

## ČLANEK – les kot energent za ogrevanje

### Les kot energent za ogrevanje

Glede pokritosti z gozdovi spada Slovenija med bogatejše države v Evropi. Več kot 58 procentov površine naše dežele pokrivajo kvalitetni gozdovi. Pred nami sta le Švedska in Finska. Sestava naših gozdov je izredno kvalitetna, saj znaša delež bukovih in hrastovih dreves 70 procentov. Ti dve vrsti pa dajeta najkvalitetnejši les, ki ga lahko uporabimo tako v industriji kot tudi v energetiki.

Les je najstarejše kurivo, ki ga človek pozna. Resnici na ljubo pa moramo priznati, da smo ta energent v zadnjih dveh- treh desetletjih precej zanemarili. Glavni vzrok za to se je skrival predvsem v razmeroma ugodnih cenah drugih energentov. Danes pa, ko dosegata kurilno olje in zemeljski plin razmeroma visoke cene in ko smo uvideli, da zgorevaje fosilnih goriv resno onesnažuje okolje, smo les kot gorivo ponovno začeli masovno uporabljati.

Razen navedenega pa ima les pred fosilnimi gorivi še naslednje prednosti:

- CO<sub>2</sub> nevtralen
- je domač, tradicionalen in obnovljiv vir energije, ki ga imamo v zadostnih količinah
- uporaba lesa pomeni povečanje energetske neodvisnosti Slovenije
- je pomemben ekonomsko – socialni dejavnik ohranitve razvoja podeželja (hriboviti deli države)
- je večnamensko uporaben (kvaliteten les porabi industrija, slabši pa gre za ogrevanje)
- je varen vir energije (ni razlitja, eksplozije,..)
- je lokalno dosegljiv vir energije z zanesljivo dobavo
- ogrevanje z lesom s sodobnimi kurilnimi napravami je udobno, varno in ekološko sprejemljivo
- za ogrevanje je uporaben v različnih oblikah

Ob naštetih dobrih lastnosti pa ima ogrevanje z lesom tudi vsaj dve pomanjkljivosti:

- kurjenje v slabih in tehnološko zastaranih kurilnih napravah povzroča velike izgube energije in močno onesnažuje okolje
- posek, priprava, sušenje in skladiščenje drv zahteva precej fizičnega dela.

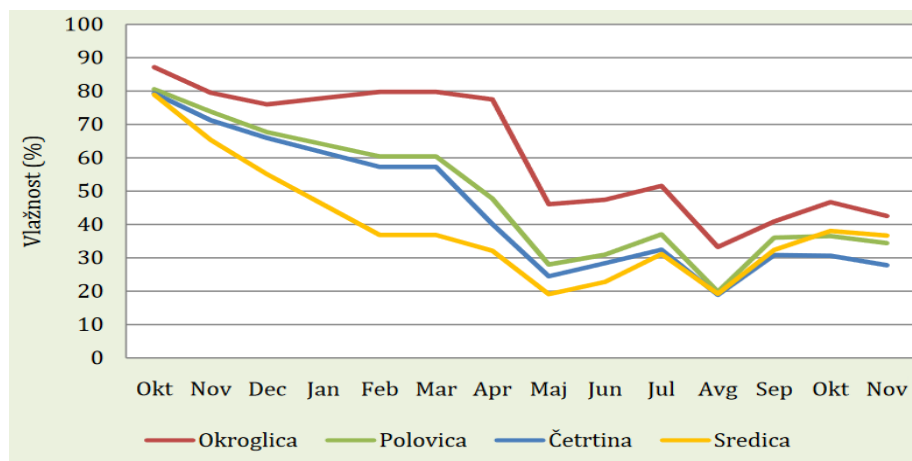
Les uporabljamo kot energent v različnih oblikah, to je v obliki polen, peletov, briketov, sekancev, skoblancev, žagovine in tudi uporabnih odpadkov.



**Slika 1** Les kot gorivo v obliki polen, sekancev, skoblancev, žagovine, lesnih odpadkov, pelet in briketov Vir: spletne strani

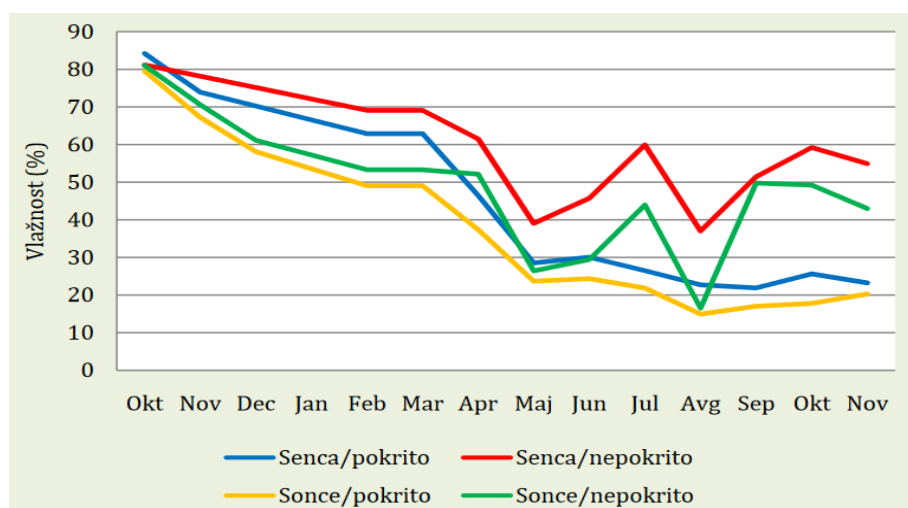
### Priprava lesa za ogrevanje

Pri pripravi lesa za ogrevanje so izrednega pomena čas poseka, način skladiščenja ter mesto skladiščenja in način ter čas trajanja sušenja. Pravi čas poseka je v pozno jesenskih in zimskih mesecih. Drevo posekano izven navedenega obdobja vsebuje preveč naravne vlage in bo zaradi tega čas sušenja bistveno daljši. Drevesa za kurjavo moramo čim prej razkalati, to je takoj po poseku. Vedeti moramo, da je čas sušenja okroglic bistveno daljši od časa sušenja razkalanega lesa. Primerjavo časa sušenja različnih oblik lesa podaja slika 2.



Slika 2 Čas sušenja različnih oblik lesa Vir: Les kot gorivo, dr. Nike Krajnc

Razen oblike pa na čas sušenja bistveno vpliva tudi način in mesto začasnega skladiščenja (sušenja).



Slika 3 Čas sušenja v odvisnosti od načina skladiščenja Vir: Lesna goriva Nike Krajnc

Pravilno je, če skladovnice razkalanega lesa zlagamo na sončnih in vetrovni (zračni) legah. Pri tem pa ne pozabimo skladovnice dvigniti od tal za 10 do 15 cm (zagotovitev cirkulacije zraka), z zgornje strani pa jih pokriti.

Minimalni čas sušenja naj ne bo krajši od enega leta, kar pa velja le za topolo in smreko. Izkušnje namreč kažejo, da je pri ostalih vrstah lesa enoletno sušenje prekratko. Potreben čas sušenja v odvisnosti od vrste lesa podaja tabela 1.

Vrsta lesa	Čas sušenja (leto)
Topol in smreka	1
Lipa, jelša, breza	1,5
Bukev, jesen, sadno drevje	2
Hrast	2 do 3

Tabela 1

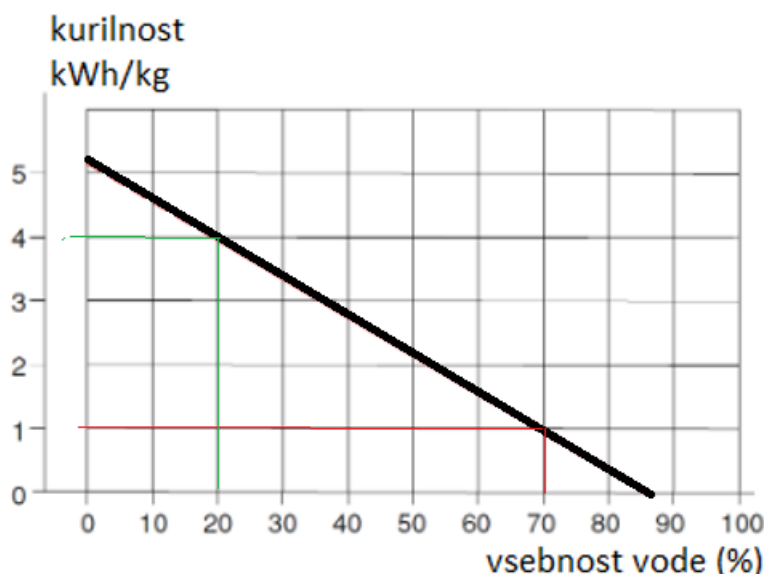
Iz zgornjih diagramov vidimo, da na vlažnost drv v skladovnicah bistveno vplivajo tudi vremenske razmere (glej krivulje). V poletnem času pade vlažnost drv iz 70% na okoli 20%, v jesenskem deževnem času les absorbira vlago in se mu vlažnost ponovno poveča za okoli 15 – 20%, zato ga moramo pravočasno (tako po koncu poletja) spraviti v drvarnico.

### Voda v lesu in vlažnost lesa

Vlažnost lesa oziroma vsebnost vode bistveno vpliva na kurilnost in pa tudi na kvaliteto zgorevanja lesa. Zaradi tega smemo kuriti le s suhim lesom. Vedeti je treba, da se mora lesna vlaga med zgorevanjem upariti. Tako nastale vodne pare, pomešane z vročimi dimnimi plini, pa zapuščajo kotel in s tem

odnašajo toploto. Na ta način izgubljena toplota ne bo ogrevala naših prostorov pač pa okolice. Kot zanimivost naj navedemo, da za izhlapevanje enega kilograma vlage potrebujemo 0,68 kilovatnih ur toplotne energije.

Vrednost kurilnosti lesa (kWh/kg) v odvisnosti od vsebnosti vode  $w$  (%) prikazuje slika 4



Slika 4, Vir Lesna goriva Nike Krajnc

Slika kaže, da ima sveže posekan kilogram lesa z vsebnostjo vode 70% vrednost kurilnosti le 1 kWh/kg. V kolikor ta isti kg lesa sušimo naprimer 1 leto na zraku, se bo njegova vsebnost vode zmanjšala na 20%, kurilnost pa narasla na 4 kWh/kg.

Vsake 10 % vode zmanjša kurilno vrednost lesa za 12 %. Če kurimo gozdno suh les (to je približno pol leta po poseku) porabimo 25% energije uskladiščene v lesu za izhlapevanje vode. Čim več vode je v lesu, tem več energije porabimo za njeno izhlapevanje in tem manj nam ostane za ogrevanje naših bivalnih prostorov. Za kurjenje naj imajo drva vsebnost vode manj kot 20 % (priporočljiva je 10 do 15 %), oziroma vlažnost manj kot 25 % (priporočljiva od 11 do 18 %)

Vlažnost lesa ( $u$  %) je definirana kot delež mase vode v lesu glede na maso absolutno suhega lesa, vsebnost vode v lesu pa je definirana kot delež mase vode v lesu glede na maso svežega (vlažnega) lesa.

Kot zanimivost navedimo, da je pri vsebnosti vode lesu  $w = 0\%$ , tudi vlažnost lesa  $u = 0\%$ . Pri vsebnosti vode  $w = 50\%$  pa znaša vlažnost lesa 100%.

Razmerja med vlažnostjo  $u$  in vsebnostjo vode  $w$ , kaže tabela 2.

Razmerja med vlažnostjo  $u$  in vsebnostjo vode  $w$ .

w %	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
u %	0	5,3	11,1	17,6	25,0	33,3	42,9	53,8	66,7	81,8	100,0	150,0

Tabela 2 Vir: Lesna goriva Nike Krajnc

### Kurilna vrednost lesa

Različne vrste lesa imajo različno specifično težo in zaradi tega tudi različne kurilne vrednosti. V enem kubičnem metru suhega bukovega lesa, ki tehta 855 kg se skriva 3.100 kilovatnih ur notranje energije. Za razliko od tega pa vsebuje en kubični meter suhe jelše, ki tehta 600 kilogramov, le 2.100 kWh notranje energije. Glede na to, da je v naših krajih precej dreves topole, povejmo, da ima kubični meter topole za kar 40 procentov manjšo kurilno vrednost kot na primer kubični meter bukevega lesa. Drugače je, če pogledamo koliko energije vsebuje kilogram suhe bukve in koliko kilogram suhe topole. Ugotovili bomo, da ni razlike. Ena tona suhe topole vsebuje enako energije kot ene tona suhe bukve. Za konec naj

povemo, da pod izrazom „suhi les” razumemo les z okoli 15 procentno vlažnostjo. Kurilne vrednosti različnih, najbolj pogosto uporabljenih, drevesnih vrst podaja tabela 3.

Kurilne vrednosti različnih drevesnih vrst pri vlažnosti 15% kaže spodnja tabela

drevesna vrsta	teža lesa pri 15 % vlažnosti		kurilna vrednost 1 m <sup>3</sup>	
	povpr. kg/m <sup>3</sup>	povpr. kg/prm	v kWh	v litrih k. olja
smreka	605	454	2.178	218
rdeči bor	610	458	2.196	220
zeleni bor	460	345	1.656	166
jelka	730	548	2.628	263
macesen	680	510	2.448	245
duglazija	740	555	2.664	266
breza	770	578	2.772	277
bukev	855	641	3.078	308
beli gaber	950	713	3.420	342
hrast – dob	920	690	3.312	331
hrast – graden	790	593	2.844	284
veliki jesen	820	615	2.952	295
črna jelša	605	454	2.178	218
robinija	810	608	2.916	292
pravi kostanj	870	653	3.132	313

Vir: Lesna biomasa: okolju prijazen obnovljiv vir energije  
Tabela 3

### Zgorevanje lesa in onesnaževanje okolja

Zgorevanje je kemični proces, pri katerem poteka oksidacija gorljivih elementov lesa (predvsem ogljika – C in vodika – H) s kisikom.

Les je trdo gorivo, kljub temu pa je v njem več kot polovica gorljivih snovi hlapnih. To pa pomeni, da naj bi, več kot polovica lesne mase zgorela v obliki lesnega plina. Žal v primeru slabih in tehnološko zastarelih kurilnih naprav, ki ne dosegajo pogojev popolnega zgorevanja, velik del teh plinov ne zgori. Hklapljive komponente namreč izhlapijo v teh napravah tudi takrat, ko v kurišču ni ustreznih količin kisika in tudi takrat, ko ni potrebe po toploti. Navedeno pa pripelje do nepopolnega zgorevanja, ko hlapljive komponente ne zgorijo, pač pa pobegnejo skozi dimnik v okolico. S tem pa izgubljammo njihovo energijo, istočasno pa zastrupljamo tudi okolje.

Problem rešujejo sodobne, tehnološko napredne kurilne naprave, v katerih sta tako uplinjanje, kot tudi zgorevanje pod nadzorom. Pri teh kurilnih napravah dovajamo v kurišče dva nadzorovana in regulirana pretoka zraka (primarnega in sekundarnega). Primarnega dovajamo v prostor, kjer se vrši uplinjanje (na polena), sekundarnega pa v prostor zgorevanja lesnih plinov (med lesne pline). Nadzor in regulacija zgorevanja se vrši s pomočjo lambda sonde, frekvenčno reguliranega ventilatorja in avtomatsko prilagodljivih loput primarnega in sekundarnega zraka. Do popolnega zgorevanja in s tem zgorevanja tudi hlapljivih komponent pa pride z usklajevanjem razmerja obeh zrakov. Zaradi dodatnega izboljšanja izkoristka celotnega ogrevalnega sistema in doseganja boljšega bivalnega ugodja pa morajo imeti kurilne naprave na polena prigraven tudi zbiralnik toplote, v katerem hranimo odvečno toploto, ki jo ne porabimo, ker so bivalni prostori že dovolj topli. To toploto pa porabimo takrat, ko se prostori ohladijo, kurilna naprava pa več ne obratuje.

Ali lesni plini zgorijo (popolno zgorevanje), ali ne (nepopolno zgorevanje) je natančno možno ugotoviti le z meritvami. Na kvaliteto zgorevanja pa lahko sklepamo tudi iz barve plamena, barve in gostote dima in tudi iz barve pepela.

Rdečkast in temen plamen pomeni nepopolno (slabo) zgorevanje, svetel plamen pomeni sprejemljivo zgorevanje, modrikast plamen pa je znak dobrega (popolnega) zgorevanja, pri katerem zgorijo tudi hlapljive gorljive sestavine lesa.



Slika 5 Temen rdečkast plamen znak slabega zgorevanja  
Hausbau Ratgeber



Slika 6 Svetel modrikast plamen, znak dobrega zgorevanja Vir:

O kvaliteti zgorevanja lahko sklepamo tudi po dimu na izstopu iz dimnika. Temen in gost dim priča o zelo slabem zorevanju, svetel in skoraj neviden dim (vidimo le vodno paro, ki je nastala med zgorevanjem) pa je pokazatelj dobrega zgorevanja.



Slika 7 slabo zgorevanje



Slika 8 dobro zgorevanja

Vir: J Kaplar

Na kvaliteto zgorevanja lahko sklepamo tudi po barvi pepela. Pri dobrem zgorevanju zgorijo vse gorljive komponente lesa, zato ni ostankov in je pepel svetlo sive barve. Pepel temne barve pa priča o nezagorelih ostankih lesa, to je o slabem zgorevanju.

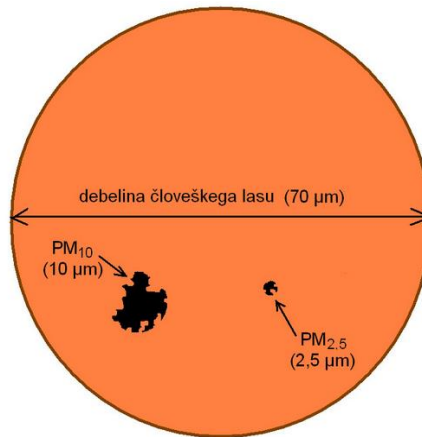
Posledice slabega zgorevanja so saje in katranske obloge na notranjih stenah kurilnih naprav, na dimniških priključkih in tudi na notranjih stenah dimnika. Te saje in katranske obloge pa se lahko tudi vžgejo in pride do takoimenovanega dimniškega požara. Neustrezna barva plamena, dima in pepela so znaki slabega zgorevanja in nas opozarjajo na ukrepanje. Dimniški požar pa je resno opozorilo, da je zgorevanje v naši kurilni napravi zelo slabo in so nujno potrebni ukrepi za odpravo le tega. Ukrepi: za gorivo uporabljajmo le ustrezen les ob ustreznem načinu kurjenja, sodobna kurilna naprava, ustrezen dovod zraka za zgorevanje, ustrezen dimniški priključek in ustrezen dimnik, so nujni predvsem zaradi zaščite zdravja ljudi, negativnih posledic na okolje, energetske učinkovitosti, zagotavljanja požarne varnosti, itd.

Naša kurišča pa z dimnimi plini, zapuščajo tudi trdi delci oziroma takoimenovani lebdeči prah, različnih velikosti. Pravimo jim tudi PM delci (angl. Particulate Matter). Velikost delcev največkrat opišemo z izrazom »aerodinamični premer«, ki je definiran kot premer okroglega delca z gostoto  $1 \text{ g/cm}^3$ . To pomeni, da se v zraku obnaša kot vodna kapljica definiranega premera. Delci enake oblike in velikosti, toda različne gostote, imajo različen aerodinamični premer. Te delce ločimo po velikostnih razredih:

- PM10 – grobi delci z aerodinamičnim premerom med  $2,5 \mu\text{m}$  in  $10 \mu\text{m}$ ,
- PM2,5 – drobni delci z aerodinamičnim premerom med  $1 \mu\text{m}$  in  $2,5 \mu\text{m}$ ,
- PM1 - drobni delci z aerodinamičnim premerom med  $0 \mu\text{m}$  in  $1 \mu\text{m}$ .

Ti delci pa niso nedolžni, manjši kot so, tem globlje prodrejo v naša dihala. Delci, z aerodinamičnim premerom večjim od 10  $\mu\text{m}$ , dosežejo le zgornji del naših dihalnih poti, delci manjši od 10  $\mu\text{m}$  ogrožajo spodnje dihalne poti, delci manjši od 1  $\mu\text{m}$  pa prodrejo vse do pljučnih mešičkov. Posledice so žal velikokrat usodne.

Slika 9 podaja primerjavo velikosti PM delcev s premerom človeškega lasu.



Slika 9, Vir spletne strani

### **Priporočila za zmanjševanje onesnaževanja in nastanka PM delcev pri ogrevanju z lesno biomaso**

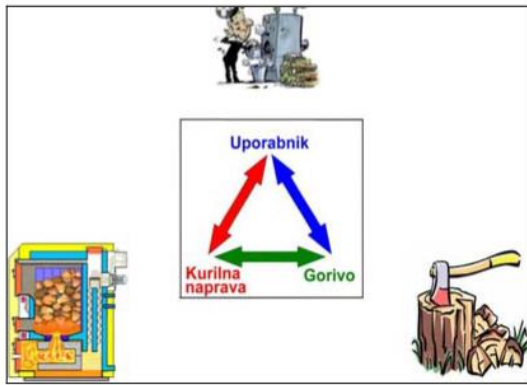
Omejevanje rabe lesne biomase za ogrevanje, predvsem na podeželju, bi bilo nesmiselno in nesmotrno. Do izboljšanja stanja moramo priti na druge načine, navedimo jih nekaj.

- Zamenjava starih in tehnološko zastarelih kurilnih naprav s sodobnimi, na primer z uplinjevalnimi. Navedeno v Sloveniji podpira tudi država in sicer z nepovratnimi sredstvi EKO sklada.
- Razvoj sodobnih in energetsko učinkovitih kurilnih naprav in prepoved prodaje zastarelih tehnologij
- Redno vzdrževanje kurilnih naprav, vključno z napravami za dovod zgorovalnega zraka in odvod dimnih plinov
- Izobraževanje dimnikarjev, serviserjev in tudi uporabnikov kurilnih naprav
- Pravilna raba kakovostnih lesnih goriv – zračno suh in neobdelan les (vlažnost pod 20%)
- Ne kuriti obdelan pobarvan les (pohišstvo, stavbeno pohišstvo, itd)
- Ne kuriti odpadkov (guma, plastika,...)

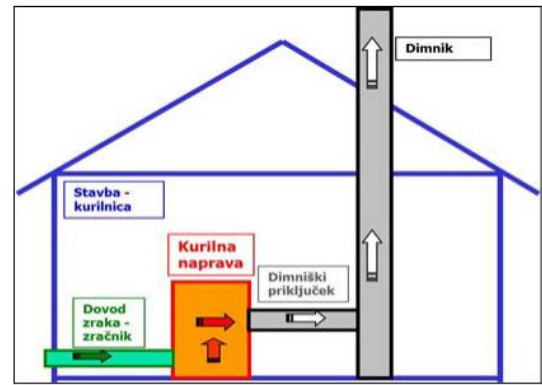
### **Za pravilno kurjenje lesa morajo biti izpolnjeni vsaj trije osnovni pogoji (kurilna naprava – gorivo – kurjenje):**

- Pravilno vgrajena sodobna kurilna naprava (prostor, dovod zraka, odvod dimnih plinov)
- Les naj ima čim nižjo vlažnost, drva morajo biti zračno suha, polena morajo biti primerne velikosti
- Uporabnik mora kurilno napravo pravilno kuriti, v skladu z navodili proizvajalca





Slika 10 Emisije dimnih plinov iz kurlnih naprav na les so odvisne od kurlne naprave, goriva in načina kurjenja  
Vir: Zgorevanje lesa v malih kurlnih napravah J. Kaplar



Slika 11 Osnovni pogoj za popolno zgorevanje je pravilno zgrajen ogrevalni sistem: kurlnica – dovod zraka – kurlna naprava – dimniški priključek – dimnik

Vodja ENSVET pisarne Lendava  
mag. Evgen Gömbös, udie