

UVOD

Trg z vsemi oblikami lesnega goriva se v Sloveniji hitro razvija. K temu je veliko pripomogla tudi država s sistemom sofinanciranja začetnih investicij v sodobne stroje za izdelavo lesnih goriv ter kotle za centralno ogrevanje in s podporo promocijskim projektom. Z višanjem cen nekaterih energentov v preteklih letih je les kot domač, obnovljiv in cenovno ugoden energent zopet pridobil na pomenu. V prihodnosti pa bo še pridobival na pomenu tudi kot eden izmed pomembnejših obnovljivih virov energije za Slovenijo.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije število gospodinjstev, ki za ogrevanje in segrevanje sanitarne vode uporabljajo les, iz leta v leto narašča. Po zadnjih ocenah se z lesom ogreva že več kot 330.000 gospodinjstev (Anketa o porabi v gospodinjstvih, SURS 2009). Od tega kar tretjina gospodinjstev les za ogrevanje pripravlja sama, kar kaže na veliko samooskrbnost gospodinjstev s tem energentom. Poleg rabe lesa v gospodinjstvih pa je vse več tudi daljinskih in manjših skupinskih sistemov ogrevanja. Tako je bilo v zadnjih letih zgrajenih 8 manjših daljinskih sistemov ter več deset sodobnih individualnih kotlovnice na lesno biomaso (podatki Ministrstva za Gospodarstvo).

Večina lesa, ki se porabi za ogrevanje, izvira iz gozdov, medtem ko je do 20 % celotne energetske rabe lesa druga drevnina, ki jo predstavljajo posek na zunajgozdnih površinah (površine v zaraščanju, drevje ob vodotokih, sadovnjaki, ...), sečni ostanki, neetatna lesna masa in odslužen les. V gospodinjstvih raba lesne biomase po letih niha glede na dolžino kurilne sezone in najnižje zimske temperature.

Dr. Nike Krajnc

Gozdarski inštitut Slovenije

6 razlogov za uporabo kakovostnih lesnih goriv

- 1. Ogrevanje z lesom ni vedno ekološko!** Le učinkovita raba kakovostnih lesnih goriv jamči okolju prijaznejše ogrevanje v primerjavi s fosilnimi energenti.
- 2. Količine lesnih goriv so omejene!** Kakovostna goriva pri strokovni rabi znižujejo potrebno količino goriva in tako znižujejo tudi letne stroške ogrevanja.
- 3. Sosed vam bo hvaležen!** Kakovostna lesna goriva, pravilno uporabljena v sodobnih napravah, zmanjšujejo emisije prašnih delcev.
- 4. Zniževanje stroškov ogrevanja!** Kakovostna goriva podaljšujejo življenjsko dobo kurilnih naprav in tako znižujejo letne stroške vzdrževanja in servisiranja kurilne naprave in dimnika.
- 5. Nič ni tako udobno kot olje in plin!** Stalno zagotavljanje kakovostnih lesnih goriv in pravilna uporaba sodobnih kurilnih naprav povečuje zaupanje porabnika in mu olajša odločitev o menjavi energenta.
- 6 Les kot gorivo uporabljajte umno! Najprej les uporabite za izdelke višjega cenovnega razreda in čim višje dodane vrednosti ter za čim bolj trajnostno rabo (npr. za pohištvo in stavbno pohištvo, ki ga bodo uporabljali rodovi), šele nato ga porabite kot gorivo.**

OBLIKE LESNIH GORIV

Skladno z evropsko tehnično specifikacijo (SIST–TS CEN/TS 14588:2004 Trdna biogoriva– Terminologija, definicije in opisi) so lesna goriva vse vrste biogoriv, ki posredno ali neposredno izvirajo iz lesne biomase. Lesna goriva se uvrščajo v širšo skupino trdnih biogoriv, to so trdna goriva, proizvedena posredno ali neposredno iz biomase. Biomasa v najširšem pomenu zajema snovi biološkega izvora, z izjemo fosilnih snovi v geoloških tvorbah.

Lesna goriva so lahko različnega izvora in jih najdemo v različnih tržnih oblikah.

Naslednje definicije lesnih goriv temeljijo na evropskem standardu: **Trdna biogoriva - Terminologija, definicije in opisi (SIST EN 14588:2010)**

1. **Drva:** les, ki je razžagan in po potrebi cepljen z namenom energetske izrabe v napravah, kot so peči, kamini ali kotli za centralno ogrevanje individualnih hiš oziroma stanovanj. Drva imajo praviloma določeno dolžino od 150 do 1000 mm.



2. **Polena:** energetski les, nasekan z ostrimi sekalnimi ali cepilnimi napravami, pri čemer ima večina gradiva dolžino od 150 do 500 mm.



3. **Cepanice:** energetski les, razcepljen in razrezan večinoma na dolžino 500 mm ali več.



4. **Okroglice:** energijski les, razrezan večinoma na dolžino 500 mm ali več.



5. **Lesni sekanci:** nasekana lesna biomasa v obliki koščkov z določeno velikostjo delcev, ki se izdelujejo z mehansko obdelavo z ostrim orodjem, kot so noži. Lesni sekanci so nepravilne pravokotne oblike in značilne dolžine od 5 do 50 mm ter z majhno debelino v primerjavi z drugimi dimenzijami.



6. **Grobi lesni sekanci:** les, nasekan z ostrimi sekalnimi napravami, pri čemer je dolžina večine delcev bistveno daljša kot pri *lesnih sekancih*, oblika pa je bolj robata. Značilna dolžina grobih lesnih sekancev znaša od 50 do 150 mm.
7. **Grobi lesni drobir:** energetski les v obliki koščkov različnih velikosti in oblik, ki se proizvajajo z lomljenjem in drobljenjem s topim orodjem, kot so valji ali kladiva.
8. **Lesni peleti:** so stiskanci, narejeni iz čistega lesa. Proizvajajo se industrijsko s stiskanjem suhega lesnega prahu in žaganja. So valjaste oblike premera 8 mm in dolžine do 50 mm. V postopku izdelave se uporablja zgolj visoki tlak in para.



9. **Lesni 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 uporablja zgolj visok tlak in para. Lesni briketi so posebej primerni za majhna oz. redko kurjena ognjišča, kot so kamini, savne, lončene peči idr.



Najpomembnejše lastnosti lesnih goriv so dimenzije, tržna oblika, vsebnost vode, kurilnost in vsebnost za človeka in okolje škodljivih onesnažil. Poleg teh lastnosti je pomemben še izvor lesnih goriv. Na kakovost lesnih goriv lahko vplivamo z ustrežno tehnologijo pridobivanja, predelave, skladiščenja ter končne rabe.

Viri goriv iz lesne biomase

Po izvoru delimo lesna goriva v:

1. **Les iz gozda in plantaž:** je les iz gozdov, parkov, nasadov hitro rastočih drevesnih in grmovnih vrst ter drugih nasadov.



2. **Stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije:** V tej skupini so razvrščeni lesni stranski proizvodi in ostanki iz industrijske proizvodnje. Ta biogoriva so lahko bodisi kemično neobdelana (npr. ostanki pri odstranjevanju skorje, žaganju, razžagovanju, oblikovanju ali stiskanju) ali pa gre za ostanke kemično obdelanega lesa, če ne vsebujejo težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov.



3. **Odslužen les:** Ta skupina zajema odslužen les, ki je pri potrošniku oz. uporabniku že zadostil svojemu osnovnemu namenu in ga ta jemlje kot odpadek. Glede obdelave veljajo ista merila kot pri skupini »stranski proizvodi in ostanki iz lesnopredelovalne industrije«. To pomeni, da odslužen les, ki bo uporabljen v energetske namene, ne sme vsebovati težkih kovin ali halogeniranih organskih sestavin, ki izvirajo iz uporabe lesnih zaščitnih sredstev ali premazov.



Odslužen les

Potenciali lesne biomase iz nasadov hitrorastočih drevesnih vrst

Potrebe po lesu se povečujejo. Z okoljsko krizo in željo po preusmeritvi na obnovljive vire energije se bo povpraševanje po lesu slabše kakovosti še povečevalo. Zunajgozdni nasadi hitrorastočih drevesnih ali grmovnih vrst dajejo velik hektarski donos lesne biomase, ne posegajo v naravne gozdove in hkrati pomenijo razbremenitev naravnih gozdov (les, potreben za zagotavljanje oskrbe večjih energetskih sistemov na lesno biomaso, lahko zagotavljamo tudi z omenjenimi nasadi, kakovostnejši les iz gozdov pa namenimo le za lesno industrijo).

Hitro rastoče drevesne in grmovne vrste s kratko obhodnjo so zaradi hitre rasti in količine biomase zanimive za zunajgozdno sajenje na marginalnih zemljiščih, na slabo ali neizkoriščenih (opuščenih) kmetijskih površinah oz. na površinah, kjer kmetijska proizvodnja ni rentabilna.

Za zunajgozdne nasade s kratko obhodnjo so najprimernejši nekateri listavci, npr. topol, vrba, breza, jelša, kostanj, robinija. Prednost je velik letni prirastek lesne biomase in sposobnost, da po sečnji ponovno zrastejo iz panja. Načelo se glasi: Enkrat posaditi, večkrat posekati.

V praksi se danes za osnovanje hitro rastočih zunajgozdnih nasadov za proizvodnjo lesne biomase uporabljajo predvsem različne vrste klonov topola in vrb. Način gospodarjenja ima veliko skupnih značilnosti s panjevskim gospodarjenjem, ki je z odkritjem fosilnih energijskih virov ponekod izgubil svoj pomen.

V nasprotju s tradicionalnim gozdarstvom je pri gospodarjenju z nasadi dreves s kratko obhodnjo kakovost lesa drugotnega pomena. Veliko večjega pomena je, da se v najkrajšem možnem času pridela velika količina biomase. Gospodarjenje z nasadi zato poteka v kratkih sečnih intervalih. Obhodnja praviloma ne presega 5 let.



Več podatkov o plantažah hitrorastočih lesnatih vrsta dobite v:

KRAJNC, Nike, PIŠKUR, Mitja, DOLENŠEK, Marjan, BOŽIČ, Gregor, KLUN, Jaka. *Zunajgozdni nasadi hitrorastočih drevesnih in grmovnih vrst*. Ljubljana: Silva Slovenica, 2009. 15 str., ilustr. ISBN 978-961-6425-44-5. http://www.gozdis.si/fileadmin/user_upload/nasadi_hitrorastoce_vrste.pdf. [COBISS.SI-ID [245591808](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:si:coibis-245591808)]

<http://www.biomassradecentre2.eu/wood-biomass-production/short-rotation-coppice/>

NAJPOMEMBNEJŠE MERSKE ENOTE za lesna goriva

Kubični (ali volumni) meter (oznaka: m^3) se uporablja kot merska enota za prostornino, ki je v celoti napolnjena z lesom (brez vmesnih praznih prostorov). Ta merska enota se navadno uporablja za okrogli les brez skorje, v drugih primerih pa ponazarja ekvivalente okroglega lesa.

Prostornina zloženega gradiva / Prostorninski meter (oznaka: prm) je merska enota, ki se uporablja za zložena drva. V literaturi je večinoma označen kot prm.

Prostornina nasutja / Nasuti (kubični) meter (oznaka: nm^3) je merska enota, ki se uporablja za nasutje lesnih sekancev, lahko pa tudi za nasutje drv.

Prostornina lesnega goriva je odvisna od oblike, velikosti, homogenosti in razporeditve posameznih kosov lesa.

Tona je utežna mera, ki se v praksi pogosto uporablja za merjenje količin lesnega goriva. Pri navajanju in trgovanju z lesnimi gorivi na osnovi mase je pomembno poznavanje vsebnosti vode ali vlažnosti lesa. Tako ločimo tono suhe snovi ($w=0\%$) in tono sveže snovi.

Gostota nasutja je masa deleža trdnega goriva, deljena s prostornino zabojnika, ki ga lesno gorivo napolni v določenih razmerah. Gostota nasutja se lahko izraža kot kg/prm ali kg/nm^3 , odvisno od tega, ali je lesno gorivo zloženo (drva) ali nasuto (drva ali sekanci). Gostota nasutja je odvisna od velikosti ter homogenosti posameznih delcev, ki tvorijo praznine med kosi, ki so lahko večji ali manjši, odvisno od velikosti in oblike lesnih delcev (peleti, briketi, sekanci, polena) ter časa skladiščenja.

Gostota lesa (ρ) je razmerje med maso in volumnom lesa pri določeni lesni vlažnosti (u). Izražena je v g/cm^3 ali kg/m^3 . Gostota zračno suhega lesa, to je pri $u=12-15\%$, se označuje s $\rho_{12...15}$. Gostota absolutno (sušilnično) suhega lesa se označuje s ρ_0 .

Osnovna gostota (R) je razmerje med maso pri suhi osnovi in telesnino pri sveži osnovi. Lahko je tudi količnik med maso absolutno (sušilnično) suhega lesa in maksimalnim volumnom, ki ga ima svež les.

Energijska vrednost goriva izraža količino energije, ki se sprosti med popolnim izgoretjem enote mase goriva.

- **Kurilnost (H_i)** (prej spodnja kurilna vrednost – net calorific value (NCV)) označuje tisto količino toplote, ki jo dobimo z zgorevanjem goriva, če dimne pline ohlajamo samo do temperature rosišča vodne pare, ki je v dimnih plinih. Voda, ki se sprošča, se šteje kot para, kar pomeni, da smo odšteli toplotno energijo, nujno za spremembo vode v paro (latentna toplota uparjanja vode pri $25\text{ }^\circ\text{C}$).
- **Zgorevalna toplota H_s** (prej zgornja kurilna vrednost – gross calorific value): označuje vso toploto, ki se sprosti pri gorenju, vključno s toploto vodne pare v dimnih plinih (latentna toplota). V produktih izgorevanja se voda šteje kot tekočina.
Enota za merjenje energije je [joule](#), poleg tega uporabljamo še njene izpeljanke (kJ, MJ, PJ, itd.). Navadno nam je bolj poznana druga oblika enote, Ws (wattsekunda, $1J = 1Ws$), z izpeljankami, kot so Wh, kWh, MWh.

Primer pretvorbenih faktorjev za okrogli les/drva/sekance. (Vir: ÖNORM M7132 in M7133)

Asortimenti oz. oblika lesnega goriva	Okrogli les	Metrška drva	Drva		Lesni sekanci	
			Zložena	Nasuta	Drobni (G30)	Srednji (G50)
	m ³	prm	prm	nm ³	nm ³	
1 m³ okroglega lesa	1	1,4	1,2	2,0	2,5	3,0
1 prostorninski m metrskih drv	0,7	1	0,8	1,4	1,8	2,1
1 prostorninski m drv	0,85	1,2	1	1,7		
1 nasuti m drv	0,5	0,7	0,6	1		
1 nasuti m ³ drobnih gozdnih sekancev (G30)	0,4	0,55			1	1,2
1 nasuti m ³ srednje velikih gozdnih sekancev (G50)	0,33	0,48			0,8	1
Opomba: 1 tona lesnih sekancev G30 z w = 35 % ustreza približno 4 nm ³ sekancev iz smrekovega lesa in 3 nasutim m ³ sekancev iz bukovega lesa.						

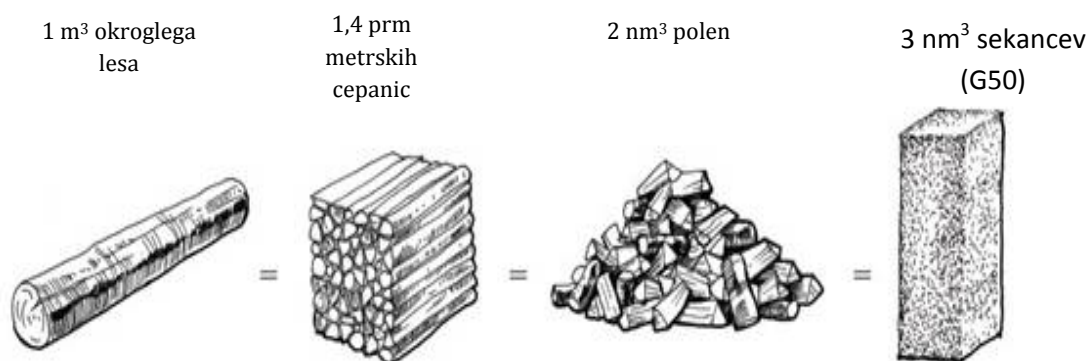
Gostote zračno suhega lesa (u = 12–15 % oz. w = 11–13 %) (vir: Holz atlas)

Drevesna vrsta	Značilna vrednost (kg/m ³)	Značilni odklon
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
Robinija	770	580–900

Tipične vrednosti gostote nasutja lesnih goriv (vir: UBET).

Lesno gorivo		Gostota nasutja (kg/m ³)
Drva–zložena	Bukev	460
Drva–zložena	Smreka	310
Lesni sekanci	Iglavci	195
Lesni sekanci	Listavci	260
Skorja	Iglavci	205
Skorja	Listavci	320
Žaganje		170
Odrezki		90
Lesni peleti		600

Za lažjo predstavo so na sliki prikazana razmerja med vrstami lesnih goriv.



Praktični primer uporabe pretvorbennih faktorjev.

Pretvorbenni faktorji za nekatere oblike lesnih ostankov

Informativno podajamo tudi pretvorbene faktorje za nekatere druge oblike lesne biomase:	
1 prostorninski m ³ krajnikov v svežnjih	0,65 m ³ ekvivalentov okroglega lesa
1 nasuti m ³ lesnih sekancev G50	0,33 m ³ ekvivalentov okroglega lesa
1 nasuti m ³ drobne žagovine (≤5mm)	0,33 m ³ ekvivalentov okroglega lesa
1 nasuti m ³ oblancev	0,20 m ³ ekvivalentov okroglega lesa
1 nasuti m ³ skorje	0,30 m ³ ekvivalentov okroglega lesa

V nadaljevanju predstavljamo nekaj praktičnih pretvorbenih faktorjev za posamezno obliko lesnega goriva, pri znani obliki in vsebnosti vode.

Primer faktorjev za polena (Vir: Austrian energy Agency).

Polena (trdi listavci)	w (%)	Nasutje	Zložena polena (25–30cm)	Zložena polena (1m)	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
		nm ³	prm	prm	m ³	t	t	MWh	GJ	
		1	0,847	0,699	0,500	0,365	0,292	1,411	5,079	
20 %	1,180	1	1,214	0,850	0,621	0,497	2,398	8,634	prm	
	1,430	0,824	1	0,700	0,512	0,409	1,975	7,111	prm	
	2,000	1,176	1,429	1	0,730	0,584	2,822	10,158	m ³	
	2,740	1,610	1,953	1,370	1	0,800	3,864	13,911	t	
	3,425	2,012	2,445	1,712	1,250	1	5,000	18,000	t	
	0,709	0,417	0,506	0,354	0,259	0,200	1	3,600	MWh	
	0,197	0,166	0,141	0,098	0,072	0,056	0,278	1	GJ	

Primer faktorjev za polena (Vir: Austrian energy Agency).

Polena (iglavci, mehki listavci)	w (%)	Nasutje	Zložena polena (25–30cm)	Zložena polena (1m)	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
		nm ³	prm	prm	m ³	t	t	MWh	GJ	
		1	0,847	0,699	0,500	0,250	0,200	1,021	3,675	
20 %	1,180	1	1,214	0,850	0,425	0,340	1,735	6,248	prm	
	1,430	0,824	1	0,700	0,350	0,280	1,429	5,145	prm	
	2,000	1,176	1,429	1	0,500	0,400	2,042	7,350	m ³	
	4,000	2,353	2,857	2,000	1	0,800	4,086	14,711	t	
	5,000	2,941	3,571	2,500	1,250	1	5,278	19,000	t	
	0,779	0,576	0,700	0,490	0,245	0,189	1	3,600	MWh	
	0,272	0,160	0,194	0,136	0,068	0,053	0,278	1	GJ	

Primer faktorjev za lesne sekance G30 (Vir: Austrian energy Agency).

Sekanci (G30, mešan les iglavcev in listavcev)	w (%)	Nasutje	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
		nm3	m ³	t	t	MWh	GJ	
		1	0,400	0,256	0,167	0,811	2,921	
35 %	2,500	1	0,641	0,417	2,028	7,302	m ³	
	3,906	1,560	1	0,650	3,165	11,393	t	
	5,988	2,398	1,538	1	5,235	18,846	t	
	1,233	0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh	
	0,342	0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ	

Primer faktorjev za lesne sekance G50 (Vir: Austrian energy Agency).

Sekanci (G50, mešan les iglavcev in listavcev)	w (%)	Nasutje	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
		nm3	m ³	t	t	MWh	GJ	
		1	0,330	0,211	0,137	0,669	2,410	
3,030	1	0,641	0,417	2,028	7,302	m ³		

		4,739	1,560	1	0,650	3,165	11,393	t
		7,299	2,398	1,538	1	5,235	18,846	t
		1,431	0,493	0,316	0,191	1	3,600	MWh
		0,415	0,137	0,088	0,053	0,278	1	GJ

Primer faktorjev za skorjo (Vir: Austrian energy Agency).

Skorja (les iglavcev)	w (%)	Nasutje	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
		nm3	m ³	t	t	MWh	GJ	
50 %	1	0,300	0,236	0,118	0,542	1,851	nm3	
	3,333	1	0,786	0,393	1,807	6,504	m ³	
	4,273	1,272	1	0,500	2,299	8,277	t	
	8,475	2,545	2,000	1	5,278	19,000	t	
	1,845	0,553	0,435	0,189	1	3,600	MWh	
	0,513	0,154	0,121	0,053	0,278	1	GJ	

V praksi velikokrat potrebujemo enostavne primerjave med lesnimi in fosilnimi gorivi. Te primerjave so najpomembnejše ko se odločamo o zamenjavi starega ali vgradnji novega kotla. Primerjava med lesnimi gorivi in najpogosteje uporabljenimi fosilnimi gorivi je v preglednici 20.

Primerjava kurilnosti lesnih goriv z nekaterimi fosilnimi gorivi.

Goriva	Kurilnost (srednje vrednosti)	
	v MJ	v kWh
Ekstra lahko kurilno olje	36,17 MJ/l (42,5 MJ/kg)	10 kWh/l, (11,80 kWh/kg)
Lahko kurilno olje	38,60 MJ/l (41,5 MJ/kg)	10,70 kWh/l (11,50 kWh/kg)
Naravni plin ¹	36,00 MJ/m ³	10,00 kWh/m ³
LPG ²	24,55 MJ/l (46,30 MJ/kg)	6,82 kWh/l (12,87 kWh/kg)
Premog	27,60 MJ/kg	7,67 kWh/kg
Koks 40/60	29,50 MJ/kg	8,20 kWh/kg
Lignit (briketi)	20,20 MJ/kg	5,60 kWh/kg
1 kWh elektrike	3,60 MJ	1 kWh
1 kg lesa (w 20%)	14,40 MJ/kg	4,00 kWh/kg

Za približen izračun lahko uporabimo naslednje pretvornike, pri katerih pa ni upoštevan dejanski izkoristek kotla.

1 kg kurilnega olja ≈ 3 kg lesa

1 l kurilnega olja ≈ 2,5 kg lesa

1000 litrov kurilnega olja ≈	5–6 nasutih m ³ polen listavcev
	7–8 nasutih m ³ polen iglavcev
	10–15 nasutih m ³ lesnih sekancev
	2,1 t peletov

¹ 1 kg = 5,8 l (20 °C, 216 barov)

² 1m³ LPG = 4 l = 2 kg

VLAŽNOST IN VSEBNOST VODE V LESU

Vodo v lesu opredeljujemo z vlažnostjo, ki je izražena kot delež mase vode glede na maso lesa v absolutno suhem stanju (u) oziroma kot delež mase vode glede na maso vlažnega lesa (w). Delež je pogosto izražen v odstotkih.

Vlažnost u (%)

Delež mase vode v lesu glede na maso sušilnično (absolutno) suhega lesa.

$$u = \frac{m_w - m_0}{m_0} * 100$$

m_w = masa svežega lesa (kot dobljeno)

m_0 = masa sušilnično suhega lesa

Praktični prikaz izračuna vlažnosti lesa:

100 kg 80 kg 20 kg $u = \left(\frac{20}{80}\right) * 100 = 25 \%$

Vsebnost vode w (%)

Delež mase vode v lesu glede na maso vlažnega lesa. To mero najpogosteje uporabljamo pri trženju lesnega goriva.

$$w = \frac{m_w - m_0}{m_w} * 100$$

Praktični prikaz izračuna vsebnosti vode v lesu:

100 kg 80 kg 20 kg $w = \left(\frac{20}{100}\right) * 100 = 20 \%$

Pretvorbene formule

Za izračun u iz w, in obratno, uporabljamo naslednji dve formuli:

$$u = \frac{100 * w}{100 - w} \quad (w \text{ v } \%) \quad \text{in} \quad w = \frac{100 * u}{100 + u} \quad (u \text{ v } \%)$$

Na vsebnost vode oziroma vlažnost lesnih goriv vplivamo tudi z ustrezno predpripravo in skladiščenjem.

Ne pozabimo, da za vsak kg vode, ki izhlapeva iz lesa pri gorenju, porabimo 0,68 kWh energije, uskladiščene v lesu.

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
u %	0	5	10	15	20	30	40	50	65	80	100	150
w %	0	4,8	9,1	13,0	16,7	23,1	28,6	33,3	39,4	44,4	50,0	60,0

KEMIJSKA SESTAVA LESA

Rastlinska biomasa v glavnem sestoji iz ogljika (C), kisika (O) in vodika (H). Ti trije elementi sestavljajo do 99 % suhe snovi lesa. Za vpogled in boljše predstavo o medsebojnih razmerjih med deleži kemijskih elementov v lesu in skorji, ločeno za iglavce in listavce, navajamo v spodnji preglednici podatke iz standarda SIST EN 14961-1:2010 - Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 1. del: Splošne zahteve.

Kemijska sestava lesa [SIST EN 14961-1:2010].

Parameter	Enota	Les iglavcev		Les listavcev	
		Značilna vrednost	Značilna variacija	Značilna vrednost	Značilna variacija
Ogljik, C	w-% d	51	47 do 54	49	48 do 52
Vodik, H	w-% d	6,3	5,6 do 7,0	6,2	5,9 do 6,5
Kisik, O	w-% d	42	40 do 44	44	41 do 45
Dušik, N	w-% d	0,1	< 0,1 do 0,5	0,1	<0,1 do 0,5
Žveplo, S	w-% d	0,02	< 0,01 do 0,05	0,02	< 0,01 do 0,05
Klor, Cl	w-% d	0,01	< 0,01 do 0,03	0,01	< 0,01 do 0,03
Fluor, F	w-% d	< 0,000 5	< 0,000 5	< 0,000 5	< 0,000 5
Parameter	Enota	Skorja iglavcev		Skorja listavcev	
		Značilna vrednost	Značilna variacija	Značilna vrednost	Značilna variacija
Ogljik, C	w-% d	54	51 do 56	55	52 do 56
Vodik, H	w-% d	6,1	5,9 do 6,5	6,1	5,9 do 6,5
Kisik, O	w-% d	40	36 do 43	40	36 do 43
Dušik, N	w-% d	0,5	0,3 do 1,2	0,3	0,1 do 1,0
Žveplo, S	w-% d	0,10	0,02 do 0,20	0,10	< 0,02 do 0,20
Klor, Cl	w-% d	0,02	<0,01 do 0,05	0,02	< 0,01 do 0,05
Fluor, F	w-% d	0,001	< 0,000 5 do 0,002		

Opomba: w-% d – delež mase na suho osnovo

Drevesne vrste se med seboj razlikujejo po gostotah in kemijski sestavi lesa, ki poleg vlažnosti najbolj vplivata na kurilnost.

Kurilnost (H_{i0}) enega kg sušilnično suhega lesa različnih drevesnih vrst se razlikuje znotraj zelo ozkega intervala, in sicer od 18,5 do 19 MJ/kg. Pri iglavcih je kurilnost v povprečju za 2 % višja kot pri listavcih. Razlog je predvsem v višji vsebnosti lignina in delno tudi v višji vsebnosti smol, voskov in olj, ki se lahko v večji meri pojavljajo pri iglavcih. So pa ta razmerja nekoliko drugačna, če primerjamo kurilnost na prostorninsko enoto.

Pri trgovanju z lesom iglavcev in mehkih listavcev je priporočljivo prodajati ali kupovati les po masi (npr. po tonah) in ne po prostornini (m^3 ali prostorni meter), saj imajo iglavci večjo kurilnost na

kilogram. Pri takem načinu trgovanja moramo upoštevati vsebnosti vode, saj ta bistveno vpliva tako na kurilno vrednost lesa kot tudi na maso. Pri trgovanju s trdimi listavci pa je ravno obratno, saj je gostota lesa načeloma večja, posledično večja je tudi kurilnost lesa na prostorninsko enoto.



Lesni sekanci

Lesni sekanci so nasekana lesna biomasa v obliki koščkov z določeno velikostjo delcev, ki se izdelujejo z mehansko obdelavo z ostrim orodjem, kot so noži. Lesni sekanci so nepravilne pravokotne oblike in značilne dolžine od 5 do 50 mm ter z majhno debelino v primerjavi z drugimi dimenzijami.

Kakovost sekancev opredeljuje vsebnost vode, drevesna vrsta, kakovost lesa, morebitno trohnenje, porazdelitev in velikost delcev ter delež različnih nečistoč oziroma primesi (zemlja, plastika in drugi tujki), vsi ti dejavniki pa vplivajo na kurilno vrednost, gostoto nasutja in delež pepela.

Evropski standardi, ki opredeljujejo metode za določanje posameznih lastnosti lesnih sekancev, so naslednji:

Vsebnost vode	EN 14774-1:2009	Trdna biogoriva–Metode določevanja vlage–Metoda sušenja v peči–1. del: Celotna vlaga–Referenčna metoda
	EN 14774-1:2009	Trdna biogoriva–Metoda določevanja vlage–Metoda sušenja v peči–2. del: Celotna vlaga–Poenostavljena metoda
Porazdelitev delcev	EN 15149-1:2010	Trdna biogoriva–Metode določanja porazdelitve velikosti delcev–1. del: Nihalna zaslonska metoda z uporabo sita z odprtini 3,15 mm in več
	EN 15149-2:2010	Trdna biogoriva–Metode določanja porazdelitve velikosti delcev–2. del: Vibracijska zaslonska metoda z uporabo sita z odprtini 3,15 mm in manj
Delež pepela	EN 14775:2009	Trdna biogoriva–Metoda določevanja pepela
Kalorična vrednost	EN 14918:2009	Trdna biogoriva–Metoda za ugotavljanje kalorične vrednosti

Gostota nasutja	EN 15103:2009	Trdna biogoriva–Metode za določevanje prostorninske mase
Osnovne zahteve	EN 14961	Trdna biogoriva–Specifikacije goriv in razredi–1. del: Osnovne zahteve

Nov evropski standard za lesne sekance, namenjene za neindustrijsko rabo, deli sekance najprej v dve glavni skupini. Osnova za delitev je izvor surovine:

A: Neonesnažen les iz gozdov in ostanki lesno predelovalne industrije.

B: Neonesnažen les iz nasadov, parkovnih površin ter kmetijskih površin in ostanki lesno predelovanje industrije (tudi kemično onesnaženi ostanki, vendar skladno z nacionalno zakonodajo – v Sloveniji to področje ureja Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdna biogoriva Ur.l. RS, št. 57/2008).

Veliikostni razred lesnih sekancev se ugotovi v laboratoriju z uporabo posebnih vibracijskih sit, razvrščenih v serijah s postopki in siti, ki ustrezajo standardom EN 15149–1:2010: Trdna biogoriva–Metode določanja porazdelitve velikosti delcev–Nihalna zaslonska metoda z uporabo sita z odprtiniami 3,15 mm in več in EN 15149–2:2010: Trdna biogoriva – Metode določanja porazdelitve velikosti delcev–Nihalna zaslonska metoda z uporabo sita z odprtiniami 3,15 mm in manj.



Pri določanju velikosti sekancev je pomembno določiti delež sekancev največjih dimenzij (tistih, ki še ustrezajo transportnim trakovom ali polžem) ter delež delcev velikosti pod 3,15 mm (zaradi ogrožanja zdravja zaposlenih, ki se gibljejo v skladiščih in bližini transportnih naprav in emisij prašnih delcev v okolici skladišč).

Pri lesni sekancih je pomemben podatek tudi gostota nasutja. Gostota nasutja je odvisna od velikosti ter homogenosti posameznih delcev, ki tvorijo praznine med kosi, ki so lahko večji ali manjši, odvisno od velikosti in oblike lesnih delcev. Na gostoto nasutja vplivajo tudi vsebnost vode ter drevesne vrste. Gostoto nasutja se določa skladno z EN 15103:2009.



Proizvodnja sekancev

Sekance izdelujemo s specializiranimi stroji – sekalniki.



Za proizvodnjo sekancev se uporabljajo sekalniki, to so stroji, namenjeni predelavi okroglega lesa ali lesnih ostankov in odsluženega lesa neposredno v sekance. Sekalniki so lahko stacionarni ali vgrajeni na prikolici, kamionu oziroma nošeni na 3-točkovnem priklopu traktorja. Opremljen je lahko z lastnim motorjem, ali pa ga poganja traktor. Glede na moč sekalnike delimo v tri kategorije:

- Lahki sekalniki: navadno so nameščeni na 3-točkovnem priklopu traktorja ali na prikolici. Poganja jih lahko traktorski ali pa lastni motor (moč 20 do 30 kW). Obdelujejo lahko le les majhnih premerov (maks. 20 cm), njihova zmogljivost pa je 20 t/dan oziroma do 5 nm³ sekancev na uro.
- Srednji sekalniki: nameščeni so na prikolici, navadno z lastnim motorjem (50-110 kW). Sekajo lahko les s premerom do 30 cm, njihova zmogljivost ne presega 60 t/dan oziroma do 50 nm³ sekancev na uro.
- Veliki sekalniki: nameščeni so na prikolicah ali na tovornjakih; včasih jih poganja motor tovornjaka, največkrat pa so opremljeni z lastnim motorjem (nad 150 kW); sekajo lahko okrogel les velikih premerov (nad 30 cm), z zmogljivostjo več kot 60 t/dan oziroma več kot 50 nm³ sekancev na uro.





Iz raziskave Gozdarskega inštituta Slovenije je razvidno, da je v Sloveniji število sekalnikov v zadnjih letih zelo naraslo (iz 65 v letu 2009 na 120 v letu 2011). Po številčnosti prevladujejo srednji sekalniki (zmogljivost med 5 in 50 nm³/h), ki pri nas predstavljajo 52 % vseh evidentiranih sekalnikov. S 44 % deležem jim sledijo veliki sekalniki (zmogljivosti nad 50 nm³/h). Lahki sekalniki predstavljajo najmanjši delež, in sicer samo 4 %. Razporejenost sekalnikov in njihova številčnost na območju Slovenije sta razvidni na sliki 1. Največ sekalnikov je v osrednjeslovenski regiji, sledita ji savinjska in gorenjska regija. Pri tem pa je potrebno upoštevati dejstvo, da so sekalniki večinoma mobilni in da lahko proizvajajo lesne sekance v katerikoli statistični regiji v Sloveniji.

Med znamkami sekalnikov v kategorijah lahkih in srednjih sekalnikov prevladuje domači proizvajalec Bider Bojan s.p. – Kmetijski stroji s 33 evidentiranimi stroji. Med srednje zmogljivimi sekalniki so poleg omenjenega slovenskega proizvajalca najštevilnejši sekalniki avstrijskega proizvajalca Eschlböch z 22 sekalniki. V kategoriji velikih sekalnikov so najbolj zastopani sekalniki avstrijske znamke Mus-Max; v naš Katalog smo jih zajeli 14. Poleg že omenjenih znamk sekalnikov pa smo evidentirali še sekalnike proizvajalcev: Heizohack, Pezzolato, Starchl, Jenz, Doppstadt, Bentele, Comptech, Junkkari, Willibald, Woodsman in druge.

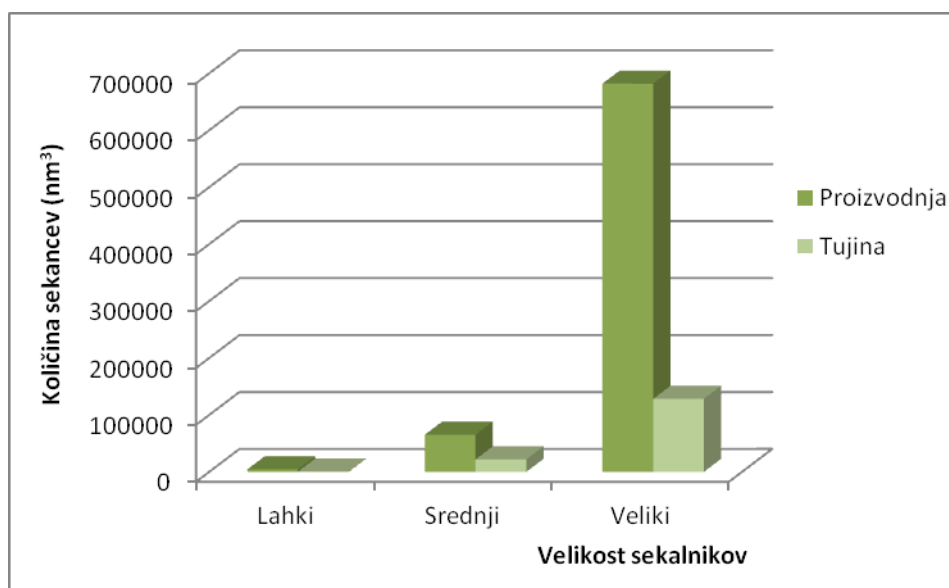


Statistične regije in zabeleženi sekalniki v Sloveniji

Pridobljeni podatki kažejo, da je bila dejanska proizvodnja sekancev v letu 2010 s sekalniki, zajetimi v raziskavo, dobrih 750.000 nm³. Glede na podatke iz študije v letu 2008 se je proizvodnja sekancev bistveno povečala. Proizvodnja lesnih sekancev v letu 2007 je bila ocenjena na 460.000 nm³. Torej se je v zadnjih treh letih povečalo tako število sekalnikov (za 50 %), kot tudi proizvodnja lesnih sekancev (za 63 %). Evidentirani sekalniki kot vhodno surovino večinoma uporabljajo lesne ostanke iz lesnopredelovalne industrije, sečne ostanke in odslužen les. V letu 2010 je le 35 % vhodne surovine predstavljal okrogel les slabše kakovosti. To potrjuje predpostavko, da je trenutno cena drv tako ugodna, da se je bolj ekonomično iz okroglega lesa slabše kakovosti izdelovati drva, za sekance pa pride v poštev le les najslabše kakovosti, droben les, sečni ostanki ter seveda lesni ostanki (iz predelave).

Glede na število prevladujejo srednji sekalniki, vendar večino vseh proizvedenih sekancev proizvedejo veliki sekalniki. Lastniki srednjih sekalnikov imajo stroje večinoma namenjene za domačo uporabo ter za ponudbo surovine na lokalnem trgu. Povprečna prevozna razdalja, kamor prodajo sekancev, znaša 24 km. Za razliko od srednjih sekalnikov imajo lastniki velikih sekalnikov trg z lesnimi sekanci razvejan po celi državi in tudi tujini, njihova povprečna prevozna razdalja znaša 64 km. Analiza je pokazala, da je dejanska proizvodnja malih sekalnikov zanemarljiva.

V tujino prodaja 17 % anketiranih proizvajalcev sekancev, ti so v letu 2010 izvozili kar 30 % evidentirane proizvodnje sekancev. Iz grafikona 1 je razvidno, da največji delež skupne proizvodnje sekancev izvozijo v tujino prav lastniki velikih sekalnikov. Ti izvozijo 20 % od celotne proizvedene količine velikih sekalnikov. Zanimiv je podatek, da srednji sekalniki izvozijo večji delež svoje proizvodnje kot veliki sekalniki, in sicer kar tretjino.



Grafikon 1: Proizvodnja sekancev glede na velikost sekalnikov ter izvoz sekancev v tujino (I. 2010)

S povečanim povpraševanjem po lesnih gorivih postaja vse pomembnejše zagotavljanje kakovosti teh goriv. Na kakovost lesnih goriv lahko vplivamo z ustrezno tehnologijo pridobivanja, predelave in skladiščenja. Kakovost sekancev opredeljujejo vsebnost vode, drevesna vrsta, kakovost lesa, morebitno trohnenje, porazdelitev in velikost delcev ter delež različnih nečistoč oziroma primesi, vsi ti dejavniki pa vplivajo na kurilno vrednost, gostoto nasutja in delež pepela. Kakovostni razredi sekancev so določeni z evropskim standardom: SIST EN 14961-4:2011 Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 4. del: Lesni sekanci za neindustrijsko uporabo. Kupec in prodajalec sekancev naj se

dogovorita za želeno kakovost, ki temelji predvsem na vsebnosti vode, velikostnem razredu delcev (dimenzije) ter gostoti nasutja.

V želji po razvoju trga z lesnimi gorivi ter za spodbujanje kontrole kakovosti lesnih goriv so v letu 2010 na Gozdarskem inštitutu Slovenije opremili laboratorij, v katerem lahko določijo vse prej omenjene mehanske lastnosti lesnih goriv.

Nova verzija *Kataloga gozdarskih podjetij in proizvajalcev drv in sekancev* je objavljena v aprilu 2012. Brezplačno je dostopen na Gozdarskem inštitutu Slovenije, elektronska verzija pa je dostopna na domači strani Gozdarskega inštituta Slovenije (www.gozdis.si) ali na domači strani mednarodnega projekta *Biomassni logistični centri 2* (www.biomassstradecentre2.eu).

Prevoz sekancev

Za **prevoz sekancev** se lahko uporabljajo običajna prevozna sredstva za razsuti tovor. Bolj praktične pa so prikolice, ki imajo vgrajeno pomično dno za raztovarjanje sekancev. Na trgu so na voljo tudi prikolice, ki lesne sekance s pihalnikom po cevi vpihujejo v skladiščni prostor. Za avtonomno natovarjanje sekancev je na tovornjak mogoče vgraditi nakladalno napravo.



Skladiščenje sekancev

Najboljši prostor za skladiščenje in sušenje lesnih sekancev je pokrita utrjena površina (betonska ali asfaltna) na **sončni** in **zračni** lokaciji. Arhitekturna struktura strehe naj bi omogočala maksimalno prezračevanje uskladiščenega materiala in olajšala ravnanje z lesnimi sekanci (višina prostora in višina nasutja sekancev).



Na tržišču so na voljo tudi zaščitne ponjave za sekance, ki so se izkazale kot učinkovite tako za sušenje svežih lesnih sekancev kot tudi za skladiščenje lesnih sekancev z vsebnostjo vode pod 30 %.

Zaščitne ponjave za sekance so iz materiala, ki omogoča dihanje in s tem prehajanje vlage iz kupa v okolico, hkrati pa preprečuje, da bi skozi prodirale padavine in zunanji z vodo nasičeni zrak. Lesne sekance je treba nasuti na vodotesno in utrjeno površino, in sicer v stožčasti obliki, da dež hitro odteka s površja ponjave.

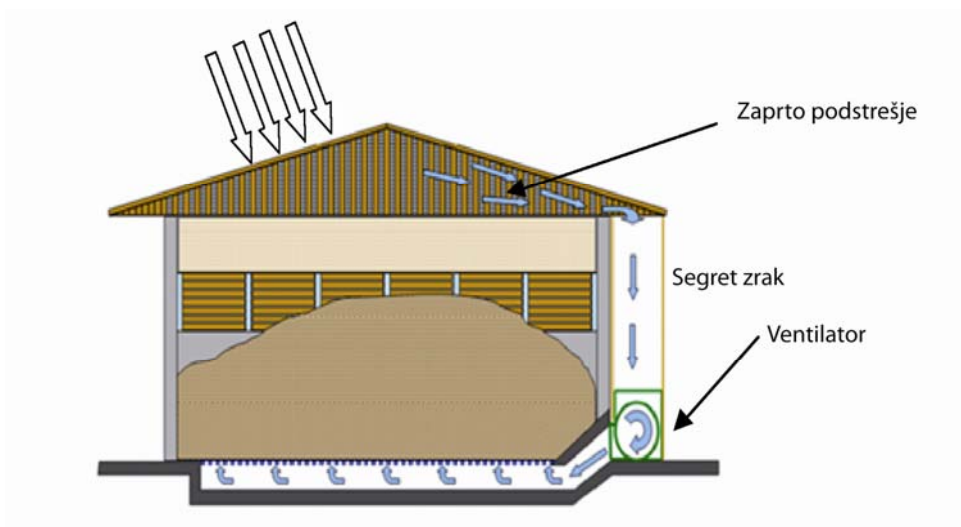
V primeru, da nameravamo lesne sekance sušiti, je skladišče priporočljivo načrtovati tako, da se uporabi prisilni ventilacijski sistem s predhodno segretim zrakom.

Pri izbiri tehnologije izdelave ter skladiščenja sekancev moramo upoštevati dejstvo, da umetno sušenje sekancev predstavlja dodaten strošek. Dodaten strošek je upravičljiv takrat, ko so koristi dovolj velike. Torej pri odločanju o umetnem sušenju sekancev je potrebno primerjati dodatne stroške z ceno suhih sekancev na trgu. Cenovno najugodnejše je naravno sušenje, ki pride v poštev ko sušimo les v obliki okroglega lesa in ne sekancev.

Zaradi vsega tega je zelo pomemben razmislek o velikosti skladiščnega prostora (za okrogli les) in tehnologiji izdelavi sekancev.



V primeru, da nameravamo lesne sekance sušiti, je skladišče priporočljivo načrtovati tako, da se uporabi prisilni ventilacijski sistem s predhodno segretim zrakom.



Na podlagi raziskav so se izoblikovala naslednja priporočila za skladiščenje sekancev:

1. Naravno sušenje (prezračevanje) zmanjšuje vsebnost vode v sekancih,
2. Kup sekancev naj ne bo kompakten oz. stisnjen; na ta način omogočimo prenos toplote, vlage in zmanjšamo tveganje za spontane vžige; razprostiranje in »teptanje« s traktorji in drugo mehanizacijo naj bo minimalno,
3. Homogenost velikosti sekancev; sekanci naj bodo čim večji (v okviru velikostnega razreda stroja), vendar »nepravilnih oblik«, saj s tem v kupu zmanjšamo zračni upor, kup sekancev naj ne preseže višine 10 m,
4. Sekance prekrivamo le z materiali, ki dopuščajo prosto kroženje zraka,
5. Odstranjevanje sekancev iz skladiščenih kupov naj bo kontrolirano in načrtovano (pravilo »first in – first out« oziroma prvi pride – prvi gre),
6. Previdnost ob delu s sekanci, ki so bili dalj časa skladiščeni, ni odveč (izpostavljenost finim lesnim delcem in glivnim trosom),
7. Sekanci, ki vsebujejo razne nečistoče, skorja, listje, naj bodo shranjeni v kupih z maksimalno višino 7 m in za čim krajše časovno obdobje.



Enostavne merilne naprave za določanje vsebnosti vode pri lesnih sekancih

Vsebnost vode v sekancih merimo z instrumenti, s katerimi ugotavljamo elektrostatični naboj. Višja je vsebnost naboja, višja je tudi dielektrična konstanta. V zadnjih nekaj letih so strokovnjaki razvili dielektrične higrometre, namenjene prav za lesne sekance, žagovino, skobljance, skorjo in pelete, za razvrščanje v kakovostne razrede goriv, opredeljenih v tehnični specifikaciji EN14961-4:2011.

S takšnimi instrumenti lahko merimo lesne sekance z maksimalno vsebnostjo vode (w) 60 %. Pri teh napravah sta zelo pomembna kalibracija in pravilni izbor kalibrirne krivulje, ki je v veliki meri odvisna od dimenzije sekancev. Pri meritvi stresemo v merilno posodo natančno določeno količino sekancev, v merilni posodi sekanci prečkajo šibko elektromagnetno polje, k se spreminja pod vplivom vlažnosti lesa. Že v nekaj sekundah je mogoče na zaslonu instrumenta odčitati vsebnost vode v vzorcu.



DRVA

Drva so kosi lesa, ki so razžagani in po potrebi cepljeni z namenom energetske izrabe v napravah, kot so peči, kamini ali kotli za centralno ogrevanje individualnih hiš oziroma stanovanj. Drva imajo praviloma določeno dolžino od 150 do 1000 mm.



Podobno kot pri lesnih sekancih tudi kakovost drv poleg drevesne vrste in kakovosti lesa brez trohnenja opredeljujeta predvsem vsebnost vode ter velikost posameznih kosov. Najpogosteje uporabljene enote za trgovanje z drvmi sta prostorninski meter (prm) in tona.



Nov evropski standard (EN 14961-5:2011) deli drva v dve glavni skupini. Drva skupine A so primerna za rabo v kaminih in pečeh, drva skupine B pa v kotlih za centralno ogrevanje. Drva so praviloma izdelana iz neonesnaženega lesa iz gozdov ali nasadov, zato v standardu niso posebej opredeljene mejne vrednosti za posamezne kemične elemente, tako kot je to pri sekancih razreda B. Je pa pri drveh pomembnejša ohranjenost lesa (trohnoba, rovi žuželk itd).

Pri velikostnih razredih drv je treba poudariti:

1. Vsaj 85 % vseh drv mora imeti premer v izbranem velikostnem razredu. Pri tem se za peči priporočajo polena s premerom v razredih D10 (premer med 5 in 15 cm) in D15 (premer med 15 in 20 cm). Drva s premerom v razredih D2 (premer pod 2 cm) in D5 (premer med 2 in 5 cm) pa se priporočajo predvsem kot podneta oziroma trske.
2. Dolžine posameznih kosov se lahko razlikujejo za ± 2 cm od dolžin posameznega razreda. Tolerira se, da je do 15 % drv krajših od dolžine v določenem razredu (npr L 20 (dolžina manj kot 20 cm), L25, itd).



Proizvodnja drv

Stroje za proizvodnjo drv lahko razdelimo na:

A) rezalne stroje: okrogli les razžagajo. Stroji s tračno žago lahko predelujejo premere, ki so večji od 40 cm in imajo nizke izgube; stroji s krožno žago lahko predelujejo le manjše premere, izgube pa so večje (več žagovine);

B) cepilne stroje: ti so opremljeni s klinom, redkeje z vijakom. Klini strojev za domačo uporabo so enojni ali križni. Okroglico obdelujejo v vertikalnem ali horizontalnem položaju, njihova cepilna moč pa je do 30 t. Stroji za industrijsko uporabo imajo možnost menjave klinov, s katerimi razcepimo okrogel les tudi na 18 cepanic hkrati, hlode obdelujejo horizontalno in jih potiskajo proti klinu z močjo od 30–60 t. Cepilni stroji z vijakom so opremljeni z navojnim stožcem, ki ob vrтанju pravokotno na lesna vlakna razcepi obdelovanec na polovico; so manj natančni, iz varnostnih razlogov je najprimernejša uporaba na hidravličnih



rokah bagrov ali nakladalnih naprav. Uporaba traktorskega tritočkovnega priključka z navojnim stožcem je nevarna in v večini praktičnih primerov uporabe ne ustreza zahtevam varnostnih standardov.



C) rezalno–cepilne stroje: stroji so lahko mobilni (npr. traktorski priključek, kamionski priklopnik), v industrijski uporabi pa gre večinoma za stacionarne stroje s sposobnostjo dveh delovnih operacij. So visoko avtomatizirani in zmogljivi. Opremljeni so z lastnim motorjem na električni (do 55 kW) ali dieselski agregat oziroma jih poganja traktor prek kardanskega zgloba. Obdelujejo lahko hlode, dolge do 6 m in s premerom do 70 cm, njihova zmogljivost pa je več kot 12 t na uro. Kapacitete strojev zelo variirajo in so odvisne od številnih dejavnikov.



Merilne naprave za merjenje vsebnosti vode ali vlažnosti v drveh

Za cepanice in okroglice majhnega premera lahko za orientacijsko oceno vlažnosti uporabimo **merilne naprave z nabijalnimi sondami**. Nabijalno sondo zabijemo do 2 cm v les in merimo električni upor (prevodnost) med dvema elektrodama (sondama). Med električnim uporom in vlažnostjo lesa obstaja korelacija, ki je največja v higroskopskem območju (u od 0 % do točke nasičenosti celične stene oz. 22–35 %). Meritev se opravi samo v prostoru med dvema elektrodama pri globini njune vstavitve.

Z najnovejšimi modeli lahko ugotovimo vsebnost vode v lesu znotraj razpona $w = 10\text{--}60\%$ z merilno natančnostjo do 0,1%. Slabost naprave je, da je lahko izmerjena vrednost v primeru neenakomerne razporeditve vlažnosti drv neustrezna.



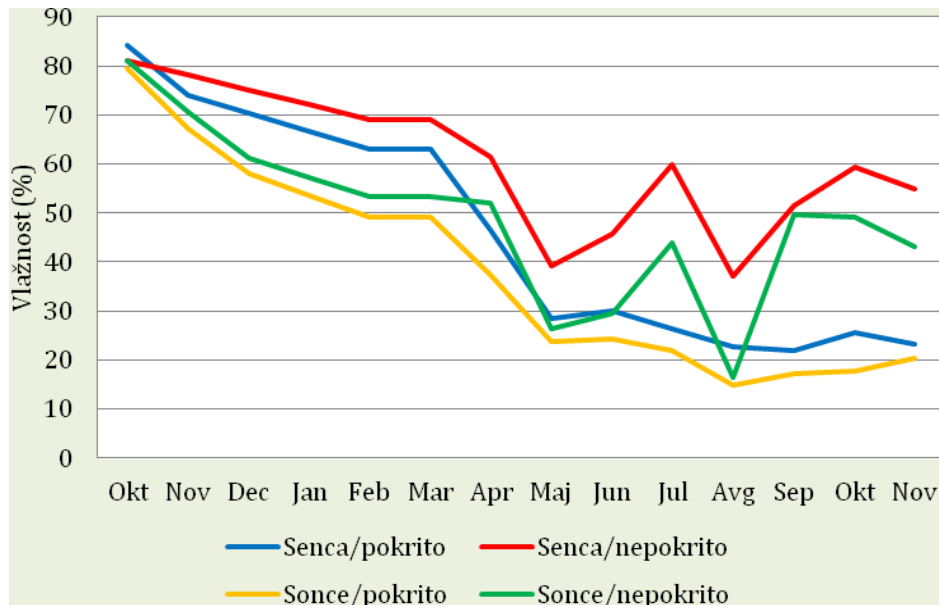
Sušenje in skladiščenje drv

Drva (ne gleda na obliko) začnejo izgubljati vodo takoj po poseku in izdelavi. Sveži les, posekan pozimi in skladiščen na sončni legi, lahko ob ugodnih vremenskih razmerah in ustreznem skladiščenju doseže vsebnost vode pod 30 % že zgodaj poleti.



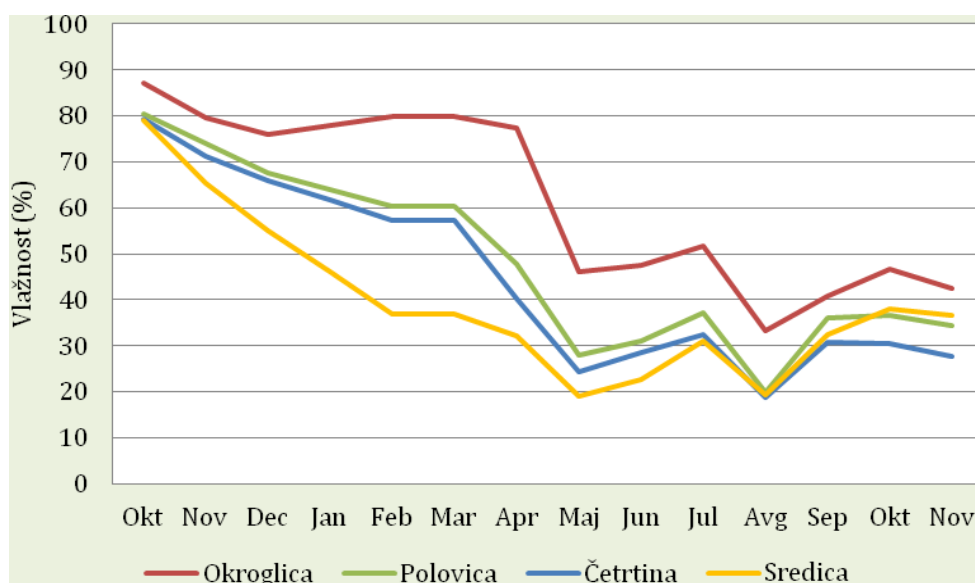
V letih 2004 in 2005 smo spremljali sušenje štirih skladovnic metrskih drv. Glavni namen je bil analizirati dejavnike, ki najbolj vplivajo na sušenje drv: lega skladovnice, pokritost skladovnic in oblike posameznih drv (okroglice, polovice, četrtine ali sredice–brez skorje). Rezultati mesečnih meritev so pokazali, da na sušenje najbolj vpliva lega skladovnice (sonce ali senca), sledi ji oblika posameznih drv (cepljena ali necepljena polena), in šele nato je pokritost skladovnice (pokrita ali nepokrita skladovnica). Dejstvo je, da so se najhitreje sušila drva v skladovnici na sončni legi. Pri takih skladovnicah, so najhitreje zgubljale vodo cepanice (brez skorje). Okroglice sušene v skladovnici v

senci, so bile v roku enega leta pirave, vsebnost vode je bila še vedno nad 30 %. Vremenske razmere najbolj vplivajo na les, ki se suši v nepokritih skladovnicah. Tako je vlažnost drv v nepokritih skladovnicah v jesenskih mesecih zopet narasla na več kot 40 %.



Primer sušenja drv v različnih pogojih: na sončni in v senčni legi ter pokrite in nepokrite skladovnice

Na sušenje drv vpliva tudi oblika kar potrjuje naslednja slika (slika 11), kjer prikazujemo sušenje štirih različnih oblik drv: okroglica, polovica (okrogli les razcepljen na pol), četrtna (okrogli les je razcepljen na štiri dele) in sredica (le osrednji del okroglega lesa – brez skorje).



Primerjava sušenja različnih oblik drv

Sredice, brez skorje, so se do poletja najhitreje sušile. Vendar so v deževnem avgustu in septembru najhitreje absorbirale vodo. Četrtnine in polovice so se sušile zelo podobno, vendar so imele četrtnine po enem letu nekoliko nižjo vlažnost. Najslabše so se sušile okroglice. Ti rezultati meritev kažejo na velik pomen cepljenja okroglega lesa pred sušenjem.

Drva lahko sušimo tudi prisilno v zaprtem prostoru, opremljenim s sistemom prisilne ventilacije, ki skrajšuje čas sušenja. V 15 dneh lahko 200 prn svežih drv doseže $w = 20\%$. Za kroženje zraka, ki ga primarno segreje sonce, porabimo približno 1 kWe. Pozimi lahko za segrevanje zraka uporabljamo tudi kotel na sekance ali pelete in s tem nadomestimo pomanjkanje sonca. Samodejno zamenjavo notranjega z vlago nasičenega zraka omogoča aktiviranje strešnih odprtin. Cena konstrukcije (slika 15) je ocenjena na 150.000 €. Tak način sicer poviša stroške proizvodnje drv, vendar se stroški kompenzirajo z možnostjo, da tržimo drva z vsebnostjo vode do 20 % bistveno prej, kot bi jih v primeru naravnega sušenja.

Glavni napotki za skladiščenje drv:

Tla (pod) morajo biti čista; če je le mogoče, naj bo skladovnica dvignjena od tal, tako da počiva na tramovih ali hlodih, da se zagotovi ustrezna cirkulacija zraka.

Les je priporočljivo skladiščiti na zračnih mestih, izpostavljenih soncu (npr. na robu gozda, dvorišču).

Razdalja med posameznimi skladovnicami in med skladovnicami in stenami skladiščnega prostora mora biti najmanj 10 cm.

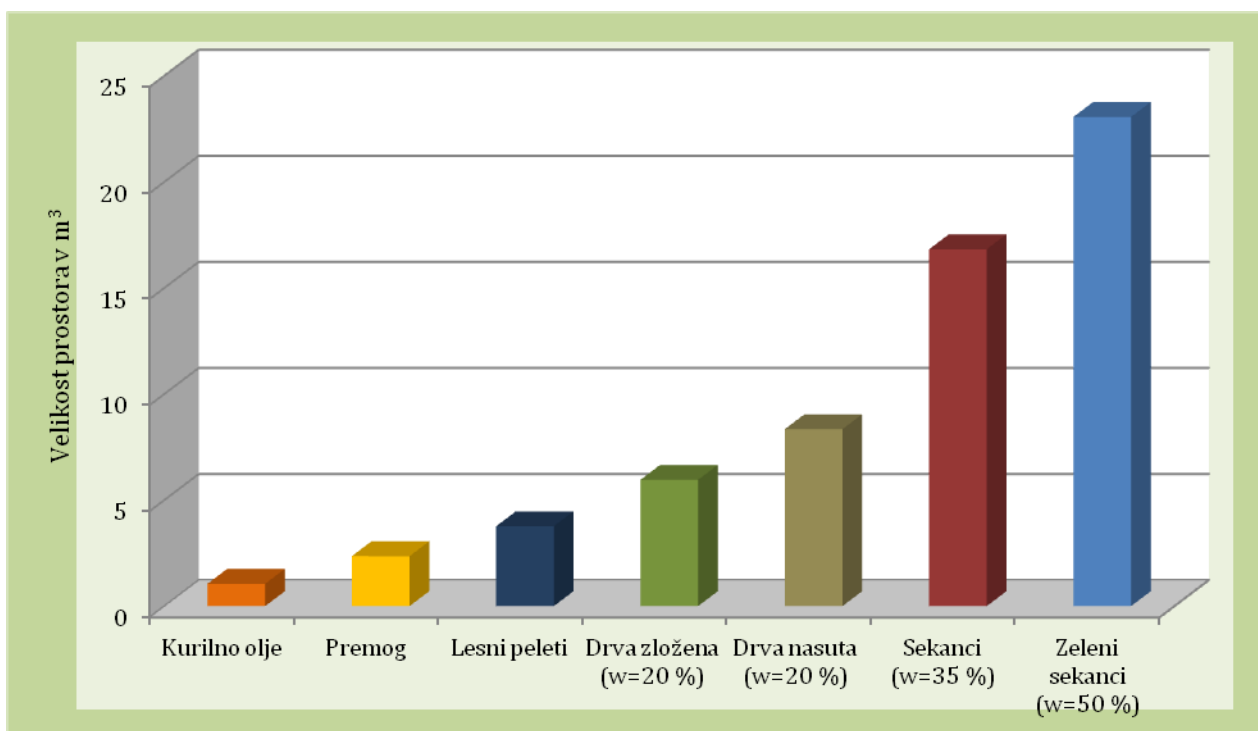
Zunanje stene skladiščnega prostora morajo biti odprte (z režami).

Drva za dnevno uporabo je priporočljivo skladiščiti v kotlovnici.

SKLADIŠČENJE LESNIH GORIV

Način skladiščenja lesnih goriv bistveno vpliva na njihovo kakovost. Les lahko skladiščimo v obliki okroglega lesa ali v kateri koli vmesni ali končni obliki lesnih goriv. Skladišči se jih lahko na vmesnih skladiščih ali v skladiščih v neposredni bližini kurilnice. Ne glede na obliko goriva in na trajanje skladiščenja je najpomembnejše, da se les suši na primerni lokaciji (zračen in suh prostor). V naslednjih poglavjih predstavljamo nekaj najučinkovitejših načinov skladiščenja drv in sekancev namenjenih predvsem za prodajo. Poleg teh vmesnih skladišč pa je pomembno, da se pri izbiri energentov zavedamo tudi problema skladiščenja energenta v neposredni bližini kurilnice.

Velikost skladiščnih prostorov za proizvodnjo 10 MWh končne energije iz različnih energentov (za izračun količin smo uporabili faktorje iz preglednic 15–19) in z upoštevanjem različnih izkoristkov kotlov so predstavljeni v naslednji sliki.



Primerjava skladiščnega prostora za proizvodnjo 10 MWh končne energije pri različnih gorivih

Biomasni logistični center (BLTC)

Biomasni logistični center (v nadaljevanju BLTC) je prostor, kjer se trži lesna goriva po zjamčeni kakovosti. Kraj BLTC se določi na osnovi ponudbe in povpraševanja po lesnih gorivih. Najprej se v njem zagotovi prostor za skladiščenje in sušenje okroglega lesa ter prostor za pokrito skladiščenje in sušenje lesnih sekancev in drv (slika 13). BLTC ima vso infrastrukturo, ki je bistvena za proizvodnjo in trženje lesnih goriva. Najpomembnejša vloga BLTC v regiji je zagotavljanje varnosti v oskrbi z vsemi oblikami lesnih goriv po zjamčeni kakovosti.

Slika 1 Biomasi logistični center v Pölstalu (Štajerska–Avstrija).

Logistični centri se v Avstriji ustanovljajo v okviru skupnega tržnega znaka: Biomassehof–Stmk (<http://www.biomassehof–stmk.at>). Pogoj za ustanovitev takega centra je, da so investitorji lastniki gozdov, oziroma kmetje, in da se v centru trži predvsem les iz lastnih gozdov oziroma samo les iz regije. V Sloveniji so v Programu razvoja podeželja (2007 – 2013) na voljo spodbude za ustanovitev podobnih biomasnih centrov, vendar je trenutno iniciativa predvsem na strani podjetij in ne na strani lastnikov gozdov. Po podatkih pridobljenih v začetku leta 2009, bi bila investicija v pokrito skladišče (velikosti: 8 m x 30 m), s sušilnim sistemom in osno dinamično tehtnico, približno 120.000 €, pri čemer je v okviru Programa razvoja podeželja (2007–2013) možno pridobiti nepovratna sredstva v višini 50 % (<http://www.mkgp.gov.si/>). Doba vračanja take investicije je v primeru ugodnega razmerja med odkupno ceno surovine (okrogli les slabše kakovosti ali lesni ostanki) in ceno izdelanih sekancev približno 10 let.

Pokriti prostori za skladiščenje in sušenje sekancev

Najboljši prostor za skladiščenje in sušenje lesnih sekancev je pokrita utrjena površina (betonska ali asfaltna) na **sončni** in **zračni** lokaciji. Arhitekturna struktura strehe naj bi omogočala maksimalno prezračevanje uskladiščenega materiala in olajšala ravnanje z lesnimi sekanci (višina prostora in višina nasutja sekancev).



BLTC (Pölstal, Avstrija)

BLTC (Deutschnofen, Bolcano.)

Sistemi prisilnega sušenja drv in lesnih sekancev

Sušenje s pomočjo toplote fermentacijskega procesa

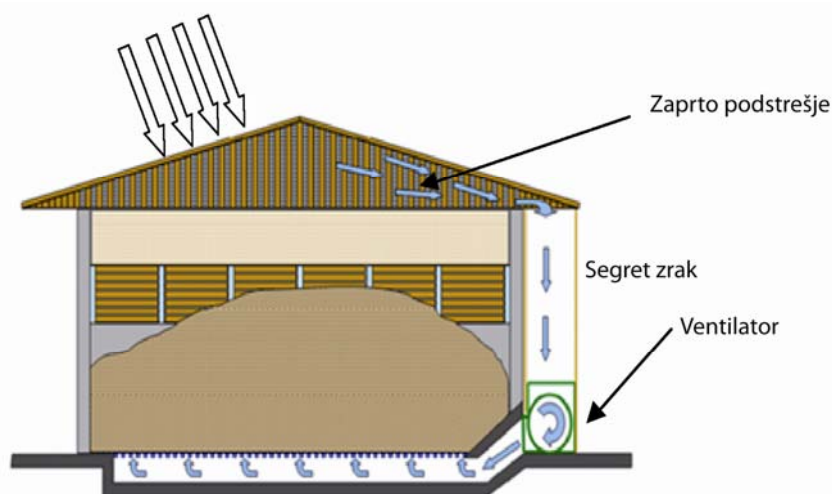
Toplota, ki izvira iz procesov razgradnje lesa v kupih lesnih sekancev, ustvarja konvekcijsko gibanje. Posledica tega je dviganje zraka od spodaj in s strani. Kar zadeva lesne sekance srednje velikosti, ima samoogrevanje precejšen vpliv na sušenje, če nastopa v kombinaciji s prisilnim ventilacijskim sistemom. Ob tem se namreč dviguje z vodo nasičen zrak, ki izvira iz samoogrevalne toplote lesne mase, posledica pa je ohlajanje lesne mase.

V skladiščih, kjer se uporabljajo prisilni sistemi kroženja zraka, se ventilacijski ciklusi uravnavajo s temperaturnimi razlikami. Samo 5 do 10 °C razlike v temperaturi med zunanjim zrakom in temperaturo v kupu sekancev je dovolj, da podpira naravno kroženje zraka in posledično zmanjša količino energije, potrebne, da prisili zrak h kroženju.

Sistem prisilne ventilacije za sušenje sekancev z uporabo zraka, predhodno segretega s sončno energijo

S povišanjem temperature znotraj kupa lesnih sekancev z različnimi tehničnimi ukrepi pospešimo kroženje zraka, ki posledično omogoča sušenje lesa.

V primeru, da nameravamo lesne sekance sušiti, je priporočljivo skladišče načrtovati tako, da se uporabi prisilni ventilacijski sistem s predhodno segretim zrakom. Cenovno najugodnejši je sistem, kjer zrak segrevamo s sončno energijo (uporaba sončnih celic ali cenovno ugodnejše segrevanje zraka v zaprti podstrehi). Zrak, ki ga predhodno segreje sonce, podpihujemo z ventilatorjem od spodaj v kupe lesnih sekancev. Taki sistemi omogočajo, ob lepem vremenu, zmanjšanje vsebnosti vode v kupih s 150 nasutimi m³ lesnih sekancev s približno $w = 50\%$ na $w = 30\%$ v enem tednu.



Predhodno segreti zrak in prisilni prezračevalni sistem, kot je v rabi v BLTC Pölstal, Avstrija.

Ponoči, ko je relativna vlažnost zraka običajno višja, je priporočljivo, da prisilno ventilacijo izključimo, da se lesni sekanci ne bi ponovno navlažili.

Pri izračunu potrebne kapacitete ventilatorjev upoštevamo površino kupa lesnih sekancev. Zračna kapaciteta se izrazi s hitrostjo zraka, ki se giblje v razponu med 180 in 540 m³/h (0,05 do 0,15 m/s, odvisno od lesnih sekancev) na m² površine kupa sekancev. Ocenjujemo, da je za 1 nm³ svežih sekancev potrebnih približno 40 m³ zraka na uro. Da bi pospešili proces sušenja, se v skladu s prakso, ventilacijska stopnja poveča do 150 m³ zraka na uro za 1 nm³ sekancev.

Sistemi prisiljene ventilacije za sušenje drv

Drva lahko sušimo v zaprtem prostoru, opremljenim s sistemom prisilne ventilacije, ki skrajšuje čas sušenja. V 15 dneh lahko 200 prn svežih drv doseže $w = 20\%$. Za kroženje zraka, ki ga primarno segreje sonce, porabimo približno 1 kWe. Pozimi lahko za segrevanje zraka uporabljamo tudi kotel na sekance ali pelete in s tem nadomestimo pomanjkanje sonca. Samodejno zamenjavo notranjega z vlago nasičenega zraka omogoča aktiviranje strešnih odprtin. Cena konstrukcije (slika 15) je ocenjena na 150.000 €. Tak način sicer poviša stroške proizvodnje drv, vendar se stroški kompenzirajo z možnostjo, da tržimo drva z vsebnostjo vode do 20 % bistveno prej, kot bi jih v primeru naravnega sušenja.

Zaprta prostor (podoben rastlinjaku) za sušenje cepanic, (Bavarska–Nemčija).

Sušilni učinek izboljša uporaba zraka, segretega z generatorjem. Delovna temperatura se lahko giblje med 20 in 100 °C. Tudi v tem primeru zrak doteka v skladovnice drv/lesnih sekancev s pomočjo ventilatorja.

Skupaj z uporabljenimi sistemi za proizvodnjo toplote je vredno izkoristiti nizko cenovno (ali brezplačno) toploto, ki jo kot stranski proizvod proizvajajo obrati za sočasno proizvodnjo elektrike in toplote (na bioplin ali lesne sekance). To toplotno energijo, ki ostaja največkrat kot višek v poletnih mesecih neizkoriščena, je zatorej mogoče izkoristiti za sušenje bodisi lesnih sekancev bodisi polen.

Poenostavljene sušilne naprave

Predstavljene konstrukcije za sušenje lesnih sekancev in drv so poenostavljene naprave (fiksne ali premične) z dvojnimi dnom in luknjami, skozi katere doteka topel zrak (slika 16). Danes so na tržišču poleg poenostavljenih sušilnih naprav na voljo tudi bolj izpopolnjene naprave za izkoriščanje odpadne toplote iz bioplinarn.

Cena poenostavljene sušilne naprave v zabojniku (Slika 16) je približno 50.000 €, vanj pa je mogoče spraviti 22 nm³; preostali prostor zavzemajo ventilatorski sistemi in krmilna plošča. Čas sušenja v katerem dosežemo $w = 20\%$ je približno pet dni.

Zabojnik za sušenje drv ali sekancev

Kmetijska prikolica z nadgradnjo za sušenje sekancev: cena nadgradnje se giblje med 1.500 in 2.000 €. Topel zrak se iz obrata za proizvodnjo bioplina dovaja skozi izmenjevalnik toplote: dve fleksibilni cevi dovajata topel zrak (80 °C) v dno nakladalne površine tovornjaka ali prikolice z naloženimi lesnimi sekanci. Sekancev med procesom ni treba obračati in po dveh ali treh dneh so primerni za dostavo ($w = 30\%$).

Kmetijska prikolica (levo), horizontalni bobenski sušilniki (desno)

KURILNA SEZONA

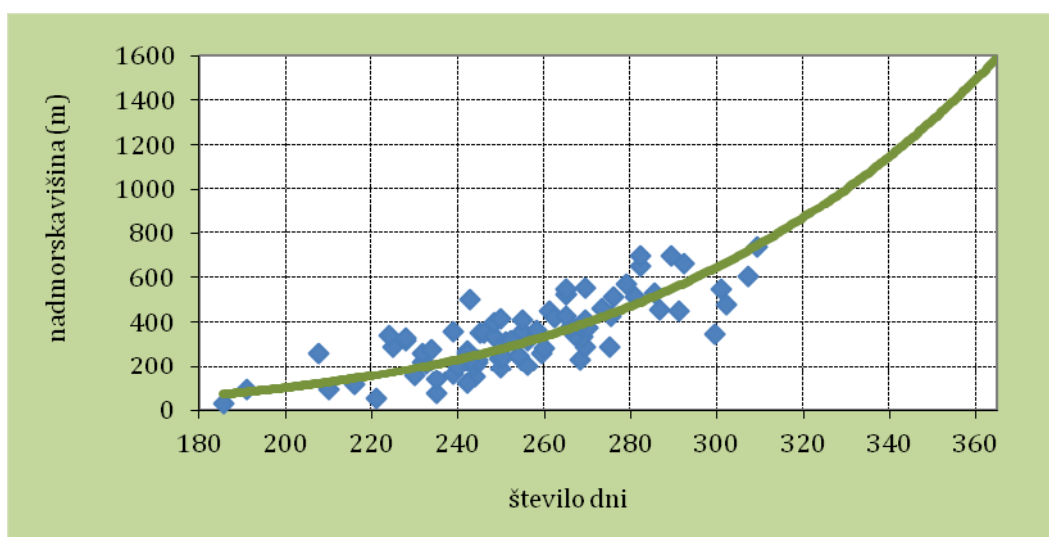
Trajanje ogrevalne oz. kurilne sezone se računsko določa na podlagi temperature zraka. Za prvi dan ogrevalne sezone se šteje dan po tistem, ko je v drugi polovici leta ob 21. uri ³ tri dni zapored temperatura zraka nižja ali enaka +12 °C. Zadnji dan ogrevalne sezone je tretji zaporedni dan v prvi polovici leta, ko je ob 21. uri temperatura zraka višja od +12 °C in po tem dnevu ob 21. uri živo srebro trikrat zapored ne pade več pod omenjeno vrednost temperature zraka. Trajanje ogrevalne sezone je število dni med prvim in zadnjim dnevom ogrevalne sezone.

Trajanje ogrevalne sezone se lahko med posameznimi kraji (tudi znotraj istih krajev) in stanovanjskimi zgradbami močno razlikuje. Do teh razlik prihaja tako zaradi različnega podnebja, kakor tudi zaradi razlik v gradnji in toplotni izolaciji zgradb.

Ker se trajanje ogrevalne sezone določa na podlagi temperature zraka, lega stanovanjske zgradbe ali bivalnega prostora bistveno vpliva na začetek in konec ogrevanja.

Z naraščajočo nadmorsko višino temperatura zraka pada, zato je trajanje ogrevalne sezone v krajih z višjo nadmorsko višino daljše. Na dolžino ogrevalne sezone pomembno vplivata tudi dnevno trajanje Sončevega sevanja (osojne in prisojne lege) in mikrolokacija zgradbe. Pri mikrolokaciji je pomembna zlasti okolica, ki lahko trajanje ogrevalne sezone skrajšuje (npr. mestno okolje) ali pa podaljšuje (konkavni relief – kotline, mrazišča). V mestih prihaja do t.i. toplotnih otokov, v mraziščih (v Sloveniji je najbolj znan kraj Babno Polje) in kotlinah pa v hladnejšem delu leta ter ob jutrih do temperaturnega obrata oz. jezer hladnega zraka.

Ogrevalna sezona po Sloveniji v večini nižinskih krajev z nadmorsko višino do 500 m traja okoli 6 do 8 mesecev. To pomeni, da mora biti naprava za ogrevanje v pripravljenosti od 4500 do 6000 ur. Letno tako deluje od 1500 do 2000 ur, še dodatnih 200 do 300 delovnih ur več pa se porabi v primeru ogrevanja sanitarne vode.



³ Srednjeevropski zimski čas

Dolžina ogrevalne sezone v odvisnosti od nadmorske višine (prirejeno po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje)



Proizvodnja lesne biomase iz gozdov

Najbolj pogosto uporabljena oblika lesnega goriva so drva, vendar so ocene letne proizvodnje polen nekoliko pomanjkljive. Zadnji podatki SURS iz leta 2011 kažejo, da se v gospodinjstvih porabi 1.137.000 ton lesnih goriv, med katerimi prevladujejo polena (1.100.000 ton). Tako so gospodinjstva tudi v letih 2009 in 2010 v energetske namene porabila okrog 1.500.000 m³ okroglega lesa (s skorjo).

Obseg in značilnosti proizvodnje sekancev smo ocenili na podlagi analize stanja proizvajalcev polen in sekancev v Sloveniji, ki smo jo izvedli na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) v letu 2011 v okviru projekta Biomass Trade Centre 2. Vključili smo podatke o sekalnikih, cepilnih in rezalno-cepilnih strojih. Glede na dobljene rezultate lahko zaključimo, da med evidentiranimi mobilnimi sekalniki (skupaj 86) po številu prevladujejo srednji sekalniki (zmogljivosti od 5 do 50 nasutih m³/uro). Število sekalnikov se je v zadnjih letih povečalo, saj je leta 2008 število evidentiranih sekalnikov v raziskavi GIS-a znašalo 62. Ocenjujemo, da je v Sloveniji število sekalnikov večje, vendar je njihova proizvodnja zanemarljiva in so večinoma namenjeni zadostitvi lastnih potreb po lesnem gorivu. Po podatkih iz anketnih vprašalnikov je bila leta 2010 pri anketiranih lastnikih sekalnikov dejanska proizvodnja sekancev okoli 750.000 nasutih m³. Evidentirani mobilni sekalniki kot vhodno surovino v prevladujočem deležu uporabljajo lesne ostanke in odslužen les, tretjina od tega je okroglega lesa slabše kakovosti. Kar tretjina proizvedenih sekancev gre v izvoz, predvsem v Avstrijo in Italijo.

Med lesnimi gorivi lahko omenimo še proizvodnjo lesnih pelet in briket, katerih proizvodnja je od leta 2006 dalje relativno konstantna. Po podatkih proizvajalcev pelet in briket je letna proizvodnja od 55.000 do 60.000 t. V letu 2011 je pričel obratovati nov proizvodni obrat pelet z manjšo kapaciteto, v prihodnosti se načrtuje postavitve še enega večjega obrata za proizvodnjo pelet z letno kapaciteto okrog 50.000 ton.

Za proizvodnjo kakovostnih lesnih sekancev, uporabnih za kotle majhne in srednje zmogljivosti, za vhodno surovino uporabljamo (neposredno iz gozdov) okrogli les iglavcev in listavcev slabše kakovosti ter sečne ostanke. Veje manjšega premera (pod 5 cm) so nezaželene zaradi relativno visokega deleža skorje. Večji delež skorje pomeni večji delež pepela.

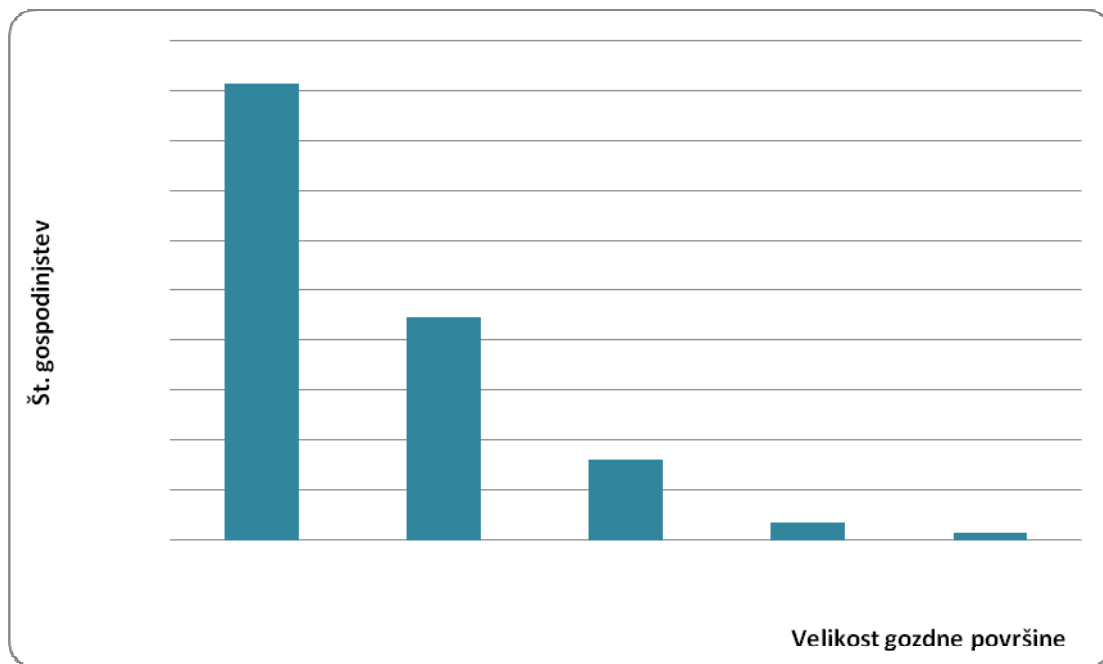
Trenutno ne razpolagamo s podatki o stanju izkoriščanja sečnih ostankov pri pridobivanju lesa. Menimo, da se določen del neetatne mase izkoristi pri pridobivanju lesa za kurjavo v zasebnih gozdovih, delno pa se zelene sekance pridobiva tudi v okviru koncesij za gospodarjenje z državnimi gozdovi. Pri izdelavi sekancev iz sečnih ostankov je pomembno vprašanje ekonomičnosti celotne proizvodnje (spravilo sečnih ostankov do vlake ali gozdne ceste, izdelava sekancev na gozdni cesti ali vlaki). V Sloveniji je pri sečnji še vedno najpogostejša uporaba motorne žage, sledi spravilo lesa s traktorjem. Pri taki tehnologiji, pri sortimenti metodi in pri manjši koncentraciji sečnje (redčenja) je iznost sečnih ostankov

zamudno in težavno delo. Vendar trenutno še ne razpolagamo z lastnimi študijami porabe časa in skupnih stroškov izdelave zelenih sekancev v primeru teh tehnologij. Dokazano bolj ekonomična je izdelava zelenih sekancev v primeru spravila z žičnim žerjavom in pri drevesni metodi, saj se v tem primeru sečni ostanki zbirajo na kupih ob stojišču stroja. Pri strojni sečnji in spravilu z zgibnim polprikoličarjem pa se količina razpoložljivih sečnih ostankov bistveno zmanjšana zaradi uporabe sečnih ostankov za zmanjševanje negativnih vplivov strojev na gozdna tla (polaganje sečnih ostankov na vozne poti in vlake).

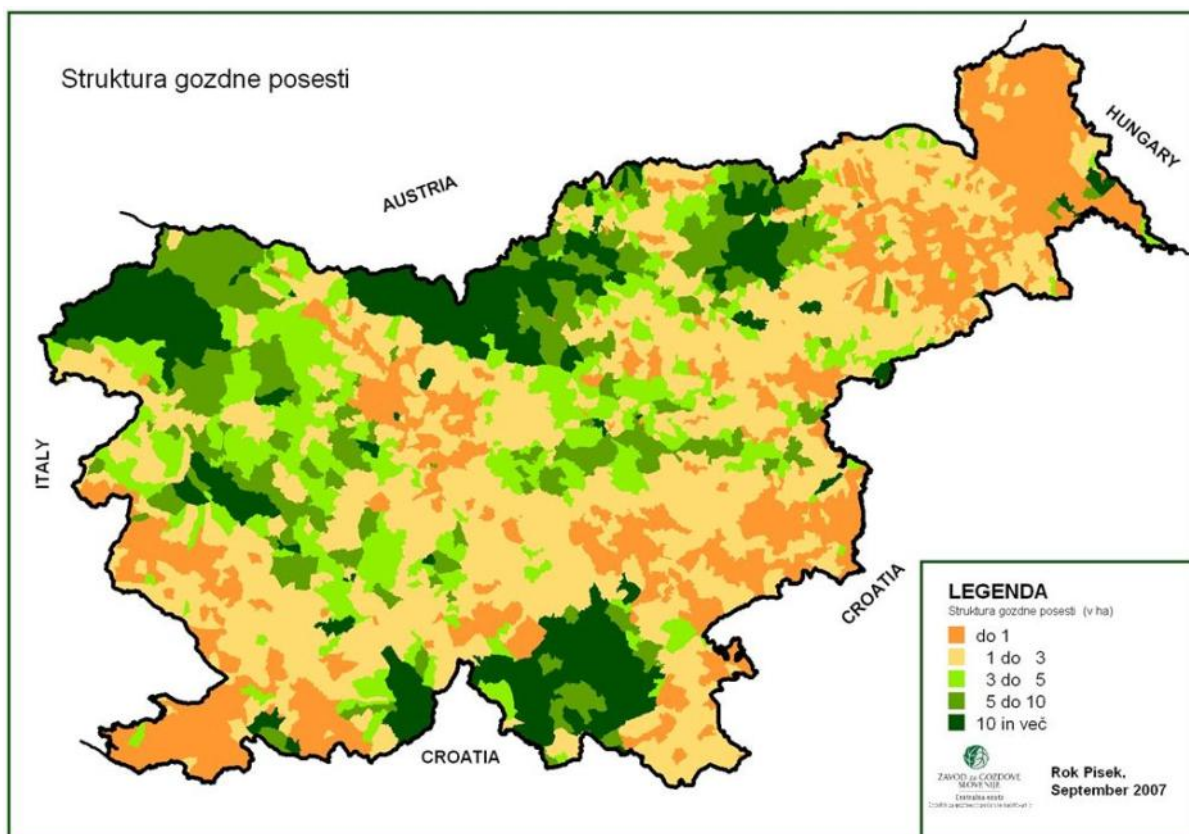
Strukturo sečnih ostankov pri pridobivanju lesa (sečnji) iglavcev je podrobno preučeval Čokl (1957). Ocena količin izbranih vrst lesnih ostankov pri listavcih se lahko oceni s pomočjo tablic donosov za bukev (ČOKL 1961) in dvovhodnih tablic za tanko vejevino za bukev (ČOKL 1961) ter dvovhodnih tablicah za količino tanke vejevine in igličevja za iglavce. V preliminarnih študijah je GIS na konkretnih objektih na podlagi rezultatov potrdil, da je potrebno znižati faktor dejansko razpoložljivih količin neetatne lesne mase (NOVIR 2010). Meritve na testnih ploskvah so pokazale, da lahko pri izbrani tehnologiji sečnje in spravila na vsak posekan kubični meter lesa (bruto) računamo še na 0,13 m³ vejevine in igličevja.

Socialno-ekonomske in druge omejitve pri rabi lesne biomase

V Sloveniji je 74 % gozdov v zasebni lasti, 26 % gozdov pa je v lasti države in občin. Na večjih in strnjenih gozdnih posestih državnih gozdov je omogočeno kakovostno strokovno gospodarjenje, medtem ko je na zasebnih posestih gospodarjenje zaradi velike razdrobljenosti posesti oteženo. Povprečna zasebna posest obsega okoli 2,5 ha in je še nadalje razdeljena na več med seboj ločenih parcel (slika 5). Za veliko večino teh posesti gozdovi niso gospodarsko pomembni. Največ gospodinjstev ima posest manjšo od 1 ha (slika 4). Zasebna gozdna posest se še naprej deli, saj se povečuje število lastnikov gozdov. Po zadnjih podatkih je tako v Sloveniji že 313.000 (s solastniki celo 461.000) gozdnih posestnikov (ZGS). Takšna velika razdrobljenost, število lastnikov in solastnikov gozdov, otežuje strokovno delo in optimalno izrabo lesa v zasebnih gozdovih.



Slika 1: Struktura zasebne posesti v Sloveniji (ZGS, 2011)

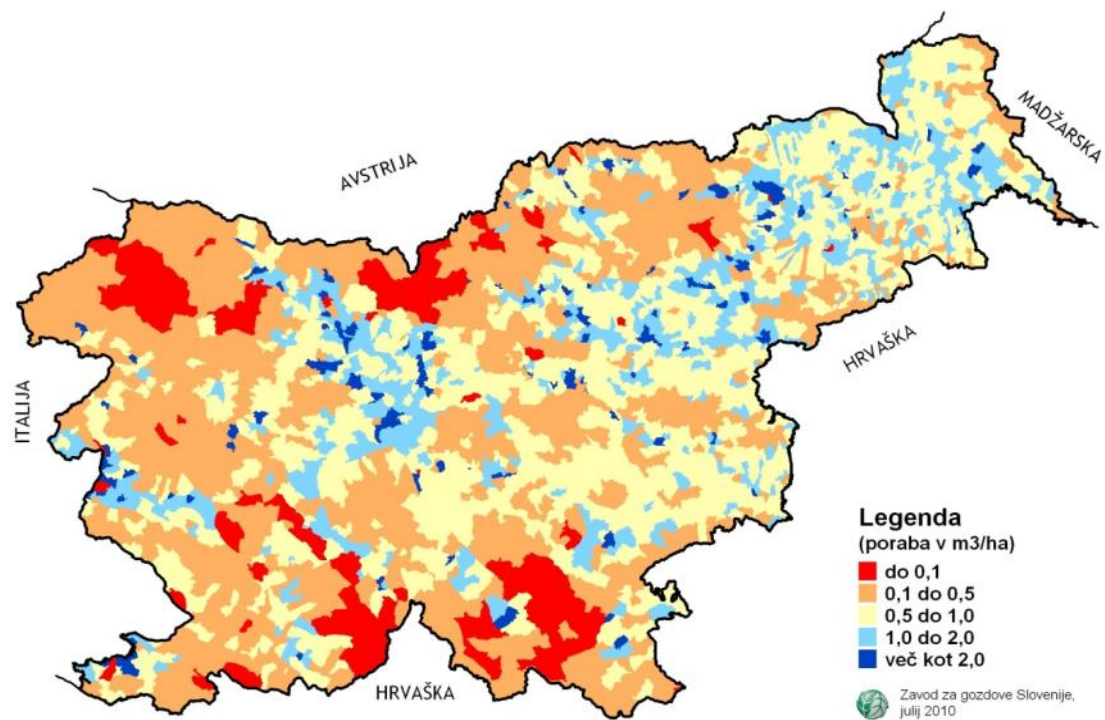


Slika 2: Struktura gozdne posesti v Sloveniji (ZGS, WISDOM database)

Dejanska izkoristljivost lesnega goriva iz gozdov je v veliki meri odvisna od odprtosti gozdov za dostop strojev in racionalen odvoz lesa do mesta predelave oziroma končne porabe. Razlikujemo odprtost gozdov s cestami in odprtost gozdov za posamezne načine spravila lesa do ceste. Povprečna gostota gozdnih cest v državnih gozdovih je 12,8 m/ha, v zasebnih pa 10,3 m/ha. Povprečna odprtost slovenskih gozdov s cestami je 20,9 m/ha in se med gozdnogospodarskimi območji zelo razlikuje (Sežana: 12 m/ha; Slovenj Gradec: 38 m/ha). Še večje so razlike v gostoti grajenih vlak. Razlike izvirajo iz obsega preteklih vlaganj, deleža zasebnih gozdov, različnih terenskih razmer in načinov spravila lesa.

Gradnja vlak v zadnjih letih dosega načrtovane cilje, medtem ko je gradnja gozdnih cest močno zastala. To je opazno predvsem v zasebnih gozdovih, kjer lastniki ne razpolagajo z zadostnimi sredstvi za gradnjo (gozdna cesta: 40-80 €/m; gozdna vlaka: 7-21 €/m). V zadnjem času so zasebnim lastnikom na voljo nepovratna sredstva za gradnjo gozdnih prometnic v višini do 60 % vrednosti investicije. Gospodarske koristi naložbe v gradnjo gozdnih prometnic se pokažejo šele s trajnim izkoriščanjem lesa. Z vidika racionalnega pridobivanja lesa za energetske namene je ključnega pomena skrb za obstoječe prometnice in tehten premislek o nujnih dopolnitvah omrežja z vidika predvidenega načina spravila lesa in tudi sečnih ostankov do ceste.

Iz rezultatov anket o porabi v gospodinjstvih v Republiki Sloveniji je mogoče sklepati o povečanju porabe drv v slovenskih gospodinjstvih (slika 1). Največ drv se na podlagi podatkov za leto 2009 porabi za ogrevanje stanovanja (43 %), za ogrevanje vode 30 %, za pripravo hrane pa 19 %. V zadnjih letih se je povečal delež drv, uporabljenih za ogrevanje stanovanja in vode, medtem ko se je poraba drv za pripravo hrane zmanjšala. Poraba drv v gospodinjstvih za ogrevanje zraka in vode ter kuhanje je prikazana na sliki 6 (ZGS, 2010). Od vseh slovenskih gospodinjstev ima 14 % gospodinjstev lastno proizvodnjo drv, medtem ko 20 % gospodinjstev drva kupi.



Slika 3: Poraba drv v slovenskih gospodinjstvih za namene ogrevanja stanovanj in vode ter za kuhanje (ZGS, WISDOM database)

Veljavni standardi na področju trdnih biogoriv

Referenčna oznaka	Datum objave	Slovenski naslov	Angleški naslov
SIST EN 14588:2010	2010-12-01	Trdna biogoriva - Terminologija, definicije in opisi	Solid biofuels - Terminology, definitions and descriptions
SIST EN 14774-1:2010	2010-01-01	Trdna biogoriva - Metode določevanja vlage - Metoda sušenja v peči - 1. del: Celotna vlaga - Referenčna metoda	Solid biofuels - Methods for determination of moisture content - Oven dry method - Part 1: Total moisture - Reference method
SIST EN 14774-2:2010	2010-01-01	Trdna biogoriva - Metode določevanja vlage - Metoda sušenja v peči - 2. del: Celotna vlaga - Poenostavljena metoda	Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method
SIST EN 14774-3:2010	2010-01-01	Trdna biogoriva - Metode določevanja vlage - Metoda sušenja v peči - 3. del: Vlaga v osnovnem vzorcu	Solid biofuels - Methods for the determination of moisture content - Oven dry method - Part 3: Moisture in general analysis sample
SIST EN 14775:2010	2010-01-01	Trdna biogoriva - Metode določevanja pepela	Solid biofuels - Method for the determination of ash content
SIST EN 14778:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Vzorčenje	Solid biofuels - Sampling
SIST EN 14778:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Vzorčenje	Solid biofuels - Sampling
SIST EN 14780:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Priprava vzorcev	Solid biofuels - Sample preparation
SIST EN 14780:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Priprava vzorcev	Solid biofuels - Sample preparation
SIST EN 14918:2010	2010-03-01	Trdna biogoriva - Metoda za ugotavljanje kalorične vrednosti	Solid Biofuels - Method for the determination of calorific value
SIST EN 14961-1:2010	2010-03-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 1. del: Splošne zahteve	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 1: General requirements
SIST EN 14961-2:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 2. del: Lesni peleti za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 2: Wood pellets for non-industrial use
SIST EN 14961-3:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 3. del: Lesni briketi za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 3: Wood briquettes for non-industrial use
SIST EN 14961-4:2011	2011-09-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 4. del: Lesni sekanci za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 4: Wood chips for non-industrial use
SIST EN 14961-5:2011	2011-06-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 5. del: Drva za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 5: Firewood for non-industrial use
SIST EN 14961-6:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 6. del: Nelesni peleti za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 6: Nonwoody pellets for non-industrial use

SIST EN 15103:2010	2010-03-01	Trdna biogoriva - Metode za določevanje prostorninske mase	Solid biofuels - Methods for the determination of bulk density
SIST EN 15104:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Določevanje celotnega ogljika, vodika in dušika - Instrumentalne metode	Solid biofuels - Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen - Instrumental methods
SIST EN 15105:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Določevanje vodotopnega klorida, natrija in kalija	Solid biofuels - Determination of the water soluble chloride, sodium and potassium content
SIST EN 15148:2010	2010-01-01	Trdna biogoriva - Metode za določevanje hlapnih snovi	Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter
SIST EN 15149-1:2011	2011-01-01	Trdna biogoriva - Določevanje porazdelitve velikosti delcev - 1. del: Nihalna zaslonka metoda z uporabo sita z odprtini 1 mm in več	Solid biofuels - Determination of particle size distribution - Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 1 mm and above
SIST EN 15149-2:2011	2011-01-01	Trdna biogoriva - Določevanje porazdelitve velikosti delcev - 2. del: Vibracijska zaslonka metoda z uporabo sita z odprtini 3,15 mm in manj	Solid biofuels - Determination of particle size distribution - Part 2: Vibrating screen method using sieve apertures of 3,15 mm and below
SIST EN 15150:2011	2011-12-01	Trdna biogoriva - Določevanje prostorninske mase	Solid biofuels - Determination of particle density
SIST EN 15150:2011	2011-12-01	Trdna biogoriva - Določevanje prostorninske mase	Solid biofuels - Determination of particle density
SIST EN 15210-1:2010	2010-03-01	Trdna biogoriva - Metode za določanje mehanske trdnosti pelet in briketov - 1. del: Peleti	Solid biofuels - Methods for the determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets
SIST EN 15210-2:2011	2011-01-01	Trdna biogoriva - Metode za določanje mehanske trdnosti pelet in briketov - 2. del: Briketi	Solid biofuels - Methods for the determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 2: Briquettes
SIST EN 15234-1:2011	2011-06-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 1. del: Splošne zahteve	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 1: General requirements
SIST EN 15234-2:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 2. del: Lesni peleti za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 2: Wood pellets for non-industrial use
SIST EN 15234-3:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 3. del: Lesni briketi za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 3: Wood briquettes for non-industrial use
SIST EN 15234-4:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 4. del: Lesni sekanci za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 4: Wood chips for non-industrial use
SIST EN 15234-5:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 5. del: Drva za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 5: Firewood for non-industrial use

SIST EN 15234-6:2012	2012-03-01	Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - 6. del: Nelesni peleti za neindustrijsko uporabo	Solid biofuels - Fuel quality assurance - Part 6: Non-woody pellets for non-industrial use
SIST EN 15289:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Določevanje celotnega žvepla in klora	Solid biofuels - Determination of total content of sulfur and chlorine
SIST EN 15290:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Določevanje makro elementov - Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na in Ti	Solid biofuels - Determination of major elements - Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na and Ti
SIST EN 15296:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Preračun analiz na različne osnove	Solid biofuels - Conversion of analytical results from one basis to another
SIST EN 15297:2011	2011-04-01	Trdna biogoriva - Določevanje mikro elementov - As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, V in Zn	Solid biofuels - Determination of minor elements - As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, V and Zn
SIST EN 16126:2012	2012-05-01	Trdna biogoriva - Ugotavljanje porazdelitve velikosti delcev razdrobljenih pelet	Solid biofuels - Determination of particle size distribution of disintegrated pellets
SIST EN 16126:2012	2012-05-01	Trdna biogoriva - Ugotavljanje porazdelitve velikosti delcev razdrobljenih pelet	Solid biofuels - Determination of particle size distribution of disintegrated pellets
SIST EN 16127:2012	2012-05-01	Trdna biogoriva - Ugotavljanje širine in premera peletov in cilindričnih briketov	Solid biofuels - Determination of length and diameter for pellets and cylindrical briquettes
SIST EN 16127:2012	2012-05-01	Trdna biogoriva - Ugotavljanje širine in premera peletov in cilindričnih briketov	Solid biofuels - Determination of length and diameter for pellets and cylindrical briquettes
SIST-TP CEN/TR 15569:2009	2009-10-01	Trdna biogoriva - Vodilo za zagotavljanje sistema kakovosti	Solid biofuels - A guide for a quality assurance system