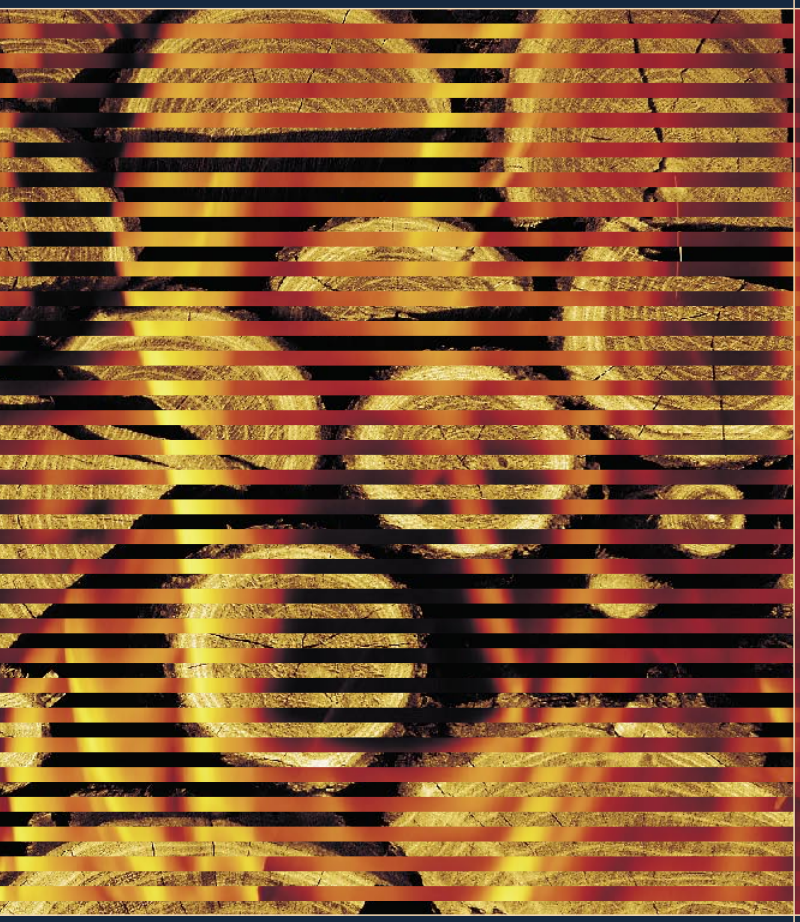
Les –



domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije

Nike Krajnc
Igor Kopše

Knjižici na pot



Gozdovi opravljajo številne ekološke, socialne in gospodarske funkcije. Le ohranjeni in negovani gozdovi lahko opravljajo vse te funkcije in so hkrati zanesljiv in trajen vir lesa. Les, uporaben v energetske namene, je le eden izmed gozdnih lesnih proizvodov, vendar pa v zadnjem času, predvsem zaradi cen fosilnih goriv, pridobiva na pomenu. Na Zavodu za gozdove Slovenije se zavedamo svoje vloge pri usmerjanju gospodarjenja z gozdovi, zato smo v zadnjem času namenili več pozornosti tudi promociji učinkovite rabe lesa v energetske namene. Posredovanje znanja in informacij do lastnikov gozdov in ostalih javnosti je naša pomembna naloga, zato smo skupaj s strokovnimi partnerji ustanovili mrežo svetovalcev za svetovanje na področju učinkovite rabe lesa v energetske namene ter pripravili več publikacij, katerih namen in cilj je posredovanje kakovostne in strnjene informacije o lesu kot viru energije ter njegovi učinkoviti rabi. S to knjižico želimo spodbuditi čimbolj učinkovito rabo energije, ki jo je narava uskladiščila v les, in s tem prispevati k ohranjanju gozdov in širšega okolja.

Andrej Grum
nacionalni koordinator projekta FAO
Zavod za gozdove Slovenije

Les kot energent



Energetska izraba lesa predstavlja enega najpomembnejših obnovljivih virov energije (OVE) v Sloveniji. Povečana raba lesa v sodobnih energetskih sistemih je za Slovenijo pomembna z vidika zanesljivosti in konkurenčnosti energetske oskrbe ter varstva okolja.

V Nacionalnem energetskem programu, ki ga je Državni zbor RS sprejel aprila 2004, je tako predvideno povečanje rabe OVE za 4 PJ v primarni energetski bilanci, od tega kar 3,1 PJ iz lesa. To pa pomeni na letnem nivoju postavitev vsaj 1.500 kotlov na les v gospodinjstvih, 50 večjih kurilnih naprav v industriji in javnem sektorju ter zagon 3 do 5 sistemov daljinskega ogrevanja na lesno biomaso.

Za dosego tega cilja izvaja država različne razvojne aktivnosti, kot so informiranje, izobraževanje, energetsko svetovanje, spodbujanje energetskih pregledov, lokalnih energetskih konceptov ter priprave investicijskih programov. Zmanjševanje tveganj pri investicijah omogoča država s sofinanciranjem investicij, bodisi z nepovratnimi sredstvi, kapitalskimi vložki in/ali krediti s subvencionirano obrestno mero.

Upamo da bo pričujoča brošura vsem, ki jih zanima pridelovanje in/ali uporaba lesa kot kuriva oziroma vsem, ki se odločajo za investicijo v sistem ogrevanja na les, pomagala pri pripravi in izvedbi njihovih načrtov.

mag. Jani Turk
Agencija RS za učinkovito rabo
in obnovljive vire energije

Uvod



Les je naraven in vsestransko uporaben material. Čeprav ga velikokrat nadomeščamo z umetnimi materiali, se vedno znova vračamo k njemu. Tako les ostaja pomembna surovina v pohištveni industriji, industriji papirja in celuloze, v gradbeništvu in tudi v energetiki. Prav posebno vlogo pa ima na podeželju, kjer je njegova raba tradicionalna.

Les je pomemben vir energije v Sloveniji, saj skoraj 30 % stanovanj ogrevamo z lesom. Žal pa so glavne značilnosti trenutne rabe naslednje: zastarele tehnologije priprave in rabe, slabi izkoristki kurilnih naprav, neustrezne emisijske vrednosti ter nekonkurenčne cene pridobljene energije.

V zadnjih letih je opazen trend povečevanja rabe sodobnih tehnologij pridobivanja, predelave in rabe lesa v energetske namene. Glavna prednost sodobnih tehnologij je učinkovita raba lesa. In tu se takoj postavi vprašanje: »**Kaj sploh je sodobna in učinkovita energetska raba lesa?**« O učinkoviti rabi lesa kot vira energije lahko govorimo takrat, ko izkoristimo čim večji delež energije, ki jo je narava uskladiščila v lesu, in pri tem povzročimo čim manjše negativne vplive na okolje. Sodobna raba je za uporabnika udobna, fizično manj naporna in enostavna.

K uvajanju sodobnih tehnologij je v zadnjih letih veliko pripomogla tudi država s subvencioniranjem investicij v sodobne kotle, mikro sisteme skupinskega ogrevanja ter sisteme daljinskega ogrevanja celih naselji na les.

V želji po spodbujanju in promociji sodobne in učinkovite rabe lesa kot energenta smo se odločili, da zberemo in objavimo nekaj najpomembnejših podatkov o lesu kot gorivu ter o sodobnih tehnologijah pridobivanja, predelave in rabe lesa v energetske namene. Knjižica, ki je pred vami, je nastajala v okviru treh mednarodnih projektov:

- FAO projekt Preskrba in raba bioenergije v smislu spodbujanja trajnostnega gospodarjenja z gozdom, ki ga koordinira Zavod za gozdove Slovenije;
- Odstranjevanje ovir za povečano rabo lesne biomase kot energetskega vira: GEF projekt, ki ga koordinira Agencija za učinkoviti rabo in obnovljive vire energije (AURE);
- ALPENERGYWOOD – Promocija lesne biomase v Alpskem prostoru: projekt v okviru EU programa: INTERREG III. B, ki ga v Sloveniji koordinira Gozdarski Inštitut Slovenije.

10 razlogov za uporabo lesa kot goriva



Les kot gorivo





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



Oblike lesnega goriva

Polena so tradicionalna oblika lesnega goriva. To so razžagani in razceplje-ni kosi lesa, dolgi od 30–50 cm, ki jih pridobivamo neposredno iz okroglega lesa slabše kakovosti ali iz predhodno izdelanih metrskih okroglic ali cepanic. **Cepanice** so 1 m dolgi kosi lesa, ki jih pridobivamo iz okroglega lesa slabše kakovosti s premerom nad 10 cm. **Okroglice** so 1 m dolgi kosi okroglega lesa, ki jih pridobivamo iz drobnejšega okroglega lesa slabše kakovosti s premerom do 10 cm.

Sekanci so kosi sesekanega lesa, veliki do 10 cm. Običajno sekance izde-lujemo iz drobnega lesa (les z majhnim premerom, npr. droben les iz redčenja gozdov, veje, krošnje), lesa slabše kakovosti ali iz lesnih ostankov. Kakovost sekancev je odvisna od kakovosti vhodne surovine in tehnologije drobljenja. Velikost sekancev se prilagaja kurilni napravi.

Peleti so stiskanci, narejeni iz čistega lesa. Proizvajajo se industrijsko s sti-skanjem suhega lesnega prahu in žaganja. So valjaste oblike premera 8 mm in dolžine do 50 mm. V postopku izdelave se uporabljata zgolj visok tlak in para. Za izboljšanje mehanske trdnosti se jim lahko doda še 1–3 % krompirje-vega ali koruznega škroba. Lesni prah se stiska v stiskalnicah (peletirkah) pod velikim pritiskom in povečano temperaturo. S tem se zmanjša vsebnost vode in prostornino, poveča pa se gostota. Zaradi večje gostote imajo višjo kurilno vrednost na enoto in sicer 4,9 kWh/kg.

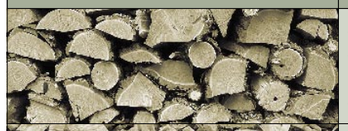
Peleti so zelo sipki in zato enostavnejši za pakiranje in transportiranje. Trans-port lesnih peletov do uporabnikov poteka s tovornjaki v cisternah. Taka oblika transporta je za uporabnika prijazna, proizvajalci in transportna podjetja pa za-gotavljajo hitro in redno dobavo (kot pri kurilnem olju). Za manjše uporabnike (za kamine, sobne peči) so peleti pakirani v 10 ali 15 kg vrečah, ki so naprodaj v trgovinah. Proizvajalci peletov ponujajo tudi pakiranje v večjih vrečah ("big bag" vreče), ki vsebujejo 1–1,5 m^3 peletov. Zaradi teže in velikosti in s tem po-vezanim transportom je ta embalaža primerna predvsem za transport peletov do trgovcev na drobno.

Dva kilograma peletov imata enako energijsko vrednost kot liter kurilnega olja. To pomeni, da bomo za vsakih 1000 l kurilnega olja porabili 2 toni peletov.

Briketi so večji stiskanci, ki so narejeni s stiskanjem lubja, suhega lesnega prahu, žaganja, oblancev ter drugih neonesnaženih lesnih ostankov. So raz-ličnih oblik. V postopku izdelave se uporabljata zgolj visok tlak in para. Lesni briketi so posebej primerni za majhna oz. redko kurjena ognjišča, kot so kamini, savne in lončene peči.



Prednosti in pomanjkljivosti posameznih oblik lesnega goriva

lesno gorivo	prednosti	pomanjkljivosti
	– tradicionalna raba – tehnologija pridobivanja (cepljenje, razžagovanje) je znana in enostavna – enostavna samooskrba iz lastnega gozda	– raba ni popolnoma avtomatizirana – tradicionalna priprava je fizično naporna – velik prostor za skladiščenje – priporočljivo vsaj 6-mesečno sušenje polen
	– popolnoma avtomatiziran sistem ogrevanja, visoko udobje ogrevanja – kot kurivo je mogoče uporabiti katerikoli (neonesnažen) les – nizek tekoči strošek ogrevanja	– visoka začetna investicija v sistem za centralno ogrevanje – za izdelavo sekancev moramo imeti ali najeti sekalnik – velik in od kurilnice ločen prostor za skladiščenje sekancev
	– kakovost je standardizirana, gorivo pa homogeno – večja kurilna vrednost na enoto – enostaven transport – popolnoma avtomatiziran sistem ogrevanja – visoko udobje ogrevanja – ker zahtevajo manjši skladiščni prostor, so primerni za urbana središča	– visoka začetna investicija v sistem za centralno ogrevanje – ne omogočajo rabe lesne biomase iz lastnega gozda – občutljivi na vlago – močno absorbirajo vodo – visoka cena
	– enostavnejša izdelava – večja kurilna vrednost na enoto – v postopku izdelave se uporablja zgolj visok tlak in para	– raba ni avtomatizirana – primerni predvsem za kamine in druga manj uporabljena kurišča – visoka cena

Merske enote

Kubični meter (m^3)
je prostornina lesa brez vmesnih, praznih prostorov (prostornina kocke s stranicami 1 m). Uporablja se kot mera za okrogli les.

Prostorninski meter (prm)
je skladovnica (velikosti kocke s stranicami 1 m) zloženih kosov lesa vključno z zračnimi vmesnimi prostori. Uporablja se kot mera za polena, cepanice in okroglice.

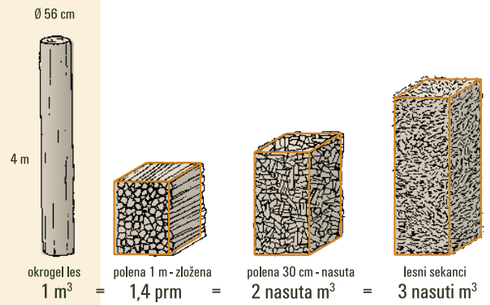
Nasuti meter (nm^3)
je nasutje manjših kosov lesa (drva, sekanci, žagovina itd.) v zaboju s prostornino 1 m^3.

Klaftra
(ljudski izraz) v splošnem trgovanju pomeni v skladovnico zložene metrske cepanice, dolžina skladovnice je 4 m, višina je 1 m.

Razmerja med različnimi prostorninskimi enotami

	enote	goli	polena (1m) (zložena)	polena (30 cm) (zložena)	polena (30 cm) nasuta)	lesni sekanci (< 5 cm)
enota		1 m^3	1 prm	1 prm	1 nasuti m^3	1 nasuti m^3
goli	1 m^3		1,4	1,2	2	3
polena (1m) (zložena)	1 prm	0,71		0,85	1,4	2,1
polena (30 cm) (zložena)	1 prm	0,83	1,2		1,67	2,55
polena (30 cm) (nasuta)	1 nasuti m^3	0,5	0,7	0,6		1,5
lesni sekanci (< 5 cm)	1 nasuti m^3	0,33	0,46	0,40	0,66	

Vir: Heizen mit Holz, 1995



Iz 1 m^3 lesa dobimo v povprečju 1,4 pm cepanic oziroma 3 nm^3 sekancev. 1 pm lesa ustreza v povprečju 1,75 nm^3 sekancev.

Sodobni stroji za pridobivanje sekancev in polen

Sekalniki

Sekalniki so stroji za izdelavo lesnih sekancev. Izvedbo sekalnika določajo pogon, mobilnost in način polnjenja. Sekalnik ima lahko lasten pogon ali pa ga poganja traktor preko kardanskega zgloba. Ročno polnjenje sekalnika je fizično naporno in zamudno delo, zaradi česar se zmanjšujejo dejanski učinki. Učinkovitejše in enostavnejše je polnjenje stroja z nakladalno napravo. Cene sekalnikov so odvisne od izvedbe stroja. Zelo pomembni podatki pri odločanju za sekalnik so moč, največji premer lesa, ki ga lahko še seseka, ter učinki in cena.

Z naraščanjem učinka sekalnika pada strošek izdelave na enoto proizvoda, povečuje pa se začetna investicija.

Skladiščenje sekancev je ključno za ohranjanje njihove kakovosti. Zalogovnik mora biti suh in zračen. Pomembno je vedeti, da se sekanci v skladišču ne sušijo. Za suhe sekance je potrebno sesekati zračno suh les. Pri sekancih iz svežega lesa nevarnosti za samovžig načeloma ni, se pa pri vlažnih sekancih začne proces kompostiranja.

Cepilno-rezalni stroji za izdelavo polen

Številni proizvajalci na trgu že nekaj časa ponujajo različne cepilno-rezalne stroje za izdelavo polen. Prednost le-teh je, da goli s podajalnim trakom pomikajo do krožne ali verižne žage, jih razžagajo na ustrezno dolžino (od 20 do 50 cm) ter jih nato s hidravličnim cepilnim strojem razcepijo. Večina teh strojev omogoča cepljenje na 2, 4, 6 ali 8 kosov. Tako razžagana in razcepljena polena s transportnim trakom transportirajo na željeno mesto. Cepilno-rezalni stroji omogočajo avtomatizacijo celotnega procesa izdelave polen.

Sušenje in skladiščenje polen

Pri pripravi polen je bistveno pravilno sušnje. Priporočljivo je naravno sušenje lesa, na suhi in sončni legi. Sušenje naj poteka vsaj šest mesecev.

Okroglice se sušijo bistveno slabše in počasneje kot cepanice, zato je priporočljivo les predhodno cepiti. V spomladanskem času je vsebnost vode v lesu večja kot v zimskih ali poznojesenskih dneh. Zaradi teh lastnosti sta pomembna pravočasni posek ter ustrezna predpriprava lesa.





Sekalnik bo ekonomičen le, če bo dovolj obremenjen. To pomeni, da mora obratovati najmanj 100 dni/leto. Nakup sekalnika samo za lastne potrebe ni ekonomsko upravičen. V takem primeru je sekalnik bolje najeti.





Okroglica, ki se je sušila v senci nepokrita, je imela po enem letu vsebnost vode nad 50 %. Cepanica, ki se je sušila na soncu v pokriti skladovnici, je imela po 4 mesecih sušenja vsebnost vode le 20 %. To dokazuje, da je zelo pomembno, kje in kako sušimo polena.

Lastnosti lesa kot goriva

Osnovna lastnost goriv je kurilna vrednost. Na kurilno vrednost lesa vplivajo vsebnost vode, vrsta lesa in njegova ohranjenost.

Energijski in masni ekvivalenti

	enota	kwh
surova nafta	1 l	10,1
kurilno olje	1 l	9,7
zemeljski plin	1 m^3	9,5
utekočinjen naftni plin	1 l	6,95
rjavi premog	kg	5,9
lesni peleti	kg	4,9
polena (zračno suha)	kg	4,0
zračno suhi lesni sekanci	nm^3	800

Izračunamo lahko tudi tako: če porabi gospodinjstvo letno 3000 l kurilnega olja, bi ob prehodu na les letno porabili od 10 do 15 m^3 zračno suhega lesa listavcev ali 30 do 45 nm^3 lesnih sekancev ali 14 do 18 prm polen. Vrednosti so okvirne in odvisne predvsem od kakovosti goriva in od kurilne naprave.

Ob prehodu s kurilnega olja na lesno biomaso lahko upoštevamo, da bomo za vsakih 1000 l kurilnega olja v prihodnosti porabili od 4–5 m^3 zračno suhega lesa listavcev oziroma 6–7 m^3 zračno suhega lesa iglavcev. Količine so odvisne od izbranega kotla in pripravljenega lesnega goriva.



Kaj vpliva na kurilno vrednost lesa?

Vsebnost vode oziroma vlažnost

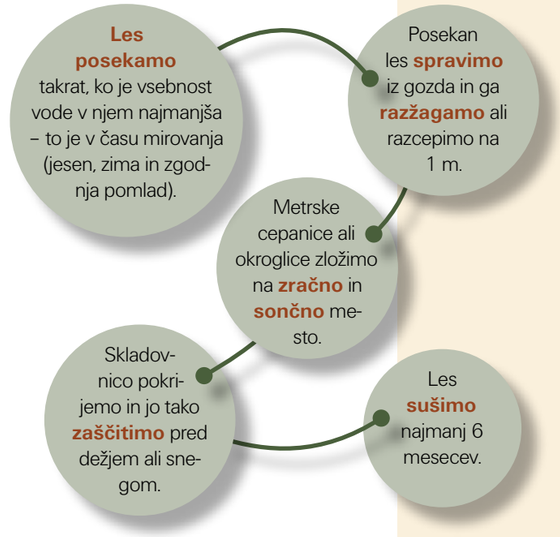
Na kurilno vrednost najbolj vpliva vlažnost lesa oziroma vsebnost vode. V procesu zgorevanja lesa voda izhlapeva, pri tem pa se porablja energija. Za izhlapevanje 1 kg vode potrebujemo 0,68 kWh energije. Torej: več kot je vode v lesu, več energije porabimo za njeno izhlapevanje in manj je ostane za naše ogrevanje!

Glede na vsebnost vode v lesu ločimo:

1. **svež les** – les takoj po poseku, ki ima vlažnost nad 40 %;
2. **gozdno suh les** – les približno pol leta po poseku v primeru zimske sečnje oz. približno 4 mesece po poseku v primeru poletne sečnje, ki ima vlažnost od 20 do 40 %;
3. **zračno suh les** – les, ki se je sušil vsaj šest mesecev v zračnih in pokritih skladiščih in ima vlažnost do 20 %;
4. **tehnično suh les** (umetno sušenje) – les, ki ima vlažnost od 6 do 15 %.

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

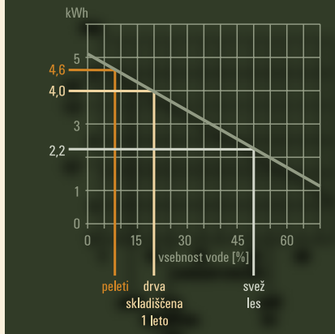
Nasveti za ustrezno pripravo in sušenje



Vrsta lesa

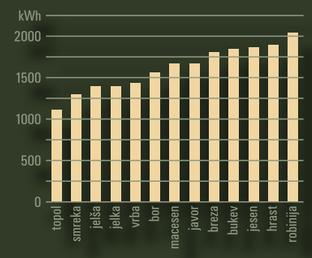
Les je sestavljen iz različnih kemijskih spojin. Kurilna vrednost posameznih sestavin ni enaka. Tako ima na primer lignin višjo kurilno vrednost kot celuloza, zato je kurilna vrednost iglavcev, ki imajo več lignina, pri enaki masni enoti (kg), višja kot pri listavcih. Ker pa so listavci bolj gosti kot iglavci, imajo ti višjo kurilnost gledano na m^3. Zaradi višje gostote se listavci počasneje sušijo in počasneje zgorevajo. Na kurilno vrednost pa vpliva tudi ohranjenost lesa, zato je tako pomembno pravilno skladiščenje lesa. Pirav les ima manjšo kurilnost kot zdrav les.

Vsakih 10 % vode zmanjša kurilno vrednost lesa za 12 %. Če kurimo gozdno suh les, porabimo 1/4 energije, uskladiščene v lesu, za izhlapevanje vode.



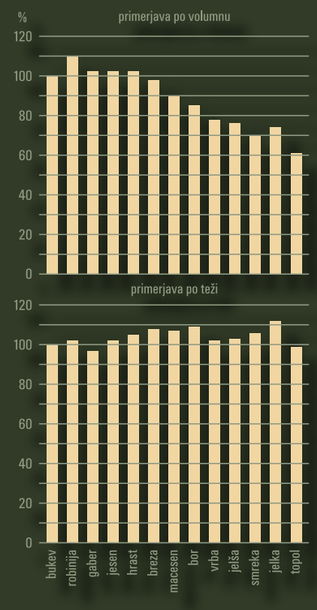
Za ogrevanje uporabljamo les listavcev, ki ima večjo gostoto in izgoreva počasneje (ima večjo kurilno vrednost na m^3), za kuho in peko pa les iglavcev, ki izgoreva hitreje in bolj intenzivno (ima večjo kurilno vrednost na kg).

Kurilna vrednost prostorninskega metra lesa pri 20 % vsebnosti vode v odvisnosti od drevesne vrste



Vir: H. Jauschnegg 2004

Primerjava kurilne vrednosti različnih drevesnih vrst z bukvijo pri 25 % vsebnosti vode



(Vir: H. Jauschnegg 2004)

Kurilne vrednosti različnih drevesnih vrst v primerjavi s kurilnim oljem

	teža lesa pri 15 % vlažnosti		kurilna vrednost 1 m^3	
drevesna vrsta	povpr. kg/m^3	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 (2003)

Nasvet za trgovanje

Zaradi lastnosti lesa je bolje, če prodajamo in kupujemo les po teži (v t) in ne po prostornini (m^3 ali prostorni meter). Pri takem načinu trgovanja pa moramo upoštevati vsebnost vode, saj ta bistveno vpliva tako na kurilno vrednost lesa kot tudi na težo.

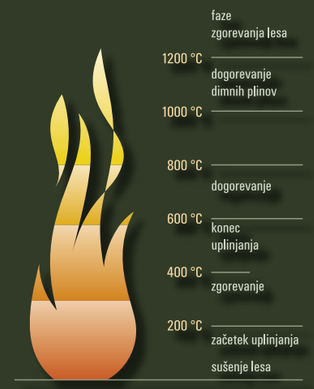
Če kupimo 1 m^3 topolovega lesa, bomo dobili kar 39 % manj energije, kot če bi kupili 1 m^3 bukovega lesa. • Na osnovi prostornine (m^3) se nam poleg bukve izplača kupovati še les hrasta, robinije in gabra. Razlike v energijski vrednosti so manjše, če kupujemo lesno biomaso po teži (t ali kg). V tem primeru bi pri nakupu 1 t topolovega lesa kupili le 1 % manj energije, kot če bi kupili 1 t bukovega lesa. Pri kupovanju glede na težo pa moramo upoštevati vsebnost vode.

Proces zgorevanja lesa

Za lažje razumevanje pomena lastnosti lesa kot goriva in razumevanja delovanja sodobnih kotlov moramo razložiti proces zgorevanja lesa. Zgorevanje lesa je fizikalno-kemični proces spajanja gorljivih sestavin lesa s kisikom iz zraka, pri katerem se sprošča toplota. Zgorevanje poteka v več fazah. V kolikor zgorevanje ni popolno, se v ozračje sprošča nekajkrat več škodljivih plinov kot pri popolnem izgorevanju.

Z ustreznim uravnavanjem procesa zgorevanja lesa (uravnavanje potrebne količine kisika) povečujemo učinkovitost kotlov, zmanjšujemo emisije škodljivih plinov, podaljšujemo življenjsko dobo kotlov ter zmanjšujemo stroške rednega vzdrževanja.

Tudi les ni okolju popolnoma neškodljivo kurivo, vendar lahko emisije z ustrezno tehnologijo zmanjšamo.

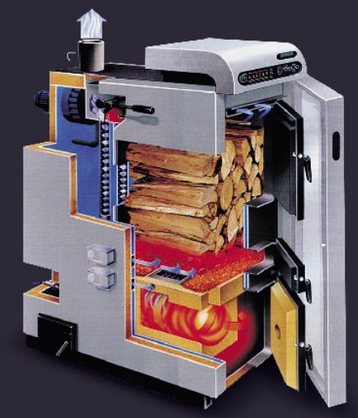


Emisije plinov pri zastarelih in sodobnih kotlih na polena (kg/TJ):



Vir: Heizen mit Holz, 1995

Kotli na les za centralno ogrevanje



Lambda sonda meri preostanek kisika v dimnih plinih in uravnava razmerje primarnega in sekundarnega zraka. V realnem času zazna vsako spremembo kakovosti goriva in dogajanja v peči in temu primerno spremeni razmerje in količino potrebnega zraka.



V nadaljevanju predstavljamo sodobne kotle za centralno ogrevanje individualne hiše (nazivna moč kotla je od 15 do 150 kW) ali manjše skupine hiš. Glede na obliko goriva ločimo:

kotle na polena | **kotle na sekance** | **kotle na pelete**

Sodobni kotli na polena s prisilnim vlekom

Razvoj pri kotlih na polena je v preteklem desetletju naredil velik napredek na področju tehnologije zgorevanja lesa, zmanjševanja okolju škodljivih emisij, povečevanja izkoristkov in udobja posluževanja. Bistven napredek v primerjavi s tehnološko zastarelimi kotli na polena predstavljajo predvsem:

- prehod iz naravnega vleka zraka na **prisilni vlek** s pomočjo vgrajenih ventilatorjev,
- razmejitev procesa zgorevanja lesa na **primarno in sekundarno**, kar ima za posledico minimalno količino okolju škodljivih emisij, in **povečanje izkoristka** kotla na 90 % ali več,
- elektronsko uravnavanje razmerja primarnega in sekundarnega zraka s pomočjo **lambda sonde**,
- uravnavanje intenzivnosti zgorevanja med 50 in 100 % kotla, ne da bi pri tem padel izkoristek kotla pod 90 % in ne da bi se emisije škodljivih plinov povečale,
- **podaljšanje** obdobja **gorenja** enega polnjenja kotla na 5–12 ur kot tudi zmožnost ohranjanja žerjavice do 12 ur po končanem zgorevanju lesa,
- **hranilnik toplote**, ki prevzame presežke toplote in jih v sistem oddaja, ko kotel miruje,
- **popolno izgorevanje** lesa in s tem močno znižanje količine preostalega pepela (med 0,5–1 %),
- **minimalne toplotne izgube** kotla zaradi dobre in temeljite izolacije.

Hranilnik toplote omogoča enakomerno obratovanje kotla pri optimalni obremenitvi. S tem se izboljša izkoristek kotla, zmanjšajo se emisije škodljivih dimnih plinov ter podaljša življenjska doba kotla. Poveča pa se tudi udobje bivanja, saj polnimo kotel le enkrat ali dvakrat dnevno.

Vloga hranilnika toplote pri ogrevanju in pripravi sanitarne vode

Osnovno vodilo pri izbiri prostornine hranilnika toplote je, da imamo za vsak kW nazivne moči kotla najmanj 50 l vode.

V primeru, ko vgrajujemo zelo zmogljiv kotel na polena z izkoristkom preko 90 %, lahko volumen hranilnika povečamo na 75 l na kW nazivne moči. To pomeni, da bomo zmogljivemu 20 kW kotlu, namesto 1000 l hranilnika, prigradili hranilnik z volumnom 1500 l.

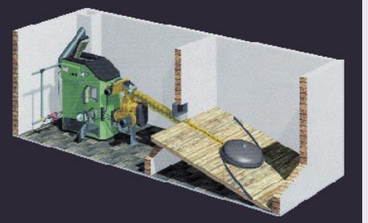
Pri vseh sodobnih kotlih na les se pri porabi goriva ne varčuje le z boljšim izkoristkom, ki že v osnovi za 20–30 % presega zastarelo tehnologijo, temveč tudi s primerno pripravo kuriva. Pri bolj suhem lesu lahko izkoristimo več energije in ga je zato za enako količino energije potrebno manj.

Hranilnik toplote je izoliran rezervoar tople vode, ki lahko prevzame presežno toploto iz kotla, jo shrani in jo odda v toplovodni sistem, ko kotel ne obratuje oziroma ko miruje.



Primer izračuna minimalne velikosti hranilnika toplote za kotel nazivne moči 20 kW:
20 kWh × 50 l/kWh = 1.000 litrov





Avtomatizirani kotli na sekance

Kotli na sekance spadajo v skupino kurilnih naprav s samodejnim doziranjem goriva in predstavljajo enega bolj izpopolnjenih načinov ogrevanja z lesom. Najsodobnejše naprave se lahko glede zanesljivosti in udobnosti rabe ter vzdrževanja primerjajo s kotli na olje ali plin.

Glavne prednosti kotlov na sekance so:

- popolnoma **avtomatsko delovanje**,
- **udobna oskrba** s toploto,
- z **avtomatskim doziranjem** goriva je zagotovljeno optimalno zgorevanje v razponu od 30 do 100 % nazivne moči kotla,
- **visoki izkoristki** (preko 90 %),
- izjemno **nizke emisije** škodljivih snovi v ozračje,
- **nizki** tekoči **stroški** ogrevanja.

Pomembno je, da za dimenzioniranje kotla poskrbi ustrezno usposobljen strokovnjak. Kotli na les delujejo optimalno pri svoji nazivni moči in ne pri delni obremenitvi s pogostimi vklopi in izklopi. Običajno ne moremo kupiti kotla z izračunano potrebno toplotno močjo, zato – v nasprotju z dosedanjo prakso – izberemo kotel z manjšo toplotno močjo.

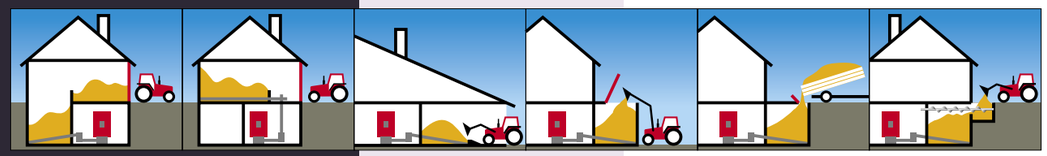
Avtomatski vžig goriva povečuje stopnjo udobja ogrevanja, hkrati pa omogoča tudi popolnoma avtomatizirano ogrevanje sanitarne vode izven kurilne sezone.

Udobje ogrevanja povečuje tudi avtomatsko odstranjevanje pepela, saj v času največje obremenitve kotla, praznimo posodo na 2–4 tedne.

Velikost, oblika in lega deponije za sekance so dejavniki, ki zahtevajo posebno pozornost.

Velikost deponije je odvisna od potreb po ogrevanju, od razpoložljivega prostora, dostopnosti do kurilnice in deponije ter predvidene kakovosti sekancev. Priporočljivo je, da skladiščimo vsaj polletno zalogo sekancev. S tem pridobimo predvsem na udobju ogrevanja. To je možno le ob pogoju, da vlažnost sekancev ne presega 30 %. Če pripravljamo ali kupujemo sveže sekance, jih moramo porabiti v roku 1–2 mesecev.

Potrebna velikost deponije za povprečno enodružinsko hišo s porabo 20.000 kWh energije na leto (cca. 2500 l kurilnega olja) znaša 40 m³ ob enkratnem polnjenju oziroma 25 m³ ob dvakratnem polnjenju letno.



Kotli na pelete

Kotli na pelete predstavljajo najvišjo stopnjo razvoja ogrevanja na les in jih po stopnji udobja ogrevanja primerjamo s kotli na olje ali plin. Izkoristki večine kotlov na pelete se gibljejo med 88–95 %.

Kotli na lesne pelete so zaradi lastnosti peletov primerni predvsem za urbana naselja. Visoka energijska vrednost peletov omogoča manjši skladiščni prostor, oskrba z gorivom pa je podobna kot pri kurilnem olju. Pelete dostavljajo v razsutem stanju s tovornjakom ali pakirane v vrečah.

Sodobne hiše so energijsko varčne in tako potrebujejo vedno manjše kotle za ogrevanje. Sedaj so na trgu dosegljivi tudi nizkotemperaturni kotli na pelete, katerih nazivne moči se gibljejo med 3–15 kW. Delujejo lahko v temperaturnem razponu med 38–85 °C ter so tako primerni tudi za nizkotemperaturne sisteme gretja (talno, stensko gretje).

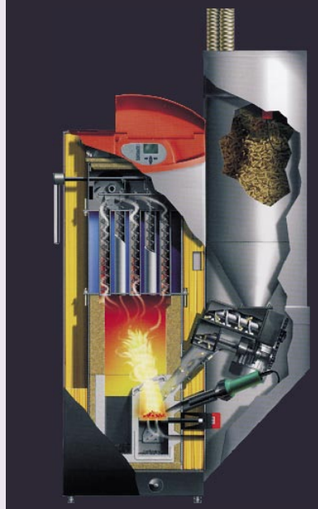
Najpogostejši način dovajanje peletov v kotel je s pomočjo podajalnega polža. Ta sistem je cenejši, vendar mora biti kotel sorazmerno blizu zalogovnika (< 5 m).

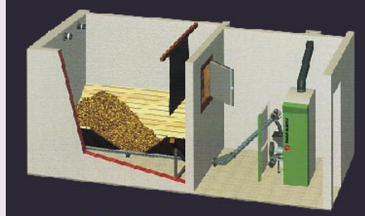
Druga možnost je pnevmatsko sesanje peletov po gibljivih plastičnih cevah. Ta sistem je dražji (za približno 20 %), vendar lahko zalogovnik za pelete postavimo do 25 m stran od kotla.

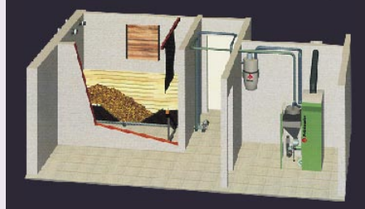


Zalogovnik za pelete je lahko tudi posebna montažna vreča. Nosilnost teh vreč se giblje med 2–5 tonami, kar pomeni, da sprejmejo med 3 in 8 m³ pelet. Montažno vrečo se enostavno in hitro postavi/razstavi v katerikoli razpoložljiv prostor.

Povprečna enodružinska hiša z letno potrebo 20.000 kWh energije (cca. 2500 l kurilnega olja), bo porabila cca. 5 ton peletov letno (izkoristek kotla > 90 %). V primeru, ko želimo polniti zalogovnik enkrat letno, mora njegov volumen znašati vsaj 8 m³ oziroma vsaj 5 m³ ob dvakratnem polnjenju.









Stroški ogrevanja z lesom

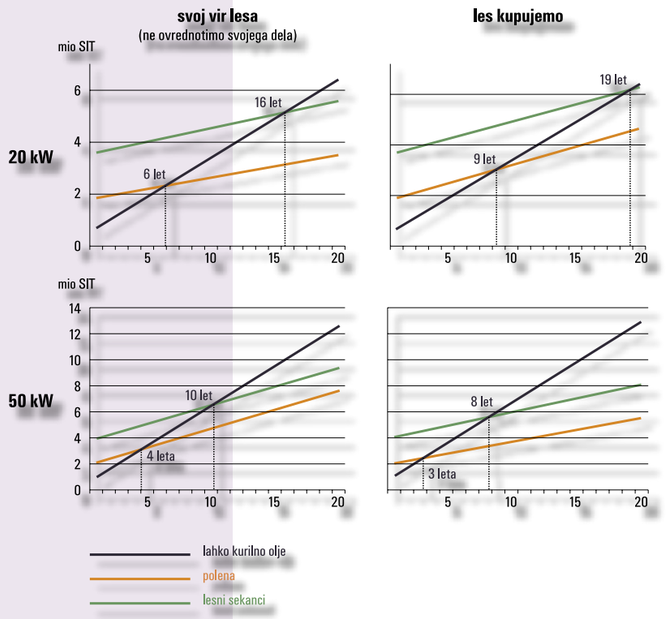
Začetna investicija v kotle na kurilno olje je več kot 8-krat nižja kot investicija v kotle na sekance, vendar so potem letni stroški ogrevanja dvakrat višji. Investicija se povrne prej, kadar imamo svoj vir lesa in takrat, ko so potrebe po energiji večje. Kotli na polena so v primerjavi s sekanci cenejši, vendar so smiselni le do 50 kW nazivne moči. Nad 50 kW nazivne moči so sekanci boljša odločitev, saj je potrebno upoštevati, da imamo pri kotlih na polena kljub vsemu veliko ročnega dela s pripravo kuriva.

Energija je strošek in bo v prihodnosti še večji. Če ne prej, se tega zavemo, ko seštejemo stroške za kurivo v 20 letih.
• Prednost rabe lesa je v tem, da z izkoriščanjem domačega vira (predvsem velja to za lastnike gozdov) in z lastnim delom zmanjšujemo letne izdatke za ogrevanje in segrevanje sanitarne vode. V naših klimatskih razmerah se tem stroškom ne moremo izogniti, lahko pa jih bistveno zmanjšamo in tako prihranimo del družinskega proračuna za druge življenjske potrebščine.

Za sodobne kotle na les sta značilna **visoka začetna investicija** ter sorazmerno **nizek letni strošek ogrevanja**. Vendar ne pozabimo, da je investicija v kurilno napravo izrazito dolgoročna naložba, zato je nujen temeljit razmislek preden se odločimo za način ogrevanja.

V spodnjih grafikonih so primerjani stroški ogrevanja za štiri različne primere. Izračuni so narejeni na podlagi trenutnih cen kuriv in predpostavke, da se cena v 20 letih ne bo spreminjala. Amortizacije kurilnih naprav ne upoštevamo.

	20 kW		50 kW		cena kuriva
	investicija	poraba/leto	investicija	poraba/leto	
polena	1.750.000 sit	12 m^3	1.850.000 sit	25 m^3	12.000 sit/m^3
lesni sekanci	3.500.000 sit	36 nm	3.750.000 sit	75 nm	3.840 sit/nm
ELKO	400.000 sit	2.500 litrov	450.000 sit	5.200 litrov	120 sit/liter



Seštevek stroškov nakupa goriva v življenjski dobi kotla (20 let)

	sekanci	polena	ELKO
20 kW	2.764.800 SIT	2.880.000 SIT	6.000.000 SIT
50 kW	5.760.000 SIT	6.045.000 SIT	12.480.000 SIT

Pri izbiri kotla na les je pomembno, da:

1. najprej izberemo obliko goriva, ki nam najbolj ustreza (polena, sekanci, peleti), in šele potem izberemo ustrezni kotel. Pri izbiri goriva je ključna ocena lastnih potencialov (les iz lastnega gozda ali nakup goriva);
2. za dimenzioniranje kotla poskrbi ustrezno usposobljen strokovnjak – energetik in ne inštalater kotla; kotli na les delujejo optimalno pri svoji nazivni moči in ne pri delni obremenitvi s pogostimi vklopi in izklopi, s čimer dosežemo boljši izkoristek na celoletni ravni, manjše emisije in daljšo življenjsko dobo kotla;
3. pri izbiri kotla upoštevamo zahteve glede skladiščenja goriva (velikost drvarnice, deponije za sekance ali zalogovnika za pelete);
4. pri manjših potrebah po toploti (kotli do 50 kW) in lastnem viru lesa izberemo kotel na polena, pri večji potrebi po toploti (kotli nad 50 kWh) in lastnem viru lesa izberemo kotel na lesne sekance, pri manjši potrebi po toploti v urbanih naseljih izberemo kotle na pelete;
5. razmišljamo in delujemo dolgoročno.



V letu 2005 so splošni pogoji za dodelitev subvencije za gospodinjstva naslednji:
• nominalni izkoristek kurilne naprave mora biti večji ali enak 88 %,
• vrednost emisij ogljikovega monoksida pri nominalni moči kotla mora biti manjša od 750 mg/m^3, vrednost emisij prašnih delcev pa manjša od 50 mg/m^3,
• kurilna naprava na polena mora imeti prigrajen hranilnik toplote velikosti vsaj 50 l/kW toplotne moči kurilne naprave.

Možnosti pridobivanja nepovratnih sredstev in kreditov za kotle na les

Nepovratna sredstva (subvencije): Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije (AURE) Ministrstva za okolje in prostor od leta 1999 naprej vsako leto v Uradnem listu ter na svoji domači spletni strani objavi dva razpisa za sofinanciranje vgradnje sodobnih kotlov na les. Prvi je namenjen fizičnim osebam in gospodinjstvom, drugi pa vsem pravnim osebam in podjetjem. Razpisni pogoji se za fizične in pravne osebe razlikujejo, prav tako pa se z leti nekoliko spreminjajo.

V letu 2005 je možno pridobiti do 40 % vrednosti kotla z najnujnejšo pripadajočo opremo (hranilnik toplote ali podajalna naprava), vendar ne več kot 300.000 SIT pri kotlih na polena, 400.000 SIT pri kotlih na pelete in ne več kot 500.000 SIT pri kotlih na sekance. Vse informacije v zvezi z razpisi so objavljene na svetovnem spletu: *www.aure.si*.

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PROSTOR IN ENERGIJO
AGENCIJA ZA UČINKOVITO RABO
IN OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE

A U R E

Okoljski krediti: Ekološki sklad RS redno objavlja javne razpise za kreditiranje občanov v zvezi različnimi okoljskimi naložbami. Med te naložbe spadajo tudi investicije v posodobitve sistemov za ogrevanje s sodobnimi kotli na les. Vse informacije v zvezi z razpisi so objavljene na svetovnem spletu: *www.ekosklad.si*.

environmental fund of the republic of slovenia public fund
ekološki sklad republike slovenije javni sklad

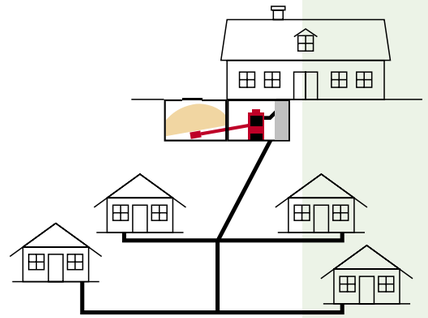
Posojila, ki jih nudi Ekološki sklad RS so občanom in pravnim osebam vedno na voljo po ugodnih obrestnih merah, ki so vedno nižje od primerljivih komercialnih obrestnih mer in daljših odplačilnih dobah, kot jih nudijo komercialne banke.

Mikro sistemi in energijsko pogodbeništvo

Zaradi vedno dražjih fosilnih goriv, bogatih naravnih danosti Slovenije z gozdovi in razdrobljene poseljenosti podeželja se z mikromrežami in energetskim pogodbeništvom odpirajo nove možnosti glede domače energetske oskrbe. Z energetskim pogodbeništvom pridobijo vsi. Tisti, ki energijo prodajajo, ustvarjajo višjo dodano vrednost na lesu najslabše kakovosti, kupci energije znižajo svoje stroške za ogrevanje, denar se obrača in ostaja v domačem okolju, odpirajo se nova delovna mesta, varujemo okolje ...

Investitor sklene z odjemalci toplote dolgoročno pogodbo o dobavi toplote. Odjemalci toplote na začetku plačajo enkratno ceno priključitve, ki vključuje postavitev toplotne postaje s kalorimetrom in kasneje redne mesečne obveznosti za prejeto toploto glede na porabo po toplotnem števcu. Odjemalci tako nimajo nobenega dela v zvezi z ogrevanjem in kurilno napravo ter tako praktično uživajo udobje oskrbe s toploto na daljavo.

Razmerje med dodano vrednostjo v primeru, ko nekomu prodajate les za ogrevanje, in dodano vrednostjo v primeru, kadar nekoga s svojim lesom ogrevate in mu prodate toploto, je 1 : 3.





Bistvo mikro sistemov in energetskega pogodbeništva se skriva v tem, da eden ali več kmetov – lastnikov gozdov investira v kotlovnico ter krajše omrežje in tako ogreva več objektov. Najprimernejše lokacije za postavitev mikro sistemov so manjša ali večja strnjena naselja z javnimi zgradbami v neposredni bližini, kot so občina, šola, vrtec, zdravstveni dom, večstanovanjski blok, tovarna ... Lastniki gozdov tako dobavljajo surovino sistemu, prodajajo toploto in so zadolženi za vzdrževanje in delovanje sistema. Gre dejansko za pokrivanje celotne tehnološke verige pridobivanja, predelave in rabe lesa od drevesa do toplote.





Primeri dobre prakse pridobivanja, predelave in rabe lesa za ogrevanje v Sloveniji

Dober vzgled vedno deluje najbolj prepričljivo. Primeri, ko so se ljudje po temeljitem premisleku odločili za sodobno pridobivanje in rabo lesa v energetske namene, so najboljši učni primeri za vse, ki se šele odločajo za nove tehnologije. In kakor pravijo: »Premagovanje straha pred neznanim je lažje z nasveti izkušenih«. Zato smo začeli v Sloveniji izbirati primere dobre prakse in jih povezovati v biomasno pot. Posamezni primeri sodobne rabe lesa so točke na tej poti. Vsaka točka je predstavljena s predstavitveno tablo na objektu in letakom. Do začetka leta 2005 smo tako izbrali in javnosti predstavili naslednje točke:

1. **Kmetija Zalokar** (Vinica pri Šmarjeti 3, 8220 Šmarješke toplice) je eden prvih primerov uvajanja sodobnih tehnologij pridobivanja in rabe lesa na slovenskem podeželju. Z nakupom sekalnika in sodobnega kotla na sekance moči 48 kW so si zagotovili trajno samooskrbo s potrebnim lesnim gorivom. Priprava in prodaja sekancev predstavlja tudi novo dejavnost na kmetiji. Kmetija Zalokar je primer dobrega sodelovanja in aktivnega vključevanja lokalne skupnosti v promocijo sodobnih tehnologij pridobivanja in rabe lesne biomase. (Kontaktna oseba: g. Franc Zalokar)

2. **Kmetija Prodnik** (Juvanje 1, 3333 Ljubno ob Savinji) je eden prvih primerov uvajanja mikro sistema ogrevanja na les, ki s toploto oskrbuje več objektov. Z nakupom sodobnega kotla na sekance moči 220 kW in izgradnjo toplotnega omrežja so si zagotovili trajno oskrbo s toploto v treh ločenih objektih. Kmetija Prodnik je primer celostnega in okolju prijaznega razvoja turizma in gostinstva na podeželju (Kontaktna oseba: g. Edi Erjavec).

3. **Kmetija Slapnik** (Dol 14, 3342 Gornji Grad) je primer dobre prakse pridobivanja, predelave in rabe lesa v energetske namene iz lastnega gozda. S prehodom na sodoben in okolju prijaznejši sistem ogrevanja s sekanci (avtomatiziran kotel moči 25 kW) so na kmetiji povečali učinkovitost rabe goriva in si zagotovili večje udobje bivanja. Gre za primer samooskrbe z gorivom potrebnim za ogrevanje stanovanjskih površin in segrevanje sanitarne vode. (Kontaktna oseba: g. Boštjan Rihter)

Ogledi točk so možni le po predhodnem dogovoru z lastniki.



Pomembni naslovi

Zavod za gozdove Slovenije
Centralna enota
Večna pot 2, 1000 Ljubljana
telefon: 01 470 00 50
kontaktna oseba: g. Andrej Grum
E-pošta: andrej.grum@zgs.sov.si
www.sigov.si/zgs/

Zavod za gozdove Slovenije
Krajevna enota Ptuj
Zoisova 5, 2250 Ptuj
telefon: 02 780 01 70
kontaktna oseba: g. Igor Kopše

Gozdarski inštitut Slovenije
Večna pot 2, 1000 Ljubljana
telefon: 01 200 78 00
kontaktna oseba: dr. Nike Krajnc
E-pošta: nike.krajnc@gozdis.si

Agencija RS za učinkovito rabo in obnovljive vire energije
Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana
telefon: 01 300 69 90
kontaktna oseba: mag. Jani Turk
www.aure.si

Ekološki sklad Republike Slovenije
Trg republike 3, 1000 Ljubljana
telefon: 01/ 241 48 20
www.ekosklad.si

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Dunajska cesta 56, 1000 Ljubljana
telefon: 01 478 90 00

Ministrstvo za okolje in prostor
Dunajska c. 48 III, 1000 Ljubljana
http://www.gov.si/mop

Kmetijsko gozdarska zbornica
Miklošičeva 4, 1000 Ljubljana
www.kgzs.si

Kmetijsko gozdarska zbornica
Kmetijsko gozdarski zavod Novo Mesto
Šmihelska 14, 8000 Novo mesto
Telefon: 07 373 05 70
Kontaktna oseba: mag. Marjan Dolenšek

Energetsko svetovanje za občane
GRADBENI INŠTITUT – ZRMK d.o.o.
Center za bivalno okolje,
gradbeno fiziko in energijo
Dimičeva 12, 1000 Ljubljana
http://www.gi-zrmk.si/ensvet.htm
kontaktna oseba: g. Matjaž Malovrh

Agencija RS za kmetijske trge in razvoj podeželja
Dunajska 160, 1000 Ljubljana
Telefon: 01 478 92 10 (informacijska pisarna)

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN PREHRANO

ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PROSTOR IN ENERGIJO
AGENCIJA ZA UČINKOVITO RABO IN OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE
AURE

enerGreen
FAO projekt
Lesna biomasa v Sloveniji
Preskrba in raba bioenergije v smislu trajnostnega gospodarjenja z gozdom

Interreg III B

GEF

Strokovna monografija: LES – DOMAČ, OBNOVLJIV IN OKOLJU PRIJAZEN VIR ENERGIJE
Avtorja: dr. Nike KRAJNC, Igor KOPŠE
Izdaja: Zavod za gozdove Slovenije, Gozdarski inštitut Slovenije,
Agencija za učinkovito rabo in obnovljive vire energije
Odgovorni urednik: dr. Nike KRAJNC
Tehnični urednik: Marijan MOČIVNIK
Avtorji fotografij: Marjan MOČIVNIK, Nike KRAJNC, Igor KOPŠE, Mirko MEDVED,
Andrej GRUM in promocijsko gradivo proizvajalcev opreme
Oblikovanje: Marijan MOČIVNIK, Studio Ajd
Tisk: LOTOS

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

UDK 662.63

GDK 33+339

KRAJNC, Nike

Les - domač, obnovljiv in okolju prijazen vir energije / Nike Krajnc, Igor Kopše.. - Ljubljana : Zavod za gozdove Slovenije : Agencija za učinkovite rabo in obnovljive vire energije : Gozdarski inštitut Slovenije, 2005

ISBN 961-6425-21-8 (Gozdarski inštitut Slovenije) 1. Krajnc, Nike 219193600