, se sprošeni ogljik veže s kisikom iz ozraja in nastane ogljikov dioksid (CO₂). Ob tem se sprošča toplota. Če pa je količina prisotnega kisika prenizka, nastaja iz ogljika in kisika ogljikov monoksid (CO), ob tem pa se sprosti precej manj toplote, kot če je kisika dovolj. Nepopolno zgorevanje lesne biomase lahko prepoznamo tudi po tem, da se sprošča gost sajast dim, poleg tega pa emisije ogljikovega monoksida, metana (CH₄), policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH), pri čemer je izkoristek energije slab – torej pridobimo malo toplote (Lipušek idr. 2003).

Ker je proces zgorevanja lesne biomase (uporaba v energetske namene) nasproten naravnemu procesu fotosinteze, iz tega izhaja, da je les CO₂ nevtralen vir energije. Pri zgorevanju odda le toliko ogljikovega dioksida, kot ga je drevo v času rasti vezalo iz ozraja. Ob tem pa mora biti raba lesne biomase kot energenta enaka prirastku lesne biomase v naravi. Če lesne biomase ne bi uporabljali kot energent in je sežigali, bi po propadu drevesa potekel proces razgradnje (gnitja in mineralizacije), ob tem pa bi se v ozraju sprošali ali toplogredni plini. Toplogredni plini, ki se sprošajo ob razkroju ali ob zgorevanju lesne biomase, so del narave oziroma naravnega procesa kroženja snovi, ki samo vzpostavlja ravnovesje. Za razliko so fosilna goriva v svojo strukturo vezala ogljik iz atmosfere že pred milijoni let. Ob uporabi teh kot energentov se ob njihovem zgorevanju takrat vezan ogljik sprošča v ozraju še zdaj in pomembno prispeva k povečanemu učinku toplote (medmrežje 7).

Količina uskladiščenega ogljika je v lesni biomasi zelo odvisna od gostote lesa, ki je pogojena z drevesno vrsto. Les z večjo gostoto vsebuje večjo količino ogljika kot les z manjšo gostoto. Na to pa ima precejšen vpliv tudi lastnost rastišča. Za nastanek 1 kg absolutno suhega bukovega lesa se v procesu fotosinteze veže približno 1,795 kg ogljikovega dioksida iz ozraja. V enem m³ zračno suhega smrekovega lesa je uskladiščenega 768,7 kg ogljikovega dioksida (Lipušek idr. 2003).



Slika 13: Kroženje ogljika med lesno biomaso in ozračjem (Vir: Lipušek idr., 2003)

Upoštevati je treba tudi proces razkroja lesne biomase v naravi. Če bi se lesna biomasa v naravi razkrajala v popolnoma (100 %) aerobnih razmerah, bi bile pri tem emisije ogljikovega dioksida enake količini vezanega ogljikovega dioksida v to drevo v procesu fotosinteze. Ker pa biomasa v naravi ne razpada v popolnoma aerobnih razmerah, ampak tudi v anaerobnih, se namesto ogljikovega dioksida sprošča metan (CH_4). Metan je eden izmed toplogrednih plinov, vendar ima devetkrat večji toplogredni potencial. Pri biološkem razpadu naj bi se v naravi tvorilo 60 % metana in le 40 % ogljikovega dioksida (Lipušek idr. 2003). Za primerjavo: če lesno biomaso uporabljamo kot energent, ki se uporablja v procesu popolnega (ali čim bolj popolnega) zgorevanja, se tvorijo ogljikov dioksid, vodna para in pepel. Pepel predstavlja mineralni ostanek oziroma minerale, ki jih je drevo vezalo v času svoje rasti in je z ekološkega vidika neškodljiv za okolje – možno ga je uporabljati kot gnojilo (Lipušek idr. 2003).

S tem ko odstranimo lesno biomaso iz gozda, uskladišimo ogljik, ki je vezan v lesu, v lesnih izdelkih ali v gorivu. S tem omogočimo gozdu kot ekosistemu, da nadalje veže ogljik iz ozračja. Star in dozorel gozd vsebuje velike količine ogljika. Z odstranitvijo starih dreves omogočimo mlajšim drevesom, da intenzivneje vežejo ogljik (Lipušek idr. 2003).

Gore (2011) pravi, da drevesa v svojem življenju različno zajemajo ogljik; v prvih desetletjih malo, potem dosežejo vrhunec, na starost pa zajemanje spet pojema. Na podlagi spremljanja rasti dreves in njihovega zajemanja CO_2 bi se lahko odločili, kdaj je najbolje drevesa posekati, da bi zajela čim več ogljika. Odvisno je tudi od same vrste drevesa (Gore 2011).

Predpostavka, da je les za CO_2 nevtralen vir energije, velja tudi v mednarodnih metodologijah. Upoštevati je treba tudi to, da predpostavka o lesu kot CO_2 nevtralnem gorivu velja le za lesno biomaso, ki izvira iz gozdov, kjer je gospodarjenje trajnostno. V primerih korenjenja gozdov, ta predpostavka ne velja (Kranjc idr. 2009). Ogljikov dioksid, CO_2 , je namreč glavni povzročitelj povečanja in krepitve toplote. Problematičen je zaradi velikih količin, ki se antropogeno sproščajo v ozračje, čeprav ima nižji toplogredni potencial v primerjavi z ostalimi toplogrednimi plini. Povečane emisije ogljikovega dioksida v ozračje so se pri ele z industrijsko revolucijo. K povečanim koncentracijam ogljikovega dioksida v ozračju je pomembno prispevalo globalno izsekavanje gozdov, ki predstavljajo ponore ogljikovega dioksida. Tako so koncentracije ogljikovega dioksida v ozračju v zadnjih 200 letih porasle za okoli 25 % (medmrežje 10). Trajnostno gospodarjenje z gozdom (pogozdovanje po opravljeni sečnji) je tako nujno za vzdrževanje ravnotežja CO_2 .

5.2. EMISIJE PRI ZGOREVANJU LESNE BIOMASE

Pri zgorevanju goriv za pridobivanje toplote pri ogrevanju nastajajo škodljive snovi, ki obremenjujejo okolje. Izpuste strupenih snovi v okolje imenujemo emisije (Grobovšek 2007).

Pri zgorevanju lesne biomase nastaja znaten delež pepela. Del pepela, ki je v obliki emisij prahu imenujemo lete in pepel. V primeru popolne oksidacije gre predvsem za kalijeve fosfate, kalijeve kloride in kalijeve karbonate (soli). Le manjši del (10 %) emisij finega prahu predstavljajo ogljikovodiki. Imenujemo jih tudi »plavajoče pepelne emisije« in jih glede na velikost delimo na (Oberberger 2010 v Polanc 2011):

- grobe lete in pepelne delce, velikosti od nekaj do 200 µm, ki nastajajo z dviganjem in vrtenjem pepela, lesnega oglja in delcev energenta iz kurilnice;
- aerosole, ki so manjši od 1 µm, ki so lahko organski ali anorganski.

Anorganske aerosole predstavljajo kalij, natrij, klor, cink in svinec. V procesu gorenja se sprostijo v plinsko fazo in tako tvorijo alkalne kovinske sulfate, kloride in karbonate. Nastajajo tudi oksidi težkih kovin.

Organski aerosoli nastanejo pri nepopolnem zgorevanju z nepopolno oksidacijo delcev saj. Gre za emisije finega prahu, ogljikovodikove spojine.

Tvorba anorganskih aerosolov je odvisna od same sestave goriva, tvorba oziroma količina organskih aerosolov pa je odvisna od kakovosti zgorevanja energenta. Visoke vsebnosti onesnažil, ki tvorijo aerosole, ima skorja ter star odslužen les.

Kot navaja Polanc (2011) so pri zgorevanju lesne biomase v majhnih kurilnih napravah problematične predvsem emisije finega prahu, ki ga sestavljajo delci, ki so manjši od 10 µm (PM₁₀). Imenujemo jih tudi lebde in ali plavajoči delci (ang. PM = Particulate Matter). Večje tveganje za zdravje predstavlja vdihavanje finega prahu z višjo koncentracijo ogljikovodikovih spojin, ki so posledica nepopolnega zgorevanja. Z zdravstvenega vidika so najbolj problematični neizgoreli policikli in aromatski ogljikovodiki (PAH), ki nastanejo ob pomanjkanju kisika v času gorenja (Polanc 2011). Vendar pa danes emisije finega prahu iz sodobnih majhnih kurilnih naprav povzročajo bistveno manjše tveganje za zdravje kot emisije finega prahu iz starih kurilnih naprav. Nove naprave namreč emitirajo manj finega prahu in hkrati dosegajo boljše izgorevanje in s tem manjše emisije za zdravje nevarnih snovi.

Policikli in aromatski ogljikovodiki, PAH, so organske spojine. Gre za skupino več kot stotih različnih spojin, ki imajo v kemijski strukturi enega ali več aromatskih obročev. Aromatski obroč je zgrajen iz ogljika in vodika. Na obroč so lahko vezane različne funkcionalne skupine. Tako nastaja mnogo različnih spojin. Najpomembnejši predstavnik PAH-ov je benzo(a)piren, B(a)P, ki je uvrščen med verjetno kancerogene spojine za človeka. Je pogosto onesnaževalo v zraku. Naravni viri PAH-ov so gozdni požari ali vulkanski izbruhi. Antropogeno nastajajo pri nepopolnem zgorevanju fosilnih goriv (premoga, nafte, plina), odpadkov in drugih organskih snovi (tudi pri zgorevanju tobaka) ter prav tako pri zgorevanju lesa. V okolju se pojavljajo kot mešanica več spojin, ki so običajno adsorbirane (vezane) na trdne delce. V vodi se adsorbirajo na sedimente in druge suspendirane snovi. Nekateri PAH-i ali njihovi metaboliti (razgradni produkti) imajo karcinogene (rakotvorne) ali mutagene (poškodujejo gene) učinke na žive organizme, tudi človeka (Bregar 2002).

Poleg prašnih delcev imajo negativen vpliv na zdravje tudi produkti nepopolnega zgorevanja lesa kot je ogljikov monoksid, CO. Ogljikov monoksid nastaja pri nepopolnem zgorevanju ogljika v gorivih. Spada med dušljivce. V človeškem organizmu se veže na hemoglobin in zmanjšuje količino kisika v krvi, saj se dosti boljše veže na hemoglobin v primerjavi s kisikom. Najbolj ogroženi ob izpostavljenosti so otroci z boleznimi srca in dihal (medmrežje 26). Kurilne naprave lahko danes opremimo tudi z ustreznimi senzorji, ki nas opozorijo na morebitno nastajanje ogljikovega monoksida in ustrezno ukrepanje.

Z okoljskega vidika so pomembne tudi emisije žveplovega dioksida, SO₂, in dušikovih oksidov, NO_x, ki predstavljajo primarna onesnaževala, ki se sproščajo ob sežiganju fosilnih goriv v prometu, industriji kot tudi iz kurišč lesne biomase. V ozračju reagirajo z drugimi snovmi in tako tvorijo sekundarna onesnaževala. Žveplov dioksid in dušikovi oksidi v ozračju po navadi reagirajo z vodno paro, saj so dobro topni v vodi in tako tvorijo žvepleno in dušikovo kislino. Kislina se vrača na zemljo v obliki kislinskih padavin. Lahko gre za suho (delci) ali mokro (dež) depozicijo. Gre za šibke kisline. Kislne padavine lahko s pomočjo vetrov potujejo tudi zelo daleč od vira onesnaženja. Kislne dežje ima škodljiv vpliv na rastline in živali, poškoduje pa lahko tudi kamnite zgradbe in druge skulpture. Pri loveku lahko kislne padavine oziroma žveplov dioksid v ozračju, preko dihanja, povzročijo poškodbe ali poslabšano delovanje pljuč. Negativni vpliv na loveka imajo kislne padavine tudi preko tal in vode. V naravi obstajajo različne kemične spojine v neškodljivih oblikah. Kislina povzroča izločanje različnih strupenih kovin in nekaterih, sicer neškodljivih spojin. Izločene strupene kovine se tako pojavijo v vodi ali tleh, od koder vstopajo v prehranjevalno verigo in tako pridejo do loveka, ki je na vrhu prehranjevalne verige (medmrežje 10).

Žveplov dioksid, SO₂, je brezbarven, vnetljiv plin, ki ob izpostavljenosti organizma draži oči in dihalne organe. Že kratkotrajna izpostavljenost organizma pri astmatikih povzroči astmatični napad (tudi 5 do 10 minutna izpostavljenost večinoma koncentracijam). Dolgotrajna izpostavljenost žveplovemu dioksidu lahko vodi do kroničnega bronhitisa (Matoševi 2009).

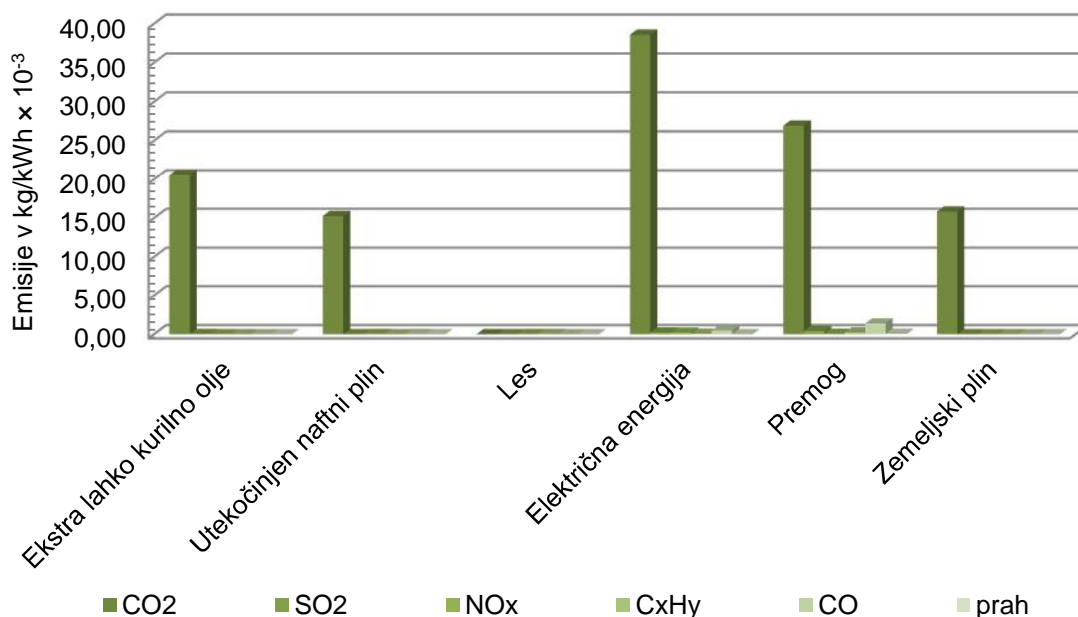
Dušikovi oksidi, NO_x, povzročajo tveganje za težave z dihanjem pri otrocih in odraslih. Izpostavljenost vodi do upada pljučne funkcije, poveča se reaktivnost pljuč in njihova občutljivost na mikroorganizme (medmrežje 26).

5.3. EMISIJSKE VREDNOSTI ENERGENTOV

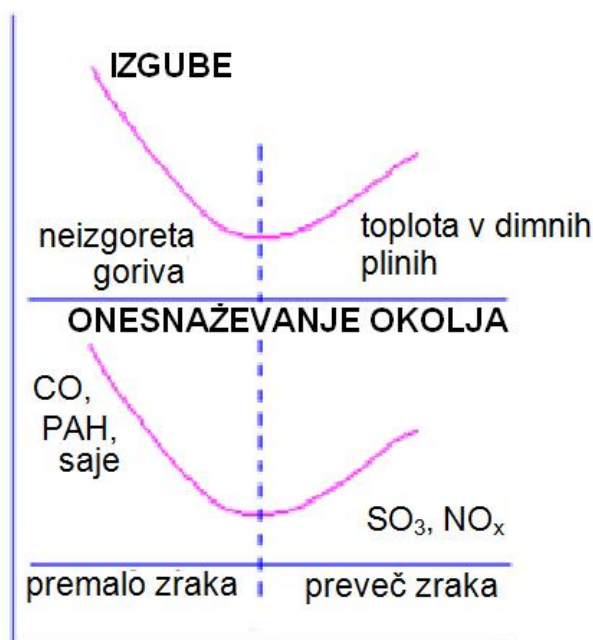
Mejne emisijske vrednosti določa Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaženja (Ur. l. RS, št. 74/94).

Tabela 5: Emisijske vrednosti posameznih energentov (Vir: medmrežje 17)

Energent	kg/TJ					
	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah
ekstra lahko kurilno olje	74.000	120	40	6	45	5
utekočinen naftni plin	55.000	3	100	6	50	1
les	0	11	85	85	2.400	35
električna energija	138.908	806	722	306	1.778	28
premog	97.000	1.500	170	910	5.100	320
zemeljski plin	57.000	0	30	6	35	0



Slika 14: Emisijske vrednosti energentov (Vir: medmrežje 17)



Slika 15: Korelacija med toplotnimi izgubami in porastom emisij dimnih plinov (Vir: Grobovšek, 2007)

Graf na sliki 15 prikazuje linearno povezavo med toplotnimi izgubami zaradi nepravilnega razmerja med količino goriva in količino dovedenega zraka ter emisijami, ki pri neugodnem razmerju nastajajo. Če je razmerje med zrakom in gorivom premajhno, je zgorevanje nepopolno in nastajajo saje, ogljikov monoksid in policiklični aromatski ogljikovodiki. Če pa je razmerje med zrakom in gorivom preveliko, se zaradi presežka zraka tvorijo dušikovi oksidi in žveplov trioksid (SO₃).

Posledici neugodno razmerje med zrakom in gorivom povečuje porabo goriva. Na ta način se povečujejo stroški vzdrževanja kurilnice, pojavlja se korozija sten kurilnice (Grobovšek, 2007).

5.4. POMEN GOZDNIH SE NIH OSTANKOV

Lesna biomasa vsebuje hranilne elemente, ki so shranjeni v lesu drevesnih debel, vejah, koreninah. V času rasti drevesa (ko je drevo še živo), se ti elementi vračajo v tla kot odmrli deli drevesa (odpadlo listje, iglice, sadeži, skorja) (Mitscherlich 2010 v Polanc 2011).

Odmrli deli dreves tvorijo nadzemni opad in nadalje humus. Nadzemni opad predstavlja vse odpadle organske snovi, ki se nahajajo na gozdnih tleh. Opad daje gozdnim tlem sposobnost sprejemanja ter zadrževanja vode. Poleg tega deluje kot izolacija, saj omili temperaturne razlike. Kapaciteta gozdnega opada je odvisna od sestava gozda in rastišča. Kadar se opad razgrajuje po vsebnosti kot ga letno nastane, se kopiči kot surovi humus (Erbeck idr. 2002 v Polanc 2011).

Ob povečanem iznosu lesne biomase kot surovine ali energenta, se manjša količina lesne biomase, ki bi tvorila humus. S prekomernim odvzemom nadzemnega opada gozdnemu sestoju odvzamemo tudi hranilne snovi. To lahko ovira razkroj opada in končno poškoduje gozdna tla (Polanc 2011).

Ukrepe za ohranjanje biotskega ravnovesja v gozdnem prostoru določa Pravilnik o varstvu gozdov (Ur. L. RS, št. 114/2009).

Odmrli in živa drevesa, drevesa z dupli (gnezdji) ter drevesa vseh njihovih dimenzij, predstavljajo habitatno drevje. Gre za habitat oziroma življenjski prostor glivam in živalskim vrstam.

Odmrli les predstavlja stojela drevesa, ležala drevesa, stojela in deli podrtih dreves, ležala in deli prelomljenih dreves s koreninami, ležala in kosi zlomljenih dreves, sežnjaki ostanki.

Na ravnino pušanje odmrlega lesa v gozdu je način vzpostavljanja in zagotavljanja biotskega ravnovesja. Zato je treba pri izbiri drevja za posek zagotoviti, da v gozdu ostane vsaj 3 % odmrlega lesa glede na lesno zalogo v rastiščnem gojitvenem razredu. Odmrli les mora biti enakomerno razporejen in mora obsegati vse debelinske razrede, zlasti pa debelinski razred nad 30 cm (obseg drevesnega debla v višini 130 cm nad tlemi).

Mrtva lesna biomasa se razlikuje glede na sestavo, velikost delcev, količino in čas zadrževanja v tleh. Glede na velikost delcev jo delimo na velike lesne ostanke (premera nad 10 cm), drobne lesne ostanke, listje, debele in drobne korenine ter druge oblike opada. Procesi razkroja so odvisni od živih dejavnikov (razkrojevalci in interakcije med njimi) in neživih dejavnikov (temperatura, padavine, razmerje med ligninom in dušikom).

V gospodarskih gozdovih je delež velikih lesnih ostankov majhen. Zato sonaravno gospodarjenje z gozdom teži k povečanju deleža mrtve lesne biomase v omenjenih gozdovih.

Za zagotavljanje biotske pestrosti v gozdu so ključnega pomena veliki lesni ostanke, ki organizmom (nevretenčarji, glive, bakterije, mahovi, lišaji, ptice, sesalci) zagotavljajo ustrezne habitate.

Mrtvi lesni ostanke v gozdu služijo kot vir hranil. Z zadrževanjem vode ustvarjajo ugodne mikroklimatske razmere ter dolgoročno zadržujejo ogljik v gozdnih ekosistemih. Tako se ohranja kontinuiran krogotok hranil v ekosistemu – predstavlja bistven dejavnik kroženja snovi (Grebenc idr. 2009).

6. OVIRE PRI IZRABI LESNE BIOMASE V ENERGETSKE NAMENE

Operativni program rabe lesne biomase kot vira energije (OP ENLES 2007–2013) ureja ovire pri razvoju izrabe lesne biomase v energetske namene. Ovire so glede na vsebino razdeljene na posamezne sklope, in sicer: institucionalne, administrativne, ekonomske ovire, ovire na področju finančnih virov, ovire pri pridobivanju lesne biomase, ovire na trgih z lesno biomaso ter ovire ponudnikov opreme in storitev, ovire znanja in usposobljenosti, ozaveščenosti in informiranosti.

Institucionalne ovire predstavljajo pomanjkanje sodelovanja pri aktivnostih glede lesne biomase med posameznimi in med ministrskimi sektorji (energija, okolje, kmetijstvo in gozdarstvo) ter pomanjkanje povezanosti znotraj sektorjev. Premajhna je tudi povezanost med državnimi in lokalnimi institucijami. Energetska izraba in uporaba lesne biomase nasploh je premalo opredeljena kot faktor razvoja na področju slovenskega podeželja, premalo je tudi vključena v energetske oskrbe na lokalni ravni. Poleg tega je pomembna tudi kot ukrep za doseganje ciljev Kjotskega protokola. Neupoštevana ali premalo upoštevana je lesna biomasa v javnih naročilih.

Administrativne ovire predstavljajo dolgotrajne postopke pred pridobitvijo zahtevane gradbene dokumentacije za izgradnjo sistemov za izrabo lesne biomase moči nad 50 kW. Prav tako so tudi dolgotrajni postopki pri pridobivanju nepovratnih sredstev za gospodinjstva. Problemi se pojavljajo zaradi nedorene zakonodaje, pri izdaji gradbenih dovoljenj in pri koncesijah za male sisteme ogrevanja na lesno biomaso.

Ekonomske ovire se kažejo v visoki investiciji na enoto pridobljene energije v primerjavi z investicijami na enoto pri fosilnih gorivih. Fosilna goriva ne vključujejo eksternih stroškov okolja ali višje CO₂ takse. Tržna cena lesne biomase dolgoročno ni gotova, prav tako ne v razmerju z drugimi energenti. Slovenski trg ni razvit z opremo in storitvami za energetske izrabe lesne biomase. Zaradi tega so stroški projektov višji. Poleg tega pa je zaradi pri nas slabo razvite tehnologije na tem področju tveganje večje. Za manjše sisteme energetske izrabe je negotovo tudi število odjemalcev.

Ovire na področju finančnih virov zajemajo problem pridobitve kreditov za občine in podjetja zaradi njihovega slabega finančnega položaja, kljub temu da bi bil projekt rentabilen. Prav tako je slab finančni položaj lastnikov in potencialnih kupcev. Premalo je proračunskih sredstev za podporo in promocijo projektov za energetske izrabe lesne biomase. Nepovratna sredstva niso zanesljiv finančni vir – subvencije so negotove zaradi odvisnosti od letnih proračunov vlade. Ljudje imajo premalo informacij glede financiranja projektov. Odkupne cene električne energije, pridobljene iz obnovljivih virov oziroma iz lesne biomase, so nizke.

Ovire pri pridobivanju lesne biomase se pojavljajo zaradi majhnosti in razdrobljenosti slovenskih kmetij. S tem kmetijska dejavnost ni glavni vir dohodka na kmetiji. To je lahko tudi prednost pri razpršenih rabi lesne biomase za ogrevanje. Posamezne gozdne posesti so majhne in nepovezane, kar poveča stroške gospodarjenja. Pri majhnih kapacitetah oziroma površinah gozdov se, ob nakupu in vzdrževanju potrebnih strojev za delov gozdu, stroški precej zvišajo. Lastniki gozdov so med seboj premalo povezani in nimajo interesa za sodelovanje, ki bi jim lahko znižalo stroške pri gospodarjenju z gozdom. Lastniki so slabo tehnološko opremljeni in premalo usposobljeni za tovrstno delo. Posledično je letnega realiziranega poseka manj od letnega možnega poseka.

Ovire na trgih z lesno biomaso in ovire ponudnikov opreme ter storitev se kažejo z neugodnimi demografskimi procesi na slovenskem podeželju. Trg lesne biomase je neorganiziran in slabo razvit, prav tako je negotova cena lesne biomase. Precej slovenske lesne biomase se izvozi v tujino, saj so tam bolj ugodni pogoji na trgu. Pojavlja se konflikt glede ostankov lesa med proizvajalci lesnih plošč ter na drugi strani energetske izrabe lesne biomase.

Znanje in usposobljenost kot ovira predstavljata slabo usposobljenost manjših občin in za obvladovanje nalog, ki jih nalaga zakonodaja na področju rabe in oskrbe z energijo. Premalo je strokovnjakov s tega področja ali pa nimajo dovolj ustreznega znanja s področja energetike in obnovljivih virov energije. Svetovalna služba obstaja samo za gospodinjstva, za podjetja in javne stavbe pa ne. Tudi posamezni izobraževalni programi v šolah v svoje programe ne vključujejo obnovljivih virov energije in lesne biomase.

Ozaveš anje in informiranost je problem, saj ljudje sodobne kotle na lesno biomaso še vedno dojemajo kot močan vir onesnaženja na podlagi znanj o starih kotlih. Prav tako niso informirani o pomenu rabe obnovljivih virov energije v primerjavi s fosilnimi gorivi. Premalo je dobrih vzor nih projektov, ki bi dajali zgled. Neuspeh projekt pa lahko še poveča nezaupanje. Premalo je informiranosti glede stroškov in cen v primerjavi s fosilnimi gorivi, prav tako je tudi premalo promoviranja uporabe lesne biomase. Okoljska ozaveš enost ljudi je še vedno precej slaba (medmrežje 11).

7. METODE DELA

Temelj diplomskega dela je bila kabinetna metoda, pri kateri gre za preučevanje virov in literature ter druga pridobljenih podatkov, za njihovo statistično obdelavo ter analizo.

V prvi fazi je potekalo zbiranje strokovne in druge literature, njen pregled ter selekcija. Na podlagi proučevanja literature je bil v grobem izdelan teoretični del diplomske naloge, ki zajema kratko predstavitev slovenske in evropske področne zakonodaje, splošne značilnosti lesne biomase, opis na ino oziroma različnih sistemov ogrevanja na lesno biomaso v povezavi s soproizvodnjo toplotne in električne energije ter predstavitev osnovnih značilnosti Mestne občine Slovenj Gradec. Ta del sem v diplomski nalogi nadgradila s podatki, ki so v ožji povezavi s predpostavljeno problematiko.

Druga faza priprav je predstavljala zbiranje lokalnih statističnih podatkov na podlagi obiskov v podjetjih ter na podlagi komuniciranja preko elektronske pošte, in sicer:

- obisk sedeža Javnega komunalnega podjetja Slovenj Gradec, d. o. o., in upravne stavbe toplarne;
- obisk sedeža Zavoda za gozdove, območna enota Slovenj Gradec;
- obisk Gozdnega gospodarstva Slovenj Gradec, d. d.;
- komunikacija preko elektronske pošte s Statističnim uradom Republike Slovenije.

Tako sem s strani Javnega komunalnega podjetja Slovenj Gradec, d. o. o., in Statističnega urada RS dobila podatke za izdelavo energetske slike Mestne občine Slovenj Gradec. Na območni enoti Zavoda za gozdove sem pridobila podatke o površini in zalogah lesa na tem območju ter o možnem in dejanskem letnem poseku. Podatke o deležih sortimentov pri sebi pa sem dobila v Gozdnem gospodarstvu Slovenj Gradec, d. d., ki izvaja sečnjo in spravilo lesa iz gozda.

Pridobljene podatke sem smiselno uredila in obdelala s pomočjo statističnih metod ter nato izdelala predstavitev teh podatkov v smiselni obliki (besedilo, grafi, preglednice).

Zaključna faza diplomskega dela temelji na analizi pridobljenih podatkov ter njihovi sintezi – vsebinski obravnavi podatkov z razpravo. Kot ključni rezultat celotnega dela je podanih nekaj predlogov na podlagi dobljenih rezultatov in teoretičnih osnov.

V nadaljevanju so v tabelah (tabela 6 in tabela 7) prikazani osnovni podatki, ki v diplomski predstavljajo izhodišče za nadaljnje izračune. Podatki so osnova za primerjavo uporabe lesne biomase kot energetskega vira ter drugih virov, ki so v nalogi obravnavani z različnih vidikov: primerjava rabe po skupinah porabnikov, emisije plinov in stroški povezani s tovrstno oskrbo.

Tabela 6: Kurilnost različnih vrst goriv (Vir: medmrežje 7)

Energent	Gostota (kg/m ³)	Kurilnost (Hi)	
ekstra lahko kurilno olje	830,00	10,00	kWh/l
zemeljski plin	0,70	9,50	kWh/Sm ³
utekočinen naftni plin	2,02	12,80	kWh/kg ali 6,95 kWh/l
rjav premog	650,00	3,90	kWh/kg
lignit	550,00	3,10	kWh/kg
les (mešan, zračno suh)	614	1.724	kWh/m ³

Tabela 7: Cene energentov na dan 12. 2. 2012 in cene koristne energije na podlagi izkoristka (Vir: medmrežje 19)

Energent	Prodajna cena (€/enoto)	Kurilnost (kWh/enoto)	Cena konne energije (€/kWh)	Izkoristek (%)	Cena koristne energije (€/kWh)
zemeljski plin (Sm ³)	0,5041	9,50	0,0531	95 %	0,0559
uteko injen naftni plin (l)	0,9593	6,95	0,1380	95 %	0,1453
ekstra lahko kurilno olje (l)	1,0050	10,00	0,1005	95 %	0,1058
drva – mešana (m ³)	40,00	1.724,00	0,0232	60 %	0,0387
				90 %	0,0258
lesni briketi (t)	211,00	5000,00	0,0422	90 %	0,0469
lesni sekanci (nm ³)	17,00	800,00	0,0213	90 %	0,0236
lesni peleti (kg)	0,23	5,00	0,046	90 %	0,0511
rjavi premog (kg)	259,00	3,90	0,066	60 %	0,1107

Navedene cene vključujejo 20 % DDV, CO₂ takse, prispevke Eko sklada in trošarino.

Pri ekstra lahkem kurilnem olju je upoštevana maloprodajna cena podjetja Petrol, d.d. Cena vključuje dobavo za količino 2.000 l in velja ob gotovinskem plačilu.

Pri zemeljskem plinu je upoštevana cena za plin iz plinovodnega omrežja Javnega komunalnega podjetja Slovenj Gradec, d. o. o.

Cene ostalih energentov so vzete iz cenika En Svet Nova Gorica.

Cena koristne energije je izražena na podlagi prodajne cene energenta, njegove kurilne vrednosti ter izkoristka pripadajočega kotla iz tabele 7. Podatki o izkoristkih so vzeti iz tabele o orientacijskih vrednostih izkoristkov posameznih vrst kotlov, tabela 2. Način izražanja:

$$\text{cena koristne energije} = \frac{\text{cena energenta na enoto}}{\text{kurilnost goriva} \times \text{povprečni letni izkoristek kotla}} \quad [\text{€/kWh}]. \quad (\text{medmrežje 4})$$

Pri oceni dejanskega potenciala lesne biomase v MO Slovenj Gradec sem kot osnovo uporabila podatke o zalozah in podatke o možnem in povprečnem letnem realiziranem poseku v preteklih letih, vzete iz gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot Pohorje in Plešivec, ki jih sestavljajo na Zavodu za gozdove (tabela 10). Osredotočena sem se na potencial lesne biomase iz gozda. Podatke o rabi oziroma deležu lesa, ki je namenjen energetske izrabi, sem dobila v podjetju Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec, d. d., enota gozdarstvo. Na območju MO Slovenj Gradec je, po podatkih Šaver idr. (2006), lesnopredelovalna industrija relativno slabo razvita, manjši obrtniki s to dejavnostjo pa ostanke iz dejavnosti uporabijo za pokrivanje svojih potreb po toploti.

V izračunih nisem upoštevala deleža lesne biomase iz zaraščajočih se kmetijskih površin. Ta lesna biomasa je kljub temu zelo pomembna z vidika trajnostnega in sonaravnega gospodarjenja z gozdom ter ohranjanja krajinske podobe. Lahko je bolj dostopna in še bistveno pomembnejša kot lesna biomasa iz gozda. Lastniki negozdnih zemljišč, po navadi so to kmetje, lahko del svojih energetskih potreb pokrijejo z lesno biomaso z negozdnih zemljišč. Večina gre za les slabše kakovosti. Nekaj lesa se pridobi tudi pri obrezovanju sadnega drevja, živih mej ter pri poseku posamičnega drevja, sadovnjakov ter z odstranjevanjem debelejših vej z okrasnega in sadnega drevja. Potencial lesne biomase z negozdnih zemljišč je (izražen v %) najvišji na območjih, ki imajo majhen delež gozda – majhno gozdnatost: v Sloveniji je to predvsem subpanonski in primorski del. Na območju MO Slovenj Gradec pa je gozdnatost velika, in sicer nad slovenskim povprečjem (Butala idr. 1998). Na podlagi te predpostavke delež lesne biomase z negozdnih površin v diplomski nalogi ni upoštevan.

Se njo in spravilo lesa iz gozda na območju MO Slovenj Gradec v državnih gozdovih izvaja podjetje Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec, d.d., zato sem ustrezne podatke pridobila tudi v tem podjetju, v poslovni enoti gozdarstvo (Arl, ustni vir).

8. OBSTOJE E STANJE RABE IN OSKRBE S TOPLOTO V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

Analiza obstoječega stanja MO Slovenj Gradec glede rabe toplotne energije za ogrevanje ter vhodnih energentov je bistvenega pomena za nadaljnje ocenjevanje potrebnih količin in alternativnega energenta (obnovljivega vira energije), kar je v primeru diplomske naloge lesna biomasa iz gozda na območju MO Slovenj Gradec.

Pregled obstoječega stanja daje podatke o letnih potrebah po toploti v MO Slovenj Gradec – za ogrevanje stavb vseh skupin porabnikov: gospodinjstev, podjetij in javnega sektorja. Pomembno je tudi, kateri vhodni energent uporabimo za pridobivanje toplote. Ti se razlikujejo glede na kurilno vrednost ter glede na količine in vrsto nastalih emisij pri zgorevanju.

Način ogrevanja je opredeljen glede na to, kako se je stanovanje ogrevalo v zadnji kurilni sezoni.

Viri ogrevanja so opredeljeni glede na to, katera goriva oziroma energija se je uporabljala za ogrevanje stanovanja v zadnji kurilni sezoni. Posamezno stanovanje lahko ima več različnih virov ogrevanja. Stanovanje je ogrevano, če je ogrevan vsaj en prostor v stanovanju.

Glavni vir ogrevanja je tisti vir, ki se je v zadnji kurilni sezoni najpogosteje uporabljal za ogrevanje (medmrežje 19).

8.1. OPIS OBMOČJA

Mestna občina Slovenj Gradec (v nadaljevanju MO Slovenj Gradec) pripada koroški statistični regiji, ki je ena najmanjših statističnih regij v Sloveniji. Koroška obsega 12 občin, med katerimi ima le Slovenj Gradec naziv mestne občine. S površino 173,7 km² je MO Slovenj Gradec največja občina znotraj koroške regije, saj predstavlja 16,7 % njene površine in 0,9 % površine Slovenije. Je tudi regionalno in gospodarsko središče regije (medmrežje 19).

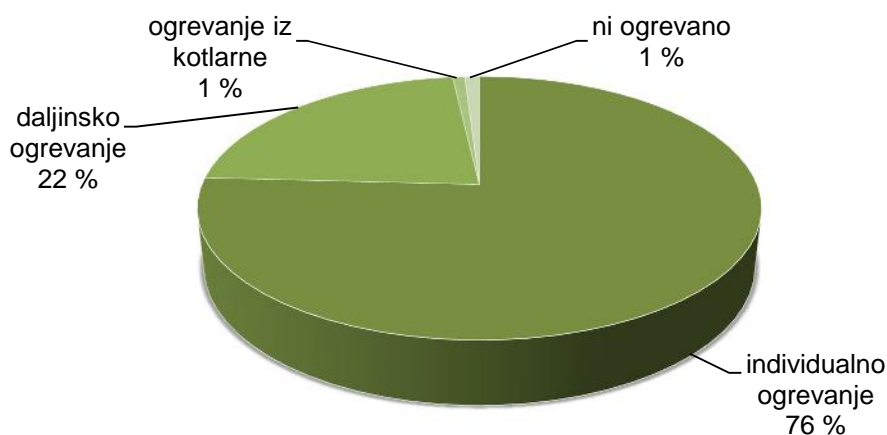


Slika 16: Naselja v Mestni občini Slovenj Gradec (Vir: medmrežje 20)

Znotraj MO Slovenj Gradec je 22 naselij (slika 10) in sicer: Brda, Gmajna, Golavabuka, Gradišče, Graška Gora, Legen, Mislinjska Dobrava, Pamele, Podgorje, Raduše, Sele, Slovenj Gradec, Spodnji Razbor, Stari trg, Šmartno, Šmiklavž, Tomaška vas, Troblje, Turiška vas, Vodriž, Vrhe, Zgornji Razbor (medmrežje 20).

8.2. STRUKTURA IN NAČINI OGREVANJA STANOVANJ V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

Stanovanje je vsaka gradbeno povezana celota, namenjena za stanovanje. Ima eno sobo ali več sob z ustreznimi pomožnimi prostori (kuhinja, kopalnica, stranišče, predsoba, shrambo, itd.) ali pa je brez pomožnih prostorov in ima vsaj en poseben vhod (medmrežje 19).



Slika 17: Načini ogrevanja stanovanj (%) v MO Slovenj Gradec (Vir: medmrežje 20)

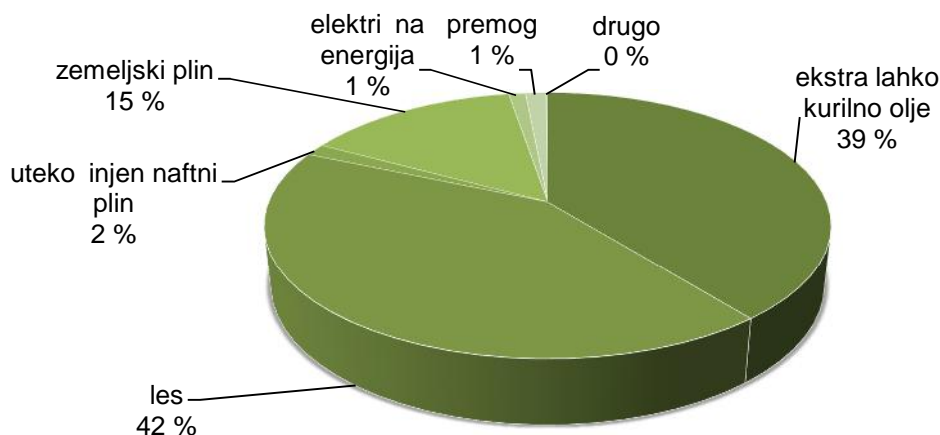
Leta 2002, ko je bil izveden popis, se je največ, 4.518 ali 76 % stanovanj v MO Slovenj Gradec ogrevalo iz centralnih kurilnih naprav samo za stavbo oziroma individualno. To pomeni, da velik del oskrbe s toplotno energijo temelji na individualni (lastni) oskrbi. Na daljinsko ogrevanje je bilo priključeno 1.329 ali 22 % stanovanj. Iz skupnih kotlovnice se je ogrevalo 50 ali 1 % stanovanj. 59 ali 1 % stanovanj ni bilo ogrevanih. Delež neogrevanih stanovanj je tako v MO Slovenj Gradec, v primerjavi s Slovenijo, kjer je delež neogrevanih stanovanj 3 % (medmrežje 19).

V podrobnejšo analizo bodo zajeta stanovanja oziroma gospodinjstva, ki se ogrevajo preko daljinskega ogrevanja ali z individualno kurilno napravo samo za stavbo (individualno ogrevanje). Ta dva načina ogrevanja sta prevladujoča, saj se na enega izmed teh dveh načinov ogreva 98 % stanovanj v MO Slovenj Gradec. Teh stanovanj je skupaj 5.847; 1.329 stanovanj (22%) se ogreva preko daljinskega ogrevanja, 4.518 stanovanj (76 %) pa z individualno kurilno napravo.

V MO Slovenj Gradec daljinsko ogrevanje predstavlja rabo zemeljskega plina, kar v celoti poveča delež zemeljskega plina.

V Sloveniji je v letu 2002 bilo ekstra lahko kurilno olje glavni energent za ogrevanje stanovanj in je predstavljalo 53 % ali 4.023.060.000 kWh porabljene toplotne energije. V MO Slovenj Gradec je ekstra lahko kurilno olje v celotni strukturi virov predstavljalo 31 % ali 22.739.960 kWh toplotne energije. Prevladujejo ti energenti v MO Slovenj Gradec istega leta so bili les in lesni ostanki s 34 % oziroma 24.461.836 kWh toplotne energije. Tu je razlika med Slovenijo in MO Slovenj Gradec precejšnja, saj je delež lesa v strukturi virov za Slovenijo le 5 % ali 376.940 kWh toplotne energije (medmrežje 19). Ostali energenti so v obeh primerih zastopani s podobnimi deleži in se razlikujejo le za do nekaj %.

Skupna porabljena toplotna energija za ogrevanje stanovanj v Sloveniji leta 2002 je znašala 7.619.170.000 kWh.



Slika 18: Raba energentov (%) za individualno ogrevanje stanovanj v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr., 2006)

Leta 2002 so gospodinjstva, ki se ogrevajo z individualnimi kurilnimi napravami, porabila 57.960.128 kWh toplotne energije za ogrevanje. Večina, 42 %, toplote je bilo pridobljene iz lesa, za kar je bilo porabljenih 14.189 m³ lesa. Sledi ekstra lahko kurilno olje s 39 %. Porabljenega je bilo 2.273.996 l oziroma 22.739.960 kWh toplotne energije, pridobljene iz ekstra lahkega kurilnega olja. Zemeljski plin je predstavljal 15 % in ga je bilo porabljenega 882.756 Sm³ oziroma 8.386.182 kWh toplotne energije iz zemeljskega plina. Ostali energenti so bili v strukturi porabljenih energentov zastopani v manjšini, in sicer: uteko injen naftni plin 1 % (120.015 l ali 834.104 kWh), premog 1 % (209 t ali 815.100 kWh), elektri na energija 1 % (657.224 kWh). Iz ostalih virov je bilo pridobljene 65.722 kWh toplotne energije, kar predstavlja v strukturi le 0,11 % (Šaver idr. 2006).

Količine porabljenih energentov za ogrevanje stanovanj, ki se ogrevajo z individualnimi kurilnimi napravami, prikazuje tabela 8.

59 % stanovanjskih ali večstanovanjsko-poslovnih stavb (61 %) je priključeno na toplovod. Znotraj tega je 1.285 stanovanj in 42 poslovnih subjektov. 18 % ali 17 stavb je priključeno na plinovodno omrežje. Med njimi je 136 stanovanj in 22 poslovnih subjektov. 16 % ali 15 stavb ter 90 stanovanj in 12 poslovnih subjektov se ogreva z individualno kurilno napravo, 90 stanovanj in 12 poslovnih subjektov. Iz skupne kotlovnice, kjer gre za manjšo skupno kurilno napravo, se ogreva 6 % stavb oziroma en objekt, znotraj katerega je 43 stanovanj in en poslovni subjekt.

8. 3. STRUKTURA IN OGREVANJA JAVNIH STAVB V MESTNI OBINI SLOVENJ GRADEC

Faltn idr. (2009), opredeljujejo pojem javna stavba kot stavba, ki jo uporabljajo javne institucije ali organizacije ali v kateri se zagotavljajo javne storitve za večje število oseb. V stavbi se pogosto zadržujejo predstavniki splošne javnosti. Gre za upravne stavbe, šole, bolnišnice, športne dvorane. Za njihovo vzdrževanje se uporabljajo javna sredstva.

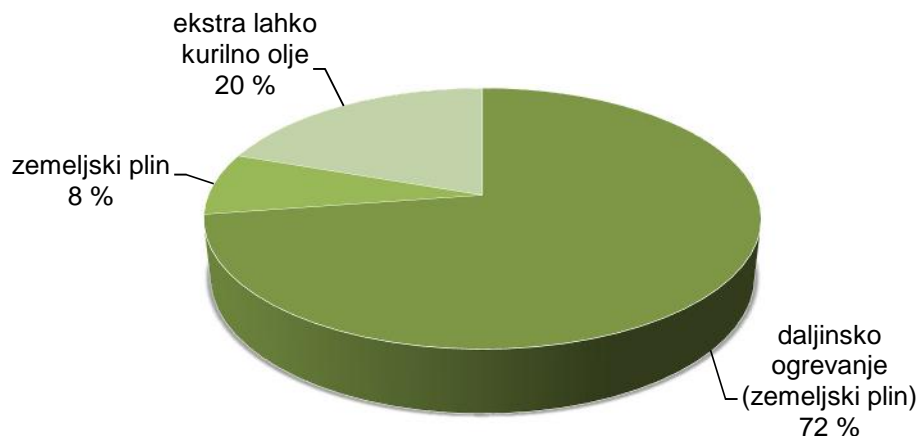
Javne stavbe predstavljajo velikega porabnika vseh vrst energije; tako električne kot tudi toplotne. Hkrati je prav na tem področju možno precej prihraniti, s tem pa dajati zgled zasebnemu sektorju ter posameznikom oziroma gospodinjstvom.

Na podlagi podatkov o ogrevani površini in letni porabi toplote (leta 2005) je za osnovne šole in vrtce izračunana tudi specifična poraba toplote na enoto ogrevane površine v enem letu.

Povprečna specifična poraba za stavbe osnovnih šol znaša 107,59 kWh/m² letno, povprečna specifična poraba za stavbe vrtcev pa znaša 136,04 kWh/m² letno.

Po priporočilih ilih stroke (Šaver idr. 2006) naj bi specifična raba energije za ogrevanje stavb osnovnih šol in vrtcev, znašala okoli 80 kWh/m² letno. Stavbe vrtcev in osnovnih šol v MO Slovenj Gradec, razen dveh izjem, to sta mati na šola Prve OŠ in enota Prešernova Tretje OŠ, precej presegajo priporočeno rabo toplote.

Na podlagi tega podatka lahko sklepamo, da je večina stavb, ki predstavljajo vrtce in osnovne šole, energetske neukovite in bi bilo potrebno ukrepati. Konkretno predloge bi lahko iskali šele na podlagi dejanskega energetskega pregleda strokovnjakov. Najverjetneje (kot je to v večini primerov) pa so razlogi za energetske neukovitosti omenjenih stavb stara okna, slaba izolacija sten in strehe. Z zamenjavo oken ter z izolacijo tako sten kot strehe bi se dalo prihraniti precej toplotne energije. Na ta način bi se posledično zmanjšali tudi nepotrebni stroški.



Slika 19: Struktura porabe energentov (%) za pridobivanje toplotne energije v javnih stavbah (Vir: Šaver idr., 2006)

Javne stavbe v MO Slovenj Gradec so se leta 2005 ogrevale večinoma iz daljinskega sistema ogrevanja. Porabile so 5.152.630 kWh toplotne energije iz daljinskega omrežja, kar predstavlja 73 % vse toplotne energije, ki so jo porabile javne stavbe v tem letu.

Individualno ogrevane javne stavbe so porabile 1.940.891 kWh ali 27 % toplotne energije, in sicer: pridobljene iz zemeljskega plina 545.590 kWh in iz ekstra lahkega kurilnega olja 1.395.301 kWh.

Glede na to, da je toplota v daljinskem sistemu ogrevanja pridobljena iz zemeljskega plina, ta v strukturi porabe energentov za ogrevanje javnih stavb predstavlja 80 %. Za ogrevanje javnih stavb je iz zemeljskega plina pridobljena 5.698.220 kWh toplote.

Stavbe osnovnih šol in vrtcev so leta 2005 porabile 37 % vse toplotne energije, porabljene v javnih stavbah. S tem predstavljajo pomembnega porabnika toplotne energije, njihovi način in viri za ogrevanje so predstavljeni ločeno od ostalih javnih stavb v grafu na sliki 23.

V strukturi porabe toplotne energije je leta 2005 v osnovnih šolah in vrtcih v MO Slovenj Gradec kot energent za pridobivanje toplote prevladovalo ekstra lahko kurilno olje, ki je predstavljalo 54 % (1.395.301 kWh). Nekoliko manj zastopano način ogrevanja v tej strukturi je bilo daljinsko ogrevanje, ki je predstavljalo 43 %. Ta dva načina ogrevanja sta bila večinoma uporabljena za ogrevanje stavb osnovnih šol. Zemeljski plin, ki sicer predstavlja le 3 % (80.390 kWh), pa so večinoma uporabljali za ogrevanje stavb vrtcev. Ker se tudi v daljinskem sistemu ogrevanja kot energent uporablja zemeljski plin, ta v strukturi energentov, ki se uporabljajo za ogrevanje osnovnih šol in vrtcev v MO Slovenj Gradec, predstavlja 46 %.

8.4. STRUKTURA IN NAJVEČJA IN OGREVANJA PODJETIJ V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

Večina vseh podjetij in pomembnih institucij je lociranih v centru mesta Slovenj Gradec. Med naselji v okviru občine so relativno manjša še: Podgorje, Šmartno in Pamele – Troblje (Šaver idr. 2006).

Leta 2005 so vsa podjetja za ogrevanje in tehnološke procese na območju MO Slovenj Gradec porabila 30.018.946 kWh toplotne energije. 89 % podjetij v MO Slovenj Gradec se ogreva iz lastnih kotlovnice. Iz daljinskega sistema ogrevanja so podjetja porabila 278.946 kWh toplotne energije, kar predstavlja 11 % vse v podjetjih porabljene toplotne energije.

Večina potrebne toplotne energije v podjetjih, 24.066.000 kWh ali 90 %, je bilo pridobljena iz zemeljskega plina. Ostali uporabljeni energenti so bili, glede na proizvedeno toploto v kWh, zastopani v manjšini, in sicer: ekstra lahko kurilno olje 6 % (1.604.400 kWh), les 3 % (802.200 kWh) in utekočinjen naftni plin 1 % (267.400 kWh).

Med največjimi porabniki toplotne energije je šest podjetij, ki so leta 2005 porabila 23.083.101 kWh ali 77 % vse porabljene toplotne energije. Pet največjih porabnikov toplote uporablja kot vhodni energent zemeljski plin in porabi 21.812.571 kWh toplote – v celotni rabi podjetij to predstavlja 73 %. Eno podjetje izmed največjih porabnikov, uporablja ekstra lahko kurilno olje in porabi 1.270.530 kWh toplote, kar je v celotni rabi podjetij 4 %.

8.5. DALJINSKI SISTEM OGREVANJA IN OMREŽJE ZA OSKRBO Z ZEMELJSKIM PLINOM V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

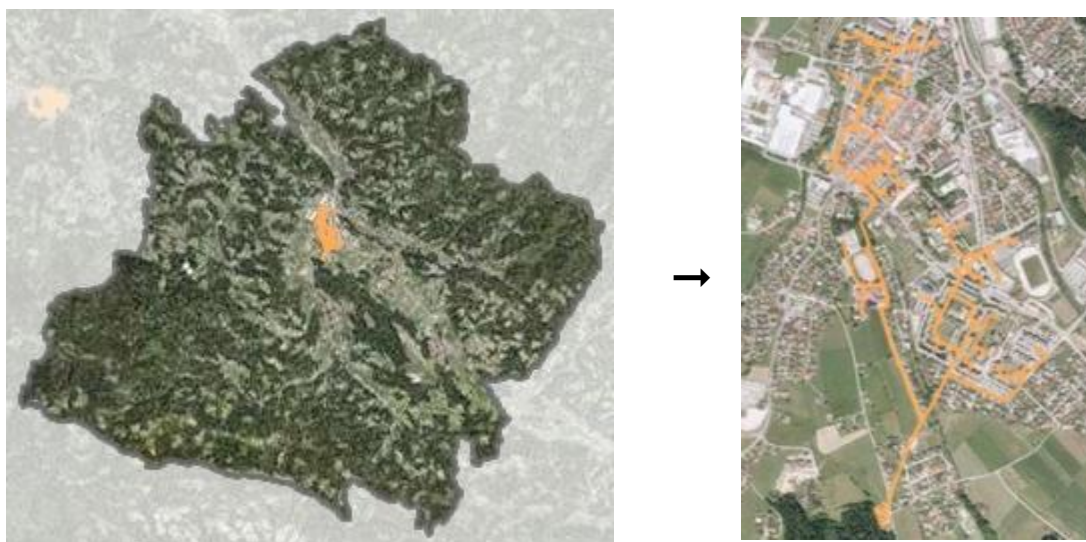


Slika 20: Mestna toplarna na Štibuhi (Vir: Avtor, 2012)

Na območju MO Slovenj Gradec je vzpostavljen sistem oskrbe s toplo vodo, paro in zemeljskim plinom. Za omrežje skrbi Javno komunalno podjetje Slovenj Gradec, d.o.o. Vhodni energent za pripravo tople vode in pare je zemeljski plin. Dejavnost pridobivanja toplote se opravlja v kotlovnici, t.i. »Kotlarni« (slika 21), na naslovu Šmarska cesta 2, Slovenj Gradec.

Zemeljski plin potuje do odjemalcev po plinovodnih ceveh, ki so položene pod površjem. Transport plina po plinovodnih ceveh razbremenjuje cestni promet, kar je prednost daljinske oskrbe s plinom. Odjemalec tudi ne potrebuje zalogovnikov in prostora za skladiščenje goriva (medmrežje 17).

8.6. TOPLOVODNO OMREŽJE V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

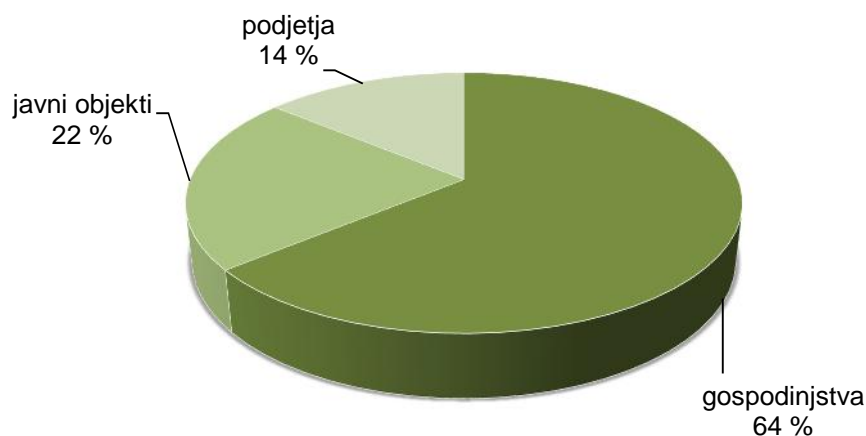


Slika 21: Vod toplotne energije v MO Slovenj Gradec (Vir: medmrežje 20)

Dolžina toplovoda, ki je na sliki 21 obarvan oranžno, je 8.385 metrov. Primarnih (magistralnih) vodov je 3.321 metrov, sekundarnih (razdelilnih) vodov ter priključkov pa 5.064 metrov. Toplovodni sistem zajema 165 priključkov, njihova skupna moč pa znaša 21,22 MW (Šaver idr. 2006).

Inštalirana moč kotlov znaša 22 MW, skupna specifična obremenitev omrežja je 2.123 MWh/km.

Leta 2005 so za oskrbovanje daljinskega omrežja s toploto porabili 2.465.373 Sm³ zemeljskega plina, kar predstavlja 23.421.044 kWh toplotne energije. Izkoristek daljinskega sistema je 79,7 %.



Slika 22: Struktura rabe toplote po porabnikih iz daljinskega sistema leta 2005 (Vir: Šaver idr., 2006)

Leta 2005 se je preko daljinskega sistema ogrevalo 1.285 stanovanj v stanovanjskih blokih. Za ogrevanje so porabili 14.521.047 kWh toplotne energije, kar predstavlja v strukturi porabe toplote iz daljinskega sistema 62 %. Stanovanjski bloki, ki se ogrevajo preko daljinskega sistema ogrevanja, leta 2005 niso imeli vgrajenih delilnikov stroškov za toplotno energijo. Stanovanja v individualnih stanovanjskih hišah, teh je bilo 30 s skupno površino 4.500 m², so porabila 468.421 kWh toplote iz daljinskega sistema ogrevanja, kar predstavlja 2 % v strukturi porabe. Tako so gospodinjstva porabila 14.989.468 kWh ali 64 % toplote iz daljinskega sistema ogrevanja.

Na daljinski sistem ogrevanja je bilo leta 2005 priključenih 3.948 javnih objektov, ki so skupaj porabili 5.152.630 kWh toplote, kar znaša 22 %.

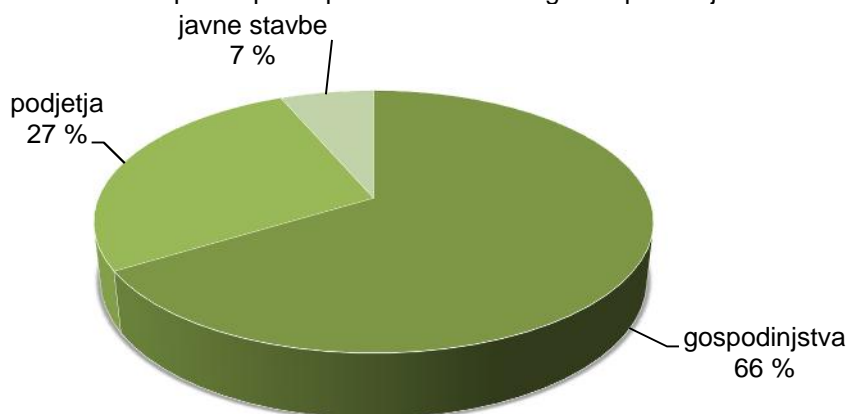
Podjetja oziroma poslovni objekti so s porabo 3.278.946 kWh predstavljali 14 %.

8.7. PLINOVODNO OMREŽJE V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

Mestna občina Slovenj Gradec ima poleg toplovodnega zgrajeno tudi plinovodno omrežje. Poraba zemeljskega plina iz omrežja je obravnavana že v porabi zemeljskega plina po posameznih skupinah porabnikov. Leta 2005 je bilo v stanovanjskih objektih 494 odjemalcev oziroma priključenih na omrežje. Na plinovodno omrežje so priključena tudi podjetja in javne stavbe.

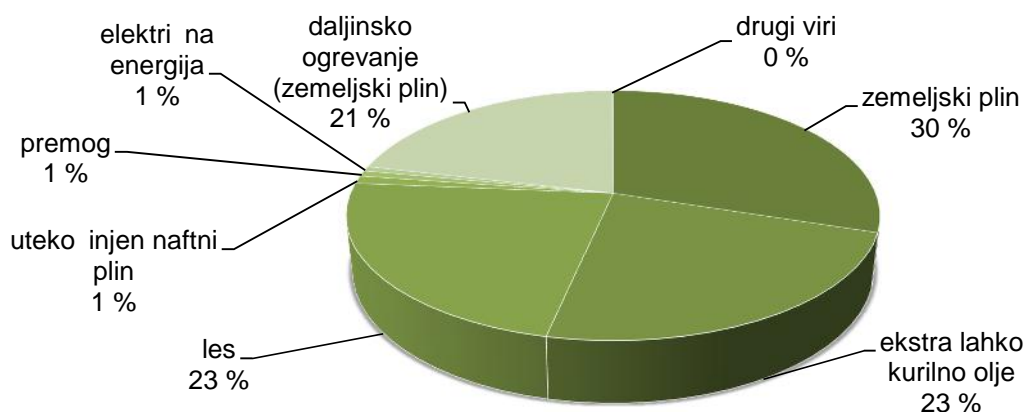
8.8. SKUPNA RABA

Vse skupine porabnikov, po podatkih iz leta 2002 za gospodinjstva in podatkih iz leta 2005 za podjetja in javne stavbe, letno porabijo 110.061.527 kWh (110,06 GWh) toplotne energije za ogrevanje. Strukturo rabe po skupinah porabnikov in energentih prikazuje tabela 8.



Slika 23: Struktura rabe toplote po porabnikih v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr., 2006)

Graf na sliki 23 prikazuje letno strukturo porabe toplotne energije po skupinah porabnikov. Najmojše porabnik toplotne energije so gospodinjstva (samostojne hiše, stanovanja v večstanovanjskih blokih), ki porabijo 66 % ali 72.949.596 kWh toplote za ogrevanje. Podjetja porabijo 27 % ali 30.018.406 kWh toplote za ogrevanje ter druge tehnološke procese. Šest največjih porabnikov med podjetji predstavlja v strukturi skupne porabe 21 % s porabo 23.083.101 kWh toplote. Javne stavbe skupaj porabijo 7 % ali 7.093.525 kWh toplotne energije.



Slika 24: Deleži rabe energentov (%) za ogrevanje v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr., 2006)

Tabela 8: Struktura letne porabe toplotne energije v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr., 2006)

Energent	Enota	Gospodinjstva	Podjetja	Javne stavbe	Skupaj
zemeljski plin	Sm ³	882.756	2.533.263	57.431	3.473.450
	kWh	8.386.182	24.065.999	545.595	32.997.775,00
daljinsko ogrevanje (zemeljski plin)	kWh	14.989.468	3.278.946	5.152.630	23.421.044
	kWh	14.989.468	3.278.946	5.152.630	23.421.044,00
zemeljski plin (skupaj)	Sm ^{3*}	15.872.224	24.411.151	5.210.061	5.938.823,00
	kWh	23.375.650	27.344.945	5.698.225	56.418.820,00
ekstra lahko kurilno olje	l	2.273.996	160.440	139.530	2.573.966
	kWh	22.739.960	1.604.400	1.395.300	25.739.660,00
les	m ³	14.189	465		14.654
	kWh	24.461.836	801.660		25.263.496,00
uteko injen naftni plin	l	120.015	38.475		158.490
	kWh	834.104	267.401		1.101.505,50
premog	kg	209.000			209.000
	kWh	815.100			815.100,00
elektri na energija	kWh	657.224			657.224
drugi viri	kWh	65.722			65.722
	kWh	65.722			65.722,00
skupaj	kWh	72.949.596	30.018.406	7.093.525	110.061.527

* Koli in porabljenega zemeljskega plina (Sm³) je izražena na podlagi kurilne vrednosti zemeljskega plina (9,5 kWh/Sm³).

Tabela 8 prikazuje porabo posameznih skupin porabnikov, koli in porabljenih energentov ter iz tega pridobljene koli in toplotne energije v kWh. Strukturo prikazuje graf na sliki 24.

V strukturi skupne porabe toplotne energije po energentih (slika 24 in tabela 8), je kot energent, s 30 %, najbolj zastopan zemeljski plin, ki ga vse skupine porabnikov skupaj porabijo 3.473.450 Sm³ in pridobijo 32.997.775 kWh toplote. Ekstra lahko kurilno olje predstavlja 23 %, porabljenega je 2.573.996 L ali 25.739.660 kWh toplote. Les in lesni ostanki predstavljajo 23 %, porabljenega je 14.654 m³ lesa in pridobljene 25.263.496 kWh toplote. Daljinsko ogrevanje predstavlja 21 % ali 23.421.044 kWh toplote, ki je pridobljena iz zemeljskega plina. Za to količino toplote se porabi 2.465.373 Sm³ zemeljskega plina. Če upoštevamo, da je daljinska toplota pridobljena iz zemeljskega plina in temu prištejemo porabo individualnega ogrevanja z zemeljskim plinom, je skupaj porabljenega 5.938.832 Sm³ zemeljskega plina in pridobljene 56.418.819 kWh toplotne energije, ki v skupni strukturi porabe predstavlja 51 %. Uteko injen naftni plin, električna energija in ostali energenti so zastopani v manjšini (vsak z 1 % ali manj) in skupaj dajo 2.639.552 kWh toplotne energije, kar je skupaj 2 %.

Največji porabniki toplotne energije v MO Slovenj Gradec so gospodinjstva, ki letno porabijo 72,95 GWh ali 66 % toplote v skupni rabi. Vsa podjetja porabijo letno 30,02 GWh toplote, kar v skupni letni rabi predstavlja 27 %. Javne stavbe porabijo 7,09 GWh oziroma 7 % toplote.

8.9. ANALIZA STROŠKOV OGREVANJA

Cene posameznih energentov so izražene v razlikih enotah (cena na enoto energenta) in imajo tudi različno kurilno vrednost. Da lahko med seboj primerjamo različne energente, moramo posamezne parametre pretvoriti in izraziti v isti enoti.

Upoštevati moramo kurilnost (Hi) posameznih energentov, kot prikazuje tabela 6 ter na podlagi teh podatkov in cen na trgu (tabela 7) izračunati strošek primarne energije na enoto goriva (€/MWh). Ob tem je treba upoštevati še izgube, ki nastanejo v sistemu ogrevanja – zato je na koncu dejansko pomembna cena koristne toplote (medmrežje 7).

Pri ekonomskem vrednotenju različnih načinov ogrevanja moramo, poleg cene energenta, upoštevati še vse ostale pripadajoče naložbe za vzpostavitev sistema ogrevanja. Sem spadajo stroški nabave, montaže ter vzdrževanja ogrevalnega sistema v stavbi (zalogovnik za gorivo, kotel, razvodne cevi, hranilnik toplote), transportni stroški pri nabavi goriva in morebitni stroški priprave goriva – v primeru, da kupimo nerazrezana ali nerazcepljena polena (Kranjc idr. 2009).

Stroški ogrevanja so izračunani na podlagi rabe energije po posameznih skupinah porabnikov. Za gospodinjstva so podatki iz leta 2002, za podjetja in javne stavbe pa iz leta 2005. Uporabljene cene energentov prikazuje tabela 7. Cene so z dne 12. 2. 2012.

Cena toplotne energije iz daljinskega sistema ogrevanja MO Slovenj Gradec je vzeta iz cenika Javnega komunalnega podjetja Slovenj Gradec, d.d., veljavnega s 1. januarjem 2012. V ceno je vključen 20 % DDV. Upoštevana je cena za individualni odjem – gospodinjstva. Cena z DDV za enoto toplotne energije znaša 90,8220€/MWh, kar je enako 0,0908 €/kWh.

Tabela 9: Skupna raba toplote za ogrevanje (kWh) ter strošek končne in koristne energije (€) v MO Slovenj Gradec po porabnikih in virih (Vir: Šaver idr., 2006)

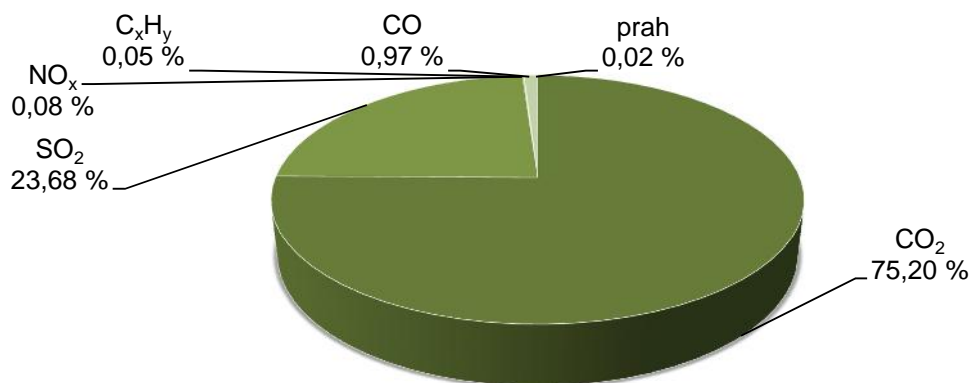
	Gospodinjstva	Podjetja	Javne stavbe	Skupaj
energent	poraba toplote za ogrevanje v kWh			
cena končne energije (€/kWh)	strošek porabe toplote na podlagi cene končne energije (€)			
cena koristne energije (€/kWh)	strošek porabe toplote na podlagi cene koristne energije (€)			
zemeljski plin	8.386.182,00	24.066.000,00	545.590,00	32.997.775,00
0,0531	445.306,26	1.277.904,60	28.970,83	1.752.181,85
0,0559	468.787,57	1.345.289,40	30.498,48	1.844.575,62
daljinsko ogrevanje (zemeljski plin)	14.989.468,00	3.278.946,00	5.152.630,00	23.421.044,00
0,0908	1.361.043,69	297.728,30	467.858,80	2.126.630,80
0,0908	1.361.043,69	297.728,30	467.858,80	2.126.630,80
zemeljski plin skupaj:	23.375.650,00	27.344.946,00	5.698.220,00	56.418.819,00
	1.806.349,95	1.575.632,90	496.829,63	3.878.812,65
	1.829.831,26	1.743.017,70	498.357,28	3.971.206,42
EL kurilno olje	22.739.960,00	1.604.400,00	1.395.301,00	25.739.661,00
0,1005	2.285.365,98	161.242,20	140.227,75	2.586.835,93
0,1058	2.405.887,77	169.745,52	147.622,85	2.723.256,13
les	24.461.836,00	802.200,00		25.264.030,00
0,0232	567.514,60	18.611,04		586.125,50
0,0387	946.673,05	31.045,14		977.717,96
uteko injen naftni plin	834.104,00	267.400,00		1.101.504,00
0,1380	115.106,35	36.901,20		152.007,55
0,1453	121.195,31	38.853,22		160.048,53
elektr. na energija	657.224,00			657.224,00
premog	815.100,00			815.100,00
0,0660	53.796,60			53.796,60
0,1107	90.231,57			90.231,57
drugo	65.722,00			65.722,00
skupaj	72.949.596,00	30.018.946,00	7.093.521,00	110.062.063,00
	4.828.133,49	1.792.387,34	637.057,38	7.257.578,23
	5.393.818,97	1.882.661,58	645.980,13	7.922.460,61

Kot prikazuje tabela 9, je pri vseh energentih strošek koristne energije veji kot strošek primarne energije, kar je posledica izgub – izkoristek ni 100 %. Izstopa predvsem ekstra lahko kurilno olje, ki predstavlja najvišjo vrednost, čeprav ni proizvedlo največ toplotne energije. Razlog za to je visoka cena kurilnega olja. Razlika v porabljeni toploti iz lesa in kurilnega olja je majhna in znaša 0,49 GWh. Razlika v stroških na podlagi koristne energije pa znaša 1.745.538,17 €.

8.10. ANALIZA EMISIJ IZ NASLOVA OGREVANJA

Emisije so izražane na podlagi podatkov o emisijskih vrednostih posameznih energentov (tabela 5) in na podlagi porabljenih količin energentov po posameznih skupinah porabnikov (tabela 8); za gospodinjstva iz leta 2002, za podjetja in za javne stavbe pa iz leta 2005.

Največ emisij na letni ravni proizvedejo gospodinjstva, 70 %. Emisije nastajajo kot posledica ogrevanja stanovanj. Podjetja proizvedejo z ogrevanjem 24 %, javne stavbe pa 6 % emisij.



Slika 25: Posamezne vrste emisij – vsi porabniki v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr. 2006)

V grafu na sliki 25 so deleži posameznih vrst emisij zaradi razumljivejše predstavitve podatkov podani z dvema decimalnima mestoma.

Znotraj skupnih proizvedenih emisij, 25.618,21 ton, je 19.265,33 t ali 75,20 % ogljikovega dioksida, 6.066,25 t ali 23,68 % žveplovega dioksida, 248,91 t ali 0,97 % ogljikovega monoksida, 20,13 t ali 0,08 % dušikovih oksidov, 12,93 t ali 0,05 % ogljikovodikov in 4,66 t ali 0,02 % prašnih delcev.

Tabela 10: Količine emisij iz posameznih energentov v tonah v MO Slovenj Gradec (Vir: Šaver idr., 2006)

Energent	Emisije v t						
	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah	skupaj
zemeljski plin	11.577	0	6	1	7	0	11.592
ekstra lahko kurilno olje	6.857	6.059	4	1	4	1	12.925
les	0	1	8	8	218	3	238
uteko injen naftni plin	2178	0	0	0	0	0	218
premog	284	4	1	3	15	1	308
električna energija	329	2	2	1	4	0	338
skupaj	19.265	6.066	20	13	249	5	25.618

Tabela 10 prikazuje skupne proizvedene emisije po deležih glede na energent. Največ emisij v okviru ogrevanja je proizvedenih s kurjenjem kurilnega olja, ki predstavlja 51 % vseh emisij, prav tako pokriva le 23 % letnih potreb po toploti. Drugi glavni vir emisij je zemeljski plin, ki pokriva 51 % letni potreb po toploti, ob tem pa daje 45 % vseh emisij v okviru ogrevanja. Tako kurilno olje in zemeljski plin skupaj tvorita 96 % vseh emisij, pokrivata pa le 75 % potreb po toploti. Ostali energenti so vir manjšega deleža emisij, saj so tudi v rabi energentov zastopani v manjšini.

9. POTENCIAL LESNE BIOMASE V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

9.1. ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE – ZGS

Zavod za gozdove Slovenije je organiziran v 14 območnih enot po Sloveniji. Območna enota Slovenj Gradec je organizacijsko razdeljena na šest krajevnih enot, in sicer: KE Črna, KE Prevalje, KE Dravograd, KE Slovenj Gradec, KE Mislinja, KE Radlje. Te območne enote so razdeljene na 27 revirij.



Slika 26: Razdelitev Slovenije na 14 območnih enot ZGS (levo) in Območna enota Slovenj Gradec – razdeljena na šest krajevnih enot (desno) (Vir: medmrežje 23)

Območna enota je, kamor med drugimi spada tudi Mestna občina Slovenj Gradec, predstavlja glede na organiziranost Zavoda za gozdove Slovenije, krajevno enoto Slovenj Gradec (znotraj Območne enote Slovenj Gradec), kar prikazuje slika 26.

Celotna Območna enota Slovenj Gradec zajema reliefno močno razgiban teren, ki se nahaja v srednjem delu severne Slovenije. Osrednji del tega območja predstavljajo doline treh večjih rek: Drave, Meže in Mislinje. Ob teh rekah ležijo vse večje strnjene negozdne površine in vsa večja naselja na tem območju (medmrežje 23).

Območna enota Slovenj Gradec gospodari na površini 88.894,67 ha. Znotraj tega je bilo v letu 2010 59.556 ha gozdne površine. Gozdnatost na tem območju je 67,47 % (Matijašič idr. 2011).

9.2. GOZDNOGOSPODARSKI ENOTE, KI PRIPADATA MO SLOVENJ GRADEC

Po podatkih gozdnogospodarskih letnih poročil, ki jih pripravljajo na Območni enoti Zavoda za gozdove Slovenije v Slovenj Gradcu, je na območju Mestne občine Slovenj Gradec 10.514,39 ha gozdnih površin. Z gozdnogospodarskega vidika gre za dve območji oziroma gozdnogospodarski enoti (GGE), Pohorje in Plešivec (Medved 2005 in Medved 2006).

Glavne značilnosti teh dveh gozdnogospodarskih enot predstavlja tabela 11.

Tabela 11: Glavne značilnosti gozdnogospodarskih enot Pohorje in Plešivec ter celotne Mestne občine Slovenj Gradec (Vir: Medved, 2005 in Medved, 2006)

	Gozdnogospodarska enota		Skupaj MO Slovenj Gradec
	Pohorje	Plešivec	
celotna površina enote	6.026 ha	11.347 ha	17.373 ha
površina gozdov	3.709,54 ha	6.804,85 ha	10.514,39 ha
povprečna gozdnatost	61,00 %	60,03 %	60,52 %
zasebni gozdovi	3.532,81 ha	5.408,25 ha	8.941,06 ha
državni gozdovi	176,73 ha	1.396,60 ha	1.573,33 ha
število gozdnih posestnikov	530	1.140	1.670
povprečna velikost zasebne posesti	6,59 ha	4,74 ha	5,67 ha
skupna lesna zaloga	1.305.121 m ³	2.276.204 m ³	3.581.325 m ³
povprečna lesna zaloga	352 m ³ /ha	334 m ³ /ha	343,00 m ³ /ha
lesna zaloga iglavcev	1.109.395 m ³	1.871.453 m ³	2.980.848 m ³
lesna zaloga listavcev	195.726 m ³	404.751 m ³	600.477 m ³
lesna zaloga v državnih gozdovih	401 m ³ /ha	347 m ³ /ha	374,00 m ³ /ha
lesna zaloga v zasebnih gozdovih	349 m ³ /ha	331 m ³ /ha	340,00 m ³ /ha
skupni letni prirastek	30.486,51 m ³	52.834 m ³	83.320,51 m ³
povprečni letni prirastek	8,22 m ³ /ha	7,77 m ³ /ha	8,00 m ³ /ha
najvišji možni posek (10 let)	191.047 m ³	353.100 m ³	544.147,00 m ³
najvišji možni posek iglavcev (10 let)	164.524 m ³	295.183 m ³	159.707,00 m ³
najvišji možni posek listavcev (10 let)	26.523 m ³	57.917 m ³	84.440,00 m ³

Gozdnogospodarski načrt za GGE Pohorje je bil izdelan za obdobje od 2006 do 2015, za GGE Plešivec pa za obdobje od 2007 do 2016.

Leta 2010 je bilo v Sloveniji 1.185.169 ha gozdov, kar predstavlja 58,5 % površine slovenskega ozemlja (Matijašič idr. 2011). Iz tega izhaja, da je gozdnatost MO Slovenj Gradec s 60,52 % nad slovenskim povprečjem.

Istega leta, 2010, je bilo število prebivalcev v Sloveniji 2.046.976 (medmrežje 25). Na podlagi obeh podatkov lahko sklepamo, da je povprečna površina gozda na prebivalca za Slovenijo 0,58, v MO Slovenj Gradec pa ta znaša 0,63.

9.2.1. GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA POHORJE

Na območju gozdnogospodarske enote Pohorje ločimo tri tipe krajin, in sicer:

- gozdna krajina – 18 %;
- gozdnata krajina – 63 %;
- kmetijska in primestna krajina – 19 %.

Gozdnogospodarska enota Pohorje obsega 6.026 ha površine. Od tega je 3.709,54 ha gozdne površine, kar ji daje 61 % gozdnatost. Vsi gozdovi spadajo v kategorijo večnamenskih gozdov.

Osrednji del enote predstavlja prostor med Pameami, Gradišcem, Golavabuko in Brdi. Na tem območju je značilna oblika posesti v celkih, ki predstavlja tradicionalno navezanost lastnika na gozd, saj lastniki živijo v neposredni bližini svoje gozdne posesti. Zaradi te tradicionalne navezanosti loveka na gozd, ki se prenaša iz generacije na generacijo, je poudarjeno tudi na elu trajnostnega gospodarjenja z gozdom.

V nižinskih delih enote, ki jih predstavljajo gozdovi na Legnu, nad Šmartnem in Pameami, prevladujejo manjše gozdne posesti in večje število lastnikov. Zaradi dedovanja je prišlo do drobljenja posesti in s tem do tipične parcelacije. Lastniki gozdov tukaj večinoma niso kmetje.

V zadnjih 50.-letih, ko je urejanje gozdov na rtno, se je lesna zaloga iglavcev povečala za 61 %, lesna zaloga listavcev pa za 230 %. To hkrati predstavlja tudi realizacijo dosedanjega na rta, in sicer povečati delež listavcev v drevesni sestavi (Medved 2005).

9.2.2. GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA PLEŠIVEC

Krajino v gozdnogospodarski enoti Plešivec delimo v štiri krajinske tipe in sicer:

- gorska gozdnata krajina: 0,19 %;
- gozdna krajina: 19,01 %;
- gozdnata krajina: 56,25 %;
- kmetijska in primestna krajina: 24,55 %.

Gozdnogospodarska enota obsega 11.347 ha površine. Od tega je 6.804,85 ha gozdne površine. Ve namenski gozdovi predstavljajo 6.498,82 ha, varovalni gozdovi pa 306,03 ha, kar je 4,5 % celotne gozdne površine. Gozdnatost na tem območju je 60,03 % (Medved 2006).

9.3. STANJE GOZDOV V MO SLOVENJ GRADEC

9.3.1. KAKOVOST DREVJA

V gozdnogospodarski enoti Pohorje prevladuje povprečna kvaliteta lesa. Kljub dobrim ravnstnim potencialom je malo drevja z odlično kvaliteto, ki ne vključuje smreke in bukve, ki sta vsaka v svoji drevesni skupini prevladujoči. To predstavlja nujnost povečanja deleža kvalitetnega lesa. Skupno je bilo 0,3 % dreves uvrščenih v odlično kakovosten razred, 8,5 % dreves v pravi dober, 76,6 % dreves v dober, 13,9 % v zadovoljiv in 0,7 % dreves v slab kakovosten razred (Medved 2005).

V gozdnogospodarski enoti Plešivec prevladuje dobra kakovost drevja, ki predstavlja 69 %, dreves odlične kakovosti skorajda ni in predstavljajo 0 %, dreves pravi dobre kakovosti je 13 %, prav tako je tudi dreves zadovoljive kakovosti 13 % ter 4 % dreves slabe kakovosti (Medved 2006).

9.3.2. LESNA ZALOGA

Lesna zaloga predstavlja prostornino živih dreves s skorjo, ki imajo premer v prsni višini (t.j. 1,3 m nad tlemi) oziroma nad nepravilnostmi oblike debla nad 10 cm. Veje v lesno zalogo niso vključene. Lesna zaloga je tako ključni kazalec stanja gozda skozi celotno zgodovino in predstavlja podlago za načrtovanje trajnostne rabe gozdnih virov in oblikovanje nacionalne politike (medmrežje 21).

Po podatkih gozdnogospodarskih načrtov iz leta 2010 znaša lesna zaloga v slovenskih gozdovih znaša 330.982.400 m³, povprečna lesna zaloga pa 279 m³/ha (Matijašič idr. 2011).

Gozdovi na območju gozdnogospodarske enote Pohorje imajo 1.305.758 m³ skupne lesne zaloge oziroma 352 m³/ha. Od tega predstavlja lesna zaloga iglavcev 1.109.895 m³ (85 %), lesna zaloga listavcev pa 195.864 m³ (15 %). Če obravnavamo lesno zalogo z vidika lastništva gozdov, je v državnih gozdovih povprečna lesna zaloga 401 m³/ha, v zasebnih gozdovih pa 349 m³/ha. Skupni letni prirastek znaša 30.492,42 m³ lesa oziroma 8,22 m³/ha (Medved 2005).

Skupna lesna zaloga v gozdnogospodarski enoti Plešivec znaša 2.276.204 m³ oziroma povprečno 334 m³/ha. Lesna zaloga iglavcev predstavlja 1.871.453 m³, lesna zaloga listavcev pa 404.751 m³. Z vidika lastništva gozdov je povprečna lesna zaloga v državnem gozdu 347 m³/ha, v zasebnem pa 331 m³/ha (Medved 2006).

9.3.3. PRIRASTEK

Letni prirastek predstavlja povprečno letno prostornino prirastka v določenem časovnem obdobju (eno leto). Upošteva se premer drevesa v prsni višini in vključuje tudi prirastek dreves, ki so bila v tem času posekana (medmrežje 21).

Povprečni letni prirastek v slovenskih gozdovih je po podatkih gozdnogospodarskih letnih poročil iz leta 2010 6,85 m³/ha (Matijašič idr. 2011).

Skupni letni prirastek v gozdovih gozdnogospodarske enote Pohorje je 30.492,42 m³ oziroma povprečno 8,22 m³/ha (Medved 2005).

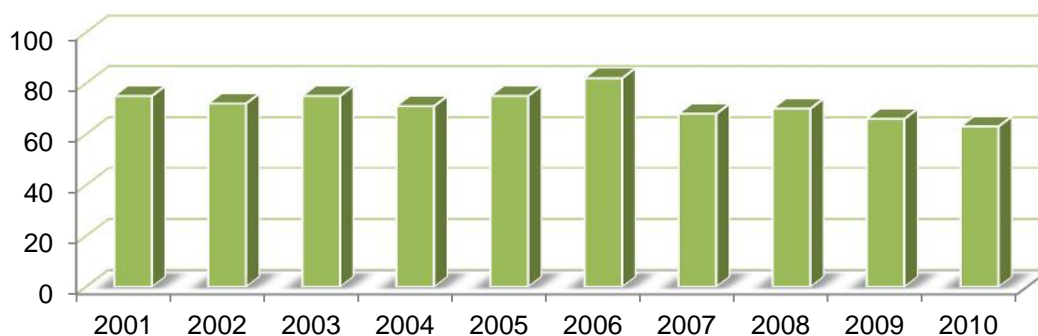
Skupni letni prirastek gozdnogospodarske enote Plešivec je 52.834 m³ ali 7,77 m³/ha (Medved 2006).

9.3.4. LETNI MOŽNI POSEK IN REALIZACIJA

Posek predstavlja povprečni letni volumen dreves s skorjo, živih in odmrlih, ki so bila posekana v določenem časovnem obdobju (1 leto) in vključuje drevesa ali dele dreves, ki niso bila odstranjena iz gozda (medmrežje 21).

Za ureditveno obdobje od 2006 do 2015 znaša najvišji možni posek v gozdovih gozdnogospodarske enote Pohorje 191.047 m³, 164.524 m³ lesa iglavcev in 26.523 m³ lesa listavcev (Medved 2005).

Najvišji možni posek v gozdnogospodarski enoti Plešivec v ureditvenem obdobju znaša 353.100 m³, od tega 295.183 m³ lesa iglavcev in 57.917 m³ lesa listavcev (Medved 2006).



Slika 27: Dejanski posek v slovenskih gozdovih po letih v % (Vir: Matijašič idr., 2011)

Graf na sliki 28 prikazuje realizacijo možnega letnega poseka v obdobju desetih let. Od 2001 do 2010 je bilo v slovenskih gozdovih v povprečju realiziranega 72 % možnega letnega poseka. Povprečni realiziranega poseka iglavcev je znašalo 87 %, povprečni realiziranega poseka listavcev pa 57 %.

Razlika med možnim letnim posekom in dejanskim letnim posekom izhaja iz lastništva gozdov. V zasebnih gozdovih se možni letni posek ne realizira. Vzrokov za razlike je več, najpogosteje pa je vzrok premajhna ekonomska pridobivnost lesa, predvsem pri sestojih s tanjšim drevjem. Lastnik gozda se lahko odloči, kaj bo posekal in kaj ne. Na drugi strani pa je v gozdovih v zasebni lasti prisotnega tudi precej nedovoljenega poseka (Matijašič idr. 2011).

9.3.5. ODPRTOST GOZDOV

Gozdni prostor odpirajo javne in druge gozdne prometnice. Graditev cest je v gozdarstvu povezana z odprtostjo gozdov, ki omogoča dostop v gozdni prostor in koriščenje njegovih dobrin.

Manj odprti in težje dostopni gozdovi ter gozdovi z manjšo gostoto prometnic so posledica strmega naklona terena. Vse to pa vpliva na stroške dela v gozdu. Gozd z omenjenimi značilnostmi je tako manj primeren za rabo lesne biomase. Gre za delež tistih gozdov, kjer je pravilna razdalja večja kot 800 m in je naklon terena nad 30 % (Matijašič idr. 2011).

Tabela 12: Površine po načinu spravila (Vir: Medved, 2005 in Medved, 2006)

Način spravila lesa iz gozda	GGE Pohorje		GGE Plešivec		Skupaj MO SG	
	ha	%	ha	%	ha	%
s traktorjem	2.469,67	66,58	4.426,98	68,12	6.896,65	67,56
z žilnico	112,67	3,04	323,34	4,98	436,01	4,27
ročno	22,36	0,60	323,28	4,97	345,64	3,39
kombinirano I	1.092,38	29,45	1.379,87	21,23	2.472,25	24,22
kombinirano II	12,46	0,34	0,00	0,00	12,46	0,12
odprta površina	3.709,54	100,00	6.453,47	99,30	10.163,01	99,56
zaprti	0,00	0,00	45,34	0,70	45,34	0,44
skupaj	3.709,54	100,00	6.498,82	100,00	10.208,36	100,00

Tabela 13: Odprtost gozdov s cestami (Vir: Medved, 2005 in Medved, 2006)

	GGE Pohorje		GGE Plešivec		Skupaj MO SG	
	dolžina (km)	gostota (m/ha)	dolžina (km)	gostota (m/ha)	dolžina (km)	gostota (m/ha)
gozdne ceste	121,60	22,78	181,10	19,11	302,70	20,95
javne ceste	39,30	5,39	49,70	7,30	89,00	6,35
skupaj	160,90	28,17	179,77	26,41	340,67	27,30

Tabela 13 prikazuje podatke o odprtosti gozdov s cestami MO Slovenj Gradec, in sicer posebej za vsako gozdnogospodarsko enoto Pohorje in Plešivec. V tabeli 12 so predstavljeni podatki o površinah glede na možen način spravila lesa iz gozda.

Odprtost gozdnogospodarske enote Pohorje je dobra. Razmere za pridobivanje lesa so ugodne, prevladuje traktorsko spravilo lesa na 66,58 % površine ter kombinirano spravilo lesa s traktorjem in ročno na 29,45 % površine. Spravilne razmere v gozdnogospodarski enoti so v povprečju med 200 in 400 metri. Zaprtih in popolnoma nedostopnih površin tukaj ni. Odprtost gozdov s cestami prikazuje tabela. Skupaj je 121,6 km gozdnih in 39,3 km javnih cest (Medved 2005).

V gozdnogospodarski enoti Plešivec niso zajeti varovalni gozdovi, ki predstavljajo 306,03 ha. Zaprtih površin je 0,7 %, kar znaša 45,34 ha. Tudi tukaj prevladuje traktorsko spravilo lesa na 68,12 % površine ter kombinirano spravilo lesa s traktorjem in ročno na 21,23 % površine. Odprtost gozdov s cestami prikazuje tabela. Gozdnih cest je 181,10 km, javnih pa 49,70 km (Medved 2006).

V obeh gozdnogospodarskih enotah, ki pripadata MO Slovenj Gradec, je skupaj 99,56 % ali 10.163,01 ha odprtih površin gozdov, kjer je možna sečnja in spravilo lesa. Skupno gledano je način spravila relativno ugoden, saj je na 67,56 % gozdne površine možno les spravljati s traktorjem. Na 24,34 % površine je možno kombinirano spravilo lesa (kombinirano I na 0,12 % površine in kombinirano II na 24,34 % površine). Na 7,66 % površine je spravilo ročno (3,39 %) ali z žilnico (4,27 %).

9.3.6. LASTNIŠTVO GOZDOV

Delež gozdne posesti v zasebni lasti pomembno vpliva na pridobivanje lesne biomase. Kadar je na nekem območju veliko število manjših posestnikov, je njihov ekonomski interes za gospodarjenje z gozdom majhen, saj je dobiček za posameznika relativno majhen. V takšnem primeru predstavljajo stroški pridobivanja lesa iz gozda problem, saj posamezni manjši lastniki nimajo primerne opreme in mehanizacije, saj bi to za lastnika bila velika investicija. Poleg tega nimajo potrebnega znanja in niso usposobljeni za opravljanje gozdarskih del. V primeru sodelovanja več manjših lastnikov prihaja do problemov pri organizaciji in logistiki.

Prav tako je na lastništvo gozdne posesti vezana realizacija načrtovanega oziroma možnega letnega poseka. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije je realizacija možnega poseka dosti večja na tistih območjih, kjer je večji delež gozdov v lasti države (Matijašič idr. 2011).

V gozdnogospodarski enoti Pohorje je 176,3 ha gozdnih površin v državni lasti, 3.532,81 ha gozdnih površin pa je v lasti 530 zasebnikov. Med zasebnimi gozdnimi posestmi prevladuje srednje velika gozdna posest, med 10 in 30 ha. Povprečna velikost zasebne gozdne posesti je 6,59 ha. Izdelovalci gozdnogospodarskega materiala ne pričakujejo večjih sprememb v lastniški strukturi, predvidevajo pa, da bo promet znotraj zasebnega lastništva večji. Posledično bo zaradi prodaje in dokupov gozdnih zemljišč prišlo do večjega površinskega zaokrožanja posesti (Medved 2005).

V gozdnogospodarski enoti Plešivec je državnih gozdov 1.396,60 ha, 5.408,25 ha gozdov pa je v lasti 1.140 zasebnikov. Državni gozdovi predstavljajo velik strnjen kompleks, zaradi česar na rtovalci predvidevajo, da se lastniška struktura v prihodnje ne bo spreminjala, hkrati pa pričakujejo velik promet z zemljišči v zasebni lasti (kmetijskimi in gozdnimi). Tudi v tej enoti je največ srednje velikih posesti, med 10 in 30 ha. Povprečna velikost zasebne gozdne posesti je 4,74 do 5 ha. Kmetijam predstavlja dohodek od lesa pomemben finančni vir. Lastnika z nad 100 ha gozdne površine tukaj ni (Medved 2006).

10. OCENA ENERGETSKEGA POTENCIALA LESNE BIOMASE IZ GOZDOV MESTNE OBČINE SLOVENJ GRADEC TER OCENA NA INOVIZRABE

10.1. OCENA ENERGETSKEGA POTENCIALA LESNE BIOMASE IZ GOZDOV

Po podatkih Gozdarskega inštituta Slovenije se je v Sloveniji v letih od 2004 do 2008 iz gozdov proizvedlo letno okoli 900.000 m³ lesa, namenjenega za kurjavo – pridobivanje toplote z namenom ogrevanja. Večina proizvedenega lesa je izhajala iz zasebnih gozdov. Približno tretjina okroglega lesa, ki izvira neposredno iz gozdov, se uporablja v energetske namene, in sicer predvsem za pokrivanje potreb po toploti za ogrevanje v gospodinjstvih.

Na splošno je med viri lesne biomase v Sloveniji najpomembnejši gozd. Kljub temu pa v naših gozdovih ostajajo neizkoriščeni ostanki in les iz nege mladovja, ki z vidika energetske izrabe lesne biomase predstavlja neizkoriščen potencial (Kranjc in Kovač 2003).

Arl B. (ustni vir), operativni vodja del, na podlagi svojih dolgoletnih delovnih izkušenj na področju spravila lesa iz gozda pravi, da dobimo iz bruto lesne mase v gozdu okoli 85 % neto lesne biomase različnih sortimentov. To pomeni, da ob sebi ostane okoli 15 % lesa (glede na odkazano kapaciteto s strani Zavoda za gozdove Slovenije) ostane v gozdu kot odpadek. Gre za tanjšo vejevino, vrhe dreves. Ta del ostane na gozdnih tleh in služi kot organska snov, ki je bogata z ogljikom ter ostalimi minerali, ki jih je drevo vezalo v času svoje rasti. Po določenem času se ta biomasa razkroji in mineralizira nazaj v anorgansko snov ter nadalje služi kot hranilo ostalim drevesom in rastlinju v gozdu.

Preostalih 85 % lesa predstavlja neto količina, ki se nadalje obravnava kot 100 % količina lesa. Večina je to kvalitetna hlodovina, ki se uporabi v lesnopredelovalni industriji. Večina koroškega lesa (znana je koroška smreka) podjetje prodaja v sosednje države, predvsem v Avstrijo in Italijo, saj je lesnopredelovalna industrija na Koroškem relativno slabo razvita. Poleg tega je s finančnega vidika to smiselno, saj je cena v tujini višja. Od neto količine je okoli 15 % do 17 % celuloznega lesa. To je les slabše kakovosti, ki ni primeren za lesne izdelke ali polizdelke (gradbeni les). Izraba tega lesa je možna v lesnopredelovalni industriji ali pa za proizvodnjo energije.

Na podlagi gozdnogospodarskih načrtov za MO Slovenj Gradec je 10-letni možni posek lesa 544.147 m³; od tega 191.047 m³ v letih od 2006 do 2015 v gozdnogospodarski enoti Pohorje in 353.100 m³ v letih od 2007 do 2016 v gozdnogospodarski enoti Plešivec. Tako znaša enoletni možni posek:

GGE Pohorje	191.047 m ³ /10 let	=	19.105 m ³ /leto;
GGE Plešivec	353.100 m ³ /10 let	=	35.310 m ³ /leto;
skupaj			54.415 m ³ /leto.

V gozdnogospodarskih načrtih se pri navajanju količin in zaloge lesa ter posledično možnega poseka podajajo neto količine lesa. Razlika med bruto in neto količinami je v primeru diplomske naloge najbolj zanimiva, saj iščemo neizkoriščene potenciale, ki ostajajo v gozdu. Po besedah g. Arla odpadna lesna biomasa znaša okoli 15 % od bruto količine lesa in je:

bruto količina = neto količina + odpadna količina.

Razlika med bruto in neto količinami lesne biomase:

GGE Pohorje	19.105 m ³ /leto	⇒	15 %	⇒	19.105 × 15 / 85	=	3.372 m ³ ;
GGE Plešivec	35.310 m ³ /leto	⇒	15 %	⇒	35.310 × 15 / 85	=	6.231 m ³ ;
skupaj	54.415 m ³ /leto						9.603 m ³ .

Koli in brutna lesna biomasa:

GGE Pohorje	19.105 m ³ /leto + 3.372 m ³ /leto	=	22.477 m ³ /leto;
GGE Plešivec	35.310 m ³ /leto + 6.231 m ³ /leto	=	41.541 m ³ /leto;
skupaj			64.018 m ³ /leto.

Na podlagi preprostega izračuna je bruto količina možnega letnega poseka 64.018 m³; 22.477 m³ v GGE Pohorje in 41.541 m³ v GGE Plešivec.

Razlika med bruto in neto količino možnega poseka je 9.603 m³ lesa. To je količina odpadne lesne biomase, ki sicer ostaja v gozdu – predvsem pri poseku v državnem gozdu.

Od neto količine posekanega lesa je cca. 15 % manj kvalitetnega – celuloznega lesa. Ta del se lahko uporabi v industriji lesnih plošč ali pa se uporabi v energetske namene. Na podlagi uporabljenih podatkov je količina celuloznega lesa naslednja:

GGE Pohorje	19.105 m ³ /leto	⇒	15 %	⇒	19.105 m ³ /leto × 0,15	=	2.866 m ³ ;
GGE Plešivec	35.310 m ³ /leto	⇒	15 %	⇒	35.310 m ³ /leto × 0,15	=	5.297 m ³ ;
skupaj							8.163 m ³ .

Količina hlodovine, kakovostnejšega lesa: 54.415 m³ – 8.163 m³ = 46.252 m³.

Količina celuloznega lesa, ki ga obravnavamo kot energetski potencial, je 8.163 m³. Količina kvalitetnejšega lesa oziroma hlodovine je 46.252 m³. Ta se še naprej sortira po debelini in kvaliteti ter drevesnih vrstah.

Še nadalje upoštevamo še drevesno sestavo znotraj možnega poseka, ki je 86,12 % iglavcev in 13,88 % listavcev, je struktura lesne biomase, ki je lahko uporabljena v energetske namene, naslednja:

Struktura odpadne lesne biomase:

iglavci	86,12 %	⇒	9.603 m ³ × 0,8612	=	8.270 m ³ ;
listavci	13,88 %	⇒	9.603 m ³ × 0,1388	=	1.333 m ³ ;
skupaj					9.603 m ³ .

Struktura celuloznega lesa:

iglavci	86,12 %	⇒	8.163 m ³ × 0,8612	=	7.030 m ³ ;
listavci	13,88 %	⇒	8.163 m ³ × 0,1388	=	1.133 m ³ ;
skupaj					8.163 m ³ .

Količina lesne biomase, uporabne v energetske namene:

iglavci	8.270 m ³ + 7.030 m ³	=	15.300 m ³ ;
listavci	1.333 m ³ + 1.133 m ³	=	2.466 m ³ ;
skupaj			17.766 m ³ .

Količina lesne biomase, ki jo lahko obravnavamo kot potencialni energetski vir ogrevanja, je 17.766 m³, od tega 86,12 % ali 15.300 m³ lesa iglavcev in 13,88 % ali 1.133 m³ lesa listavcev.

Te količine lesa temeljijo na predpostavki, da je realizacija možnega letnega poseka 100 % in ni upoštevana razlika med gozdovi v državni in zasebni lasti. Glede uporabe celuloznega lesa v energetske namene poudarjam, da je to le predpostavka. Ta les predstavlja surovino v lesnopredelovalni industriji za izdelavo lesnih plošč ipd. Les (hlodovina in celulozni les) se uporabljata v lesni industriji doma (v Sloveniji) in tujini, predvsem v Avstriji in Italiji, kamor, kot pravi Arl (ustni vir), izvozijo največ lesa. Zaradi tega ne moremo lesno industrijo popolnoma ukiniti in vsokoličino celuloznega lesa uporabiti za ogrevanje v MO Slovenj Gradec.

Na podlagi mnenja Matijašiča in drugih (2011) lahko pri realizaciji možnega poseka upoštevamo povprečje za leto 2010. Realizacija poseka iglavcev je znašala 71 %, realizacija listavcev pa 56 %.

S to predpostavko bi bila letna količina lesne biomase za ogrevanje naslednja:

iglavci	71 %	⇒	15.300 m ³ × 0,71	=	10.863 m ³ ;
listavci	56 %	⇒	2.466 m ³ × 0,56	=	1.381 m ³ ;
skupaj					12.244 m ³ .

Pri tem izražanju je upoštevano povprečje na slovenski ravni. Sicer pa se realizacija možnega poseka precej razlikuje med gozdovi v državni in zasebni lasti. V gozdovih v državni lasti je realizacija možnega poseka zelo blizu 100 %, kar pa ne drži za zasebne gozdove (realizacija je različna).

Kurilnost lesne biomase se razlikuje glede na vrsto lesa. V gozdovih MO Slovenj Gradec, je med iglavci v veliki večini zastopana smreka, med listavci pa prevladuje bukev. Prav tako je na podlagi drevesne vrste razlika tudi v ceni.

Kurilna vrednost smrekovega lesa z 20 % vode je 2.178 kWh/m³, kurilna vrednost bukovega lesa z 20 % vode pa je 3.078 kWh/m³ (Krajnc in Kopše 2005). S to predpostavko bi iz 10.863 m³ lesa iglavcev in 1.381 m³ lesa listavcev dobili naslednjo primarno količino toplotne energije:

iglavci	10.860 m ³ × 2.178 kWh/m ³	=	23.659.614 kWh;
listavci	1.381 m ³ × 3.078 kWh/m ³	=	4.250.718 kWh;
skupaj			27.910.332 kWh = 27,91 GWh.

Les iglavcev ima sicer manjšo kurilno vrednost v primerjavi z lesom listavcev, vendar bi v tem primeru dobili precej več energije iz lesa iglavcev, saj so količine tega lesa precej višje.

Ne smemo pa popolnoma pozabiti, da to še ni povsem končna količina lesne biomase, primerne za energetske izrabe. Nekaj lesnega goriva dobimo še iz zaraščajočih površin in iz lesnopredelovalne industrije. Res so te količine relativno majhne, vendar jih ne moremo popolnoma zanemariti. Poleg tega pa je smiselno upoštevati in analizirati še različne možnosti izrabe lesa kot energenta. Izkoristki posameznih kurilnih naprav in ogrevalnih sistemov so zelo različni.

10.2. OCENA NA MOŽNOSTI IZRABE LESNE BIOMASE V MO SLOVENJ GRADEC

Na podlagi rezultata pri izražanju količine lesne biomase na območju MO Slovenj Gradec, ki bi jo lahko uporabili v energetske namene, lahko rečemo, da potenciali lesne biomase iz gozda niso ravno v velikih količinah, če ob tem upoštevamo še skupne letne potrebe po toploti preko 110 GW (tabela 9).

Zaradi omejenosti s količino je še toliko bolj pomembno, da smo varni in preudarni. Pomembno je, da razpoložljivo količino lokalno dostopnega energenta izrabimo čim bolj smiselno in s čim manj izgubami.

Na trgu so dostopne visoko razvite tehnologije, ki omogočajo visoke izkoristke energentov, hkrati pa zmanjšujejo emisije v zrak pri zgorevanju lesne biomase, ki predstavljajo za MO Slovenj Gradec bistveno višji potencial kot sama količina lesne biomase. Njihova edina slaba lastnost je, da zahtevajo relativno visoke investicije na začetku, prav tako kasneje, dolgoročno, prinašajo prihranke.

Kot potencialne možnosti za smiselno izrabo lesne biomase v MO Slovenj Gradec bi izpostavila predvsem:

- daljinsko ogrevanje na lesno biomaso;
- mikrosisteme ogrevanja na lesno biomaso;
- zamenjavo starih kotlov z novejšimi v enodružinskih hišah;
- preusmeritev na ogrevanje podjetij z lesno biomaso, ki imajo svoje kotlovnice.

Podrobneje bodo obravnavana gospodinjstva, saj porabijo 66,28 % vse toplotne energije v MO Slovenj Gradec, kar prikazuje tabela 8.

10.2.1. DALJINSKI SISTEM OGREVANJA NA LESNO BIOMASO V MESTNI OBČINI SLOVENJ GRADEC

Daljinski sistem ogrevanja je v MO Slovenj Gradec že vzpostavljen, toplovodno omrežje pa pokriva pretežno le mestni del Slovenj Gradca, kot prikazuje slika 21. V tem delu mesta so tudi večinoma vse javne stavbe, ki so že sedaj priključene na daljinsko ogrevanje.

Glede na to, da je investicija v daljinski sistem ogrevanja na lesno biomaso velika, bi bilo smiselno najprej zamenjati vhodni energent in kotle ter prilagoditi zalogovnike za gorivo. Kot rezerva za pokrivanje morebitnih konic bi ostal en kotel na zemeljski plin, sicer pa bi se kot energent uporabljala lesna biomasa. Ker je omrežje za razvod staro in dotrajano, so tudi izgube toplote na poti do porabnikov precej velike. Skupni izkoristek daljinskega sistema ogrevanja je le 79,7 %, kar je malo, zato bi morda že nekaj let morali obnoviti oziroma zamenjati cevi toplovodnega omrežja. Neuporabnost celotnega sistema je neposredno povezana z večjo porabo energenta, ki pa pri večjih količinah daje tudi visoke stroške.

Letno se v kotlarni porabi 2.465.373 Sm³ zemeljskega plina, ki s kurilno vrednostjo 9,5 kWh/Sm³ daje 23.421.044 kWh toplotne energije. Za to količino toplotne energije bi ob enakih izkoristkih potrebovali 13.585,29 m³ polen ali 29.276,31 nm³ lesnih sekancev ali 4.684,21 kg lesnih peletov ali briketov.

Kotlarna, poleg toplote za ogrevanje prostorov, proizvaja tudi toplo sanitarno vodo. Potreba po topli sanitarni vodi je skozi vso leto, medtem ko je potreba po toploti za ogrevanje prostorov samo v času kurilne sezone. Na podlagi okvirnih letnih potreb po toploti, skupaj z izgubami, bi morala biti inštalirana možnost kotlarne oziroma vgrajenih kotlov na lesno biomaso okoli 2,67 MW.

V času izven kurilne sezone, ko je potrebno proizvesti manj toplote, kotli ne bi delovali pri maksimalni obremenitvi, ampak samo pri delni.

Pomembno je tudi, da sistem vključuje dober hranilnik toplote, ki bi zagotavljal razpoložljivo toploto tudi takrat, ko kotel ne obratuje.

10.2.2. MIKRO SISTEMI OGREVANJA NA LESNO BIOMASO

Daljinski mikrosistemi ogrevanja na lesno biomaso so izjemno primerni v izvenmestnih, strnjenih naseljih. Na območju MO Slovenj Gradec bi bili ti sistemi smiselni v osrednjih delih vasi, kjer je razdalja med sosednjimi enostanovanjskimi hišami od 10 do 15 metrov. V prilogah so primeri delov naselij, kjer bi bili mikrosistemi ogrevanja možni in smiselni; priloga C: strnjeni deli naselja Pamele (in Troblje), priloga D: središče vasi Podgorje pri Slovenj Gradcu, priloga E: naselje Sele – Vrhe, priloga F: naselje Podgrašino v Starem trgu. V teh nekaj primerih je gostota poselitve zelo visoka, kar pa je pogoj za učinkovitost in ekonomičnost takega sistema.

Gospodinjstva, ki živijo v enostanovanjskih hišah sredi naselij, po navadi niso lastniki gozdov. Če pa so, to ni v neposredni bližini njihove parcele, na kateri živijo. V takih primerih je vsekakor smiselno kupovati lesno gorivo na lokalnem trgu ali od posameznih kmetov v bližini. S tem se krepi neodvisnost od tujih virov energije in spodbuja ter krepi domači trg in gospodarstvo.

10.2.3. OGREVANJE ENODRUŽINSKIH HIŠ Z LESNO BIOMASO

Ogrevanje posameznih hiš z lesno biomaso je smiselno tam, kjer je gostota poselitve redka in je razdalja med posameznimi stavbami večja. Večinoma se te hiše že ogrevajo z lesno biomaso, vendar imajo še vedno vgrajene kotle starejših izvedb, kar je slabo. Izkoristki teh kotlov so relativno majhni, s tem pa se poveča poraba energenta.

Za posamezno gospodinjstvo je investicija v prenovno ogrevalnega sistema veliko finančno breme in se zaradi tega uporabniki ne odločajo za zamenjavo starega kotla z novejšim. Poleg slabega izkoristka je lahko problematična tudi sama energetska učinkovitost hiše. Predvsem starejše hiše imajo slabo izolacijo sten, oken in strehe. Veliko izgub je pri cevnem delu ogrevalnega sistema.

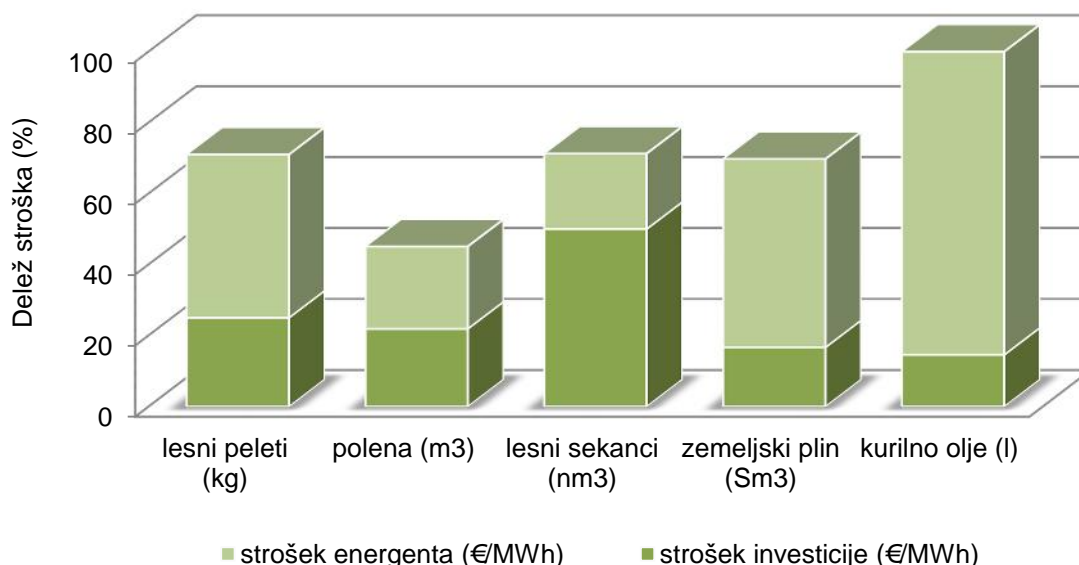
Tabela 14: Primerjava stroškov različnih sistemov ogrevanja (Vir: Krajnc idr., 2009)

	Lesni peleti	Polena	Lesni sekanci	Zemeljski plin	Kurilno olje
	kg	m ³	nm ³	Sm ³	l
skupna investicija v opremo (€)	8.000	7.000	16.000	4.000	3.500
delež subvencije za izrabo OVE (%)	25	25	25	0	0
amortizacijska doba (let)	20	20	20	20	20
strošek investicije (€/leto)	300	262,50	600	200,00	175
strošek investicije (€/MWh)	25	21,9	50	16,7	14,6
potreba po toploti (MWh/leto)	12	12	12	12	12
izgube omrežja (MWh/leto)	1	1	1	1	1
učinkovitost sistema (%)	90	90	90	95	95
kurilna vrednost goriva (MWh/enoto)	0,005	1.724	0,8	0,0095	0,01
cena energenta (€/enoto)	0,23	40	17	0,5041	1,005
strošek energenta (€/MWh)	46	23,2	21,3	53,1	100,5
skupni strošek goriva (€/leto)	664,4	335,1	306,9	726,1	1.375,3
servis in vzdrževanje (€/leto)	50	50	50	50	50
strošek električne energije (€/leto)	50	50	50	50	50
skupni strošek ogrevanja (€/leto)	1.064,4	697,6	1.006,9	1.026,1	1.650,3
skupni strošek ogrevanja (€/MWh)	81,9	53,7	77,5	78,9	126,9

V tabeli 14 so glede na vhodni energent predstavljeni in primerjani letni stroški različnih sistemov ogrevanja. Za vse primerjane sisteme so določene naslednje predpostavke:

- opremo predstavljajo: kotel, kotlovnica (z instalacijami), zalogovnik za kurivo in hranilnik toplote;
- ogrevalni sistemi imajo vgrajen kotel z nazivno toplotno močjo 10 kW;
- posamezen kotel obratuje s svojo maksimalno zmogljivostjo 1.300 ur letno;
- na podlagi prvih dveh predpostavk je proizvodnja primarne energije ocenjena na 13 MWh;
- naložba traja 20 let – to je amortizacijska doba ogrevalnega sistema;
- skupne izgube ogrevalnega sistema znašajo 1 MWh toplotne energije letno;
- potreba po toploti za posamezno stavbo znaša 13 MWh, 12 MWh je predvidenih kot potreba po toploti za ogrevanje, 1 MWh pa predstavlja izgube sistema;
- servis in vzdrževanje sistema znašata 50,00 € letno, poraba električne energije za delovanje sistema je 50,00 € letno;
- investicija v izgradnjo ogrevalnega sistema za izrabo obnovljivih virov energije je subvencionirana s strani Eko sklada RS in znaša 25 % celotne investicije;
- cene energentov, njihove kurilne vrednosti, cene na enoto energenta in pripadajoči izkoristki ogrevalnih sistemov so vzeti iz tabele 11.

Tabela 14 prikazuje finančne vidike različnih sistemov ogrevanja glede na vhodni energent. Iz tega jasno izhaja, da je cena na enoto toplotne energije, glede na trenutne razmere na trgu z energenti, najnižja pri uporabi polen, takoj za tem pa so sekanci. Zaradi visokih cen nafte je najdražji način ogrevanja s kurilnim oljem.



Slika 28: Delež stroška investicije in stroška energenta (€/MWh) za različne načine ogrevanja (Vir: Krajnc idr., 2009)

Iz tabele 14 je razvidno, da je, kljub relativno zelo majhni investiciji v sam ogrevalni sistem, letni strošek ogrevanja (za 1 MWh toplotne energije) najvišji pri ogrevanju s kurilnim oljem. Najcenejša možnost ogrevanja pa je ogrevanje s poleni. Kot prikazuje graf na sliki 28 je pri lesnih sekancih cena samega energenta nizka, vendar je strošek ogrevanja velik zaradi visokih stroškov investicij.

Pri ogrevanju enodružinskih hiš kmetov oziroma posestnikov gozdnih zemljišč bi bila smiselna tudi investicija v mikro kogeneracijsko napravo. Na ta način se poveča izkoristek lesa kot energenta, poleg tega pa se lesu kot proizvodu doda vrednost. Pomemben vidik spodbujanja pri gospodarjenju z gozdom pri lastnikih je tudi ta, da se s tem krepi povezanost z gozdom ter ob utek za gospodarjenje. Te navade ljudi se prenašajo iz generacije v generacijo.

Kot je bilo že v prejšnjih poglavjih izpostavljeno, je problem tudi mehanizacija in oprema ter znanje za delo v gozdu pri pridobivanju in proizvodnji lesa kot goriva. Glede tega je v različnih fazah takega načina gospodarjenja z gozdom najboljša rešitev najem strojev. Cene posamezne mehanizacije in opreme so za posameznika zelo drage in zaradi tega nedosegljive. Smiselno je tudi povezovanje gospodarjev in vzajemno delovanje pri gozdarskih delih – sodelovanje.

S proizvodnjo elektrike v kogeneracijskem sistemu se tudi sama investicija hitreje povrne. Elektriko, ki jo oddajamo v električno omrežje, prodajamo po višji ceni, kot jo kupujemo iz omrežja za lastne potrebe. Po podatkih strokovnjakov znaša investicija v kogeneracijski sistem z močjo 5 kW elektrike in 12,5 kW toplotne moči okoli 15.000 €. V ta znesek ni vključena cena hranilnika toplote.

10.2.4. OGREVANJE PODJETIJ

Med šestimi največjimi obravnavanimi podjetji v MO Slovenj Gradec se nobeno ne ukvarja s predelavo lesa – posledično nimajo lesnih odpadkov, ki bi bili potencialni energent. Vsa ta podjetja imajo svoje kotlovnice, razen ene skupne kotlovnice za več podjetij. Poleg tega dejavnosti podjetij ne potrebujejo večjih količin toplote in tehnološke tople vode v procesu proizvodnje.

Tudi v primeru podjetij bi bil z vidika stroškov in zmanjšanja emisij (varstva okolja) najbolj primeren na in ogrevanje s sistemom za posamezno stavbo. Predlagana različica je prehod na ogrevanje z lesno biomaso oziroma nadomestitev obstoječih kotlov na zemeljski plin in ekstra lahko kurilno olje, v celoti ali vsaj deloma. Za zagotavljanje kontinuiranega delovanja kotlov je priporočljivo investirati in dograditi hranilnik toplote, saj je za doseganje višjih izkoristkov priporočljivo, da kotel obratuje večino časa pri svoji maksimalni zmogljivosti.

10.2.5. DRUGI UKREPI

Poraba oziroma potreba po toplotni energiji je odvisna od mnogih dejavnikov, ki so prisotni v nekem objektu. K toplotnim izgubam največ prispevajo neizolirane stene, streha, okna, ki premalo tesnijo itn. Ta problem je posebej pogost v starejših stavbah, k temu pa prispevajo tudi neekonomične naravnane lovekove navade glede prezraevanja prostorov. Zrak v prostoru moramo v kratkem času zamenjati, ne pa prostorov ohlajati.

Problem, ki za sabo potegne stroške in neukovito ter potratno delovanje samega kotla, je tudi predimenzioniranost ogrevalnega sistema.

Pred podajanjem predlogov za povečanje energetske učinkovitosti in za zmanjšanje toplotnih izgub je potrebno izvesti temeljit energetski pregled posamezne stavbe. Vsaka stavba in ogrevalni sistem je specifičen in ga je potrebno obravnavati individualno. Šele po tem ko ugotovimo, kje so največje izgube, lahko podajamo konkretne predloge za izboljšanje stanja.

10.2.6. MOŽNOSTI IZRABE OSTALIH OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

Za popolno energetsko bilanco je potrebno zadevo gledati širše in bolj celovito. Tako bi za pokrivanje preostalih potreb po toploti, lahko podrobneje obravnavali in ugotavljali potencialne za energetsko izrabo na naslednjih področjih, in sicer (Szuppinger in Csobod 2011): energija sonca (izraba s pomočjo aktivnih ali pasivnih sistemov ter s fotovoltaike), energija vetra (vetrnice), uporaba toplotnih črpalk za odvzem toplote različnim medijem, energija zelene oziroma odpadne biomase s kmetijskih površin (anaerobna razgradnja in sinteza bioplina). Pri vseh možnostih izrabe različnih obnovljivih virov energije se lahko pojavijo tehnični in investicijski problemi ter problemi vezani na lokacijo in dostopnost vira. Skoraj povsod po Sloveniji je dostopen obnovljivi energetski vir neposredna energija sončna sevanja. S pomočjo tehnologije za sprejem toplotne energije sonca (solarni kolektorji) lahko pripravljamo toplo sanitarno vodo, ogrevamo prostore ali pridobivamo električno energijo (fotovoltaične celice). Posredno energijo sonca predstavlja vetrna energija, ki jo lahko izrabljamo za pogon vetrnih turbin in tako pridobimo mehansko in električno energijo. Biomasa (tudi lesna) predstavlja s fotosintezo uskladiščeno energijo sonca. Iz biomase lahko s tehnološkimi postopki pridobivamo različna goriva, npr. biodizel, bioetanol, bioplin. Z izgorevanjem dobimo toplotno ali mehansko energijo, nadalje tudi električno z uporabo električnega generatorja. Obetajo tudi toplotne črpalke, ki delujejo tako, da zunanjemu mediju (voda, zrak, zemlja), odvzamejo toploto, ki jo naprej uporabimo za ogrevanje prostorov ali sanitarne vode. Na podoben način lahko v toplejšem času prostore ohlajamo.

10.3. MOŽNOST ZMANJŠANJA EMISIJ V DALJINSKEM SISTEMU OGREVANJA V MO SLOVENJ GRADEC

Tabela 15: Primerjava (%) pridobljene toplote in proizvedenih skupnih emisij* po energentih

Energent	Količina toplote (GWh/leto)	%	Skupne emisije* (t)	%
zemeljski plin	56,42	51	11.592	45
ekstra lahko kurilno olje	25,74	23	12.925	51
les	25	23	238	1
uteko injen lesni plin	26	1	218	1
električna energija	1,10	1	338	1
premog	0,66	1	308	1
drugo	0,82	0		
skupaj	110,07	100	25.618	100

Emisijske vrednosti energentov so vzete iz tabele 9. Najvišji delež emisij v MO Slovenj Gradec doprinese uporaba kurilnega olja. S tem energentom se pokriva 23 % letne potrebe po toploti, proizvede pa se 51 % skupnih emisij*, ki so posledica ogrevanja. Drugi največji vir emisij pri ogrevanju je zemeljski plin. Uporaba tega energenta povzroči nastanek 45 % skupnih emisij*, pokrije pa največji delež, 51 % letne potrebe po toploti. Ostali energenti prispevajo k skupnim emisijam zelo malo, vsak po 1 %. Uteko injen naftni plin, električna energija in premog so v takšnih deležih zastopani tudi pri pokrivanju toplotnih potreb. Najvišje razmerje med deležem emisij in deležem pokrivanja toplotnih potreb ima les, saj ima najnižjo skupno emisijsko vrednost.

Tabela 16: Priakovano zmanjšanje emisij ob zamenjavi vhodnega energenta pri daljinskem ogrevanju v MO Slovenj Gradec

Energent	Emisije (t)						
	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah	skupaj
zemeljski plin (daljinsko ogrevanje)	4.806	0	3	1	3	0	4.812
les	0	1	7	7	0	3	18
razlika	- 4.806	+ 1	+ 4	+ 6	- 3	+ 3	- 4.794

Tabela 16 prikazuje razliko oziroma zmanjšanje količin in emisij na letni ravni v daljinskem sistemu ogrevanja po posameznih vrstah emisij. Količine emisij so izražene na podlagi emisijskih vrednosti energentov iz tabele 9. Razlika v količinah skupnih emisij* ob zamenjavi energenta v daljinskem sistemu ogrevanja bi bila letno 4.794 ton oziroma 99,63 %. V obsegu ogrevanja v MO Slovenj Gradec na letnem nivoju, to znaša okoli 19 %.

Tabela 17: Zmanjšanje emisij ob zamenjavi kurilnega olja z lesno biomaso na letni ravni

Energent	Emisije (t)						
	CO ₂	SO ₂	NO _x	C _x H _y	CO	prah	skupaj
ekstra lahko kurilno olje	6.857	6.059	4	1	4	0	12.925
les	0	1	8	8	222	3	242
razlika	- 6.857	- 6.058	+ 4	+ 7	+ 218	+ 3	- 12.683

Tabela 17 prikazuje razliko oziroma zmanjšanje količin in emisij ob zamenjavi kurilnega olja z lesno biomaso. Uporaba lesne biomase namesto kurilnega olja bi skupne emisije* zmanjšala za 12.683 ton letno ali 98 % v omenjenem obsegu. V okviru emisij, ki so posledica ogrevanja v MO Slovenj Gradec, bi to znašalo okoli 50 % na letnem nivoju.

* Skupne emisije predstavljajo: CO₂, SO₂, NO_x, C_xH_y, CO in prah.

Pri izračunu je upoštevano, da je les CO₂ nevtralen vir energije, kot to velja v mednarodnih metodologijah in ob predpostavki, da les izvira iz gozdov, kjer je gospodarjenje trajnostno. Ob zgorevanju lesa se sprošča CO₂, ki pa bi se sprostil tudi z naravno razgradnjo lesa, po končanem življenjski dobi drevesa, s pogoždovanjem po opravljeni se nji in izrabi v energetske namene, dosežemo nevtralnost izpustov CO₂.

Prav tako so v izračunu upoštevane skupne emisije, kar pomeni, da gre le za količine onesnaževal, kot to predvideva Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaženja (Ur. l. RS, št. 74/94). Tako niso upoštevani tudi posameznih onesnaževal na okolje oziroma podnebje, kar je z vidika okoljevarstva zelo pomembno, saj enaka količina različnih onesnaževal nima enako uničujočega učinka na okolje in zdravje ljudi. Če bi nadaljevali v tej smeri, bi lahko iskali in upoštevali tudi vzajemne učinke različnih onesnaževal ter nadalje sekundarnih onesnaževal, ko emisije snovi reagirajo s snovmi v okolju ter tako nastanejo nove snovi.

11. RAZPRAVA

Razvoj na področju strojništva in tehnologije za izrabo lesne biomase je prinesel precej razlogov za ponovno oživitve aktivnejšega gospodarjenja z gozdom. Inovacije omogočajo večje izkoristke lesa kot energenta. Pomembno je poudariti razlike v izkoristkih, ki se pridobivajo iz energenta samo toploto in v primeru, da dogradimo kogeneracijsko napravo (električni generator) ter proizvajamo hkrati še elektriko. Pri konvencionalni proizvodnji električne energije je izkoristek sistema okoli 30 %, pri ogrevanju pa okoli 45 % (starejše tehnologije). V kogeneracijskih sistemih je celoten izkoristek, odvisno od naprave, od 75 do 95 % (medmrežje 13). Nove tehnologije in stroji nudijo dosti večje udobje pri uporabi, prav tako pa je olajšano delo pri pridobivanju lesne biomase iz gozda ter pri pripravi le-te za gorivo. Poleg klasičnih polenov različnih dolžin, ki jih poznamo že iz preteklosti, so nam danes na voljo različne oblike lesnega goriva. Pri tem ni ključnega pomena le ponudba za potrošnike na trgu, temveč je pomembnejše dejstvo, da lahko v koristen energent predelamo bolj ali manj vse sortimente, ki jih dobimo ob sebi. Uporabimo lahko tudi ostanke lesnopredelovalne industrije, tudi žagovino, in les z zaraščenih sečnin kmetijskih površin. Poleg tega je izraba lesne biomase oziroma povečanje deleža lesne biomase kot obnovljivega vira energije v energetske bilance RS eden od ciljev okoljske politike. Na podlagi tega je mogoče pridobiti subvencije Eko sklada RS za investicije za vzpostavitev sistema ogrevanja na lesno biomaso. V zadnjem času je zelo promovirano in aktualno energetsko pogodbeništv o oziroma izgradnja mikro daljinskih sistemov ogrevanja (slika 9) in mikro kogeneracijskih sistemov. Gospodarjenje lastnikov z lesom, predelava v energent in nadalje po možnosti proizvodnja in prodaja toplotne energije v okolico ter elektrike v omrežje, bistveno poveča dodano vrednost lesa kot surovine. Ravno tako so te dejavnosti pomembne za ohranjanje slovenske kulture, ki temelji na povezanosti loveka z gozdom kot prostorom ter virom dobrin.

V diplomski nalogi predstavljene sodobne tehnologije za pridobivanje in izrabo lesne biomase za ogrevanje omogočajo skoraj popolno avtomatizacijo procesa ogrevanja. Informiranost in ozavešenost ljudi o tehnologijah in rabi lesne biomase kot energenta za ogrevanje je edalje večja. Pri odločitvah o zamenjavi energenta in celotnega ogrevalnega sistema so visoki investicijski stroški sodobnih sistemov ogrevanja na lesno biomaso (slika 28). Zamenjava starega kurilnega sistema z novim je dolgoročno dobra naložba, saj imajo novejš e tehnologije visok izkoristek (predvsem pri lesnih sekancih). Kratkoročno je za posamezno gospodinjstvo takšna investicija lahko veliko finančno breme in se zato raje odločajo za nižje investicije v ogrevanje na ekstra lahko kurilno olje in kasneje letno plačujejo več za energent, kljub njegovi visoki ceni na enoto energije. Cene tehnologij za ogrevanje z ekstra lahkim kurilnim oljem so v primerjavi z njihovimi alternativami bistveno cenejše, kar ponazarjata graf na sliki 28 in tabela 14.

Na podlagi praktičnega dela diplomske naloge lahko zaključimo in potrdimo hipoteze, in sicer:

- ***Mestna občina Slovenj Gradec ima precejšen potencial v gozdu, zato bi lahko vsaj del fosilnih goriv nadomestila lesna biomasa***

Lesnopredelovalna industrija na območju MO Slovenj Gradec ni dobro razvita, zato odpadne lesne biomase kot energenta v velikih količinah ne moremo prikaovati. Smiselna raba manjših količin te biomase je energetska izraba tam, kjer ta energent nastaja kot odpadek. Odvisno od količin biomase, pridobljene s sečnjo in značilnostjo lokacije (poseljenost, zainteresiranost potencialnih odjemalcev), je smiselno razmišljati o izgradnji mikrosistemov ogrevanja. Ti sistemi so učinkoviti v bližini sušilnic, ki potrebujejo toploto za sušenje lesa. Gre predvsem za samostojne podjetnike, ki se ukvarjajo z mizarstvom, razrezom lesa in podobnimi dejavnostmi.

Na območju MO Slovenj Gradec je vsekakor gozd najpomembnejši vir lesne biomase. Območje ima velik delež gozdnih površin (60,52 %), s tem pa po gozdnatosti nekoliko presega slovensko povprečje. Slovenija se po gozdnatosti uvršča na tretje mesto v Evropi. Razmerje med potrebami po toploti v MO Slovenj Gradec in izrabi unanimiti količinami lokalne lesne biomase za energetske namene je zelo tesno. Odpadna lesna biomasa iz gozda nikakor ne zm ore pokriti vseh potreb po toploti v občini, ki letno znašajo okoli 110 GWh. Na podlagi izračunov je za pokrivanje energetskih potreb na voljo 12.244 m³ lesa, kar predstavlja (ob teoretičnem 100 % izkoristku) 27,91 GWh energije. To pomeni, da *bi lesna biomasa teoretično lahko pokrila le 25 % potreb po toploti*.

MO Slovenj Gradec ima vzpostavljen daljinski sistem ogrevanja na zemeljski plin, ki ga je pri iskanju optimalnih energetskih rešitev smiselno upoštevati, saj so za etne investicije velike. Letne potrebe po daljinski toploti znašajo 23,42 GWh, kar bi teoreti na koli in lokalne lesne biomase z lahkoto v celoti pokrivala. V tem primeru bi ob upoštevanju že obstoječe rabe lesne biomase za ogrevanje (25,26 GWh) ta pokrivala 48,69 GWh potreb po toploti na območju občine, kar predstavlja 44 %. To bi bil tudi korak k izboljšanju energetskega stanja občine glede deleža rabe obnovljivih virov energije.

Ekonomično bi bilo tudi z vidika izkoristka energenta. Izgube in emisije so manjše, če veje in koli in energenta zgoreva v enem kotlu kot v posameznih kotlih manjše količine, pa še te občasno. Smiselno bi bilo dograditi še kogeneracijsko napravo in v distribucijsko omrežje oddajati električno energijo. S tem bi bila raba domače lesne biomase organizirana, ekonomična, lesna biomasa kot energent pa maksimalno izkoriščena. Iskali bi lokalno dostopne vire oziroma bi lesno biomaso kupovali od kmetov, mizarjev, žagarjev na območju MO Slovenj Gradec. S tem bi se pospešilo tudi domače gospodarstvo, predvsem pa izraba lokalnih virov. Prisotnost strokovnjakov zagotavlja uinkovito vzpostavljen sistem. To omogoča nemoteno oskrbo odjemalcev s toploto in prinaša visoke izkoristke energenta ter precej manj emisij v povezavi z ogrevanjem. Na splošno je daljinski sistem na lesno biomaso sodoben, dolgoročno usmerjen in energetsko uinkovit sistem.

Predpostavka o 100 % izkoristku energenta je zgolj teoretično izhodišče. Prav tako je koli in lesne biomase za energetsko izrabo, 12.244 m³ lahko le teoretična ocena. Temelji na predpostavkah, ki zaradi omejitev z drugih vidikov ne morejo biti realizirane v celoti. Potencialna koli in lesne biomase zajema ves celulozni les, ki ga sicer uporablja lesnopredelovalna industrija. Zaradi težnje po nadomeščanju fosilnih goriv z obnovljivimi viri energije, pa te ne moremo popolnoma ukiniti. Zajete so vse kapacitete se njih ostankov, vseh 15 % od bruto lesne biomase v gozdu. Z oziroma na habitatno in hranilno vlogo ter zaradi težnje po trajnostnem gospodarjenju z gozdovi, moramo nekaj se njih ostankov pustiti v gozdu (Polanc 2011). Pravilnik o varstvu gozdov (Ur. l. RS, št. 114/2009) določa, da naj v gozdu po se njih ostane vsaj 3 % odpadne lesne biomase. Na celoma gre z gospodarskega vidika za neuporaben les pod debelinsko stopnjo (manj kot 10 cm obsega debla v višini 1,3 m nad tlemi). Za energetsko izrabo je ta les še zelo primeren; za sekance (do minimalno 5 cm debelinske stopnje) (Krajnc idr. 2007), pelete, brikete, saj se pri pripravi teh goriv lesna biomasa v vsakem primeru seka oziroma melje. Tako bi v gozdu lahko pustili le najmanjše dele odpadne biomase (vejice, iglice, listi, panji, korenine). Za nemoteno delovanje gozda kot celotnega ekosistema je ključnega pomena velikost posameznih delov lesne biomase (Grebenc idr. 2009). Veje in deli imajo habitatno vlogo za mnoge žive organizme. Pravilnik o varstvu gozdov navaja (Ur. l. RS, št. 114/2009), da naj bo odmrli les na gozdnih tleh razporejen enakomerno ter naj obsega vse debelinske razrede, zlasti pa debelinski razred nad 30 cm. S pretiranim iznosom lesne biomase iz gozda bi oslabili produktivno sposobnost gozda, ta pa je, kot navaja Eriksson (2008) zelo pomembna za dolgotrajno oskrbo z lesno biomaso. Gre za sposobnost produkcije lesne biomase na hektar v enem letu.

Grbec (2009) ugotavlja, da so vsebnosti hranil v marginalnih delih drevesa, kot so listi, iglice, drobne vejice, veje od vsebnosti hranil v deblu. V primeru rabe lesne biomase za ogrevanje, bi omenjeni najmanjši deli drevesa ostali v gozdu. Tako bi se negativni učinek zaradi iznosa hranil zmanjšal. Gre za naravni proces pretoka snovi, kjer se veje in hrani, ki jih drevo vrpa iz tal, vsako leto vrne nazaj v tla kot opad. To je neposredni vir hranil, saj je hitro razgradljiv in se zato hitro mineralizira.

Posledice nepremišljenega oziroma pretiranega odvzema hranil iz gozda, bi lahko, kot navaja Grbec (2009), opazili pri rastlinstvu, zmanjšani rasti in reprodukciji sestoja ter motenem pomlajevanju (mlada drevesa odmirajo).

V določenih primerih, kot navaja Grbec (2009) ima lahko iznos se njih ostankov pozitivne učinke na gozd kot ekosistem, in sicer v primeru pojava podlubnikov, v obdobjih vremenskih ujm (vetrolom, snegolom, žled) in požarov poškodovanih sestojih. V takšnih situacijah je lahko golosek prizadetega gozda upravičen, prav tako pa tudi iznos celotne posekane biomase. Ta je v glavnem primerna za energetsko izrabo. Z iznosom se njih ostankov so tako odstranjena tudi potencialna gojišča a podlubnikov.

Pri izrabi lesne biomase v energetske namene ima pomembno vlogo nadomestitev odstranjene lesne biomase iz gozda z novo. Gre za gozdnogojitvena dela, ki jih predvideva in nadzoruje Zavod za gozdove Slovenije v gozdnogospodarskih načrtih (Matijašič idr. 2011). Na območjih, kjer je bil izveden posek lesne biomase v veljem obsegu (ne glede na vzrok), zasadijo nova, mlada drevesa, ki nadomestijo prejšnja, odstranjena s sečjo. Sama izvedba gozdnogojitvenih del je po besedah Matijašiča idr. (2011) odvisna od razpoložljivih proračunskih sredstev, s katerimi država lastnikom gozdov sofinancira vrednost izvedenih del (v primeru zasebnih gozdov). Sonaravno upravljanje z gozdovi predvideva obnovo gozda po naravni poti v veljem obsegu. Sadnja in setev mladih dreves predstavljata le dopolnjevanje naravne obnove.

Z upoštevanjem opisanih vidikov, bi se letna količina lesne biomase za energetske namene zmanjšala. Dejansko torej z lokalno dostopno lesno biomaso ne bi mogli pokrivati izražene potrebe po toploti. Da bi ogrevanje v občini temeljilo na obnovljivih virih energije, bi rešitve lahko iskali še na področju ostalih obnovljivih virov. Ne glede na geografsko lego območja lahko najdemo nekaj potencialnih alternativnih rešitev za nadomestitev fosilnih goriv.

Upoštevati moramo tudi to, da v podatkih v diplomski nalogi ni zajete lesne biomase z zaraščenimi površinami. Te količine so sicer majhne, vendar lahko z dobrimi tehnologijami kljub temu pridobimo nekaj toplote za ogrevanje prostorov. Potencial predstavljajo za posamezne lastnike zemljišč oziroma za individualno ogrevanje hiš. Ta lesna biomasa je z vidika uporabnika lahko dostopna, predvsem pa poceni. Na eloma je edini vložen strošek lastno delo (z uporabo preprostega orodja za posek in spravilo lesa). Butala in Turk (1998) pravita, da ima določen potencial tudi les iz parkov in drevoredov. Uporaba tega potenciala je prav tako kot les iz zaraščenih površin, lokalnega značaja. Tudi ta ni v velikih količinah in ni upoštevana v izraženi lesno-biomasni potenciali v MO Slovenj Gradec.

Glede različnih možnosti rabe lesa velja poudariti, da se odsluženi lesni izdelki prav tako lahko uporabijo kot vhodni energent. Zbiranje podatkov o tovrstnih količinah bi bilo zahtevno in zaradi tega v izraženi lesno-biomasni potenciali ni upoštevano. Kar pa ne pomeni, da je zanemarljivo z energetskega vidika. Zaradi različnih lesnih ostankov, ki nastajajo v postopkih mehanske obdelave v industriji je, kot poudarja Gornik Bučar (2004) pomembno predvsem to, kakšne vrste (drevesna vrsta) so lesni ostanki, kakšne so oblike, kje se pojavljajo, kako veliki so in kolikšna je količina lesnih ostankov.

• **Z uporabo lesa, kot obnovljivega vira energije, bi se zmanjšale skupne emisije toplogrednih plinov območja**

Iz podatkov, ki so razvidni iz slike 14 in tabele 5, je razumljivo, da ima les najmanjše emisijske vrednosti v primerjavi z ostalimi pogosteje uporabljanimi energenti. Tabela 5 je bila podlaga za izraženo količino in posameznih emisij, ki jih v MO Slovenj Gradec proizvedemo kot stranski produkt pri pridobivanju toplote za ogrevanje. Upoštevana pa je tudi predpostavka o lesu kot CO₂ nevtralnem energentu, saj se pri zgorevanju lesa sprošča le tista količina ogljika, ki je bila vezana v času rasti drevesa (slika 13).

Z že omenjenim scenarijem, da se v daljinskem sistemu ogrevanja zemeljski plin zamenja z lesno biomaso, bi se precej zmanjšale tudi skupne emisije. Da dobimo potrebno količino toplote, 23,42 GWh, za pokrivanje potreb odjemalcev, s tem proizvedemo 4.812 ton emisij iz zemeljskega plina. V primeru, da za isto količino toplote uporabljamo lesno biomaso, bi s tem proizvedene emisije na letni ravni znašale 18 ton. *Razlika zmanjšanja na letni ravni bi znašala 4.794 ton emisij z naslova ogrevanja ali 99,63 %.* Skupne emisije, ki nastanejo z ogrevanjem v MO Slovenj Gradec znašajo 25.618 ton (tabela 10). *Z uporabo lesne biomase v daljinskem sistemu bi se te zmanjšale za 19 %, na 20.824 ton letno.*

Prav tako bi lahko z razpoložljivimi količinami lesne biomase iz gozda teoretično v celoti nadomestili obstoječo rabo kurilnega olja, iz katerega vse skupine porabnikov toplote letno proizvedejo 25,74 GWh toplote za ogrevanje in tako povzročijo 12.925 ton emisij. *Ob nadomestitvi potrebnega kurilnega olja z lesno biomaso bi se emisije zmanjšale za 12.683 ton, kar v skupnih emisijah, ki nastanejo z ogrevanjem v MO slovenj Gradec, znaša 50 % na letni ravni.*

Emisije CO₂ pri zgorevanju lesne biomase dejansko niso ničelne, ampak je to le teoretična predpostavka, ki temelji na dejstvu, da je uporaba lesa v energetske namene le del ogljikovega cikla. V biomaso vezan ogljik bi se v vsakem primeru sprostil v ozračje. Če ga ne bi uporabljali kot energetski vir, bi se lesna biomasa v naravi prav tako prišlo do razgradnje in sproščanja ogljika.

Kot pravi Van Riet (2004), je treba upoštevati ogljikov cikel in življenjski cikel lesnega izdelka. To pomeni, da lesne proizvode na koncu njihove življenjske dobe ponovno izkoristimo po korakih: 1) izdelek ponovno uporabimo, 2) recikliramo, 3) izdelek uporabimo kot energent. Na ta način in lahko gledamo na lesne izdelke kot na ponor ogljika, saj omogočajo njegovo dolgotrajno vezavo pred ponovno sprostitvijo v ozračje.

Butala in Turk (1998) gledata na gozd kot na ponor ogljika. Z rabo lesa prispevamo k emisijam CO₂, če ne upoštevamo predpostavke o lesu kot CO₂ nevtralnem viru energije. Hkrati se s posekom zmanjša vezava CO₂ iz ozračja. Posledično se zmanjša, sicer za kmetijstvo (produkcijo hrane) manj uporabnih zemljišč, uporablja kot nasade hitro rastočih drevesnih vrst. Te vrste s produktivnostjo omogočajo hitro vezavo CO₂ iz ozračja. Zaradi hitre rasti v kratkem času dajejo novo lesno biomaso za energetsko izrabo. Take drevesne vrste so npr. vrba, topol, rubinija in evkaliptus v toplejših klimatih. Katera drevesa bodo zastopana v teh hitro rastočih nasadih je odvisno od klimatskih razmer določena območja. Med nelesnimi rastlinami pa se v svetu v ta namen vse večji meri sadi miskantus ali prstasti trstikovec (*Miscanthus giganteus*).

Szuppinger in Csobod (2011) glede rabe lesne biomase za ogrevanje (in za pridobivanje energije nasplošno) navajata, da z okoljevarstvenega in podnebno varstvenega vidika lesna biomasa je ogljikov nevtralen gorivo, če je upravljanje z gozdovi trajnostno. Ob tem poudarjata, da kljub uporabi najnaprednejših tehnologij za energetsko izrabo lesne biomase, dimni plini, ki nastajajo z zgorevanjem, vsebujejo dušikove okside (NO_x) in drobne delce (prah). Filtri in naprave za zmanjšanje izpustov dušikovih oksidov so vgrajeni samo v večje sisteme za ogrevanje (daljinsko ogrevanje). Vendar tudi v tem primeru emisije omenjenih onesnaževal niso ničelne. Rabo sistemov za ogrevanje z lesno biomaso Szuppinger in Csobod (2011) odsvetujeta v večjih urbanih naseljih, kjer je gosta poselitev. Kljub navedenim zadržkom je raba lesne biomase v Sloveniji zaradi značilne razpršene poselitve, visoke stopnje gozdnatosti in tradicije rabe lesa, to eden najpomembnejših ukrepov na področju varstva podnebja in okolja glede energetike in regionalnega razvoja.

- **S prehodom na lastne energetske vire bi lahko gospodinjstva, ki so lastniki gozdov in se ogrevajo individualno, dolgoročno prihranila pri stroških za nabavo energenta.**

Primerjava stroškov različnih sistemov ogrevanja za gospodinjstva (tabela 14) je pokazala, da je dolgoročno najdražje ogrevanje s kurilnim oljem, *najcenejše pa je ogrevanje s poleni* (različnih dimenzij) ob uporabi sodobnih kurilnih naprav, ki imajo višji izkoristek v primerjavi s starejšimi pečmi. *Razlika v stroških ogrevanja, za 1 MWh toplote iz kurilnega olja in polen, je 73,28 €.* Z upoštevanjem povprečnih potreb po toploti lahko z zamenjavo ogrevalnega sistema (glede na vhodni energent) na letni ravni gospodinjstvo prihrani 953 €.

Raba energije je zadnja faza v celotni verigi od virov, pretvorbe in oskrbe (distribucije) energije in naj bi bila prav tako energetsko učinkovita. V primeru MO Slovenj Gradec je to še toliko pomembnejše, saj kot so pokazali okvirni izračuni, lokalno dostopne lesne biomase nimamo v izobilju in z njo ne moremo pokriti energetskih potreb na nivoju občine. Zato moramo z lesno biomaso kot energentom ravnati še bolj gospodarno. Pri tem je ključnega pomena učinkovitost celotnega ogrevalnega sistema. Kotli, kjer energent zgoreva, naj bodo tehnološko čim bolj dovršeni, saj lahko s tem prihranimo pri porabi lesne biomase, s tem pa dolgoročno prihranimo s finančnega vidika. Sodobne kurilne naprave imajo prednost tudi glede emisij, ki nastajajo kot produkt zgorevanja. Avtomatizirani sistemi omogočajo regulacijo razmerja med gorivom in potrebnim zrakom (količino kisika), da je zgorevanje čim bolj optimalno (popolna oksidacija).

Zaradi visokih investicijskih stroškov za posamezno gospodinjstvo (tabela 14) je najbolj optimalen na in izrabe lesne biomase daljinski sistem ogrevanja na lesno biomaso oziroma predelava obstoječega daljinskega sistema ogrevanja, ki kot energent uporablja zemeljski plin. Ta bi s toploto iz lesne biomase oskrboval osrednji del Slovenj Gradca in bližnje vasi, kot je to vzpostavljeno že sedaj.

Daljinski sistem ogrevanja je smiselno vzpostaviti tam, kjer je gostota poseljenosti velika, saj je s tem odjem toplote iz omrežja dovolj gost in zato smiseln. Težava nastopi v primeru gradnje večjih sistemov na območjih razpršene poselitve, kot so podeželska naselja, manjše in oddaljene vasi in višje ležeča manjša naselja. Veliki daljinski sistemi ogrevanja na teh območjih niso smiselni oziroma ekonomski. Imajo pa prednost posamezni lastniki gozdov, kmetje. Izkoristijo lahko tržno nišo, sistem energetskega pogodbeništva, kjer se v mikrosistem daljinskega ogrevanja poveže nekaj bližnjih sosednjih hiš. S tem posameznik poskrbi za individualno ogrevanje, poleg tega pa še za sosednja gospodinjstva, ki jim prodaja toploto. Ta možnost bi ugodno vplivala na znižanje brezposelnosti, gospodarsko rast in razvoj podeželja. Biomasni kotel je tudi v tem primeru smiselno nadgraditi s kogeneracijsko napravo ter proizvedeno elektriko prodajati v omrežje. Cena po kateri elektriko prodajamo je višja od cene, po kateri elektriko kasneje odkupujemo iz omrežja za lastne potrebe. Vendar je tudi za to potrebnih precej finančnih sredstev in so projekti brez subvencioniranja ter kreditov težko izvedljivi. Upoštevati je potrebno še mehanizacijo za spravilo lesa iz gozda ter za pripravo goriva. Vse to je pogosto omejuje dejavnik, ki onemogoča optimalno izrabo lokalne lesne biomase.

Vsi v diplomski nalogi predstavljeni načrti izrabe lesne biomase za ogrevanje bi bistveno prispevali k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov na lokalni in posledično na globalni ravni, pa čeprav bi bila to le kapljica v morje. Izraba lokalnih energetskih virov ne samo na območju MO Slovenj Gradec, ampak tudi širše, bi omogočala samooskrbnost in bi s časom lahko oslabilo moč naftnih lobijev, ki v želji po dobički hitro manjšajo zalogo fosilnih goriv.

V prid lokalnim energetskim virom (lokalni lesni biomas) je pokazala študija na Švedskem. Eriksson (2008) navaja, da so stroški in emisije CO₂ najnižji pri uporabi lokalnih alternativnih virov.

Ljudje se moramo prilagajati naravnim danostim, okolju, v katerem živimo, ter se naučiti v prid izkoriščati tisto, kar nam je dano. Slovenija je majhna, pa kljub temu jo označuje ta pestrost in razgibanost. Na splošno je razporeditev dobrin na Zemlji zelo neenakomerna. Za Slovenijo je značilno, da ima visoko gozdnatost; je na tretjem mestu v Evropi. S tega vidika ima lesna biomasa v Sloveniji svojo prihodnost – res pa se potenciali po območjih (občinah) nekoliko razlikujejo.

Skratka, izrabljajmo lokalno dostopne obnovljive energetske vire, ki nam jih nudi narava. Pri tem se zavedati, da lahko preživimo, tudi nas odrežejo od preostalega sveta. Vse, kar potrebujemo, lahko najdemo v okolju, ki nas obdaja – le videti je treba. To pa je tudi edina prava pot k trajnosti in k kvaliteti bivanja, tako za nas kot za naše prihodnje generacije.

12. VIRI IN LITERATURA

1. Medmrežje 1: <http://www.zakonodaja.gov.si> (26. 5. 2012)
2. Medmrežje 2: <http://www.aure.si/index.php?MenuID=155&MenuType=C&lang=SLO&navigacija=on> (26. 5. 2012)
3. Medmrežje 3: http://www.energetski-inzeniring.si/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=163&lang=sl (5. 3. 2012)
4. Medmrežje 4: http://www.gi-zrmk.en/?page_id=100 (5. 3. 2012)
5. Medmrežje 5: <http://www.biomasa.zgs.gov.si/> (26. 5. 2012)
6. Medmrežje 6: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-08.htm> (26. 5. 2012)
7. Medmrežje 7: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-15.htm> (28. 4. 2012)
8. Medmrežje 8: <http://www.spts.si/cave/besedila/bilten.pdf> (26. 5. 2012)
9. Medmrežje 9: http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/stolpec650/clanek/clanek_natisni/?kaj=3&id=2010011105501857 (5. 3. 2012)
10. Medmrežje 10: <http://ensvet.velenje.si/clanki.htm> (5. 3. 2012)
11. Medmrežje 11: http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CEgQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.bapdriver.org%2Flib%2Fexe%2Ffetch.php%2Fopenles_2007-2013.pdf%3Fid%3Dnational_actions_plans%26cache%3Dcache%26DokuWiki%3D63cef037dabcdb75f89c5d84fd7c3646&ei=z2-6T5WTBK-L4gTw7fnXCQ&usq=AFQjCNGwtkXZOkyjK5NTAM_GAHF6Ouw_0A&sig2=ok6SRZA278sNzqJm8_IKuw (26. 5. 2012)
12. Medmrežje 12: http://www.res-regions.info/fileadmin/res_e_regions/WP_4/ULFME_Soprodukcija_na_biomaso-Support_tools__Info_list__01.pdf (26. 4. 2012)
13. Medmrežje 13: <http://www.aure.gov.si/eknjiznica/V7-SPTepregl.pdf> (26. 4. 2012)
14. Medmrežje 14: <http://www.biomasa-elektrika.si> (26. 4. 2012)
15. Medmrežje 15: institut-ove.weebly.com/kogeneracija.html (28. 4. 2012)
16. Medmrežje 16: http://sl.wikipedia.org/wiki/Mestna_ob%C4%8Dina_Slovenj_Gradec (28. 4. 2012)
17. Medmrežje 17: <http://www.zemeljski-plin.si> (26. 4. 2012)
18. Medmrežje 18: http://www2.arnes.si/~mlicen3/html/cene_energentov.html (28. 4. 2012)
19. Medmrežje 19: http://www.stat.si/popis2002/si/rezultati_obcine.htm (28. 4. 2012)
20. Medmrežje 20: http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=SLOVENJ_GRADEC (17. 5. 2012)
21. Medmrežje 21: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=277#def (17. 5. 2012)
22. Medmrežje 22: http://www.jkp-sg.si/index.php?option=com_content&view=article&id=53:vremenska-postaja&catid=30:oskrba-s-toplotno-energijo&Itemid=88 (28. 4. 2012)
23. Medmrežje 23: <http://www.zgs.gov.si/> (28. 4. 2012)
24. Medmrežje 24: <http://mojdom.dnevnik.si/sl/Energija/4486/Ogrevanje+na+biomasa+z+misljio+na+prihranke+in+okolje> (4. 12. 2011)
25. Medmrežje 25: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=87 (4. 12. 2011)
26. Medmrežje 26: <http://www.zzv-lj.si/promocija-zdravja-in-zdravstvena-statistika/zdrave-sole/vplivonesnazenegazrakanazdravje.pdf>
27. Boži , P. in Fendre, C. (2011). Energetske in okoljske perspektive. (Ubenik). Ljubljana, Zavod IRC.
28. Bratkovi , A. in Irgl, R. (2006). Daljinski sistemi ogrevanja na lesno biomaso. Ljubljana, Založba Enecon.
29. Bregar, R. (2002). Varstvo in kvaliteta pitne vode. Problematika organskih onesnaževalcev v pitni vodi. Medmrežje: www.zzv-ce.si/uploads/problematika%20organskih%20onesnazevalcev%20v%20pitni%20vodi (17.4.2012)
30. Butala, V. in Turk, J. (1998). Lesna biomasa – neizkoriščen domači vir energije. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, fakulteta za strojništvo, Center za energetske in okoljske tehnologije.

31. Dolenšek, M., Golob, A., Medved, M., Poganič, N., Šumenjak, M. (1999). Energija iz lesne biomase. Kmetovalski priročnik. Slovenj Gradec: Kmetijska založba.
32. Eriksson, L. N. (2008). Forest-fuel systems – comparative analyses in a life cycle perspective. Sweden, Mid Sweden University.
33. Gore, A. (2011). Odločitev je naša. Kako rešiti podnebno krizo. Ljubljana, Mladinska knjiga.
34. Gornik-Burjar, D., (2004). Lesni ostanki nastali v postopkih mehanske obdelave lesa. V: Mednarodni posvet »Les za izdelke ali kurjavo«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Tehnološki inštitut lesarstva.
35. Grbec, S., (2009). Kompleksna presoja odvzema lesne biomase iz ekosistema v tehnološke namene. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
36. Grebenc, T., Bajc, M., Kraigher, H. (2009). Razkroj lesa in biotska raznovrstnost gliv in bakterij v opadu naravnih sestojev z bukvijo. Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Medmrežje:
37. Grobovšek, B. 2007. Kako se ogrevati najceneje in z učinkovitim ogrevalnim sistemom. Medmrežje: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT38.htm> (12. 2. 2012)
38. Hrovatin, D. in Šubic, L. (2000). Ista energija iz gozda. Kotli na lesno biomaso za centralno ogrevanje. Ljubljana, Agencija za prestrukturiranje energetike.
39. Klemenc, A., Kvac, B., Živič, B. (2003). Lesna biomasa – staro gorivo v sodobni in prijazni preobleki. Agencija za učinkovito rabo energije.
40. Krajnc, N. in Kovačič, Š. (2003). Lesna biomasa: okolju prijazen vir energije. Občina Slovenska Bistrica.
41. Krajnc, N. (2004). Potencial lesne biomase v Sloveniji. Posvet »Les za izdelke ali kurjavo«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Tehnološki inštitut lesarstva.
42. Krajnc, N. in Kopše, I. (2005). Ogrevanje z lesom. Ljubljana, Zavod za gozdove, Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije, Gozdarski inštitut Slovenije.
43. Krajnc, N., Jauschnegg, H., Metschina, C., Francescato, V., Bohunicka, D., Dragota, D. (2007). Lastniki gozdov, kmetje in zelena električna energija. Ljubljana, Silva Slovenica.
44. Krajnc, N., Piškur, M., Klun, J., Premrl, T., Piškur, B., Robek, R., Mihelič, M., Sinjur, I. (2009). Lesna goriva: drva in sekanci: proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje. Ljubljana, Gozdarski inštitut, Založba: Silva Slovenica.
45. Krajnc, N. 2011. Kotli na lesno biomaso. Gozdarski inštitut Slovenije. Medmrežje: <http://www.woodheatsolutions.eu/...> (12. 2. 2012)
46. Krajnc, N., Piškur, M., Premrl, T., Mihelič, M. (2012). Poročilo o proizvodnji toplote iz lesne biomase – Slovenija. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.
47. Krajnc, N. (2012). Rešitve za ogrevanje z lesom. Promocijski letak. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. Medmrežje: www.woodheatsolutions.eu (28. 4. 2012).
48. Malovrh, M. (2004). Sodobne tehnologije za izrabo lesne biomase. Izobraževanje svetovalcev za energetske izrabo lesne biomase. Powerpointova predstavitev.
49. Matijašič, D., Grecc, Z., Kolšek, M., Beguš, J. in Jonozovič, M. (2011). Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdnih za leto 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
50. Matošević, I. (2009). Vpliv onesnaženosti zraka na zdravje prebivalcev Zagorja ob Savi. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.
51. Medved, L. (2005). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Pohorje za obdobje 2006-2015. Slovenj Gradec, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Slovenj Gradec.
52. Medved, L. (2006). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Plešivec za obdobje 2007-2016. Slovenj Gradec, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Slovenj Gradec.
53. Medved M., Bajc, M., Božič, G., Čas, M., Čater, M., Ferreira, A., Grebenc, T., Kobal, M., Kraigher, H., Kutnar, L., Mali, B., Planinšek, Š., Simončič, P., Urbančič, M., Vilhar, U., Westergren, M., Železnik, P., Krajnc, N., Kušar, G., Levanič, T., Poljanšek, S., Jarc, D., Jurc, M., Ogris, N., Klun, J., Premrl, T., Robek, R., Gričar, J., Piškur, M. (2011). Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov. Ljubljana, ZD Kmetički glas, d.o.o.
54. Polanc, J. (2011). Lesni in gozdni sestanki kot gorivo. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.
55. Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaje energetskih izkaznic stavb. Uradni list RS, št. 77/2009.
56. Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, št. 114/2009.
57. Szuppinger, P., Csobod, E. (2011). Ogrevanje vašega doma z obnovljivimi viri energije. Hungary, Regional Environmental Center.

58. Šaver, A., Golc, M., Barle, D., Šturm, M., Kmetec, U., Glavatti, Z. (2006). Energetska zasnova Mestne občine Slovenj Gradec. Končno poročilo. Ljubljana, Eco Consulting, d. o. o., Energija, Okolje, Ekonomija.
59. Šljivac, D. 2008. Energija biomase. Obnovljivi izvori energije. Osijek. Medmrežje: <http://www.tfb.edu.mk/files/rezultati/4a3180e224c5e.pdf> (7. 3. 2012)
60. Šolinc, H. (2006). Daljinsko ogrevanje na lesno biomaso. Pregled zakonodajnih postopkov. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, projekt GEF.
61. Turk, M., 2010. Priprava drv. Ogrevajte se z naravo. Medmrežje: http://www.kurjava.si/blog/priprava_drv/ (7. 3. 2012)
62. Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav. Uradni list RS, št. 34/2007.
63. Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaženja. Uradni list RS, št. 74/1994.
64. Van Riet, C., (2004). Trajnostna raba lesa za proizvodnjo izdelkov in energetske namene: konflikt ali priložnost? Stališče evropske industrije. V: Mednarodni posvet »Les za izdelke ali lesarstvo«. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo in Tehnološki inštitut lesarstva.

Priloga A: Pretvorbeni faktorji pri toplotni energiji

	kJ	kWh	toe
1 kJ	1	$0,278 \times 10^{-3}$	$23,88 \times 10^{-9}$
1 kWh	3.600	1	86×10^{-6}
1 toe	$41,87 \times 10^6$	$11,63 \times 10^3$	1

Vir: Krajnc idr., 2009

Priloga B: Ekvivalenti med najpogosteje uporabljenimi enotami toplotne energije

	kWh	MWh	GWh	TWh	TJ	PJ
1 kWh	1	1×10^{-3}	1×10^{-6}	1×10^{-9}	$3,6 \times 10^{-6}$	$3,6 \times 10^{-9}$
1 MWh	1×10^3	1	1×10^{-3}	1×10^{-6}	$3,6 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-6}$
1 GWh	1×10^6	1×10^3	1	1×10^{-3}	3,6	$3,6 \times 10^{-3}$
1 TWh	1×10^9	1×10^6	1×10^3	1	$3,6 \times 10^3$	3,6
1 TJ	278×10^3	278	278×10^{-3}	278×10^{-6}	1	1×10^{-3}
1 PJ	278×10^6	278×10^3	278	278×10^{-3}	1×10^3	1

Vir: Krajnc idr., 2009

Priloga C: Strnjeno naselje v središču vasi Pamele



Vir: medmrežje 20

Priloga D: Strnjeno naselje v središču vasi Podgorje pri Slovenj Gradcu



Vir: medmrežje 20

Priloga E: Strnjeno naselje na Selah (Sele – Vrhe)



Vir: medmrežje 20

Priloga F: Strnjeno naselje »Pod grašino« v Starem trgu



Vir: medmrežje 20

Priloga G: Emisije v kg iz posameznih energentov po skupinah porabnikov toplotne energije v MO Slovenj Gradec

Energent	Emisije v kg					
	CO ²	SO ²	NO _x	C _x H _y	CO	prah
GOSPODINJSTVA						
zemeljski plin	1.720.830	0	906	181	1.057	0
ekstra lahko kurilno olje	6.057.640	9.823	3.274	491	3.684	409
les	0	969	7.485	7.485	211.344	3.082
uteko injen naftni plin	165.000	9	300	18	150	3
premog	284.210	4.395	498	2.666	14.943	938
elektri na energija	329.212	1.910	1.711	725	4.214	66
	8.556.892	17.106	14.174	11.567	235.391	4.498
PODJETJA						
zemeljski plin	4.938.480	0	2.599	520	3.032	0
ekstra lahko kurilno olje	427.720	694	231	35	260	29
les	0	32	246	246	6.936	101
uteko injen naftni plin	52.800	3	96	6	48	1
	5.419.000	728	3.172	806	10.277	131
JAVNE STAVBE						
zemeljski plin	111.720	0	59	12	69	0
ekstra lahko kurilno olje	371.480	602	201	30	226	25
	483.200	602	260	42	295	25
DALJINSKO OGREVANJE						
zemeljski plin	4.806.240	0	2.530	506	2.951	0
SKUPAJ						
skupaj	19.265.332	18.437	20.136	12.921	248.913	4.655

Vir: Šaver idr., 2006