



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



Sonaravno izkoriščanje lesne biomase za ogrevanje stavb

Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo eksurgije, INOVEKS d.o.o.
Cesta 2. grupe odredov 17, 1295 Ivančna Gorica, info@inoveks.si

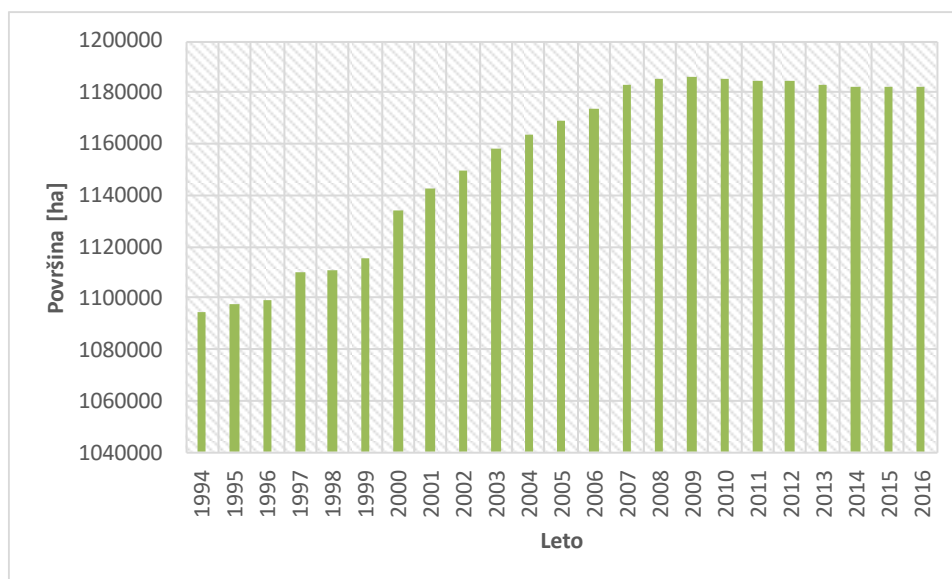
Povzetek

V prispevku prikazujemo pogled na trajnostno izkoriščanje lesne biomase, s poudarkom na zavedanju potenciala biomase kot obnovljivega goriva, saj je naša država med najbolj gozdnatimi državami v Evropski uniji. Za trajnostno izkoriščanje biomase pa se je, poleg zavedanja o pomenu energetske učinkovitosti, pomembno zavedati, da tudi kurjenje lesne biomase povzroča emisijo škodljivih snovi v naše bivalno okolje. V Republiki Sloveniji se je večina gospodinjstev v letu 2017 ogrevala prav na lesno biomaso. Zato v prispevku prikazujemo osnovna dejstva o uporabi biomase kot goriva ter opozarjamo na pomen pravilnega zgorevanja lesa, s poudarkom na zgorevanju polen.

UVOD

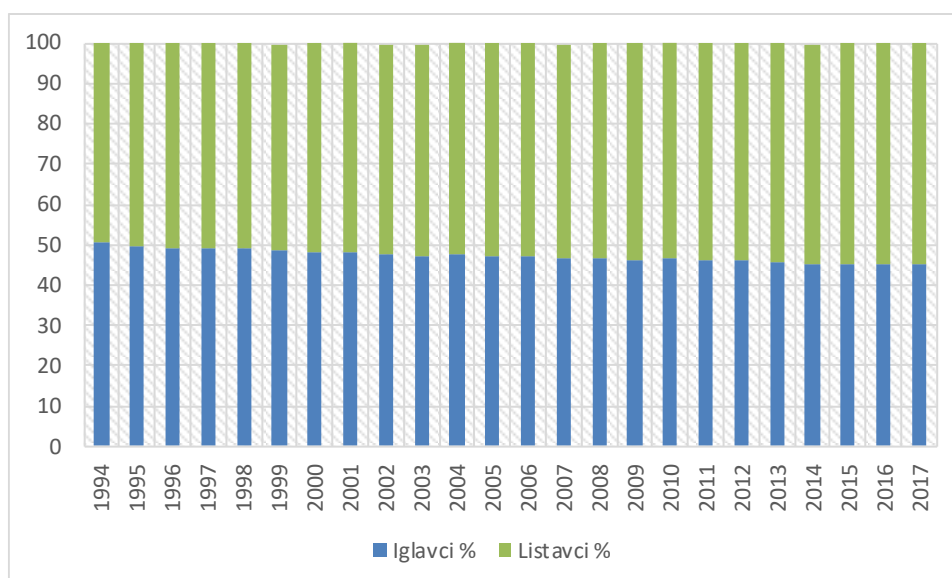
V Sloveniji je les zelo pomemben energent. Med energenti, ki se uporabljajo v gospodinjstvih, so v letu 2017 namreč prevladovala lesna goriva z 41 % deležem, sledijo jim raba električne energije s 26 %, zemeljski plin s skoraj 11 %, ekstra lahko kurilno olje z 9 %, daljinska toplota s 7 %, energija okolja in utekočinjen naftni plin oba po 3 % ter solarna energija z 1 % [1]. Največ energije, namenjene končni rabi, se je v gospodinjstvih v letu 2017 uporabilo za ogrevanje prostorov, in sicer 64 %; za ogrevanje sanitarne vode se je uporabilo 16 % energije, prav toliko tudi za razsvetljavo in električne naprave, za kuhanje 4 %, za hlajenje prostorov pa malo manj kot 1 % [1]. V energetske namene namreč porabimo letno skoraj 2 milijona ton lesa [2]. Slovenija je v letu 2018 pokrivalo 58,1 % gozdov [3] in je med najbolj gozdnatimi državami v EU, za Švedsko in Finsko in približno z enako gozdnatostjo kot jo ima Estonija.

Kaj je sploh gozd in ali sploh lahko primerjamo tovrstne številke med posameznimi članicami Evropske skupnosti? Organizacija Eurostat pri mednarodnih statistikah o gozdovih uporablja sistem za klasifikacijo, ki ga je določila Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo, ter opredelitev, da je gozd zemljišče, ki je vsaj 10-odstotno zadržano z drevjem (ali z enakovredno stopnjo poraščenosti) in ima površino, večjo od 0,5 hektara. Drevesa morajo v času zrelosti doseči najmanj 5 metrov višine na kraju samem [4]. Slika 1 prikazuje površino gozdov v Republiki Sloveniji od leta 1994 dalje [1]. Vidimo lahko, da je bila površina največja v letu 2009.



Slika 1: Površina gozdov v Republiki Sloveniji [1]

Izraz **biomasa** oziroma **biogorivo** se uporablja kot sinonim za organsko snov, ki jo lahko uporabimo kot vir energije. Biomasa je okolju prijazna s stališča emisij ogljikovega dioksida. Je namreč **CO₂ nevtralna**. Pri popolnem zgorevanju biomase se namreč sprosti toliko CO₂, kot ga je biomasa absorbirala v svojo rast s pomočjo procesa fotosinteze. Izraz **lesna biomasa** vključuje vso organsko snov, ki je na voljo v obliki lesa. V praksi pa se s tem izrazom največkrat opisuje les, ki ga uporabljamo večinoma za kurjenje in ne les, ki se ga uporablja v industriji za izdelavo končnih izdelkov oziroma polizdelkov. Vir lesne biomase, ki se jo uporablja za kurjenje, je poleg naravne rasti tudi lesna industrija. Slika 2 prikazuje razmerje med listavci in iglavci v lesni zalogi v naši državi [1]. Vidimo, da se delež listavcev v naših gozdovih zvišuje.



Slika 2: Razmerje med iglavci in listavci lesne zaloge v RS [1]

Spodnji tabeli (Tabela 1 in Tabela 2) prikazujeta najbolj in najmanj gozdnate občine v Republiki Sloveniji. Najbolj gozdnate so občine Osilnica, Črna na Koroškem in Dolenjske Toplice, najmanj pa občina Odranci.

Tabela 1: Najbolj gozdnate občine v Republiki Sloveniji v letu 2017 [5]

Št.	IME OBČINE	STOPNJA GOZDNATOSTI (%)
1	OSILNICA	88
2	ČRNA NA KOROŠKEM	86
3	DOLENJSKE TOPLICE	85
4	KOSTEL	84
5	LOŠKA DOLINA	84
6	KOČEVJE	83
7	LOVRENC NA POHORJU	82
8	RIBNICA NA POHORJU	82
9	KANAL	80
10	LOŠKI POTOK	80
12	RUŠE	80
13	ŽELEZNIKI	80

Tabela 2: Najmanj gozdnate občine v Republiki Sloveniji v letu 2017 [5]

Št.	IME OBČINE	STOPNJA GOZDNATOSTI (%)
199	KRIŽEVCI	21
200	PIRAN	21
201	PTUJ	21
202	VERŽEJ	21
203	BELTINCI	19
204	ANKARAN	17
205	PESNICA	16
206	TIŠINA	16
207	GORIŠNICA	14
208	MARKOVCI	13
209	MURSKA SOBOTA	13
210	TURNIŠČE	12
211	HAJDINA	7
212	ODRANCI	6

OBLIKE LESA

Običajne oblike lesa so [6]:

1. **Polena** so tradicionalna oblika lesnega goriva. To so razžagani in razcepljeni kosi lesa, dolgi od 30 do 50 cm, ki jih pridobivamo neposredno iz okroglega lesa slabše kakovosti ali iz predhodno izdelanih metrskih okroglic ali cepanic.
2. **Cepanice** so 1 m dolgi kosi lesa, ki jih pridobivamo iz okroglega lesa slabše kakovosti s premerom nad 10 cm.
3. **Okroglice** so 1 m dolgi kosi okroglega lesa, ki jih pridobivamo iz drobnejšega okroglega lesa slabše kakovosti, s premerom do 10 cm.
4. **Sekanci** so kosi sesekanega lesa, veliki do 10 cm. Običajno sekance izdelujemo iz drobnega lesa (les z majhnim premerom: npr. droben les iz redčenja gozdov, veje, krošnje), lesa slabše kakovosti ali iz lesnih ostankov. Kakovost sekancev je odvisna od kakovosti vhodne surovine in tehnologije drobljenja.
5. **Peleti** so stisnjen čisti les (pogosto se uporablja izraz tiskanci). Proizvajajo se s stiskanjem suhega lesnega prahu in žaganja. So valjaste oblike, manjšega premera in dolžine do nekaj centimetrov. V postopku izdelave se običajno uporablja para. Za izboljšanje mehanske trdnosti se jim lahko doda še vezivo.
6. **Briketi** so večji stiskanci, ki so narejeni s stiskanjem lubja, suhega lesnega prahu, žaganja, oblancev ter drugih neonesnaženih lesnih ostankov. So različnih oblik. V postopku izdelave se običajno uporablja zgolj para. Lesni briketi so posebej primerni za majhna oz. redko kurjena ognjišča, kot so kamini, savne in lončene peči.
7. **Lesni ostanki** so neonesnaženi ostanki primarne in sekundarne predelave lesa (krajniki, ocelki, žagovina, lubje, žagovina, lesni prah, žamanje ...).

Za kurjenje se najpogosteje uporabljajo polena, sekanci, peleti in briketi.

Običajna merska enota za okrogli les je volumen v **kubičnih metrih (m³)**. Kubični (ali volumni) meter se uporablja kot merska enota za prostornino, ki je v celoti napolnjena z lesom (brez vmesnih praznih prostorov). **Prostorninski meter (PRM)** predstavlja mersko enoto za les, ki napolni 1 m³ prostora z zračnimi medprostori (npr. zložena drva). **Nasuti (prostorninski) meter (nm³)** se uporablja za manjše kose lesa (npr. sekanci) in predstavlja mersko enoto za količino lesa, ki je nasuta v 1 m³ prostora. Seveda pa je zaradi različnih oblik velika razlika med energijo, ki jo lahko pridobimo iz 1 m³, 1 PRM ali 1 nm³ lesa.

KURILNOST IN ZGOREVANJE [7]

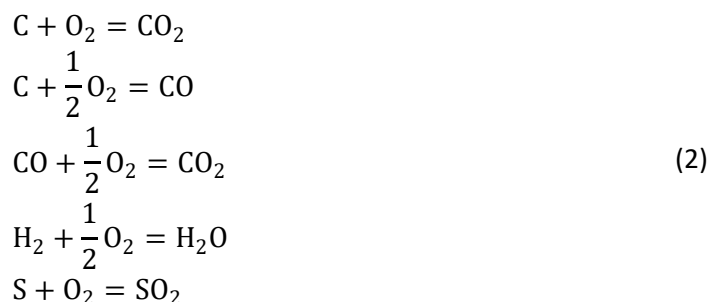
Zgorevanje je eksotermna kemična reakcija goriv s kisikom. Potreben kisik najpogosteje jemljemo iz zraka. Goriva so lahko **trdna** (npr. premog, koks, les), **kapljevita** (npr. nafta, bencin) ali **plinasta** (npr. zemeljski plin, metan, butan, generatorski plin).

Pri zgorevanju moramo poznati gorljivo substanco, vodo ter negorljivo substanco (pepel) goriva. Sestavine trdnih in kapljevitih goriv dobimo z elementno analizo goriva in ga podajamo v masnih deležih sestavin. Tako podamo delež ogljika c , delež vodika h , delež žvepla s , delež kisika o , delež dušika n , delež vode w , delež pepela p . Vsota vseh masnih deležev mora biti enaka 1:

$$c + h + s + o + n + w + p = 1 \quad (1)$$

Pri plinastih gorivih podajamo z elementno analizo goriva volumske deleže posameznih sestavin goriva.

Procese oksidacije goriv opišemo s kemijskimi reakcijami:



Za 1 kmol ogljikovega dioksida potrebujemo 1 kmol ogljika C in 1 kmol kisika O₂. Ker je masa 1 kmola ogljika 12 kg, bi za zgorevanje 1 kg ogljika (1/12 kmol) potrebovali 1/12 kmola kisika. Analogno velja za ostale gorljive sestavine. Minimalna potrebna količina kisika v kmol/kg goriva je tako določena:

$$O_{\min} = \frac{c}{12} + \frac{h}{4} + \frac{s}{32} - \frac{o}{32} \quad (3)$$

Ker je v zraku 21 volumskih odstotkov kisika, je minimalna potrebna količina zraka za zgorevanje Z_{\min} določena z enačbo:

$$Z_{\min} = \frac{O_{\min}}{0,21} \quad (4)$$

V praksi uporabljamo večjo količino zraka od minimalne količine. Razmerje med dejansko uporabljeno količino zraka Z in minimalno količino Z_{\min} zraka imenujemo razmernik zraka λ :

$$\lambda = \frac{Z}{Z_{\min}} \quad (5)$$

Približne vrednosti razmernikov so:

- ročna kurišča: $\lambda=1,6 \dots 2,0$;
- mehanična kurišča: $\lambda=1,3 \dots 1,6$;
- kapljevita goriva, premogov prah: $\lambda=1,2 \dots 1,4$;
- plinska kurišča: $\lambda=1,05 \dots 1,2$.

Toploto, ki se sprosti pri zgorevanju, imenujemo **kurilnost**. Pri zgorevanju vodika dobimo dve vrednosti kurilnosti, kar je odvisno od tega, ali voda kondenzira ali pa ostane v plinasti fazi. Če voda popolno kondenzira, govorimo o **zgornji kurilnosti** oziroma zgorevalni toploti H_s , če pa ni kondenzacije, govorimo o **spodnji kurilnosti** H_i . Pri zgorevanju sproščena kemična energija poveča kalorično notranjo energijo dimnih plinov in s tem njihovo temperaturo. Zgornjo kurilnost lahko izkoriščamo pri kondenzacijskih kotlih.

KURILNOST LESNIH GORIV

Kot je že bilo omenjeno, se pri lesnih gorivih uporabljajo različne enote za popis količine lesa. Tabela 3 prikazuje povezavo različnih enot popisa količine lesa. Tako lahko na primer razberemo, da iz 1 m³ hlodovine dobimo 3 nasute kubične metre velikih sekancev.

Tabela 3: Preračunavanje med posameznimi enotami za količno lesa [8]

	m ³ hlodovine	PRM* cepanic	PRM* polen	nm ^{3**} polen	nm ^{3**} majhnih sekancev	nm ^{3**} velikih sekancev
m ³ hlodovine	1,00	1,40	1,20	2,00	2,50	3,00
PRM* cepanic	0,70	1,00	0,85	1,40	1,80	2,15
PRM* polen	0,85	1,20	1,00	1,67	2,00	2,50
nm ^{3**} Polen	0,50	0,70	0,60	1,00	1,25	1,50
nm ^{3**} majhnih sekancev	0,40	0,55	0,50	0,80	1,00	1,20
nm ^{3**} velikih sekancev	0,33	0,47	0,40	0,67	0,85	1,00

* PRM – prostorninski meter

** nm³ – nasuti prostorninski (kubični) meter

Tabela 4 prikazuje tipično kurilnost lesa iz slovenskih gozdov za različno **vsebnost vode v lesu**. **Vsebnost vode v lesu** je definirana z razmerjem med maso vode v lesu in skupno maso lesa in vode. **Vlažnost lesa**, ali delež mase vode, pa predstavlja razmerje med maso vode in maso popolno suhega lesa. Kurilnost lesne biomase je odvisna tako od vsebnosti vode kakor tudi od drevesne vrste. Pri zgorevanju lesa se voda v lesu uparja. Za uparjanje 1 kg vode v lesu potrebujemo 2,2 MJ oziroma 0,68 kWh energije [7]. Tako je vlažnost zelo pomembna, saj ima les z večjo količino vode zaradi uparjanja nižjo kurilnost kot suh les. **Vlažnost u** je torej definirana z enačbo:

$$u = \frac{m_w - m_0}{m_0} \quad (6)$$

Vsebnost vode w pa je definirana z enačbo:

$$w = \frac{m_w - m_0}{m_w} \quad (7)$$

V zgornjih enačbah sta m_w masa svežega lesa, m_0 pa masa absolutno (sušilnično) suhega lesa.

Povezavo med vlažnostjo u in vsebnostjo vode w lahko izračunamo z:

$$w = \frac{u}{1 + u} \quad (8)$$

in

$$u = \frac{w}{1 - w} \quad (9)$$

Tabela 4: Spodnja kurilnost slovenskega lesa [6, 9]

Vsebnost vode v lesu [%]	SMREKA [kWh/kg]	BUKEV [kWh/kg]	HRAST [kWh/kg]
20	2,18	3,08	3,31
30	1,92	2,71	2,92
40	1,66	2,34	2,52
50	1,39	1,97	2,12

Tabela 5: Kurilnost različnih goriv [6–8, 10]

	Količina	Kurilnost [kWh]
Ekstra lahko kurilno olje	1 l	10,08
Zemeljski plin	1 Sm³	9,47
Utekočinjen naftni plin - propan	1 l	6,5
Utekočinjen naftni plin – propan-butan	1 l	7,2
Rjavi premog	1 kg	3,8
Lesni peleti	1 kg	4,9-5,4
Polena, listavci (20 % vsebnost vode oziroma 25 % vlažnost)	1 prm	2398
Polena, iglavci (20 % vsebnost vode oziroma 25 % vlažnost)	1 prm	1735
Zračno suhi lesni sekanci	1 nm³	800

Tabela 5 prikazuje kurilnost različnih goriv iz različnih virov. S pomočjo podatkov o gostoti lesa lahko izračunamo podatke o spodnji kurilnosti za različne vrste lesa. Tabela 6 prikazuje tipično gostoto lesa pri vsebnosti vode 11 do 13 %.

Tabela 6: Gostota lesa pri vsebnosti vode 11 do 13 % (vlažnosti 12 do 15 %) [10]

Drevesna vrsta	Gostota lesa pri vsebnosti vode 11-13 % [kg/m ³]	Značilni odklon [kg/m ³]
Smreka	470	330-680
Jelka	450	350-750
Rdeči bor	510	330-890
Macesen	590	440-850
Bukev	720	540-910
Hrast	690	430-960
Gaber	830	540-860
Kostanj	620	590-660
Jelša	550	490-640

PRAVILNO KURJENJE LESA

Pri zgorevanju lesne biomase nastanejo poleg ogljikovega dioksida in vodne pare tudi druge snovi kot so ogljikov monoksid, različne hlapne organske spojine, težke kovine, prašni delci ter druge spojine. S pravilnim kurjenjem lesa lahko zmanjšamo izpuste prašnih delcev in drugih škodljivih snovi. Pri tem v zadnjem času v kurilni sezoni izstopa koncentracija delcev PM10 v zraku. To so delci, ki so manjši od 10 mikronov. Za male kurilne naprave je značilno, da v masi delcev v izpustih večina predstavlja delce PM10. Zato je pomembno, da se pri trajnostni uporabi biomase zniža tudi izpuste PM10 iz kurilnih naprav. Pri tem so navadno bolj problematične naprave, kjer uporabljamo večje kose lesa (drva), kot pa naprave, kjer kurimo sekance, brikete ali pelete. Učinkoviti ukrepi za zmanjšanje emisij delcev PM10 so, poleg vgradnje kakovostnega kotla oziroma peči, predvsem uporaba zračno suhih drv s primerno velikostjo polen, pravilna zakuritev in dodajanje drv v kurišče, pravilna regulacija zgovalnega zraka in redno vzdrževanje kurilnih naprav [11].

Ko govorimo o kurilnih napravah, je pomembno razlikovati med pečjo in kotlom. Kotel je naprava v kateri v kurišču zakurimo gorivo (npr. les), ta toplota pa se odda mediju (običajno voda, ki kroži skozi kotel), ki to toploto prenese običajno v radiatorje. Peč pa je naprava v kateri kurimo gorivo, toploto pa odda neposredno v okolico.

Pri kurjenju lesa se moramo zavedati, da je večina gorljivih sestavin hlapnih. Ko les gori, te sestavine izhlapijo, zato je treba zagotoviti, da v kurišču tudi zgorijo. V kolikor hlapne sestavine ne zgorijo so del dimnih plinov. To pa neposredno pomeni nižanje izkoristka in hkrati tudi okolju in zdravju škodljive emisije. Pri specialnih kurilnih napravah pa je treba paziti, da se z nepravilnim kurjenjem ne povečuje emisije dimnih plinov in s tem tudi ne izpustov delcev. Z nepravilnim kurjenjem se namreč lahko emisije ogljikovega monoksida in delcev povečajo tudi do dvajsetkrat. Prav tako se lahko zaradi nepravilnega kurjenja prepolovi izkoristek kurjenja. Osnovno pravilo pravilnega kurjenja drv je, da se v kurišče doda le toliko polen, kot jih je potrebno za pokrivanje trenutne toplotne moči. S tem se zagotovi, da s pravilnim dotokom zgovalnega zraka zgorijo tudi hlapne gorljive sestavine lesa.

V kurilnih napravah naj se tako kuri le zračno suha drva, polena pa morajo biti primerne velikosti, kar dosežemo z naslednjimi ukrepi [11]:

- Podiranje dreves in sekanje drv naj se opravi decembra ali najkasneje januarja, ko je vsebnost vlage v lesu najnižja.
- Najbolj primerna oblika polena je trikotnega preseka s stranicami približno 7 – 9 cm oziroma z obsegom polena približno 21 – 25 cm. V primeru zelo malih kurišč, kot so npr. v štedilnikih, se lahko velikost polena zmanjša in prilagodi kurišču. Tudi dolžina polen se prilagodi kurišču. Sicer pa se glede velikosti polen upošteva navodila proizvajalca kurilne naprave.
- Nasekana drva se zloži na podstavek, ki zagotavlja nemoteno gibanje zraka okoli drv, sušenje naj bo na sončni legi, drva naj bodo pokrita.
- Priporočljiv čas sušenja drv iz smreke je približno 1 leto, iz jelše, lipe, breze približno 1, 5 leta, iz bukve, gabra, sadnega drevja približno 2 leti, iz hrasta pa 2 do 3 leta.
- Drva, razen nekaterih vrst lesa, se lahko v dobrih pogojih sušenja posušijo tudi v obdobju enega leta, vendar je priporočljivo, da se vlažnost drv pred kurjenjem preveri z merilnikom vlage.
- Primeren delež vlage je med 8 in 17 %, idealna so drva z vlažnostjo približno 10 %, vlažnost drv nad 20 % je previsoka.
- Z dodajanjem bolj drobnih polen v kurišče se poveča povprečna intenziteta zgorevanja in s tem toplotna moč kurilne naprave, z dodajanjem debelejših polen pa se znižuje. Tako predrobna kot tudi predebela polena pomenijo višje emisije dimnih plinov.
- Uredba o izpustu emisij v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav določa, da se v malih kurilnih napravah v bistvu lahko kuri le mehansko obdelan les.
- V malih kurilnih napravah je tako prepovedano kuriti prebarvan les (npr. stavbno pohištvo, pohištvo, izdelki iz iverke), kot tudi embalažo iz lesa (npr. zaboji za sadje, zelenjavo), papir (npr. karton, časopisi, pisarniški papir), embalažo pijač in hrane (npr. plastenke, vrečke, zamaščen papir) ali druge gorljive materiale (npr. blago, čevlji, plastika). Z kurjenjem prepovedanih snovi se lahko močno poveča vsebnost toksičnih snovi, tudi dioksinov v delcih.

Če je zgorevanje pravilno, se nam v dimniku in napravah ne nabirajo katranske obloge, ki so pokazatelj popolnoma napačnega kurjenja. Le-te so tudi nevarne, saj se lahko tudi vžgejo.

OBIČAJNI NAČIN KURJENJA – SPODNJE ODGOREVANJE [11]

V praksi najbolj uveljavljen način kurjenje je, da se na rešetko oziroma v kurišče najprej pripravi drobna drva za zakuritev in lesno volno (ali drug material) za podžig in na to naloži polena za kurjenje. Tak način imenujemo spodnje odgorevanje. Število polen za kurjenje naj bo v tem primeru čim manjše, vsekakor pa ne polno kurišče, še posebej če gre za večje kurišče.

Ko zakurimo, se plamen in dimni plini vodijo najprej skozi naložena drva, zato se v zelo kratkem času vžge vsa naložena količina drv. V kolikor je količina drv večja, praviloma zmanjka zgorevalnega zraka za zgorevanje tudi hlapnih snovi, kar pomeni, da hlapne gorljive snovi izhajajo iz kurišča skozi dimnik v okolico, ne da bi zgorele. V tem primeru gre ob slabem energetskega izkoristku tudi za povečane emisije. Edina prednost takega načina kurjenja je, da se naložena drva zelo hitro vžgejo in s tem dosežemo ogrevanje v najkrajšem možnem času, zaradi tega je tudi višja povprečna toplotna moč kurilne naprave.

Za izboljšanje takega načina kurjenje je priporočljivo, da se v kurišče nalaga le ena vrsta polen, oziroma eno ali dve poleni, več le v primeru večjih kurilnih naprav.

ALTERNATIVNI NAČIN KURJENJA – ZGORNJE ODGOREVANJE [11]

V primeru lokalnih kurilnih naprav kot so peči in kamini, in če seveda proizvajalec ne določi drugače, se v kurišče ali na rešetko kurišča lahko najprej naloži zračno suha polena. Običajno se v takih primerih naloži od dve do štiri polena (več se lahko naloži le v primeru, če to priporoča proizvajalec). Polena naj bodo naložena križno. Na ta polena se nato križno doda najmanj štiri drobna polena dimenzij približno 3 cm x 3 cm in dolžine približno 20 cm ter lesno volno za podžig drobnih polen. Tako naložena drva se zakuri s prižigom lesne volne z vžigalico ali plinskim vžigalnikom. Tako tehniko kurjenja imenujemo zgornje odgorevanje ali vžig na vrhu naloženih drv.

ZAKLJUČEK

V prispevku smo prikazali osnovne lastnosti lesnih goriv, ki se pogosto uporabljajo za kurjenje in ogrevanje slovenskih gospodinjstev. S pomočjo zbranih lastnosti, ki so predstavljene v tabelah, si lahko vsak posameznik izračuna koliko energije je rabil za ogrevanje.

Prav tako smo prikazali osnove zgorevanja in na kaj je potrebno paziti, da z zgorevanjem biomase ne emitiramo škodljivih snovi v okolje. Poseben poudarek smo dali na to, da je potrebno za kurjenje uporabljati primerno suh les. V prispevku smo dali poudarek na kurjenju večjih kosov lesa (polen). Starejši kotli za kurjenje polen so še vedno zelo pogosto v uporabi, pri čemer uporabniki nimajo prigrajenih ustreznih zalogovnikov, ki bi omogočili kakovostno zgorevanje in hranjenje energije.

Kakovost zgorevanja se strokovno lahko določi le z meritvami dimnih plinov. V praksi pa ni mogoče pričakovati stalne meritve kakovosti zgorevanja. Uporabnik lahko primernost kurjenja oceni tudi vizualno. To pomeni, da naj bo plamen svetel, brez rdečih ali temnih delov. Pepel mora biti svetlo siv in mora vsebovati čim manj delcev oglja, pri čemer naj bo kurišče brez sajastih oblog. Dim, ki izstopa iz dimnika naj bo skoraj neviden, vidna je lahko vodna para (bele barve).

LITERATURA

- [1] STATISTIČNI URAD RS. *Podatkovna baza SiStat* [na spletu]. [dostopano 20. 08. 2019]. Dostopno: <https://www.stat.si/statweb>
- [2] BORZEN D.O.O. *Lesna biomasa v Sloveniji. Portal Trajnostna energija* [na spletu]. [dostopano 10. 09. 2019]. Dostopno: <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Ohranite-okolje-čisto/Lesna-biomasa>
- [3] ZAVOD ZA GOZDOVE RS. *Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2018* [na spletu]. 2019. Dostopno: http://www.zgs.si/zavod/publikacije/letna_porocila/
- [4] EVROPSKI PARLAMENT. *Evropska unija in gozdovi* [na spletu]. [dostopano 10. 09. 2019]. Dostopno: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/sl/sheet/105/evropska-unija-in-gozdovi>
- [5] ZAVOD ZA GOZDOVE RS. *Statistika gozdov* [na spletu]. [dostopano 23. 01. 2019]. Dostopno: <https://www.gozd-les.com/slovenski-gozdovi/statistika-gozdov>
- [6] ZAVOD ZA GOZDOVE RS. *Lesna biomasa* [na spletu]. [dostopano 10. 09. 2019]. Dostopno: <http://www.zgs.si/>
- [7] MUHIČ, Simon in Bogdan BLAGOJEVIČ. *Tehniška termodinamika*. Novo mesto: Fakulteta za tehnologije in sisteme, 2016. ISBN 978-961-6770-34-7.
- [8] BUTALA, Vincenc in Jani TURK. *Lesna biomasa - neizkoriščeni domači vir energije*. 1998.
- [9] MEDVED, Sašo in Peter NOVAK. *Varstvo okolja in obnovljivi viri energije*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2000. ISBN 961-6238-35-3.
- [10] KRAJNC, Nike idr. *Lesna goriva. Drva in lesni sekanci*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2009. ISBN 978-691-6425-50-6.
- [11] KAPLAR, Jože. *Pravilno kurjenje z drvimi v lokalnih kurilnih napravah*. brez datuma.

OPOMBA

Operacija Informiranje in ozaveščanje o potencialu učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije za sonaravni razvoj (in.OVE.in.URE) je bila potrjena na drugem Javnem pozivu za izbor operacij za uresničevanje ciljev Strategije lokalnega razvoja na območju LAS STIK v letu 2017.