

DRVNA GORIVA: VRSTE, KARAKTERISTIKE I POGODNOSTI ZA GREJANJE



Podgorica, 2011.

Izdaje: SNV Montenegro

Ulica...

Podgorica, Republika Crna Gora

Autor: **Prof. Dr Branko Glavonjić**, Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet,
brankogl@afrodita.rcub.bg.ac.rs

Fotografije: **Prof.Dr Branko Glavonjić**

Lektor: **Ime i prezime**

Tehnički urednik: **Ime i prezime**

Korice: **Ime i prezime**



CIP

SADRŽAJ

1. UVOD
2. STANJE POTENCIJALA I KORIŠĆENJA DRVNE BIOMASE ZA PROIZVODNJU DRVNIH GORIVA U CRNOJ GORI-OPSTI PREGLED
 - 2.1. ŠUME CRNE GORE-AKTUELNO STANJE
 - 2.2. KORIŠĆENJA DRVNE BIOMASE ZA PROIZVODNJU DRVNIH GORIVA U CRNOJ GORI
3. DOPRINOS DRVNE BIOMASE RURALNOM RAZVOJU U CRNOJ GORI
4. DOPRINOS DRVNIH GORIVA UBLAŽAVANJU KLIMATSKIH PROMENA
5. JEDINICE MERE KOJE SE KORISTE U PROMETU DRVNIH GORIVA I KOEFICIJENTI ZA NJIHOVO PRERAČUNAVANJE U METRE KUBNE KOMPAKTNE DRVNE MASE
6. ENERGETSKE VREDNOSTI DRVNIH GORIVA
7. UPOREDNI PREGLED MEĐUSOBNOG ODNOSA JEDINICA MERE ENERGIJE
8. VRSTE I KARAKTERISTIKE DRVNIH GORIVA
 - 8.1. OGREVNO I CEPANO DRVO
 - 8.2. DRVNA SEČKA
 - 8.3. DRVNI BRIKETI
 - 8.4. DRVNI PELETI
9. UPOREDNI PREGLED TROŠKOVA GREJANJA SA RAZLIČITIM VRSTAMA GORIVA NA PRIMERU JEDNOG DOMAĆINSTVA U CRNOJ GORI

SKRAĆENICE I ZNAČENJA

EU	Evropska unija
GWh	Gigawat čas
ha	hektar
kWh	Kilowat čas
nm ³	Nasipni metar kubni. U terminologiji drvne energije koristi se najčešće kao jedinica mere za drvenu sečku.
MWh	Megawat čas
MJ	Mega džul
m ³	Metar kubni kompaktnog drveta. Predstavlja jedinicu mere koja se odnosi na zapreminu u potpunosti ispunjenu drvetom (bez šupljina).
prm	Prostorni metar. Koristi se kao jedinica mere za drvo složeno u složajeve sa šupljinama (najčešće za prostorno i cepano drvo).
toe	Tona ekvivalentne nafte
t _{atro}	Atro tona. Atro tona predstavlja težinu drvnog materijala čija vlažnost iznosi 0%
v	Vlažnost u %

PREDGOVOR

Energija na bazi drveta je dominantan izvor energije za preko dve milijarde ljudi u svetu, posebno za domaćinstva u zemljama u razvoju. Biogoriva, posebno ogrevno drvo i drveni ugalj (ćumur) trenutno učestvuju sa više od 14% u ukupnoj svetskoj proizvodnji primarne energije. Termin biogoriva obuhvata: čvrsta goriva, biogas, tečna goriva kao što su bioetanol i biodizel koji se najviše proizvode iz šećerne repe, šećerne trske i kukuruza kao i energiju iz ogrevnog drveta, drvenog uglja, poljoprivrednih ostataka i sporednih proizvoda, ostataka u šumarstvu, životinjskog đubriva i ostalo. Postojeći scenariji pokazuju nastavak rasta potražnje za gorivima na bazi drveta u narednih nekoliko desetina godina.

U pojedinim zemljama u Africi biogoriva učestvuju sa oko 80% u ukupnoj proizvodnji energije. Drvo i drveni ugalj (ćumur) kao najrasprostranjeniji oblici goriva na bazi drveta, su od esencijalne važnosti za seoska domaćinstva ali i za siromašna gradska domaćinstva u mnogim zemljama u razvoju. Pored uobičajene upotrebe za grejanje i pripremu hrane, oni predstavljaju važne izvore energije u mnogim procesnim industrijama ali i za proizvodnju električne energije.

U razvijenim zemljama energija na bazi drveta (uglavnom za grejanje i proizvodnju električne energije) počela je naglo da se koristi u poslednjoj dekadi kao ekološki prihvatljiv izvor energije zamenjujući, u sve većoj meri, fosilna goriva zbog sposobnosti da doprinese smanjenju emitovanja gasova koji doprinose stvaranju efekata staklene bašte.

Ukupna proizvodnja drveta u 2010. godini u svetu iznosila je oko 4,0 milijarde m³ od čega je oko 2,4 milijarde m³ korišćeno kao ogrevno drvo. To znači da se blizu 60% od ukupne svetske proizvodnje drveta koristi za energetske potrebe. Drugim rečima, glavna primena drvene biomase kako one iz šuma tako i one izvan šuma je primena za energiju.

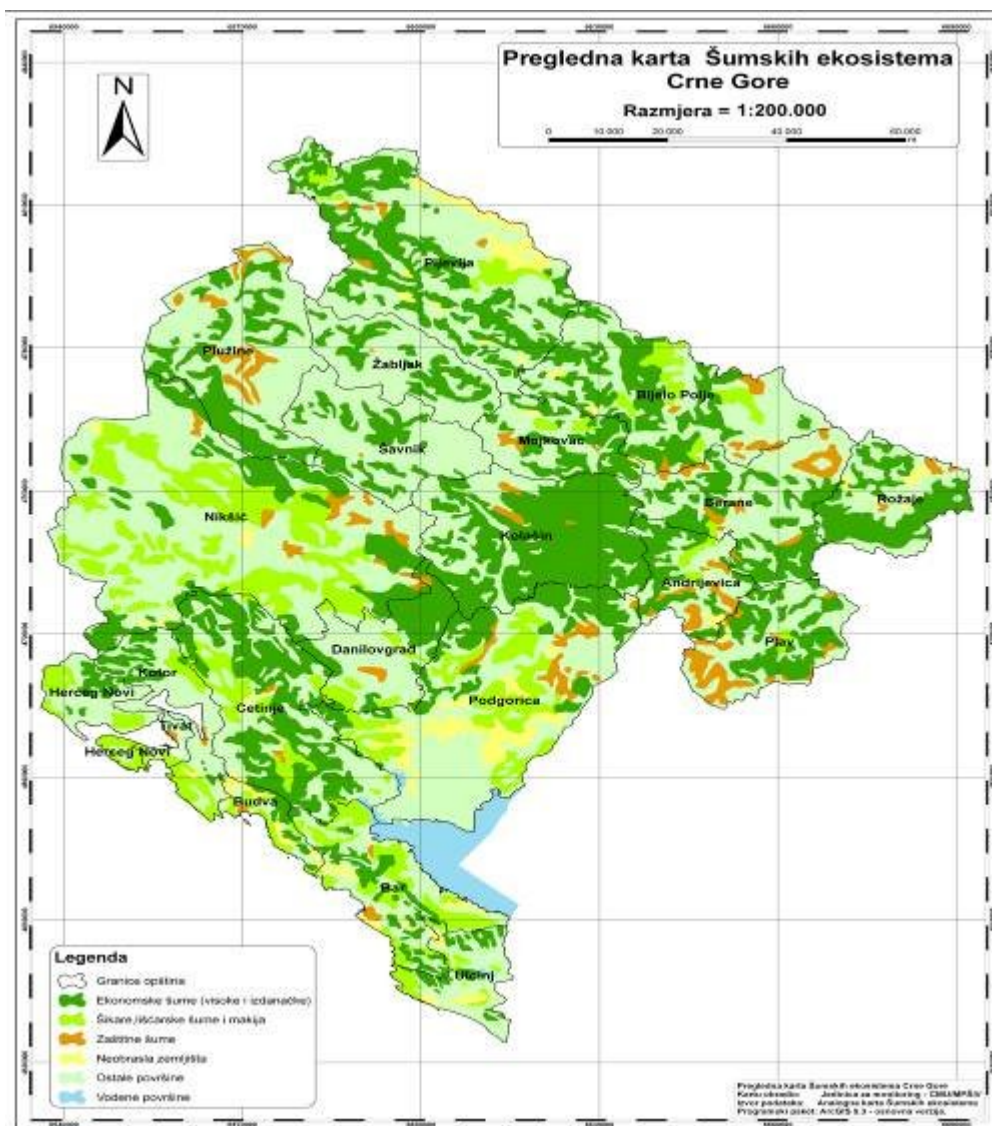
1. UVOD

Proglašavanje Crne Gore ekološkom državom 1991. godine dalo je okvir za budući razvoj Crne Gore kao društva koje je opredijeljeno prema održivom razvoju i zaštiti životne sredine. Iako se stanje visokih ekonomskih šuma za vreme XX vijeka u smislu drvene zalihe znatno pogoršalo, šume su danas jedan od najznačajnijih prirodnih ekosistema koji daju osnovu za održivi razvoj Crne Gore. Drvna biomasa, kao proizvod sa niskim negativnim uticajem na životnu sredinu jeste najznačajniji domaći proizvod za grejanje. Trgovina visokokvalitetnim drvnim i nedrvnim šumskim proizvodima (lekovito bilje, šumsko voće i pečurke) daje značajan doprinos poboljšanju života mnogih ruralnih zajednica. One su glavno stanište divlje faune, i podržavaju bogat diverzitet divljači i njima povezanu delatnost lovstva. Predstavljaju ključni faktor u očuvanju i uređenju voda i pružaju zaštitu od erozije na strmom terenu. Šume vrše neto absorpciju značajnih količina ugljen-dioksida i time pomažu kod sprečavanja klimatskih promena. Pored toga, preduzeća drvene industrije učestvuju u razvoju nacionalne ekonomije, čime pomažu razvoj mnogih siromašnijih zajednica. **(Izvod iz Nacionalne šumarske politike Crne Gore, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Crne Gore, Podgorica, 2008.).**

2. STANJE POTENCIJALA I KORIŠĆENJA DRVNE BIOMASE ZA PROIZVODNJU DRVNIH GORIVA U CRNOJ GORI-OPŠTI PREGLED

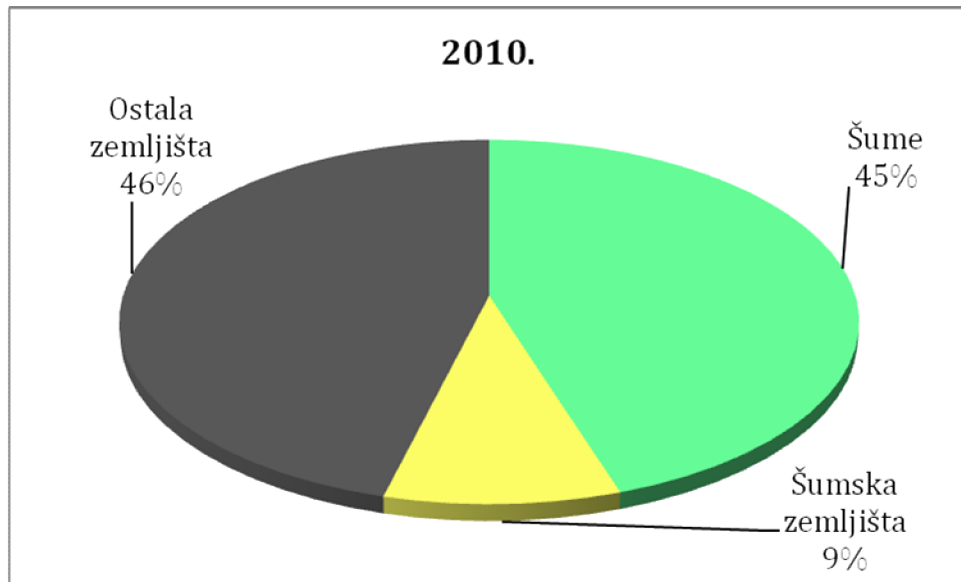
2.1. Šume Crne Gore-aktuelno stanje

Ukupna površina Republike Crne Gore iznosi 1.381.200 ha od čega prema statističkim pokazateljima na šume i šumsko zemljište otpada 743.609 ha ili 54% [1].



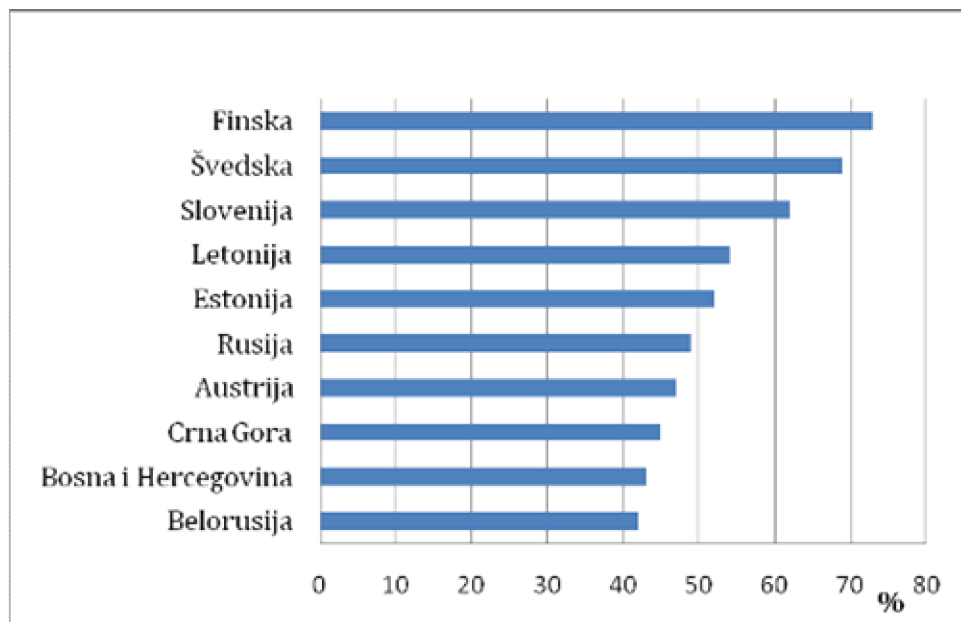
Slika 1. Karta šumovitosti Crne Gore [4]

Od ukupne površine šume obuhvataju 621 hiljadu hektara, dok neobraslo šumsko zemljište čini 123 hiljade ha (grafikon 1).



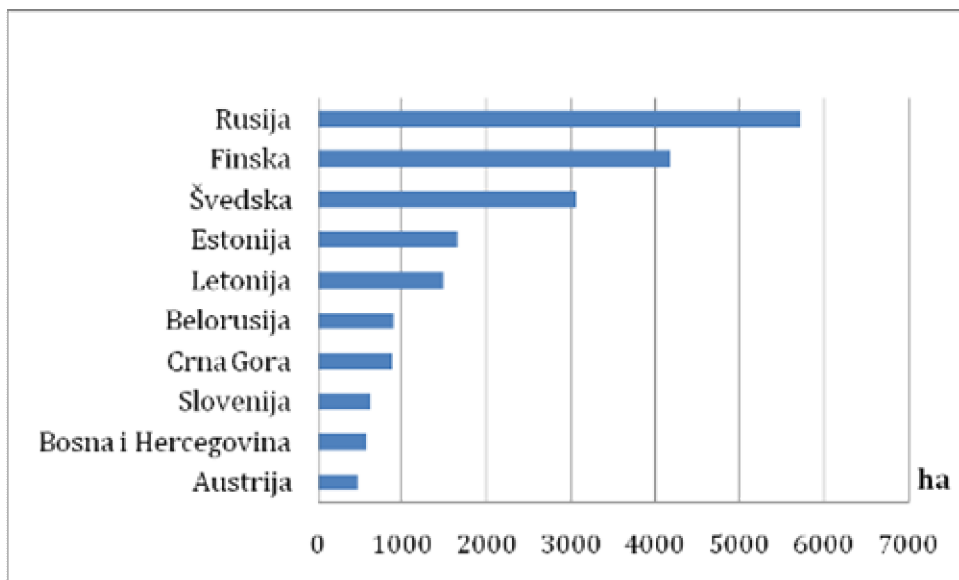
Grafikon 1. Učešće šuma i šumskog zemljišta u ukupnoj površini Crne Gore [1]

Po stepenu šumovitosti Crna Gora se nalazi na samom evropskom vrhu (grafikon 2). Naime, uz skandinavske zemlje, sa 0,9 ha šuma po glavi stanovnika, Crna Gora je jedna od najšumovitijih zemalja u Evropi, sa visokom vrednošću i ogromnim potencijalom za rekreaciju i turizam. Slovenija ima stepen šumovitosti 58% (0,6/ha po stanovniku); Hrvatska 37% (0,47 ha po stanovniku); Srbija 29,1% (0,3 ha po stanovniku); Bosna i Hercegovina 41%; Španija 30% i Austrija 38% [1], [2], [3].



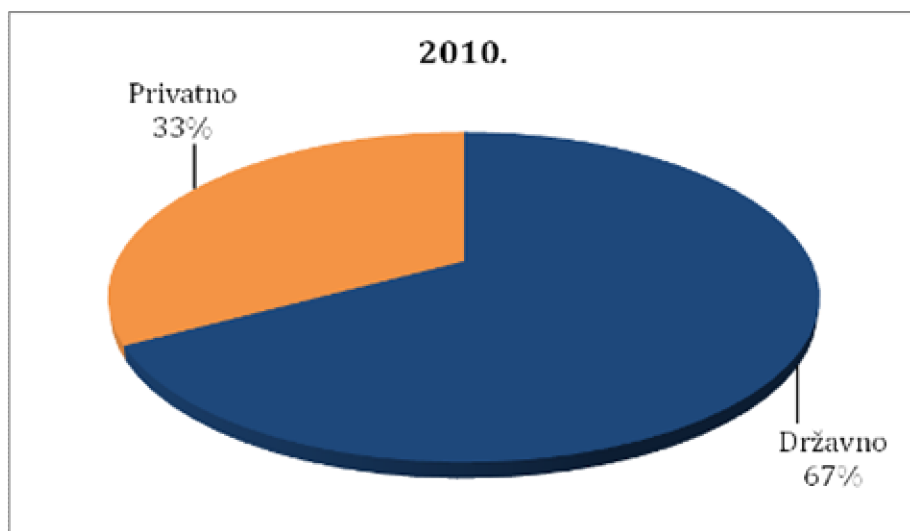
Grafikon 2. Šumovitost prvih deset zemalja u Evropi u 2011.godini

Kada je u pitanju površina šuma na 1000 stanovnika Crna Gora zauzima sedmo mesto u Evropi (grafikon 3).



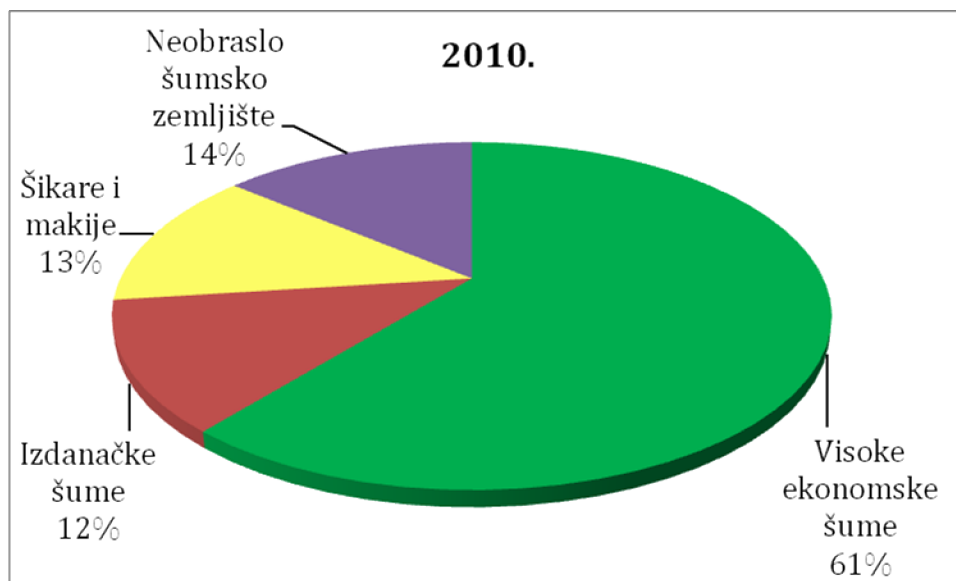
Grafikon 3. Površina šuma na 1000 stanovnika u prvih deset zemalja u Evropi u 2011.godini [2]

Šume i šumska zemljišta u državnoj svojini zahvataju 500 hiljada ha ili 67%, dok šume i šumska zemljišta u privatnom vlasništvu čine 244 hiljade ha ili 33% (grafikon 4) [1].



Grafikon 4. Učešće državnih i privatnih šuma u ukupnim površinama pod šumama [1]

Ukupne drvene zalihe u šumama Crne Gore procjenjuju se na oko 72 miliona m^3 , od čega četinaru 29,5 miliona m^3 ili 41% i lišćara 42,5 miliona m^3 ili 59%. Po funkciji šume namijenjene uzgoju drveta pokrivaju 348 hiljada ha ili 81% svih šuma. Udeo glavnih tipova uzgoja i korištenja je prikazan na grafikonu 5.



Grafikon 5. Učešće pojedinih tipova šuma i neobraslog šumskog zemljišta u ukupnim površinama pod šumama [1]

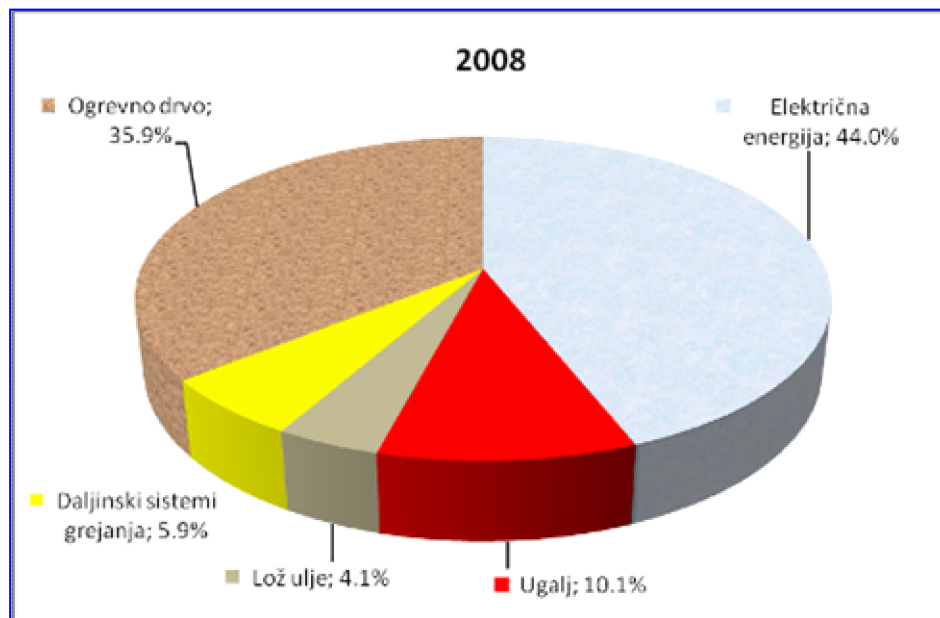
Zaštitne šume zauzimaju 66 hiljada ha ili 16 %, dok šume u nacionalnim parkovima pokrivaju 12.975 ha ili 3%.

Ukupni prirast u šumama u Crnoj Gori procjenjuje se na 1,5 miliona m³ [1]. Uprava za šume svake godine konkursom za davanje koncesija daje na korištenje nešto više od 400 hiljada m³ i ako se na tu količinu dodaju potrebe stanovništva za ogrevnim drvetom, maloprodaju i sanitarne sječe, dobija se godišnji iznos sječa od oko 700 hiljada m³ [1]. Sveukupni godišnji obim sječa je znatno niži u odnosu na godišnji prirast što omogućava znatnu akumulaciju biomase u šumama. Drugim rečima to znači da se šumama u Crnoj Gori gazduje odgovorno i u skladu sa principima održivosti.

2.2. Korišćenja drvene biomase za proizvodnju drvnih goriva u Crnoj Gori

Drvena biomasa iz šumarstva, drvoprerade i vinogradarstva koristi se u najvećoj meri za proizvodnju drvnih goriva i energije u Crnoj Gori. U 2011.godini najzastupljenija drvena goriva u proizvodnji i potrošnji bili su ogrevno drvo i drvni briketi. Godišnja potrošnja ogrevnog drveta iznosi oko 260.000 m³, a drvnih briketa oko 800 tona. Značaj drvene biomase i drvnih goriva za potrebe grejanja je izuzetno veliki što potvrđuje i njihova zastupljenost u grejanju ukupnog broja domaćinstava (grafikon 6).

Pored domaćinstava kao najznačajnije kategorije za potrošnju drvnih goriva ona se koriste i za potrebe škola, ambulanti, domova zdravlja, pekara i pečenjara. U tom smislu u toku 2011.godine započela je instalacija opreme za korišćenje drvene sečke za grejanje objekata od javnog značaja (škola, dečije obdanište) u opštini Mojkovac. Njegovim završetkom on će postati prvo postrojenje na drvenu sečku u Crnoj Gori i kao takav dobar primer za buduće projekte u oblasti korišćenja drvene biomase u Crnoj Gori.



Grafikon 6. Učešće pojedinih energenata u grejanju stalno nastanjenih stanova u Crnoj Gori u 2008.godini [5]

Ukupna količina energije koja se dobije sagorevanjem navedenih količina ogrevnog drveta i drvnog briketa za potrebe grejanja domaćinstava i objekata od javnog značja (škola, ambulanti, domova zdravlja i dečijih obdaništa) u Crnoj Gori iznosi oko 670 miliona kWh/godišnje. Kada bi se umesto drvnih goriva za tu količinu energije koristilo lož ulje i mazut njihov uvoz koštao bi državu Crnu Goru oko 102 miliona EUR/godišnje. Navedeni primeri potvrđuju da drvena biomasa i drvena goriva imaju veliki značaj za Crnu Goru, jer direktno doprinose smanjenju njene uvozne zavisnosti.

3. DOPRINOS DRVNE BIOMASE RURALNOM RAZVOJU U CRNOJ GORI

Oko 60% stanovništva u Crnoj Gori je vezano za selo i prostore koji su bogati šumama [1]. Privatne šume u Crnoj Gori zauzimaju 33% od ukupne površine pod šumama pa samim tim prihodi od prodaje proizvoda koji se dobijaju sečama predstavljaju najznačajnije prihode najvećem broju privatnih šumovlasnika.

U mnogim seoskim područjima u Crnoj Gori proizvodnja ogrevnog drveta od strane šumovlasnika predstavlja još uvek najzastupljeniji vid proizvodnje. Međutim, zahtevi tržišta i novi trendovi u potražnji cepanog drveta uticali su i na šumovlasnike i druga seoska domaćinstva da promene svoj tradicionalni pristup u proizvodnji tzv. metarskog drveta i otpočnu sa proizvodnjom cepanog drveta (slika 2).



Slika 2. Ponuda metarskog (levo) i cepanog drveta (desno) na putu Podgorica - Tuzi (Foto: B. Glavonjić, 2011.)

Cena cepanog drveta je za 10-12% veća u odnosu na metarsko drvo. Iz ovog primera može se videti da i malo povećanje stepena finalizacije kakvo je prelazak sa metarskog na cepano drvo utiče na povećanje prihoda seoskih domaćinstava.

Procene su da se iz privatnih šuma u Crnoj Gori godišnje proizvede oko 100.000 m³ ogrevnog drveta u formi tzv. metarskog drveta. Na tako veliku količinu drveta veće cene za nekoliko procenata znače povećanje prihoda poljoprivrednih domaćinstava od nekoliko stotina hiljada eura (posmatrano zbirno za navedenu količinu).

Pored navedenog primera nove forme drvnih goriva kao što je drvna sečka predstavljaju novu šansu za uključivanje velikog broja radno sposobnog seoskog stanovništva na poslove prikupljanja i prodaje šumskog drvnog ostatka. Praktični primeri i iskustva iz zemalja u okruženju Crne Gore pokazuju da se dnevni učinak dva radnika uz korišćenje zaprege kreće oko 20 prm šumskog drvnog ostatka (zavisno od dinamike rada, uslova terena i transportne distance do šumskog kamionskog puta) (slika 3). Po trenutnim cenama to bi značio njihov prihod od oko 55 €/danu.

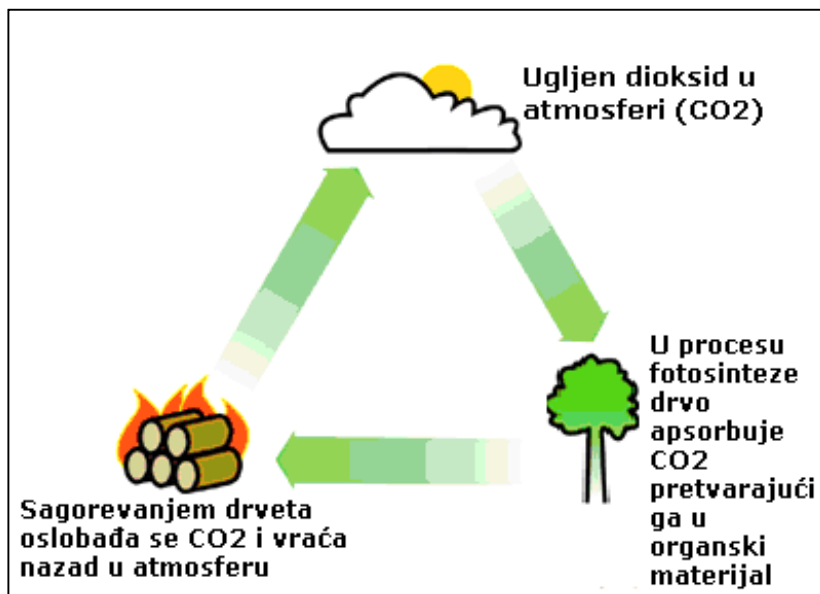


Slika 3. Izvlačenje šumskog drvnog ostatka volovskom zapregom
(foro: B. Glavonjić, avgust 2009.god.)

Pored navedenih, dodatna mogućnost povećanja prihoda seoskog stanovništva predstavljalo bi njihovo organizovanje u lanac proizvodnje i distribucije drvene sečke do gradskih toplana, čime bi efekat multiplikacije njihovih prihoda bio znatno povećan. Imajući u vidu preduzetnički duh koji postoji kod velikog broja ljudi u skoro svim seoskim sredinama u Crnoj Gori, kao i pogodnosti koje pruža proizvodnja drvene sečke u okviru sistema drvene energije, može se očekivati u skorijoj budućnosti intenzivnije korišćenje šumske drvene biomase i veće angažovanje seoskog stanovništva na prikupljanju i distribuciji iste.

4. DOPRINOS DRVNIH GORIVA UBLAŽAVANJU KLIMATSKIH PROMENA

Drvo kao prirodni materijal uz pomoć sunčeve energije i ugljen dioksida iz atmosfere kroz proces fotosinteze vezuje u svojim tkivima ugljenik, a ispušta u atmosferu kiseonik neophodan za život na Zemlji. S druge strane, prilikom sagorevanja drveta u atmosferu se ispušta vezani ugljenik u vidu ugljen-dioksida. Na taj način drvo doprinosi kruženju ugljenika u prirodi vraćajući apsorbirani ugljenik u atmosferu. Ispuštene količine ugljendioksida nastale tokom sagorevanja drveta ponovo vezuje drugo drveće, što znači da se ne pojavljuje višak ugljendioksida u atmosferi kao posledica korišćenja drveta kao energenta (slika 4). Zbog toga je drvo neutralan materijal sa stanovišta emisije ugljendioksida i njegovog uticaja na stvaranje efekta staklene bašte koji predstavlja glavnog izazivača globalnog zagrevanja.



Slika 4. Drvo i ugljen dioksid (CO_2)

Iako se prilikom sadnje, seče i transporta drveta iz šume koriste fosilna goriva, zagađenje atmosfere koje tada nastaje je mnogo manje nego zagađenje koje bi nastalo korišćenjem fosilnih goriva za grejanje, jer drvo tom prilikom, smanjuje emisije ugljen dioksida za 7-12 puta u odnosu na fosilna goriva (lož ulje i ugalj).

Drvo je najčistije gorivo

Ljudi u velikoj meri koriste fosilna goriva za proizvodnju svih vrsta energije. Svake godine, fabrike za proizvodnju električne energije i automobili sagore količinu fosilnih goriva kojoj je trebalo oko 500.000 godina da nastane. To godišnje stvara 24 milijarde tona ugljen dioksida (CO_2) i pretpostavlja se da je razlog povećanja nivoa CO_2 za 27% tokom poslednjih 100 godina. Sagorevanje drveta nema neto efekat na ovaj podatak zato što prilikom sagorevanja drveta nastane ista količina CO_2 kao i kada bi to drvo bilo ostavljeno da istruli u zemlji. Međutim, dok drvo raste „vezuje“ se njegov ugljenik, i na taj način se zaustavlja doprinos drveta negativnim efektima CO_2 koji bi inače nastali. Zbog toga se značajan doprinos životnoj sredini može dati većim pošumljavanjem i korišćenjem drveta u izgradnji stambenih i poslovnih objekata kao i materijala za pakovanje umesto veštačkih materijala. Posebno veliki doprinos životnoj sredini može se dati korišćenjem drveta umesto ostalih vrsta goriva jer je drvo neutralan materijal sa stanovišta primanja i ispuštanja ugljenika u atmosferu. To nije slučaj sa ostalim vrstama goriva, a posebno ne sa mazutom i ugljem. Pri tom drvo je i obnovljiv materijal, a time i gorivo što nije slučaj sa fosilnim gorivima. Sledeće činjenice najbolje pokazuju ulogu i važnost drveta u nastojanjima da se očuva životna sredina i ublaže klimatske promene u svetu:

- da bi se dobio 1m^3 drvene zapremine tokom rasta drveta potrebna je 1 tona CO_2 iz atmosfere;

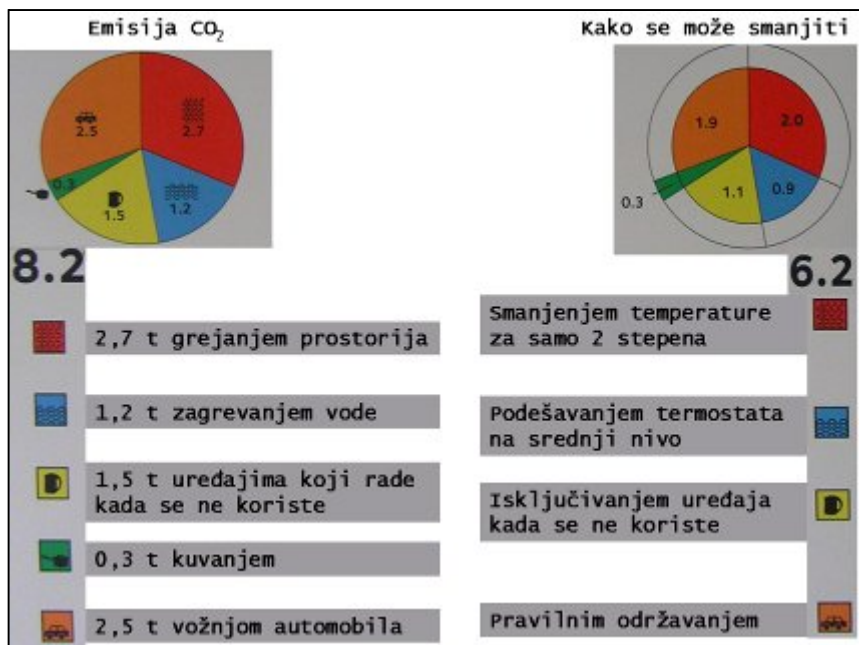
- u 1m³ drvene zapremine u stablu koje raste nalazi se oko 250 kg ugljenika koji je uskladišten u drvnim vlakancima i oko 750 kg kiseonika koji se ispušta u atmosferu tokom proseca fotosinteze;
- šume u Evropi godišnje apsorbuju oko 140 miliona tona ugljenika iz atmosfere u procesu fotosinteze;
- sa površine od 150 m² šume ispuste u atmosferu toliko kiseonika u toku jedne godine da je ta količina dovoljna za potrebe jedne osobe;
- jedno stablo bukve staro 60 godina obezbeđuje kiseonik za potrebe preko 10 osoba;
- jedno stablo bukve staro 60 godina apsorbuje CO₂ koliko ispuste u atmosferu 6 osoba;

Drvo je najčistije i najbezbednije gorivo koje danas postoji, posebno u odnosu na naftne derivate i nuklearno gorivo, ali je i gorivo sa malim sadržajem azota i sumpora. To potvrđuju i podaci iz tabele 1.

Tabela 1. Emisija ugljen-dioksida (CO₂) prilikom sagorevanja drvnih i ostalih vrsta goriva

Vrsta goriva	Emisija ugljen-dioksida u kg/kWh energije
Gas	0,199
Gas u bocama	0,23
Mazut	0,27
Ugalj (prosek)	0,38
Cepano drvo	0,02113
Drvni pelet (pakovanaj u PVC džakovima)	0,03
Drvni pelet (pakovanja u džambo vrećama)	0,03
Drvna sečka	0,03
Briket	0,03

Prema istraživanjima sprovedenim u Velikoj Britaniji jedno domaćinstvo, u proseku, emituje u atmosferu 8,2 tone ugljen-dioksida u toku jedne godine. Pri tom najviše CO₂ se emituje u toku grejanja prostorija i korišćenjem automobila. Međutim, veliku količinu CO₂ emituju i uređaji u domaćinstvu koji rade i kada se ne koriste (slika 5).



Slika 5. Emisija ugljen-dioksida jednog domaćinstva (levo) i mere za njegovo smanjenje (desno)

Kada bi se preduzele samo male mere pažnje od strane svakog pojedinačnog domaćinstva predstavljene na slici 5 desno, mogla bi se smanjiti emisija CO₂ sa 8,2 na 6,2 tone godišnje, što se ne bi u značajnijoj meri odrazilo na potrebe i normalno funkcionisanje domaćinstva, a za atmosferu i životnu sredinu to bi značilo mnogo imajući u vidu broj domaćinstava koji danas postoji u svetu.

Pravilnim sagorevanjem drvo proizvodi male količine dima, a od pepela se proizvodi odlično đubrivo. Dim koji nastaje sagorevanjem drveta ne sadrži sumpor-dioksid, a količine azot-dioksida su veoma male i u granicama prihvatljivosti, što sve zajedno znači da sagorevanje drveta ne doprinosi pojavi kiselih kiša. Ova konstatacija se odnosi na drvo koje pravilno sagoreva. U slučajevima kada drvo neefikasno sagoreva javljaju se veće količine dima i neprijatni mirisi. Da bi se to svelo na najmanju moguću meru danas se koriste peći u kojima drvo efikasno sagoreva uz uslov da sadržaj vlage u njemu bude na nivou vazdušno suvog drveta (ispod 25%).

Većina potrošača kada razmišlja o drvetu kao gorivu koje se koristi za grejanje, zamišlja ga u onom stanju u kojem se ono nalazi u prirodi (šumi) tj. kao oblo drvo. Međutim, oblo drvo se na današnjem stepenu razvoja tehnologije različitim postupcima i sredstvima prerađuje u različite oblike podesne za krajnju upotrebu koji imaju i različitu energetska vrednost. U tom smislu potrošačima se danas najčešće nude sledeći oblici goriva na bazi drveta:

- cepano drvo
- drvena sečka
- drvni briketi i
- drvni peleti.

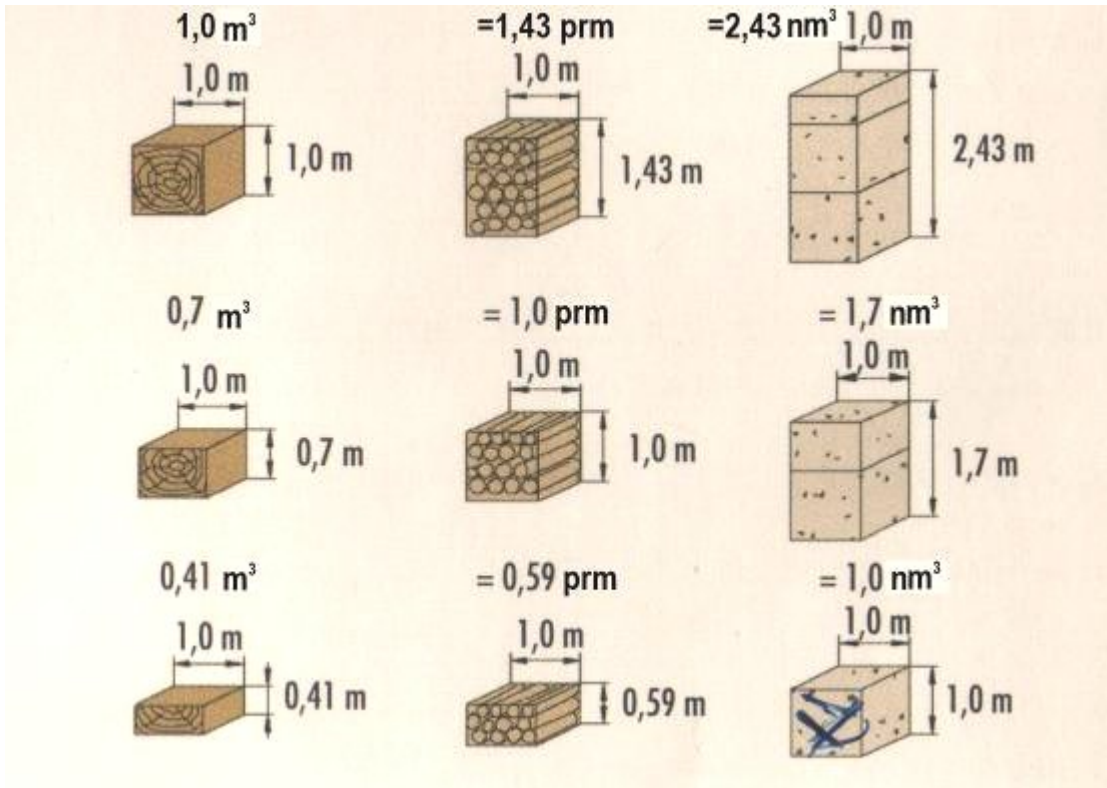
U nastavku su predstavljene najznačajnije karakteristike za svaki od navedenih oblika kao i komparativna analiza između pojedinih oblika drvnih goriva i ostalih energenata kao što su gas, mazut i električna energija.

5. JEDINICE MERE KOJE SE KORISTE U PROMETU DRVNIH GORIVA I KOEFICIJENTI ZA NJIHOVO PRERAČUNAVANJE U METRE KUBNE KOMPAKTNE DRVNE MASE

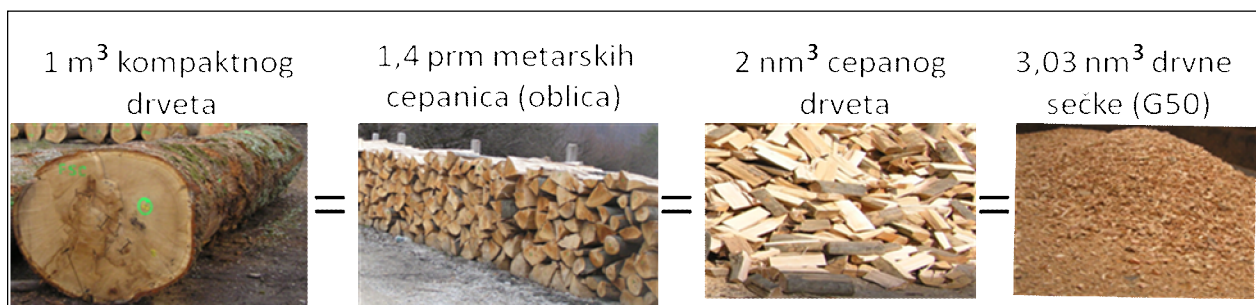
U cilju lakše trgovine (kupovine i prodaje) različitim oblicima drvnih goriva u praksi se koriste odgovarajući koeficijenti za preračunavanje njihovih jedinica mere (tabela 2).

Tabela 2. Jedinice mere pojedinih tipova drvnih goriva i koeficijenti za njihovo preračunavanje (konverziju)

Sortimenti	Kompaktno drvo (solid wood)	Ogrevno drvo metarsko	Ogrevno drvo cepano		Drvna sečka	
			složeno	rasuto	Dimenzija (finoća) G30	Dimenzija (finoća) G50
			prm	nm ³	nm ³	nm ³
1 m ³ kompaktnog drveta (solid wood)	1	1,43	1,2	2,0	2,43	3,03
1 prm ogrevnog drveta metarskog	0,7	1	0,8	1,4	1,7	2,1
1 prm ogrevnog cepanog drveta složenog	0,85	1,2	1	1,7		
1 nm ³ (nasipni metar) ogrevnog cepanog drveta u nasutom stanju	0,5	0,7	0,6	1		
1 nm ³ drvne sečke finoća G30	0,41	0,59			1	1,2
1 nm ³ drvne sečke finoća G50	0,33	0,48			0,8	1



Slika 6. Odnos pojedinih jedinica mere drvnih goriva



Slika 7. Primer korišćenja koeficijenata za konverziju jedinica mere različitih vrsta drvnih sortimenata u metre kubne kompaktnog drveta

Poslednjih godina u mnogim zemljama Evrope u trgovini pojedinim drvnim gorivima (posebno drvnom sečkom) sve više se koristi **atro tona** kao osnovna jedinica mere. **Pri tom atro tona predstavlja težinu drvnog materijala čija vlažnost iznosi 0%**. U tabeli 3 dat je odnos između atro tone i pojedinih jedinica mere koje se koriste u trgovini drvnim gorivima.

Tabela 3. Odnos atro tone i drugih jedinica mere za drvna goriva

	t_{atro}	m^3 (kompaktna drvna masa)	Prostorni metar (prm)	Nasipni metar (nm^3)
1 t_{atro}	1,0	1,3-2,5	2,9	4,86
1 m^3	0,4-0,75	1,0	1,43	2,43
1 prm	0,3	0,7	1,0	1,7
1 nm^3	0,2	0,41	0,59	1,0

6. ENERGETSKE VREDNOSTI DRVNIH GORIVA

Za zadovoljavanje ljudskih potreba za energijom danas se koristi veliki broj različitih energenata. Jedan od veoma zastupljenih energenata predstavlja drvo i goriva na bazi drveta. Energija koja se dobija iz drvnih goriva zavisi od više faktora, a najznačajniji su vrsta drveta i sadržaj vlage (vlažnost). Ovo tim pre što različite vrste drveta imaju različite specifične gustine i pri različitim sadržajima vode daju različite količine toplotne energije. U tabelama 4 i 5 predstavljani su podaci o energetske vrednostima za bukve i smrčve, kao najzastupljenijim drvnim vrstama za potrebe dobijanja toplotne energije, pri različitim procentima vlažnosti.

Tabela 4. Energetske vrednosti drvnih goriva proizvedenih od bukve pri različitim procentima vlažnosti

Vlažnost (v) u %	Bukva					
	Kompaktno drvo (solid wood)		Ogrevno drvo (1 m)		Drvna sečka (G30)	
	Gustina (kg/m^3)	Donja toplotna moć (kWh/m^3)	Gustina (kg/prm)	Donja toplotna moć (kWh/prm)	Gustina (kg/nm^3)	Donja toplotna moć (kWh/nm^3)
0	680	3.400	476	2.380	272	1.360

10	697	3.088	488	2.162	279	1.235
15	707	2.931	495	2.052	283	1.172
20	718	2.773	502	1.941	287	1.109
25	744	2.665	521	1.865	298	1.066
30	798	2.629	558	1.840	319	1.052
35	859	2.587	601	1.811	344	1.035
40	930	2.538	651	1.777	372	1.015
45	1.015	2.481	711	1.737	406	992
50	1.117	2.412	782	1.688	447	965

Tabela 5. Energetske vrednosti drvnih goriva proizvedenih od smrče pri različitim procentima vlažnosti

Vlažnost (v) u %	Smrča					
	Kompaktno drvo (solid wood)		Ogrevno drvo (1 m)		Drvena sečka (G30)	
	Gustina (kg/m ³)	Donja toplotna moć (kWh/m ³)	Gustina (kg/prm)	Donja toplotna moć (kWh/prm)	Gustina (kg/nm ³)	Donja toplotna moć (kWh/nm ³)
0	430	2.269	301	1.589	172	908
10	453	2.123	317	1.486	181	849
20	483	1.973	338	1.381	193	789
30	542	1.893	380	1.325	217	757
40	633	1.832	443	1.282	253	733
50	759	1.746	532	1.222	304	698

7. UPOREDNI PREGLED MEĐUSOBNOG ODNOSA JEDINICA MERE ENERGIJE

U praksi vrlo često postoji potreba poređenja toplotne moći (sadržaja energije) između fosilnih i drvnih goriva. U tabeli 6 predstavljene su jedinice mere najznačajnijih fosilnih i drvnih goriva.

Tabela 6. Poređenje toplotne moći između pojedinih fosilnih i drvnih goriva

Vrsta goriva	Toplotna moć (srednja vrednost)	
	MJ	kWh
Ekstra lako lož ulje	36,17 MJ/l (42,5 MJ/kg)	10 kWh/l (11,80 kWh/kg)
Lako lož ulje	38,60 MJ/l (41,5 MJ/kg)	10,70 kWh/l (11,50 kWh/kg)
Prirodni gas	36,00 MJ/m ³	10,00 kWh/m ³
Ugalj Pljevlja (sortiment kocka)	13,5 MJ/kg	3,75 kWh/kg
Koks 40/60	29,5 MJ/kg	8,20 kWh/kg
1kwh električne energije	3,6 MJ	1,kWh
1 kg drveta (v=20%)	14,4 MJ/kg	4,00 kWh/kg

Tabela 7. Ekvivalenti najčešće korišćenih jedinica toplotne energije

	kWh	MWh	GWh	TWh	TJ	PJ	toe
1kWh	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁹	3,6×10 ⁻⁶	3,6×10 ⁻⁹	86×10 ⁻⁶
1MWh	1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	3,6×10 ⁻³	3,6×10 ⁻⁶	86×10 ⁻³
1GWh	1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10 ⁻³	3,6	3,6×10 ⁻³	86
1TWh	1×10 ⁹	1×10 ⁶	1×10 ³	1	3,6×10 ³	3,6	86×10 ³
1TJ	278×10 ³	278	278×10 ³	278×10 ⁻⁶	1	1×10 ⁻³	23,9
1PJ	278×10 ⁶	278×10 ³	278	278×10 ⁻³	1×10 ³	1	23,9×10 ³
1toe	11,6×10 ³	11,6	11,6×10 ⁻³	11,6×10 ⁻⁶	41,87×10 ⁻³	41,87×10 ⁻⁶	1

toe- tona ekvivalentne nafte predstavlja mernu jedinicu koja je jednaka količini energije koja se oslobodi sagorevanjem jedne tone lož ulja (mazuta).

8. VRSTE I KARAKTERISTIKE DRVNIH GORIVA

8.1. Ogrevno i cepano drvo

Ogrevno drvo predstavlja tradicionalno gorivo koje se koristi za različite ljudske potrebe vekovima. Najčešće dimenzije u kojima se danas proizvodi i distribuira su: 1,0 m; 0,5 m; 33 cm i 25 cm. Ogrevno drvo u dimenzijama od 1,0 m i 0,5 m najčešće se koriste za kamine i picerije, a od 33 cm i 25 cm za grejanje i kuvanje u domaćinstvima. Za efikasno sagorevanje poželjno je da sadržaj vlage u ogrevnom drvetu bude ispod 25%, što se postiže najčešće njegovim skladištenjem na različite načine (slika 8).



Slika 8. Načini slaganja ogrevnog drveta u cilju prosušivanja

Potrebe jednog domaćinstva za ogrevnim drvetom zavise od više faktora, a pre svih od toga da li se ono koristi samo za grejanje ili za grejanje i spremanje hrane. Pored navedenih bitne faktore predstavljaju vrsta drveta, vlažnost, dimenzije ogrevnog drveta i termička izolacija stambenih i drugih objekata koji se greju.

Uobičajena potreba za ogrevnim drvetom u toku jedne grejne sezone za male stambene jedinice (kuće sa 2-3 prostorije) iznosi oko 5 m^3 , za objekte sa 4-5 odvojenih prostorija oko 10 m^3 , a za tipična seoska domaćinstva oko 13 m^3 (uključivši njegovu potrošnju za potrebe grejanja, pripremu hrane, pečenje rakije i sušenje mesa). Pri tom jednom m^3 kompaktnog drveta odgovaraju $1,43 \text{ m}^3$ ogrevnog drveta složenog u složaj sa šupljinama (slika 6 u sredini) ili oko $2,0 \text{ m}^3$ (nasipna metra kubna) drveta u nasipnom stanju (slika 2 desno). Količine i potrošnja zavise od brojnih faktora od kojih su najznačajniji: klimatske karakteristike, površina koja se greje, intenzitet grejanja, broj članova domaćinstva, karakteristike uređaja za sagorevanje, izolacija objekata koji se zagrevaju, vrsta i vlažnost drveta.

Proizvodnja cepanog drveta

Prateći zahteve tržišta, a pre svega zahtev potrošača da mogu da kupuju drvo za ogrev u količinama i u dimenzijama koje im odgovaraju (bez dodatnih troškova za kraćenje metarskog drveta) mnogi distributeri u svoju ponudu uvrstili su, pored metarskog, i cepano drvo. Za potrebe loženja u domaćinstvima cepano drvo se proizvodi u dužinama od 25 cm i 33 cm, a za potrebe picerija i za loženje u kaminima u dimenzijama od 50 cm i 1,0 m.

Ovakva orijentacija distributera uticala je i na promene na tržištu ogrevnog drveta. Zbog smanjene potražnje za metarskim drvetom, mnogi proizvođači otpočeli su sa proizvodnjom cepanog drveta u navedenim dimenzijama. U tom smislu primenjuje se nekoliko različitih tehnoloških postupaka, ali je njihova zajednička karakteristika relativna jednostavnost.

U tehnološkim procesima kod kojih se najpre metarsko drvo grubo cepa na četiri dela, zatim krati na zadate dimenzije pa tako iskraćeni komadi ponovo cepaju na komade za krajnju upotrebu (slika 9) nešto je niža produktivnost u odnosu na tehnološke postupke kod kojih se najpre drvo krati na odgovarajuće dimenzije (trupčice), a oni zatim cepaju na mašini za cepanje (slika 10). U prvom slučaju produktivnost po radniku iznosi 1 paleta dnevno, a u drugom postupku 5 paleta od 35 cm ili 3 palete od 25 cm dnevno.



1.



2.



3.



4.

Slika 9. Faze tehnološkog procesa proizvodnje cepanog drveta (postupak I)



1.



2.



3.



4.



5.

Slika 10. Faze tehnološkog procesa proizvodnje cepanog drveta (postupak II)

Kupovina cepanog (ogrevnog) drveta

Prilikom izbora vrste drvnog goriva važne su sledeće karakteristike: vrsta drveta, dimenzije i sadržaj vlage. Određene vrste drvnih goriva se prodaju po zapremini, a druge po težini. Ogravno drvo se prodaje najčešće po zapremini dok se briketi i pelete prodaju po težini. Sadržaj vlage je od izuzetne važnosti prilikom kupovine drveta za ogrev. Ovo iz razloga što u drvetu u sveže posećenom stanju učešće vode u ukupnoj težini može da iznosi od 35-60%. Pri tom, sagorevanje drveta koje ima veliki sadržaj vlage je otežano, a zagađivanje vazduha gustim dimom povećano.

Ogravno drvo dužine 25 cm i 33 cm se pakuje u palete dimenzija $1,0 \times 1,0 \times 1,8-2,0$ m (dužina \times širina \times visina), a njihova distribucija od stovarišta do mesta upotrebe se vrši posebnim kamionetima. Cepano drvo u dužinama od 25 cm se pakuje u paletama u četiri reda, a u dužinama od 33 cm u tri reda.

Pored navedenog, ogревно drvo je u ponudi i u mnogim supermarketima kao i na benzinskim pumpama na kojima su sortimenti pakovani u vrećice zapremine $0,04 \text{ m}^3$ (40 litara) (slika 11).



Slika 11. Različiti oblici pakovanja cepanog drveta

Ogrevno drvo se najčešće prodaje po zampermini, a ređe po težini zbog toga što između 35% i 60% od ukupne težine tek posečenog drveta sačinjava voda. Prilikom kupovine cepanog (ogrevnog) drveta važno je obratiti pažnju na sledeće elemente:

- vrstu drveta,
- cenu i jedinicu mere vodeći računa da li se cena odnosi na kompaktno drvo, drvo složeno u složajeve ili drvo u nasipnom stanju. U zavisnosti od jedinice mere i faktora za konverziju potrebno je izvršiti preračunavanje na metre kubne kompaktnog drveta, jer se na taj način najlakše može izvršiti upoređivanje sa ostalim gorivima. U tom smislu odnos između zapremine kompaktnog drveta i drveta koje je složeno u složajeve sa vazdušnim šupljinama između oblica (cepanica) je 1:1,3-1,5, a odnos između zapremine kompaktnog drveta i drveta u nasipnom stanju (slika 2 desno) je 1:2. Pri tom potrebno je stalno imati u vidu da se kupovinom drveta kupuje energija.
- da li naznačena cena uključuje i isporuku i ako da koja je maksimalna transportna distanca,
- sadržaj vlage (tj, da li je drvo vazdušno suvo ili ne). Pri tom, potrebno je od prodavca (snabdevača) zatražiti podatak koliko je proteklo vremena od seče i izrade sortimenata do momenta kada se drvo kupuje. Ovo iz razloga što sveže posečeno drvo ima znatno manju toplotnu moć u odnosu na toplotnu moć vazdušno suvog drveta,

- dimenzije sortimentata, posebno ako se vrši kupovina cepanog drveta namenski za određenu vrstu peći za sagorevanje,
- da li drvo potiče iz šuma kojima se održivo gazduje, tj. da li poseduje odgovarajući sertifikat ili ne.



Kanali distribucije drveta za ogrev su različiti u različitim zemljama. Jedan od načina nabavke predstavlja mogućnost direktnog snabdevanja od preduzeća koja se bave proizvodnjom i distribucijom ogrevnog drveta. Takva preduzeća se nalaze obično na periferijama velikih gradova i u mogućnosti su da potrošače snabdeju za vrlo kratko vreme svim sortimentima ogrevnog drveta na kućnu adresu. Mnoga od tih preduzeća imaju razvijen elektronski sistem prodaje tako da potrošači putem interneta mogu izvršiti porudžbinu i plaćanje. Primer jednog takvog preduzeća predstavljen je na slici 12.

Slika 12. Proizvođač i distributer ogrevnog drveta (Palmanova, Italija, septembar 2007. Foto: B. Glavonjić)

Transport paleta cepanog drveta vrši se kamionetima, a njihov istovar iz kamioneta mini viljuškarama (slika 13) tako da potrošači nemaju nikakvih dodatnih aktivnosti jer se palete sa cepanim drvetom istovaraju na mesto koje oni odrede.



Slika 13. Izgled kamioneta za prevoz drvnog goriva (levo) i mini viljuškata za istovar (desno)

Nabavka ogrevnog drveta u Crnoj Gori se vrši na različite načine od kojih su najzastupljeniji: kupovina od preduzetnika, seča u sopstvenoj šumi, kupovina kod privatnog šumovlasnika ili kod

Uprave za šume i kupovina na stovarištima na kojima su u ponudi, pored drveta, i ostala čvrsta goriva, a pre svih ugalj.

Ogrevno drvo se prodaje, najčešće, u dužini od 1,0 m, a količina se obračunava u prostornim metrima (pm). Sve do 2010. godine u Crnoj Gori bila je zastupljena samo jedna dimenzija ogrevnog drveta - u dužinama od 1,0 m. U grejnoj sezoni 2009/2010. godina u ponudi je pored tzv. metarskog drveta bilo i cepano drvo u dimenzijama od 25 cm i 33 cm koje je bilo pripremljeno za direktnu upotrebu (loženje) (slika 14). Cepano drvo se takođe prodavalo u prostornim metrima, a njegova cena je bila veća za oko 10% u odnosu na sortimente u dužinama od 1,0 m.



Slika 14. Cepano drvo u ponudi privatnih preduzetnika u okolini Podgorice (foto: B. Glavonjić, 2010.god.)

Sistemi (uređaji) za sagorevanje ogrevnog drveta



Za proizvodnju toplotne energije sagorevanjem ogrevnog drveta danas se koristi veliki broj različitih sistema (grejnih uređaja). Svi oni se međusobno razlikuju ne samo po dizajnu, dimenzijama i ceni već i po efikasnosti u smislu maksimalnog iskorišćenja energije.

Jedan od najmanje efikasnih sistema za proizvodnju toplotne energije sagorevanjem drveta predstavljaju kamini. Koriste se za zagrevanje jedne ili više prostorija sagorevanjem drveta u sistemu tzv. otvorenog plamena. Takav sistem sagorevanja je vrlo

atraktivan po svom izgledu ali vrlo neefikasan jer 75-80% toplote odlazi kroz dimnjak, a ostatak u prostorije koje se zagrevaju. Pri tom i temperatura prostorije je neujednačena. Zbog toga je i potrošnja drveta u takvim sistemima znatno veća u odnosu na ostale sisteme.



Efikasniji način u odnosu na kamine predstavljaju sobne peći u kojima se uz kontrolisani dovod vazduha postiže energetska efikasnost i do 70%. Pojedini modeli sobnih peći mogu imati pozadi uređaje u kojima se zagreva voda koja greje radijatore u ostalim prostorijama ili koja služi za ostale potrebe domaćinstva. Korisnici ovih peći trebali bi da poseduju osnovne informacije o tome kako da ih koriste (kako da rukuju) u smislu postizanja maksimalnih energetskih efekata i minimalnog zagađenja vazduha.



Za sagorevanje drveta i proizvodnju toplotne energije koriste se i zidane peći (tzv. keramičke ili kaljeve peći). One imaju prostranu unutrašnju plamenu zonu i mogu zadržati toplotu i do 24 časa nakon sagorevanja drveta. Energetska efikasnost može dostići i do 90% zbog čega se mogu koristiti i u gradskim zonama u kojima, zbog prekomerne zagađenosti vazduha, postoje ograničenja u pogledu sistema koji se mogu koristiti za proizvodnju toplotne energije.

Najzastupljenije sisteme za sagorevanje drveta u domaćinstvima predstavljaju šporeti (štednjaci).



Razlog su njihove višestruke funkcije jer omogućavaju zagrevanje prostorija, pripremu hrane (kuvanje), zagrevanje vode, a noviji modeli i mini centralno grejanje. Međutim, s obzirom da su klasični šporeti konstruisani tako da pored drveta mogu da koriste i ostala čvrsta goriva, a pre svih ugallj, oni ne predstavljaju uređaje u kojima se postiže velika energetska efikasnost prilikom sagorevanja drveta. Međutim, razvojem tehnologije u ovoj oblasti na tržištu su prisutni modeli šporeta sa znatno većom energetsom efikasnošću u odnosu na klasične uređaje (u praksi poznate kao "smederevci").



Savremeni parni kotlovi koji su opremljeni odgovarajućim automatskim sistemima sve više su u upotrebi u domaćinstvima za centralno grejanje. Kotlovi se najčešće pune ručno dok su ostale funkcije automatizovane. Karakteriše ih visoka efikasnost koja se kreće u granicama od 85-95%. Uz kotao se nalaze uređaji (rezervoar za toplu vodu ili kolektor toplote,

pumpe, merači pritiska i temperature i drugo) koji omogućavaju kružni tok vode kao medija za zagrevanje radijatora u prostorijama koje se zagrevaju.

Izbor uređaja (sistema) za sagorevanje drveta zavisi od više faktora, a neki od značajnijih su cena, veličina prostora za zagrevanje, tradicija i navike potrošača, dostupnost pojedinih sistema na tržištu, multifunkcionalnost (grejanje i kuvanje), informisanost potrošača o prednostima i nedostacima pojedinih sistema i drugi.

8.2. Drvna sečka

Drvna sečka predstavlja drveno gorivo koji se dobija usitnjavanjem drveta na sitne komade tako da



može biti korišćena u automatskim kotlovima za grejanje većih individualnih kuća, stambenih zgrada, javnih ustanova ili ustanova društvene namene. Dobija se najčešće usitnjavanjem drveta, krupnog i sitnog ostatka iz šume, drvnog ostatka koji nastaje u procesu prerade drveta, drveta iz sektora građevinarstva, ambalažnog drveta kao i drveta izvan šume (parkovi, drvoredi i sl.) (slika 15).

Slika 15. Izgled drvne sečke

Drvna sečka predstavlja ekonomičan način korišćenja drveta kao energenta iz razloga što se može koristiti kao gorivo sa relativno visokim sadržajem vlage, od 20-30%. Takođe manipulacija drvnom sečkom je relativno jednostavna i ne zahteva ozbiljnija ulaganja u opremu i uređaje za njen transport od mesta skladištenja do mesta gde se nalaze kotlovi. Zbog svojih karakteristika najčešće se koristi kao energent za kotlove u opsegu od 40 kW do nekoliko megavata za proizvodnju toplotne ali i kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije (Combined Heat and Power-CHP).

Glavna sirovina za proizvodnju drvne sečke potiče iz:

- a) Šumarstva



Cela stabla, granjevina (krupna i sitna), ostaci prilikom seče i izrade drvnih sortimenata, panjevi i korenje.

b) Prerade drveta



Ostaci iz pilanske prerade drveta (okrajci, okorci, odresci i drugi) kao i ostaci iz finalne prerade drveta.

c) Reciklirano drvo



Ponovnim korišćenjem ambalažnog drveta, predmeta od drveta iz domaćinstava kao i drveta iz građevinarstva. Prilikom upotrebe ovog drveta mora se voditi računa da je isto očišćeno od metalnih i plastičnih ostataka, da ne sadži lepkove i da nije tretirano lakovima.

Kvalitet drvene sečke

Kvalitet drvene sečke je od velike važnosti za pouzdan rad kotlova. Ključni parametri koji određuju kvalitet drvene sečke su: vrsta materijala, dimenzije i vlažnost.

Vrsta materijala

Za proizvodnju drvene sečke u šumarstvu idealan polazni materijal predstavlja vazdušno suvo oblo drvo (slika 16). Ovršci i granjevina (slika 17) takođe predstavljaju podesan polazni materijal, ali su iskustva u korišćenju drvene sečke proizvedene od ovih sortimenata pokazala nešto veći procenat učešća pepela u odnosu na sečku dobijenu iz oblog drveta.



Slika 16. Složaj oblog drveta smrčice za proizvodnju drvene sečke (foto: B. Glavonjić)



Slika 17. Složaj granjevina za proizvodnju drvene sečke (foto: B. Glavonjić)

U pojedinim zemljama Evropske unije (primer Finska) za proizvodnju drvene sečke koriste se panjevi i korenje (slika 18).



Slika 18. Panjevi i korenje kao materijal za proizvodnju drvene sečke (Finska, foto: A. Asikainen)

Dimenzije

Dimenzije drvene sečke su od veoma velike važnosti za pouzdan rad kotlova. U najvećem broju slučajeva problemi u radu kotlova (posebno zagušenje) prouzrokovani su neodgovarajućim dimenzijama drvene sečke ili njenim lošim kvalitetom. Za male kotlove dužina drvene sečke ne bi trebala da prelazi 50 mm, a učešće sitnih komada ($< 1\text{mm}$) ne bi trebalo da bude veće od 5% u ukupnoj masi. Optimalna dužina drvene sečke se kreće u rasponu od 8-30 mm.

Vlažnost

Vlažnost drvene sečke ima veoma veliki uticaj na njenu toplotnu moć. Veća vlažnost prouzrokuje i veću potrošnju energije u smislu njenog svodanja na meru u kojoj drvo može efikasno da sagoreva. Povećani sadržaj vlage često remeti optimalne uslove pri kojima se postižu najveći energetske efekti pri sagorevanju drveta, a često dovodi i do značajnih gubitaka. Zbog toga je od velike važnosti i za korisnika i za snabdevača drvnom sečkom precizirati prihvatljiv opseg njene vlažnosti.

Svaki kotao ima svoj radni opseg u pogledu vlažnosti goriva koje se koristi i on u velikoj meri zavisi od njegovih tehničkih karakteristika (gorionika i drugih). Za kotlove snage ispod 100 kW optimalna vlažnost drvene sečke iznosi od 20-30%. Za postizanje ove vlažnosti od velike važnosti je vlažnost polaznog materijala, klimatski uslovi ali i karakteristike samog skladišta drvene sečke. Ukoliko je vlažnost polaznog materijala u granicama od 40-60% preporuka je da se od njega ne proizvodi drvena sečka dok sadržaj vlage ne dostigne nivo vazdušno suvog drveta. Ovo iz razloga što je potrebno manje vremena da sadržaj vlage u polaznom materijalu dostigne nivo vazdušno suvog drveta (oko 25%) nego što bi to bilo u slučaju da se od vlažnog polaznog materijala proizvede drvena sečka, a zatim ona suši do optimalne vlažnosti. Da je vlažnost važna karakteristika drvene sečke potvrđuje i primer na tržištu Austrije na kome cene drvene sečke zavise od njene vlažnosti, i to:

- I cenovni razred: do 20% vlažnosti
- II cenovni razred: 20-25% vlažnosti
- III cenovni razred: 26-30% vlažnosti
- IV cenovni razred: 31-35% vlažnosti
- V cenovni razred: preko 35% vlažnosti



Slika 19. Uređaj za merenje vlažnosti drvene sečke

Merenje vlažnosti drvene sečke vrši se sa različitim uređajima koji imaju različitu preciznost, brzinu određivanja vlažnosti, a samim tim i cenu. Zbog toga izbor uređaja za merenje vlažnosti drvene sečke zavisi od zahtevane preciznosti i brzine kojom se ona želi odrediti. Na slici 19 predstavljen je model uređaja koji je često zastupljen u praksi, a koga karakteriše relativno brzo određivanje vlažnosti sa relativno visokom tačnošću.

Uređaj je u kompletu sa epruветom odgovarajućih dimenzija (pre svega dužine) koje omogućavaju da se u nju naspe potrebna količina drvene sečke. Dužina sondi ovog uređaja je do 70 cm što omogućava visoku preciznost merenja jer se vlažnost meri na čitavom uzorku (epruветi).

S obzirom da vlažnost ima glavni značaj za određivanje cena to ju je potrebno što preciznije izmeriti. Ova konstatacija se posebno odnosi na isporuke proizvođača i trgovaca velikim toplanama čija je godišnja potrošnja nekoliko stotina tona. U takvim isporukama svaki procenat vlažnosti može da znači veliki gubitak ili dobitak za isporučioaca ili korisnika. U tom smislu danas je u praksi najčešće zastupljen sistem isporuke po težini u atro tonama.

Atro tona predstavlja težinu apsolutno suvog drveta (sadržaj vlage 0%). Pri ovoj vlažnosti drvo ima maksimalnu energetska vrednost. To znači da tada kupac kroz cenu drvene sečke plaća energiju, a ne vodu. Praktičan način obračuna isporuke i plaćanja drvene sečke dat je na sledećem primeru:

Primer 1. Neto težina drvene sečke bukve je 5.500 kg, a njena izmerena vlažnost 30% (znači 70% predstavlja čista drvena masa). Energetska vrednost 1 kg drveta bukve vlažnosti 0% iznosi 5,0 kWh/kg (izvor: Austrijska Agencija za Energiju). U konkretnom primeru kupac je kupio sledeću količinu energije:

$$5.500 \text{ kg} \times 0,7 = 3.850 \text{ atro kg} \times 5,0 \text{ kWh/kg} = 19.250 \text{ kWh}$$

Imajući u vidu način obračuna atro težine i energije drvene sečke to su i njene cene znatno više u odnosu na cene drvene sečke koja se isporučuje i obračunava sa određenim procentom vlažnosti.

Proizvodnja i skladištenje drvene sečke

U zavisnosti od polaznog materijala, proizvodnja drvene sečke obavlja se uglavnom na mestu ili u blizini na kome se taj materijal nalazi. Osnovni razlozi za ovakav pristup su ekonomske prirode.

Za proizvodnju drvene sečke iz šumskih ostataka koriste se najčešće pokretne drobilice sa sopstvenim ili pogonom od neke priključne mašine (traktor i sl.) (slika 20).



Slika 20. Pokretna drobilica sa sopstvenim pogonom (levo) i pogonom na traktorsku osovinu (desno) (foto: B. Glavonjić)

Tako proizvedena drvena sečka transportuje se uglavnom u kamionskim ili u traktorskim prikolicama do skladišta, a kamionima- kontejnerima do velikih toplana i drugih potrošača (fabrike ploča na bazi drveta). Ukoliko je drvena sečka proizvedena od polaznog materijala čija je vlažnost bila ispod 25%, ona se skladišti u zatvorenim skladištima (slika 21) (uz povremeno mešanje i provetravanje), a ako je proizvedena od polaznog materijala čija je vlažnost bila iznad 25% ona se skladišti u poluzatvorenim skladištima (slika 22).



Slika 21. Zatvoreno skladište drvene sečke (Wels, UK, 2007. Foto: B. Glavonjić)



Slika 22. Poluzatvoreno skladište drvene sečke (Warth, Austrija, jun 2007. Foto: B. Glavonjić)

Klase kvaliteta drvene sečke

Razvrstavanje drvene sečke u odgovarajuće klase kvaliteta se vrši u zavisnosti od sledećih parametara:



vlažnosti, veličine i granulometrijskog sastava (skala veličina). U različitim zemljama različiti su i kriterijumi za razvrstavanje drvene sečke u pojedine klase. U tabeli 8 je predstavljen sistem razvrstavanja prema EN standardu 14961 koji definiše veličine komada drvene sečke, procentualnu zastupljenost sitnih, srednjih i krupnih komada u ukupnoj količini koja se isporučuje, vlažnost i maksimalni sadržaj pepela. Pored ovog standarda u praksi su zastupljeni načini određivanja klasa kvaliteta drvene sečke prema drugim standardima (**ÖNORM M7 133**).

Tabela 8. Tehničke specifikacije za drvenu sečku prema EN 14961

Dimenzije u mm			
	Glavna frakcija > 80% mase	Sitna (fina) frakcija < 5%	Krupna (gruba) frakcija < 1% (maksimalna dužina komada)
P16	$3,15 \leq P \leq 16 \text{ mm}$	< 1mm	>45 mm, a < 85mm
P45	$3,15 \leq P \leq 45 \text{ mm}$	< 1mm	> 63 mm
P63	$3,15 \leq P \leq 63 \text{ mm}$	< 1mm	>100 mm
P100	$3,15 \leq P \leq 100 \text{ mm}$	< 1mm	> 200 mm
Vlažnost (w-% u trenutku isporuke)			
M20	$\leq 20\%$	Osušena	
M30	$\leq 30\%$	Podesna za skladištenje	
M40	$\leq 40\%$	Ograničena za skladištenje	
M55	$\leq 55\%$		
M60	$\leq 65\%$		
Pepeo (% od suve baze)			
A0,7	$\leq 0,7\%$		
A1,5	$\leq 1,5\%$		
A3,0	$\leq 3,0\%$		
A6,0	$\leq 6,0\%$		
A10,0	$\leq 10,0\%$		

Prilikom uspostavljanja kupoprodajnog odnosa veoma je važno dogovoriti sve elemente klase kvaliteta u kojima se drvena sečka isporučuje kako bi se sprečili kasniji sporovi koji mogu nastati ako isporučena količina sadrži veći procenat sitnog materijala (tzv. prašine) ili pak veći procenat krupnih čestica. U oba slučaja nastaju problemi u radu kotlova.

KOTLOVI NA DRVNU SEČKU

Kotlovi na drvenu sečku su se razvili za poslednjih četrdesetak godina do te mere da su danas postali veoma pouzdani i prefinjeni automatski sistemi. Širom Evrope hiljade kotlovskih instalacija na drvnu

sečku snabdevaju toplotnom energijom privatna domaćinstva u gradovima i na selima, javne ustanove (škole, bolnice, dečija obdaništa) i gradske toplane. U zavisnosti od objekta koji se greje i namene kotlovi na drvenu sečku podeljeni su generalno u tri grupe:

I grupa obuhvata kotlove snage do 100 kW koji se najviše koriste u individualnim domaćinstvima;

II grupa obuhvata kotlove snage od 100 – 1000 kW sa pokretnom rešetkom koji se koriste za grejanje većih pojedinačnih objekata kao i za gradske toplane.

III grupa kotlova su snage iznad 1000 kW i koriste se za proizvodnju industrijske energije ili za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije (CHP).

U mnogim zemljama Evropske unije, pored gradskih toplana, drvena sečka kao glavno gorivo koristi se i u seoskim sredinama za grejanje škola, domova zdravlja, javnih objekata ali i privatnih domaćinstava kako u sistemu individualnog tako i u sistemu centralnog grejanja.

U mnogim gradovima drvenu sečku kao glavno gorivo koriste javne gradske toplane ali i brojne privatne kompanije koje se bave proizvodnjom i distribucijom toplotne energije u sistemima centralnog grejanja. Privatne toplane sa kotlovima snage od 250 kW do 1,5 MW imaju u potpunosti automatizovan sistem rada koji se odvija bez prisustva operatera. Jedina uloga operatera sastoji se u redovnom punjenju skladišta za drvenu sečku iz kojih se sistemom spiralnih transportnih uređaja sečka doprema do kotlova u kojima se vrši sagorevanje i proizvodnja toplotne energije (slika 23).

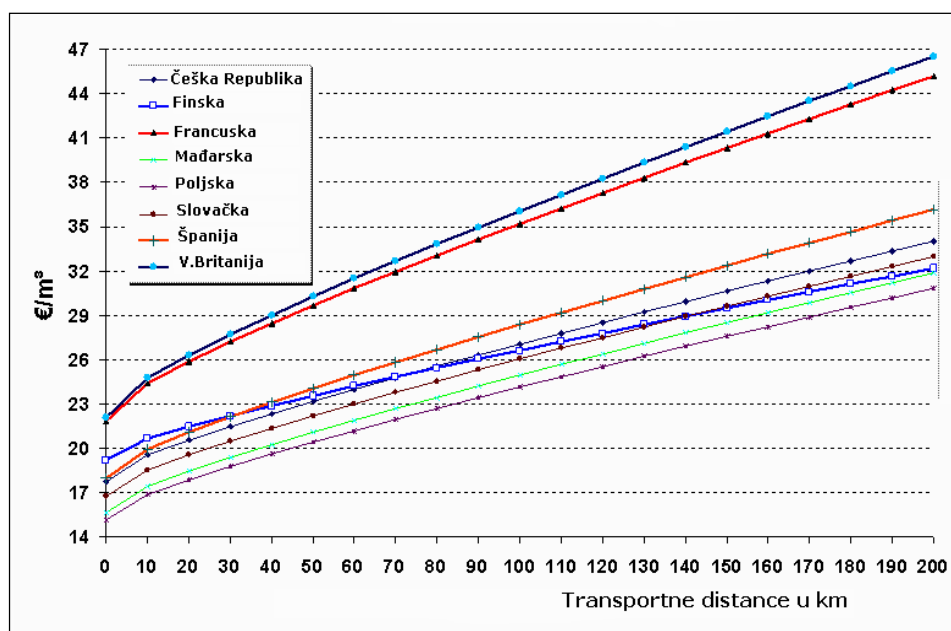


Slika 23. Unutrašnjost toplane na drvenu sečku (levo) i spiralni transporter za dopremanje sečke iz skladišta do kotla (desno)(toplana u Winerneustadtu, Austrija, 2007. Foto:B. Glavonjić)

TROŠKOVI TRANSPORTA DRVNE SEČKE

Iskustva iz Austrije pokazuju da se, posmatrano sa stanovišta ekonomičnosti, snabdevanje drvnom sečkom može vršiti do 80 km udaljenosti od toplane. Naime, brojna poljoprivredna domaćinstva, privatni šumovlasnici i javna preduzeća kao proizvođači drvene sečke učestvuju u snabdevanju javnih i privatnih toplana na dva načina: u određenim slučajevima drvenu sečku prodaju kao svoj krajnji proizvod, a u većini slučajeva učestvuju u ceni kWh koji se naplaćuje od krajnjih potrošača. Učešće u ceni kWh zavisi od kvaliteta drvene sečke.

Cena drvene sečke zavisi od više faktora, a jedan od značajnijih je transportna distanca između skladišta u kome je skaldištena i toplane u kojoj se koristi kao gorivo. Prikaz cena u zavisnosti od transportne distance u izabranim zemljama Evropske unije dat je na grafikonu 7.



Grafikon 7. Cena koštanja drvene sečke na različitim transportnim distancama od toplane u izabranim zemljama Evropske unije (prema: A. Asikainen, Finska, april 2008.g.)

Najniža cena drvene sečke na transportnoj distanci od 100 km je u Poljskoj i Mađarskoj, a najveća u Velikoj Britaniji i Francuskoj.

Prilikom izrade projekata za snabdevanje toplana drvnom sečkom potrebno je uzeti u obzir raspoloživost drvene sečke u potrebnim količinama, transportne distance i cenu koštanja.

8.3. Drvni briketi

Drvni briketi predstavljaju kompaktne forme drvnih goriva koji se dobijaju fizičkim sabijanjem usitnjenog drvnog materijala u odgovarajućim presama (mehaničkim i hidrauličnim).

Za proizvodnju kvalitetnog drvnog briketa potrebno je obezbediti nekoliko ključnih uslova i to: dovoljnu količinu i odgovarajuću granulaciju drvnog ostatka, zadovoljavajući nivo vlažnosti i odgovarajuću opremu za proizvodnju briketa.

U zavisnosti od karakteristika navedenih uslova zavisi i kvalitet drvnih briketa. Potrebna količina drvnog ostatka za proizvodnju jedne tone briketa zavisi i od vrste drveta. Pod uslovom da je drveni materijal zadovoljavajuće vlažnosti za jednu tonu drvnog briketa cilindrične forme potrebno je oko 1,5 m³ drvnog materijala.

Drveni ostatak pojavljuje se u različitim oblicima i granulacijama, a najčešće kao sitna piljevina, bruševina, strugotina i komadni ostatak malih dimenzija.

Od navedenih vrsta drvnog ostatka jedino sitna piljevina, bruševina i strugotina imaju zadovoljavajuću granulaciju. Bitno je napomenuti da suviše sitan drveni ostatak nije podesan za briketiranje jer je u procesu proizvodnje jako teško ostvariti koherentnost i čvrstoću briketa. Čvrstoća i koherentnost briketa postižu se odgovarajućom pripremom polaznog materijala, veličinom pritiska u presama kao i ligninom koji predstavlja prirodno vezivo koje se nalazi u drvnim vlakancima.

Krupni drveni ostatak se mora usitniti na odgovarajuću granulaciju u, za to predviđenim, specijalnim mašinama koje na sebi imaju izlazno sito kojim se reguliše granulacija.



Slika 24. Detalji linije za proizvodnju drvnih briketa u Bijelom Polju (foto: B. Glavonjić, 2010. god.)

Da bi se mogao proizvoditi briket nivo vlažnosti drvnog ostatka ne sme biti niži od 6% niti viši 16% ukupne unutrašnje vlage. Konačna vlažnost gotovih drvnih briketa kreće se od 7-10% i pri toj

vlažnosti energetska vrednost briketa je takva da jedna tona ovog goriva zamenjuje oko 3 prm ogrevnog drveta vlažnosti 35% odnosno oko 2 kg briketa imaju istu energetska vrednost kao 1 l lož ulja.

Na tržištu Crne Gore najzastupljeniji su puni cilindrični briketi (slika 25). Međutim, pored ove forme drvni briketi se generalno proizvode i u nekoliko drugih formi od kojih su najzastupljenije prikazane na slici 25.



a) puni cilindrični briketi



b) kvadratni briketi (trgovački naziv)



c) šuplji prizmatični briketi (trgovački naziv)



d) šuplji cilindrični briketi

Slika 25. Forme drvnih briketa za domaćinstva

Najčešće dimenzije cilindričnih drvnih briketa su: prečnik od 5-9 cm, a dužina 25-33 cm. Drvni briketi za industrijsku upotrebu su manjih dužina (oko 10 cm). Dimenzije šupljih cilindričnih briketa su slične dimenzijama punih cilindričnih briketa, s tom razlikom što u sredini imaju šupljinu prečnika 25 mm. Prizmatični briketi mogu biti puni i šuplji, a na tržištu se najčešće javljaju kao šestostrane i osmostrane prizme. Najčešće dimenzije šupljih prizmatičnih briketa iznose 55 x 55 x 320 mm sa otvorom u sredini od 22 mm.

Pojedini proizvođači drvnom materijalu iz koga proizvode prizmatične brikete dodaju vosak sa ciljem povećanja njegove energetske vrednosti.

Na tržištu Crne Gore pored briketa od čisto drvnih materijala, proizvode se i briketi od ostataka prilikom orezivanja vinove loze.

Pakovanje i isporuka briketa zavise od toga ko su krajnji potrošači. Za domaćinstva briket se pakuje najčešće u papirnu i kartonsku ambalažu i termoskupljajuće folije. Pakovanja u papirnoj ambalaži (kesama) imaju najčešću težinu od 5 kg i od 10 kg, a pakovanja u kartonskoj ambalaži (kutijama) od 10 kg i od 20 kg. Za velike potrošače kao što su toplane briketi se isporučuju u tzv. džambo vrećama (slika 26).



a) papirne kese



b) kartonske kutije



c) termoskupljajuća folija



d) džambo vreće



e) paleta briketa spremne za isporuku

Slika 26. Načini pakovanja briketa za domaćinstva (a,b,c,e) i industrijske potrošače (d)

Ovako pojedinačna pakovanja za domaćinstva isporučuju se supermarketima ili drugim prodajnim objektima upakovana na palete i obmotana sa termoskupljajućom folijom kako bi se maksimalno zaštitila od primanja vlage. To je ujedno i vrlo važan zahtev kada je u pitanju briket. Mesta na kojima se odlažu ili skladište drvni briketi ne smeju biti vlažna, jer primanjem dodatne vlage iznad fabričkih

10% nastaju problemi u pogledu koherentnosti, efikasnosti sagorevanja i smanjenja energetske vrednosti.

Pored značajnih prednosti u odnosu na ogrevno drvo u smislu energetske vrednosti i prostora za skaldštenje drvni briketi namenjeni domaćinstvima imaju nedostatak u odnosu na pelete koji se odnosi na to da se peći za sagorevanje moraju puniti ručno.

8.4. Drvni peleti



Drvni peleti predstavljaju prefinjene homogenizovane forme goriva proizvedene od drvnog ostatka koji nastaje u procesima prerade drveta njihovim sitnjenjem do nivoa drvnog brašna, a zatim njegovim sabijanjem u posebnim presama. Njihove konzistentne (postojane) osobine (karakteristike) čine ih idelanim gorivom za automatizovane sisteme za grejanje.

Drvni peleti su cilindričnog oblika čiji se prečnik kreće od 6 do 12 mm, a dužina od 10 do 30 mm. Sadržaj vlage se kreće od 8-10%, a energetska vrednost je izuzetno visoka što ih svrstava među najbolja goriva na bazi drveta. Pored visokog sadržaja energije pelete su gorivo koje zahteva najmanje skladišne prostore u odnosu na ostala drvena goriva. Važna karakteristika ovog drvnog goriva jeste činjenica da je potrošnja energije za njihovu proizvodnju oko 3% po proizvedenoj jedinici mere u odnosu na vrednost energije koja se dobije iz jedinice proizvedene količine.

Karakteristike drvnih peleta zavise od više faktora među kojima se posebno izdvajaju vrsta drveta, oprema za proizvodnju, vlažnost i druge karakteristike polazne sirovine. Osnovne karakteristike drvnih peleta koje se najčešće mogu naći u ponudi na tržištu su sledeće:

Energetska vrednost: 4.3 - 4.9 kWh/kg;

Zapreminska težina: 500 - 700 kg/m³ u zavisnosti od drvene vrste koja je korišćena za njihovu proizvodnju;

Sadržaj vlage: 8% - 10%;

Sadržaj pepela: 0.5% - 6%;

Prečnik: 6mm - 12mm i

Dužina: 10mm - 30mm

Standardi kvaliteta drvnih peleta

Pouzdan i stabilan kvalitet je od ključnog uspeha za komercijalno korišćenje drvnih peleta. U tom smislu, najpre u vodećim zemljama po njihovoj proizvodnji i potrošnji, a zatim na nivou Evropskog komiteta za standardizaciju, izrađeni su i usvojeni standardi koji propisuju karakteristike, klase kvaliteta, načine i postupke ispitivanja drvnih peleta i njihovo pakovanje i isporuku. U tom smislu nacionalne standarde za pelete u Evropi najpre su razvile Švedska (**SS 187120** za pelete i **SS 187121** za brikete), Austrija (**ÖNORM M1735** za pelete i brikete) i Nemačka (**DIN 51731** za pelete i

brikete), a zatim je u okviru evropskog Komiteta za standardizaciju izrađen i usvojen **CEN/TS 14961/2005**. Najznačajnije odrednice ovih standarda prikazane su u tabeli 9.

Tabela 9. Najznačajnije odrednice standarda za drvene pelete i brikete

Specifikacija	Austrija ÖNORM M 1735		Nemačka DIN 51731 Drvni briketi			CEN CEN/TS 14961/2005 Drvne pelete
	Peleti	Briketi	5 klasa (po veličini u cm)			
Dimenzije	Peleti: Ø:4 – 20 mm Max dužina: 100 mm	Briketi: Ø: 40 – 120 mm Max. dužina: 400 mm		Dužina	Ø	D06 ≤6 mm±0,5 mm; L ≤5 x Ø
			HP1	>30	>10	
			HP2	15 - 30	6 - 10	D08 ≤8 mm±0,5 mm; L ≤4 x Ø
			HP3	10 - 15	3 - 7	
			HP4	<10	1 - 4	D10 ≤10 mm±0,5 mm; L ≤4x Ø
			HP5	<5	0,4 - 1	D12 ≤12 mm ± 1 mm; L≤4 x Ø
						D25 ≤25 mm ± 1 mm; L ≤4 x Ø
Gustina						Predlaže se da se pri trgovini definiše na bazi količine
Finoća u % (učese sirmih komada < 3,15 mm)****						F1.0 ≤1.0% F2.0 ≤2.0% F2.0+ >2.0% (precizirati stvarnu vrednost)
Specifična (jedinična) gustina	≥1kg/dm ³	≥1kg/dm ³		1-1,4 g/cm ³		
Sadržaj vlage	≤12%	≤18%		≤12%		M10 ≤ 10% M15 ≤ 15% M20 ≤ 20%
Sadržaj pepela	≤0,5%*	≤6%*		≤1,5%		A0,7 ≤ 0,7% A1,5 ≤ 1,5% A3,0 ≤ 3,0% A6,0 ≤ 6,0% A6,0+ > 6,0% (precizirati stvarnu vrednost)
Energetska vrednost	≥18MJ/kg	≥18MJ/kg*		17,5MJ/kg–19,5MJ/kg***		
Sumpor	≤0,04%*	≤0,08%*		<0,08%		S0,05 ≤ 0,05% S0,08 ≤ 0,08% S0,10 ≤ 0,10% S0,20+ > 0,20% (precizirati stvarnu vrednost)
Azot	≤0,3%*	≤0,6%*		<0,3%		N0,3 ≤ 0,3% N0,5 ≤ 0,5% N1,0 ≤ 1,0% N3,0 ≤ 3,0% N3,0+ > 3,0% (precizirati stvarnu vrednost)
Arsen				<0,8mg/kg		
Kadmijum				<0,5mg/kg		
Hrom				<8mg/kg		
Živa				<0,05mg/kg		

Aditivi	Maksimalno 2% samo prirodni		Tip i sadržaj svih dodataka, inhibitora i bilo kakvih aditiva mora da se precizira
Mehanička postojanost			DU 97,5 ≥ 97,5 DU 95,0 ≥ 95,0 DU 90,0 ≥ 90,0

*) suve osnove **) u fabrici ***) bez pepela i vode ****) učešće skroba kod peleta za domaćinstva ili kore za industrijske pelete

U trgovini, prodajnim radnjama i uobičajenoj komunikaciji prodavaca i potrošača u nekim zemljama EU najčešće se koriste sledeće oznake klasa kvaliteta drvnih peleta:

"Premijum" klasa sa <1% pepela,

"Standard" klasa sa više od 1%, a manje od 3% pepela i

"Klasa sa visokim sadržajem pepela" koji iznosi više od 3%.

PREDNOSTI DRVNIH PELETA

U poređenju sa ostalim, manje rafiniranim drvnim gorivima kao što su cepano drvo, drvena sečka i briketi, pelete imaju brojne prednosti od koji se posebno izdvajaju:

- manji prostor (zapremina) potreban za transport i skladištenje (zbog dimenzija i veće specifične gustine),
- manji broj isporuka za potrošače u toku grejne sezone (jedna ili dve)
- konzistentne (stalne) dimenzije i sadržaj vlage,
- mogućnost višestruke upotrebe – mogu biti korišćene u sobnim pećima ili u kotlovima,
- pelete se istovaraju u skladišta bez oštećenja i gubitaka,
- potpuno automatizovan i jednostavan dovod iz skladišta do kotlova,
- lakoća rukovanja i
- lakoća potpaljivanja.

PROIZVODNJA DRVNIH PELETA



Proizvodnja drvnih peleta obavlja se ili kao osnovna delatnost preduzeća ili kao dopunska delatnost u okviru proizvodnje drugih (glavnih) proizvoda od drveta. U prvom slučaju fabrike za proizvodnju peleta su najčešće kapaciteta iznad 30.000 tona/godišnje pri čemu se drvena sirovina za proizvodnju peleta sakuplja i doprema od različitih dobavljača (pilane, fabrike ambalaže, proizvođači drvene sečke, proizvođači ogrevnog drveta i višemetarske oblovine) u kontejnerima ili u džambo vrećama ako je u rasutom stanju ili na kamionima ako je u formi ogrevnog drveta, krupnog ostatka i višemetarske

oblovine. U drugom slučaju linije za proizvodnju peleta imaju znatno manji kapacitet (najčešće od 5.000-10.000 t/godišnje), a polazna sirovina za njihovu proizvodnju je najčešće drveni ostatak iz vlastite prerade drveta ili proizvodnje drugih proizvoda od drveta. U zemljama sa razvijenim tržištem peleta fabrike za njihovu proizvodnju su locirane najčešće blizu drugih fabrika za preradu drveta kako bi se smanjili troškovi transporta sirovine. Kao polazna sirovina za proizvodnju drvnih peleta najčešće se koristi piljevina, strugotina, iver i sitni i krupni drveni ostaci. Bez obzira o kojoj vrsti drvnog ostatka se radi isti se najpre mora očistiti od nečistoća i eventulanog sadržaja metala, peska i sitnog kamena. Tako pripremljen materijal ulazi u sam proces proizvodnje koji se sastoji od nekoliko faza.

Prva faza je usitnjavanje drvnih ostataka u drobilicama i njihovo pretvaranje u drvenu sečku čije se dimenzije kreću od 30×30mm do 50×50mm. Tako dobijena drvena sečka se transportuje u silos za vlažni materijal. Iz silosa vlažnog materijala drvena sečka odlazi u sušaru na sušenje do nivoa od vlažnosti od 13-13,5% pre ulaska u proces presovanja. U praksi je zastupljen veliki broj sušara, a kao veoma rentabilne pokazale su se rotacione sušare (slika 27).



Slika 27. Izgled rotacione sušare (foto: B. Glavonjić, 2010. god.)

Tako osušen materijal doprema se zatim na posebne mlinove gde se dodatno usitnjava do nivoa drvnog brašna (slika 28 levo), a zatim odlazi u silos suvog materijala. Iz silosa suvog materijala drveno brašno se doprema do jednog miksera u kojem se nalazi vlagomer koji kontroliše vlažnost materijala i jedna pumpa koja dozira vodu ukoliko je izmerena vlažnost ispod 13%. Pre ulaska na presu drveno brašno prolazi kroz jedan dozator u kome mu se dodaju veoma male količine skroba (kukuruzno brašno) ako se isti koristi kao dodatno vezivno sredstvo. Iz dozatora drveno brašno odlazi u prese u kojima se nalaze matrice sa cilindričnim otvorima čiji prečnik zavisi od željenog prečnika drvnih peleta (slika 28 desno).



Slika 28. Izgled pripremljene sirovine za proizvodnju peleta (levo) i matrice (desno)

U presama, pod veoma visokim pritiskom, drveno brašno se sabija i kroz otvore na matricama izlazi pelet cilindričnog oblika, prečinka od 6 mm koji se koristi za domaćinstva ili 8-12mm ako se proizvodi za industriju. Na izlasku iz matrice nalaze se noževi koji pelet odsecaju na željenu dužinu, najčešće od 10-30 mm.

S obzirom da je temperatura na matricama prese između 80 i 90° C to se ulazna vlažnost drvnog brašna sa 13-13,5% u njima spušta na konačnih 8-10%. Ukoliko bi ulazna vlažnost bila niža kvalitet i kompaktnost drvnih peleta bi bio doveden u pitanje zbog nemogućnosti adekvatnog sabijanja presušenog drvnog brašna s obzirom na činjenicu da se drvene pelete najčešće proizvode od čistog drveta bez bilo kakvih aditiva i sa jedinim prirodnim vezivnim sredstvom koga poseduje drvo, a to je lignin koji se nalazi u drvnim vlaknima. Samo u izuzetnim slučajevima drvnom brašnu se može dodati prirodni skrob kao što je kukuruzni skrob u malom procentu da bi se poboljšao proces vezivanja čestica i time povećala kompaktnost drvnih peleta.

SISTEMI ZA GREJANJE NA DRVNI PELET

Za proizvodnju toplotne energije i zagrevanje prostorija koriste se posebno, za tu namenu, konstruisani sistemi u formi peći i kotlova na drvni pelet. Pri tom potrebno je napomenuti da neki od postojećih sistema na čvrsta goriva ili mazut mogu biti preuređeni da koriste drvni pelet kao gorivo.

Peći na drvni pelet

Prve peći koje su koristile drvni pelet za proizvodnju toplotne energije i zagrevanje prostorija konstruisane su u SAD početkom 1980-tih godina, a danas ih u SAD-u ima u upotrebi preko pola miliona. U odnosu na peći na fosilna goriva peći koje koriste drvni pelet kao gorivo imaju sledeće prednosti:

- automatsku kontrolu temperature i vremena početka i završetka grejanja,
- ventilator za distribuciju toplote po celoj prostoriji ili prostorijama koje su



međusobno povezane (optimalna površina za grejanje sa jednom peći iznosi oko 80 m²),

- automatsko potpaljivanje i
- visoku efikasnost sagorevanja (preko 80%).

Pored navedenih potrebno je istaći još dve važne karakteritike peći na drvni pelet:

- mogućnost skladištenja peleta u skladištu koje je sastavni deo peći za njen nesmetan rad od 1-2 dana, u zavisnosti od dužine vremena korišćenja peći i
- čišćenje pepela jedanput u mesecu što takođe zavisi od dužine vremena korišćenja peći ali i od njihovog modela.
- mogućnost aktiviranja peći putem SMS poruke s obzirom da se u njima nalaze mini računari. Kada računar dobije naredbu putem SMS poruke on aktivira strujno kolo čime započinje zagrevanje jednog grejača. Nakon dostizanja potrebne temperature (usijanosti) grejača automatski se isključuje dalji dovod struje, a iz skladišta peleta koje je sastavni deo peći počinju da padaju drvene pelete na tako usijani grejač čime otpočinje njihov proces paljenja i daljeg sagorevanja. Iz tih razloga peći na drvni pelet su povezane na napajanje električnom energijom. Ova karakteristika peći na drvni pelet, da se mogu aktivirati putem SMS poruke, predstavlja njihovu posebnu pogodnost za domaćinstva čiji članovi zbog obaveza ne borave u stambenom prostoru tokom celog dana, a potrebno je da isti bude zagrejan po njihovom povratku u isti.



Slika 29. Izgled mini računara na pećima za drvni pelet

Navedene karakteristike peći koje koriste drvni pelet omogućavaju potrošačima udobnost i fleksibilnost u korišćenju bez potrebe kontinuiranog prisustva u prostorijama koje se zagrevaju tokom celog dana kao i bez velikih aktivnosti u pogledu punjenja peći, održavanja temperature i čišćenja pepela.



Iako na prvi pogled izgledaju vrlo slično pećima na tradicionalno drveno gorivo, peći na drvni pelet su potpuno automatizovane tako da ugrađeni mikroprocesori u potpunosti kontrolišu kontinuirani rad peći doziranjem potrebne količine peleta u jedinici vremena kao i efikasnost njihovog sagorevanja. S obzirom da imaju ugrađene termostate za kontrolu temperature i ventilator za distribuciju toplote po celoj prostoriji koja se zagreva dovoljno je od strane potrošača podesiti željenu temperaturu i mikroprocesori će je u potpunosti kontrolisati. Važna karakteristika peći na drvni pelet je i njihova znatno veća bezbednost u pogledu izazivanja požara u odnosu na peći na tradiciionalna drvena i fosilna goriva jer je ceo sistem zatvoren i bez potrebe čestog otvaranja radi punjenja što nije slučaj kod peći na

tradicionalna goriva. Pored toga samo telo peći na tradicionalna goriva ima visoku temperaturu koja može predstavljati opasnost za izazivanje požara pogotovo ako se u njenoj blizini nalaze lako zapaljivi materijali (zavesе, stolnjaci i sl.).

Pored upotrebe za grejanje više povezanih prostorija danas su u upotrebi i sistemi peći na drvni pelet namenjenih centralnom grejanju. Najčešće se koriste peći snage 12 kW koje pored funkcije centralnog grejanja omogućavaju i snabdevanje domaćinstva toplom vodom. Ovakve peći se mogu smestiti u sobama za dnevni boravak tako da u istim nisu neophodne instalacije radiatora.

Kotlovi na drvni pelet

Kotlovi na drvni pelet su potpuno automatizovani sistemi isto kao kotlovi na gas ili mazut. Imaju ugrađene mikroprocesore koji kontrolišu količinu peleta u jedinici vremena kao i količinu vazduha neophodnog za njihovo efikasno sagorevanje u ložitu kotla. To omogućava izuzetno visoku efikasnost sagorevanja (čak i preko 90%) i veoma nisku emisiju dima.



Centralno grejanje sa kotlovima na drvne pelete je isto tako udobno kao i grejanje na tečna goriva. Nije neophodno stalno nadgledanje i kontrola rada s obzirom da tu funkciju obavlja mikroprocesor, a snabdevanje kotla peletima se obavlja automatski iz skladišta za pelete. S obzirom da imaju mogućnost automatskog potpaljivanja kotlovi na drvne pelete se mogu programirati za početak i završetak rada. Ova pogodnost se koristi kod domaćinstava kod kojih su članovi zaposleni ili se zbog drugih obaveza tokom prepodnevni sati nalaze izvan kuće pa nije neophodno trošiti gorivo u tom vremenskom periodu. Mikroprocesori koji kontrolišu rad sistema imaju mogućnost dobijanja komande za puštanje kotla u rad nekiliko sati pre dolaska sa posla ili iz škole putem SMS poruke. Isto tako ukoliko dođe do eventualnih problema u radu mikroprocesori obavestavaju korisnika ili servis putem SMS poruka o postojanju problema, a korišćenjem istih se kotao može isključiti iz rada

ukoliko se proceni da nije bezbedno da nastavi sa daljim radom. Zbog svega navedenog kotlovi na drvni pelet su izuzetno puzdani i omogućavaju vrlo visok nivo fleksibilnosti.

Zbog visoke efikasnosti sagorevanja ostaju male količine pepela koje zahtevaju čišćenje kotla jedanput mesečno.

Vlade mnogih država u Evropskoj uniji raznim merama stimulišu potrošače na prelazak sa fosilnih na bioobnovljiva goriva kakva su drvena goriva. Tako npr. od aprila 2001. godine u Velikoj Britaniji svi proizvođači i uvoznici kotlova i peći na drvena goriva ostvaruju posebne poreske olakšice, a potrošači u Austriji još i povraćaj sredstava u iznosu od 30% od cene koštanja peći, kotla ili cene koštanja instalacija centralnog grejanja na drvena goriva.

Od ostalih karakteristika kotlova na drvni pelet posebno se izdvajaju:

- jednostavno snabdevanje drvnim peletima. Drvni peleti se mogu kupiti u PVC vrećicama u pakovanju od 16 kg ili isporukom od strane proizvođača ili distributera u cisternama, ako se kupuje u velikim količinama (najčešće 1 ili 2 tone u zavisnosti od veličine skladišnog prostora sa kojim se raspolaze),
- automatizovana kontrola sagorevanja,
- dokazana visoka puždanost i bezbednost u zaštiti od požara i problema u elektroinstalacijama,
- dokazane visoke performanse u pogledu smanjenja zagađenja životne sredine,
- jednostavno održavanje i čišćenje,
- jasne i nedvosmislene instrukcije,
- prosečna emisija ugljendioksida (CO₂) je ispod 12%, a CO ispod 0.1% (1000 ppm) i
- automatsko puštanje u rad sa bezbednim isključivanjem u slučaju prekida napajanja električnom energijom kao i ponovno pokretanje nakon otklanjanja nastalih problema.

Skladišta za pelete i snabdevanje

Skladišta za pelete zavise od toga kako se vrši snabdevanje istim. Ukoliko domaćinstva koriste peć na pelete u njima se već nalazi ugrađeno mini skladište u koje se može smestiti pakovanje peleta u PVC vrećicama od 15-16 kg (slika 30). Ova količina peleta je dovoljna za grejanje povezanih prostorija ukupne površine od oko 80 m² za jedan dan uz stalno održavanje temperature u uobičajenim granicama. Ukoliko nije neophodan rad peći tokom celog dana (dnevnog grejnog perioda) navedena



količina peleta može obezbediti dvodnevnu, a u nekim slučajevima i trodnevnu potrošnju. Punjenje mini skladišta peći se vrši ručno kao i pražnjenje pepela. U pogledu skladišnog prostora za skladištenje džakova od po 16 kg težine najznačajniji zahtev je da taj prostor bude izolovan od uticaja kiše i vlage, a njegova veličina zavisi do toga koliko su potrošači opredeljeni da kupe manju ili veću količinu peleta i koliko su udaljeni najbliži supermarketi ili stovarišta goriva na kojima se svakodnevno mogu kupiti navedena pakovanja. Kupovinom većih količina cene drvnih peleta su niže u odnosu na pakovanja u PVC vrećicama.

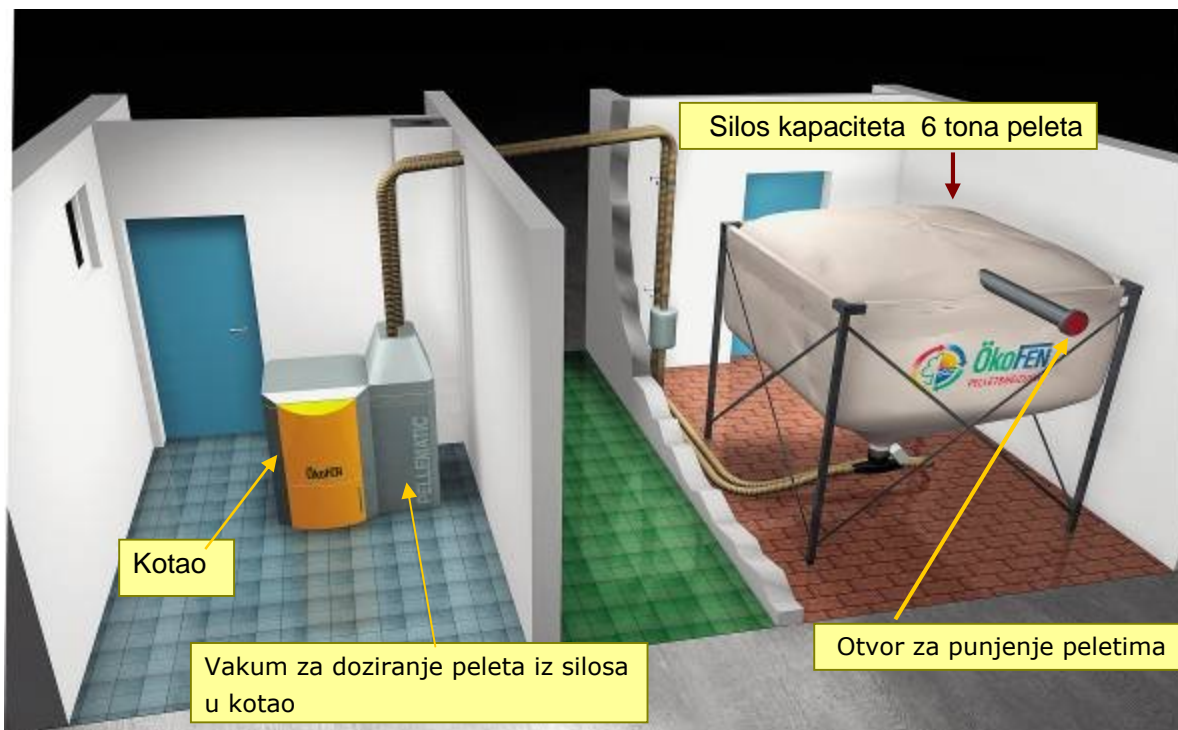
Slika 30. Pakovanje peleta u PVC džakovima

Za kotlovske sisteme na drvne pelete neophodna su skladišta u koja je moguće smestiti oko 2 tone peleta za nesmetan i kontinuiran rad sistema u trajanju od najmanje jednog meseca. U tom slučaju potrebno je organizovati nabavku peleta najmanje 2-3 puta u toku grejne sezone. Ukoliko potrošači imaju mogućnost izgradnje većeg skladišnog prostora za pelete npr. za 5-6 tona onda se organizovanje nabavke vrši samo jedanput za celu grejnu sezonu. Isporuka peleta za veće skladišne sisteme vrši se cisternama (kao za mazut) (slika 31), a ceo postupak prebacivanja peleta iz cisterni u skladište obavlja se crevima i u potpunosti je mehanizovan.

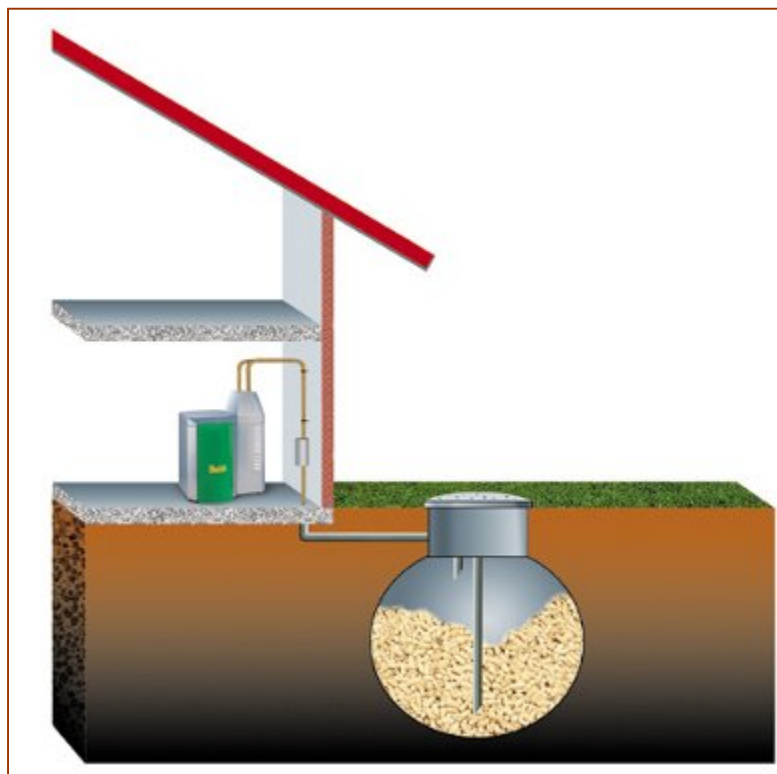


Slika 31. Cisterna za prevoz peleta

Ovako relativno velika skladišta za pelete mogu biti unutar (slika 32) ili izvan kuća (slika 33) kao posebne jedinice.



Slika 32. Silos za skladištenje peleta unutar objekta



Slika 33. Silos za skladištenje peleta izvan objekta

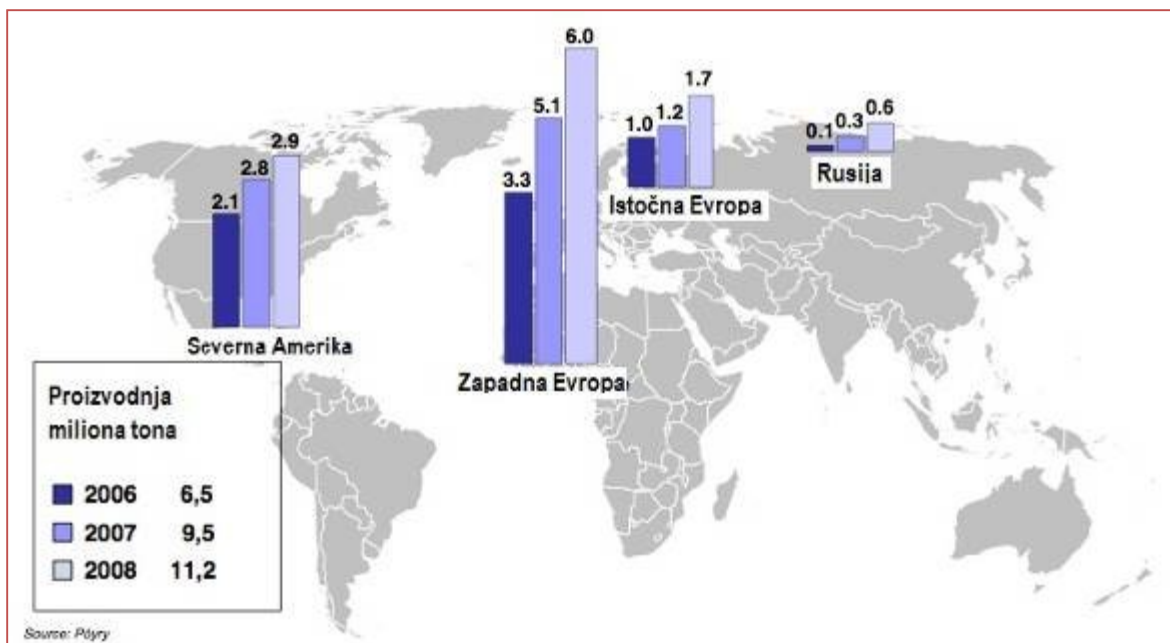
U oba slučaja skladišta su povezana sa kotlom vakum cevima.

Snabdevanje drvnim peletima u količinama od 1 tone i više je pogodno za potrošače jer su cene po kg tako kupljenih peleta niže u odnosu na cene po kg peleta koje se kupuju u pakovanjima PVC vrećica. Posebnu pogodnost koju imaju potrošači predstavlja nabavka peleta tokom letnjih meseci kada proizvođači i distributeri peleta daju velike popuste.

RAZVOJ TRŽIŠTA DRVNIH PELETA

Proizvodnja i upotreba peleta započela je ranih 70-ih godina u Severnoj Americi, kao vrsta alternativnog goriva. U 2008. godini u Severnoj Americi proizvodnjom peleta bavilo se preko 100 fabrika sa godišnjom proizvodnjom od 4 miliona tona. Za razliku od Severne Amerike proizvodnja peleta u Evropi otpočela je 80-ih godina najpre u Švedskoj, a zatim u ostalim razvijenim zemljama (Austrija, Nemačka, Finska). Glavni razlog za otpočinjanje proizvodnje peleta u Švedskoj predstavljale su visoke cene nafte i potreba da se smanje zagađenja vazduha i životne sredine usled

velike upotrebe uglja. Potrošnja i tržište peleta u Evropi se od tada intenzivno razvijaju, tako da je u 2010. godini broj fabrika za proizvodnju peleta iznosio preko 250, a njihova proizvodnja oko 9 miliona tona, što je skoro dva puta više u odnosu na ostvarenu proizvodnju u Severnoj Americi (slika 34).



Slika 34. Proizvodnja drvnih peleta u pojedinim regionima u svetu

Švedska, SAD i Kanada predstavljaju najveće svetske proizvođače peleta. Drugu grupu čine neke zemlje Evropske unije čija se godišnja proizvodnja kreće između 200.000 i 600.000 tona (Austrija, Nemačka, Italija, Letonija, Poljska i Danska). Preostale zemlje proizvode znatno manje količine.

Po proizvodnji peleta lider u Evropi je Švedska, a prognoze i trendovi pokazuju da će to ostati i u narednom periodu. Od ostalih zemalja izdvajaju se Austrija, Italija i Nemačka. Razvoj proizvodnje i tržišta peleta u Evropskoj uniji posebno se stimulišu odgovarajućom politikom od strane Evropske Komisije. U martu 2007. godine članice Evropske unije su postigle dogovor da do 2020. godine 20% od ukupno proizvedene energije treba da potiče od obnovljivih izvora energije u čemu će biomasa imati značajno učešće. Realizacija ove politike će imati značajan uticaj na proizvodnju i trgovinu proizvodima od biomase, kao i na sam razvoj ovog segmenta energetskeg sektora. U Evropskoj uniji se u 2006. godini oko 4%¹ od ukupnih energetskeg potreba zadovoljavalo energijom proizvedenom iz biomase.

Kada je u pitanju region Zapadnog Balkana lider u proizvodnji peleta je Hrvatska sa godišnjom proizvodnjom preko 100.000 tona. Proizvodnja peleta u Srbiji u 2010. godini dostigla je nivo od 41.000 tona, a u Bosni i Hercegovini oko 80.000 tona. U momentu izrade ove publikacije u Crnoj Gori nije postojala proizvodnja drvnih peleta.

¹ IEA Bioenergy Task 40, Global Wood Pellets Markets and Industry: Policy Drivers, Market Status and Raw Material Potential

CERTIFICATE



Through an audit on 2011 August 18th and 19th documented in a report we confirm that

Trebio Inc.

ENplus ID-Nr.: CAN 001

(PCU: PRJ 817 977)

**211 Route 301, Portage du Fort,
Quebec, Canada, JOX 2 TO**

meets all the requirements according to the ENplus standard for pellet production.

Based on the approval by European Pellet Council we confirm, that the holder of this certificate is allowed to produce ENplus certified wood pellets. The company is inspected and certified by the certification body PCU Deutschland GmbH as an independent third party.

This certificate allows to use the ENplus logo according to the latest version of the ENplus handbook.

Date of certificate, Berlin	2011-09-30
Validity until	2014-09-30


Dr. habil. Rainer Friedel
Managing director



This certificate is property of the certification body and must be returned on request. The audit based on the valid version of the scheme manual by the European Pellet Council.

Sa stanovišta proizvođača i potrošača drvnih peleta veoma je važno da njihov kvalitet i poreklo drvene sirovine od koje su izrađeni budu stalno kontrolisani. U tom smislu proizvođači drvnih peleta su obavezni da prilikom distribucije svojih proizvoda na tržište imaju odgovarajuće sertifikate o kvalitetu koji se izdaju od ovlašćenih laboratorija u kojima su se drvene pelete ispitivale. Pored toga u Evropskoj uniji je definisan i poseban sistem sertifikacije drvnih peleta tzv. **ENplus šema sertifikacije za drvene pelete (slika 35).**

Ovom šemom sertifikacije obuhvaćen je čitav lanac od snabdevača drvnom sirovinom, preko proizvođača do distributera i trgovaca drvnim peletima tako da se na taj način u potpunosti kontrološe njihovo poreklo i kvalitet.

Slika 35. Izgled ENplus sertifikata za drvene pelete

9. UPOREDNI PREGLED TROŠKOVA GREJANJA SA RAZLIČITIM VRSTAMA GORIVA NA PRIMERU JEDNOG DOMAĆINSTVA U CRNOJ GORI

Prilikom planiranja količina i nabavke ogrevnog drveta i drvene sečke obračun se najčešće vrši po zapremini dok se za drvene brikete i pelete obračun vrši po težini. Pri tom važno je istaći da je količina energije koja se dobija sagorevanjem jedinice zapremine goriva različitih drvnih vrsta različita.

Generalno tvrde vrste drveta sadrže veću količinu energije po zapremini nego što je to slučaj sa mekim drvnim vrstama. S druge strane meke vrste drveta se lakše potpaljuju, brže prosušuju i sagorevaju. U tom smislu važna je i debljina drvnog sortimenta. Sortimente sa većom debljinom trebalo bi rascepiti na dva ili više delova kako bi oni pri sagorevanju dali maksimalni energetski efekat. Sadržaj energije različitih vrsta goriva na bazi drveta predstavljen je u poglavlju 6.

Goriva na bazi drveta su i troškovno vrlo konkurentna u odnosu na ostale vrste goriva. Njihova prednost je posebno izražena u odnosu na goriva koja predstavljaju naftne derivate (lož ulje, mazut) čije cene su u stalnom porastu poslednjih nekoliko godina. Pored cenovne posebna prednost drvnih goriva sastoji se u činjenici da se ova goriva mogu proizvesti kao domaći proizvodi za koje nije potrebno izdvajati velike sume novca kao što je to potrebno za uvoz nafte i njenih derivata, zatim gasa, a ponekad i električne energije.

Da bi domaćinstvo moglo da planira svoje potrebe za drvnim gorivima u toku jedne grejne sezone (oktobar–mart) neophodno je poznavati njihovu energetsku vrednost. U tabeli 10 dati su podaci o prosečnoj energetskoj vrednosti za najčešće korišćene vrste drvnih goriva za potrebe domaćinstava.

Tabela 10. Energetska vrednost komercijalnih vrsta drvnih goriva

Vrsta drvnog goriva	Jedinica mere	Sadržaj vlage (%)	Energetska vrednost	
			kWh/jedinici mere	kWh/kg
Ogrevno drvo bukve - sirovo	prm	50	1.688	2,16
Ogrevno drvo bukve – prosušeno	prm	25	1.865	3,6
Ogrevno drvo četinarara – sirovo	prm	50	1.222	2,3
Ogrevno drvo četinarara prosušeno	prm	25	1.342	3,8
Drvena sečka (bukva)	nm ³	30	1.052	3,3
Drvni briketi	tona	10	4.680	4,68
Drvni peleti	tona	8	4.800	4,8

Potrebe jednog domaćinstva za grejanje stambenog prostora su različite u zavisnosti od veličine prostora, izolacije zidova, zahtevane srednje temperature u prostorijama, nadmorske visine i drugih faktora. U tom smislu potrebe se kreću od 16.000 do 30.000 kWh godišnje. Za podmirenje navedene količine energije u tabeli 11 predstavljene su potrebne količine drvnih goriva uz uslov da sagorevaju u kotlovima (pećima) sa efikasnošću od 70%.

Tabela 11. Količine goriva na bazi drveta potrebne za podmirenje potreba grejanja domaćinstva na godišnjem nivou uz uslov da sagorevaju u kotlovima (pećima) sa efikasnošću sagorevanja od 70%

Vrsta drvnog goriva	Jedinica mere	Potrebna količina u jedinicama mere	Energetska vrednost navedenih količina u kWh
Ogrevno drvo bukve prosušeno (v=25%)	prm	8-12	14.920-22.380
Drvena sečka bukve (v=30%)	m ³ nasipnih	25-50	26.300-52.600
Drvni briketi (v=10%)	tona	4-6	18.720-28.080
Drvni peleti (v=8%)	tona	4-6	19.200-28.800

Komparativna analiza cena pojedinih vrsta energenata koji se najčešće upotrebljavaju za grejanje u domaćinstvima u Crnoj Gori prikazana je u tabeli 12. Kao osnov za proračun usvojene su godišnje potrebe domaćinstva u iznosu od 10 prm drveta bukve ili 18.650 kWh/godišnje, a cene pojedinih energenata predstavljaju tržišne cene u momentu izrade proračuna (23. novembar 2011. godine).

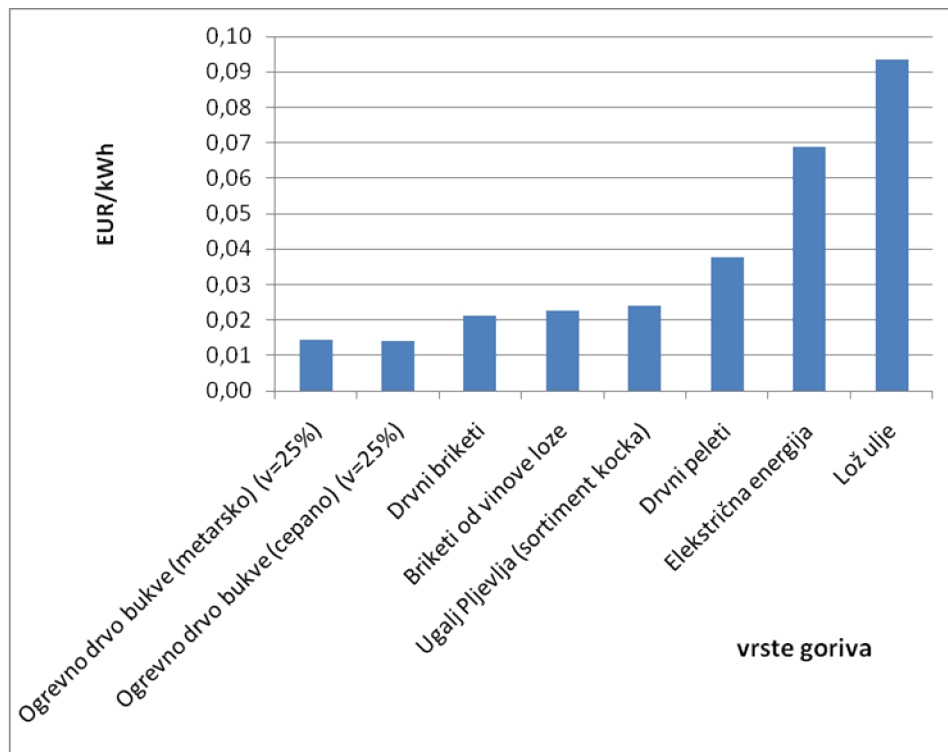
Tabela 12. Uporedni pregled cena grejanja za različite vrste goriva u Crnoj Gori za domaćinstvo sa godišnjom potrošnjom od 18.650 kWh (23. Novembar 2011.g.)

Vrsta energenta	Jedinica mere	Energetska vrednost (kWh/jedinici mere)	Potrebna količina po jedinici mere	Cena po jedinici mere u EUR	Ukupni troškovi za potrebnu količinu goriva u EUR	Cena energije u €/kWh
Ogrevno drvo bukve (metarsko) (v=25%)	prm	1.865	10	27	270	0,0144
Ogrevno drvo bukve (cepano) (v=25%)	prm	2.265	8,2	32	263	0,0141
Drvni briketi	tona	4.680	4,0	100	400	0,0214
Briketi od vinove loze*	tona	4.500	4,2	100	420	0,0225
Drvni peleti	tona	4.800	3,9	180	702	0,0376
Ugalj Pljevlja (sortiment kocka)	tona	3.750	5,0	90	450	0,0241
Lož ulje	litar	10,7	1.743	1,0	1.743	0,0934
Električna energija** (50:50% odnos viša:niža tarifa)	kWh	1	18.650	0,069	1.287	0,069

Napomene: cene drvnih goriva su uzete na području opštine Bijelo Polje i uključuju prevoz. Cene uglja su sa prevozom, a lož ulja bez prevoza.

*Prema ÖNORM M 7135 gornja toplotna moć iznosi 16,2 MJ/kg, a prema DIN 51731 od 17,5-19,5 MJ/kg. Usvojeno 16,4 MJ/kg odnosno 4,5 kWh/kg.

**U proračun cene uzet odnos više i niže tarife-50:50%. Obračun cene izvršen u skladu sa metodologijom objašnjenja računa za utrošenu struju Elektroprivrede Crne Gore (www.epcg.co.me).



Grafikon 8. Pregled cena grejanja za različite vrste goriva u Crnoj Gori za domaćinstva sa godišnjom potrošnjom od 18.650 kWh (23. Novembar 2011.g.)

U trenutku izrade uporednog pregleda cena energenata ogrevno drvo i drvni briketi predstavljaju najjeftinije energente za potrebe grejanja domaćinstava u Crnoj Gori. Pored ekonomskih vrednosti dodatnu vrednost korišćenja drvnih goriva predstavlja i znatno manja emisija CO₂ u odnosu na ostala, pre svega, fosilna goriva. Navedenu činjenicu potvrđuju i podaci iz tabele 13.

Tabela 13. Količina emitovanog CO₂ za proizvodnju potrebne količine energije u iznosu od 18.650 kWh upotrebnom različitim vrsta goriva

Vrsta goriva	Količina CO ₂ u kg koja se emituje za proizvodnju 1kWh energije iz određene vrste goriva	Ukupna količina CO ₂ u tonama koja se emituje za proizvodnju 18.860 kWh energije iz izabranih vrsta goriva
Ogrevno drvo	0,02113	0,39
Drvni briketi	0,03	0,56
Drvni peleti	0,03	0,56
Lož ulje	0,269	5,02
Ugal (Pljevlja, sortiment kocka)	0,382	7,12

Za potrebnu količinu energije sagorevanjem drvnih goriva biće emitovano 18,27 puta manja količina CO₂ u odnosu na ugalj ili 12,9 puta manja količina CO₂ u odnosu na mazut.

Pored količina i cena energenata za svako domaćinstvo značajan je i proračun potrebne snage kotlova (peći) za proizvodnju toplotne energije. U tom smislu preporuka je da se izvrše konsultacije sa odgovarajućim stručnjacima za grejanje koji će sagledati ne samo zapreminu prostora koji se greje već i ostale aspekte objekta (izolacija, nadmorska visina na kojoj se objekat nalazi, ruža vetrova, zahtevana temperatura u objektu i drugi). Za grubu procenu potrebne snage kotla (peći) može se koristiti sledeća formula:

$$\text{Kotao (kW)} = \frac{\text{zapremina prostora koji se greje (m}^3\text{)}}{34}$$

Vrednost maksimalne snage kotla predstavlja mogućnost kotla da proizvede i isporuči potrebnu količinu energije i ona se uglavnom određuje za najhladniji period godine kada su i potrebe za toplotnom energijom najveće.

Adrese najznačajnijih proizvođača drvnih i briketa iz vinove loze u Crnoj Gori

Drvni briketi



1. NVO VRANEŠ

Ul.

000 Bijelo Polje

Tel. 067 581 804, 069 365 760, 063 376 964

Fax.

email: vidojem@t-com.me

2. DUGA

Kočani

Ulica....

000 Nikšić

tel: 069 040 939

tel:

fax:

e-mail: dugank@t-com.me

3. GS PRODUKT

Ul.

000 Kolašin

Tel. 068 111 507

Fax.

Briketi iz vinove loze

1. PLANT-OMP

Ul.....

000Podgorica

Tel.

Fax.

email:

Međunarodni sistem mernih jedinica

10^n	Naziv/Simbol	Brojčani iznosi
10^{15}	peta (P)	1.000.000.000.000.000
10^{12}	tera (T)	1.000.000.000.000
10^9	giga (G)	1.000.000.000
10^6	mega (M)	1.000.000
10^3	kilo (k)	1.000
10^2	hekto (h)	100
10	deka (da)	10
10^{-1}	deci (d)	0,1
10^{-2}	centi (c)	0,01
10^{-3}	mili (m)	0,001
10^{-6}	mikro (μ)	0,000 001

Literatura:

- [1]. Nacionalna šumarska politika Crne Gore, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Crne Gore, Podgorica, 2008
- [2]. State of the World's Forests 2011. FAO, Rome, 2011.
- [3]. Nacionalna inventura šuma Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, 2009.
- [4]. Stijović A. CMMU / MPŠV. Podloga za kartu: Uprava za nekretnine Crne Gore, Podgorica, 2010.
- [5]. Glavonjić B. Mogućnosti, izazovi i trenutni napredak u razvoju tržišta za drvenu biomasu u Crnoj Gori, FODEMO, Podgorica, 2010.
- [6]. Glavonjić B. Drvna biomasa: vrste, karakteristike i pogodnosti za grejanje, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije i Šumarski fakultet, Beograd, 2008.
- [7]. CEN, Standardi za drvna biogoriva
- [8]. Krajnc N. Drva in sekanci: proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje, Gozdarski institut Slovenije, Ljubljana, 2009.
- [9]. Interni katalozi proizvođača drvnih goriva, peći i kotlova na drvna goriva

