



Kakovost lesnih goriv

Drva in lesni sekanci

UVOD

Po podatkih Statističnega urada R Slovenije se število gospodinjstev, ki za ogrevanje in segrevanje sanitarne vode uporabljajo les, iz leta v leto narašča. Po zadnjih ocenah se je v letu 2009 z lesom ogrevalo že več kot 300.000 gospodinjstev. Zanimiv je tudi podatek, da tretjina gospodinjstev les za ogrevanje pridobiva iz gozdov in pripravlja sama, kar kaže na veliko samooskrbnost gospodinjstev z energentom. Poleg rabe lesa v gospodinjstvih pa je vse več tudi daljinskih in manjših skupinskih sistemov ogrevanja. Narašča tudi število javnih zgradb, kjer za ogrevanje uporabljajo les.

Trgovanje in raba lesa v energetske namene v Sloveniji sta živahni in kažeta na stalno povečevanje obsega prodaje in rabe. Gospodarska kriza se zaradi zmanjševanja obsega predelave lesa in zapiranja proizvodnih obratov dejansko kaže le v padanju količin lesa, uporabljenega v energetske namene v podjetjih.

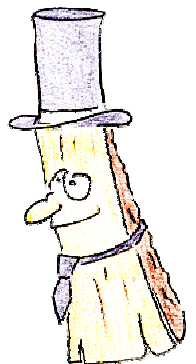
Tradicionalna oblika lesnih goriv v Sloveniji so drva, v zadnjih letih pa se vse bolj uveljavljajo tudi lesni sekanci in peleti. S povečanim povpraševanjem po lesnih gorivih postaja vse pomembnejše vprašanje zagotavljanja kakovosti teh goriv.

Za nadaljnji razvoj na tem področju sta zelo pomembni dodatna standardizacija lesnih goriv in urejenost trga. Po naših ocenah je trenutno ena izmed ovir za nadaljnji razvoj rabe lesne biomase nezaupanje v trajno dobavo kakovostnega energenta.

V tej publikaciji predstavljamo le nekaj osnovnih usmeritev za zagotavljanje kakovosti lesnih goriv, ki temeljijo na evropskih standardih in drugih normativnih dokumentih.

Najpogostejša vprašanja o kakovosti lesnih goriv, na katera bomo poskušali odgovoriti v tej publikaciji:

- ◆ Kaj so polena in sekanci in kaj opredeljuje njihovo kakovost?
- ◆ Kako zagotavljati kakovost drv in sekancev?
- ◆ Kateri standardi oziroma normativni dokumenti so najpomembnejši pri ugotavljanju kakovosti?



dr. Nike Krajnc



Gozdarski inštitut Slovenije
Večna pot 2, SI - 1000 Ljubljana



LESNA GORIVA

Skladno z evropsko tehnično specifikacijo (SIST EN 14588:2010 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. V tej publikaciji se bomo posvetili predvsem različnim oblikam drv in sekancev.



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.

Polena: energetski les, nasekan z ostrimi sekalnimi ali cepilnimi napravami, pri čemer je večina gradiva dolga od 150 do 500 mm.

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

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

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.

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.

Grobi lesni drobir: energetski les v obliki koščkov različnih velikosti, ki se proizvajajo z lomljenjem in drobljenjem s topim orodjem, kot so valji ali kladiva.



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 ustrezno tehnologijo pridobivanja, predelave, skladiščenja ter končne rabe. V nadaljevanju bomo predstavili nekaj najpomembnejših priporočil za zagotavljanje kakovosti lesnih goriv, ki so namenjena predvsem rabi v gospodinjstvih in manjših daljinskih sistemih.



Viri lesa, uporabnega v energetske namene



Les iz gozda in nasadov: les iz gozdov, parkov, nasadov hitro rastočih drevesnih in grmovnih vrst ter drugih nasadov. Kot potencial lesa iz gozdov, uporaben v energetske namene, upoštevamo zgolj droben les, del ostankov sečnje (vrhači, vejevina) ter del okroglega lesa najslabše kakovosti. V primeru zunajgozdnih nasadov hitro rastočih drevesnih in grmovnih vrst pa kot potencial upoštevamo ves les.

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

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.



NAJPOMEMBNEJŠE MERSKE ENOTE

Kubični (ali volumni) meter (oznaka: m³) 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: nm³) 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 uporablja za lesno gorivo. Pri navajanju in trgovanju z lesnimi gorivi na osnovi teže je pomembno poznavanje vsebnosti vode ali vlažnosti lesa. Tako ločimo tono suhe snovi ($w=0\%$) in tono sveže snovi ($w>=0\%$).

Gostota nasutja: je masa deleža trdnega goriva, deljena s prostornino zabojnika, ki ga lesno gorivo napolni v določenih razmerah. Gastota nasutja se lahko izraža kot kg/prm ali kg/nm³, odvisno od tega, ali je lesno gorivo zloženo (drva) ali nasuto (drva ali sekanci). Gastota 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/cm³ ali kg/m³. Gastota zračno suhega lesa, to je pri $u=12-15\%$, se označuje s $\rho_{12...15}$. Gastota 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 °C).



Asortimenti	Okrogli les m ³	Metrška drva prm	Drva		Lesni sekanci	
			Zložena prm	Nasuta nm ³	Drobni (G30) nm ³	Srednji (G50) nm ³
1 m ³ 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 nm³ sekancev iz smrekovega lesa in 3 nasutim m³ sekancev iz bukovega lesa.

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. .

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.

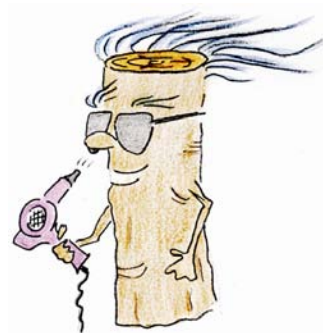
Vlažnost u (%)

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



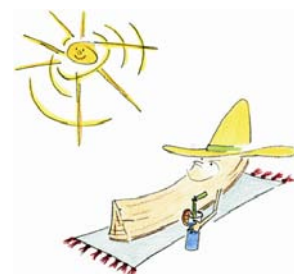
Praktični prikaz izračuna vlažnosti lesa:

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

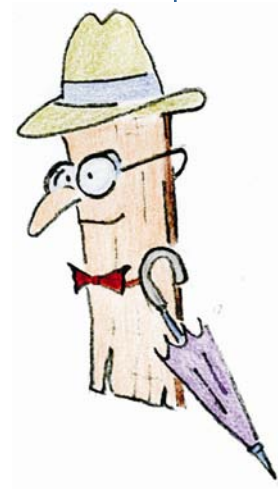
Pretvorbene formule

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.



VPLIV DREVESNIH VRST NA KURILNOST

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

Rastlinska biomasa v glavnem sestoji iz ogljika (C), kisika (O) in vodika (H). Ti trije elementi sestavljajo do 99 % suhe snovi lesa. Drevesne vrste se hkrati razlikujejo po vsebnosti lignina in delno tudi vsebnosti smol, voskov in olj.

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.

Gostote sušilnično (absolutno) suhega lesa (vir: Rohholz):

Drevesna vrsta	Gostote sušilnično suhega lesa (kg/m ³)
Smreka	430
Jelka	410
Bor	490
Macesen	550
Bukev	680
Hrast	650
Breza	610
Topol	410
Robinija	730

Pri trgovanju z lesom iglavcev in mehkih listavcev je priporočljivo prodajati ali kupovati les po masi (npr. po tonah) in ne po prostornini (m³ 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

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.



Klasifikacija kakovosti trdnih biogoriv v Evropi je bila od leta 2005 dalje navedena v tehnični specifikaciji SIST-TS CEN/TS 14961: 2005 *Trdna biogoriva–Specifikacije goriv in razredi*. V zadnjih letih potekajo priprave novih tehničnih specifikacij oziroma CEN standardov, ki ločeno obravnavajo kakovost posameznih oblik lesnih goriv. Te naj bi bile v celoti sprejete v letu 2011.

Evropski standardi v pripravi oziroma fazah sprejemanja ali privzemanja v Sloveniji, 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).

Velikostni 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 odprtini 3,15 mm in več in EN 15149-2:2010: Trdna biogoriva – Metode določanja porazdelitve velikosti delcev–Nihalna zaslonska metoda z uporabo sita z odprtini 3,15 mm in manj.

Velikostni razredi lesnih sekancev, primernih za rabo v manjših kotlih (EN 14961-4:2011)

	Glavna frakcija - minimalno 70 % mase	Fina frakcija v % (delci pod 3,15 mm)	Groba frakcija v % – največja dolžina in presek delcev
P 16 A	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 16 \text{ mm}$	$\leq 12 \%$	$\leq 3 \%$ delcev nad 16 mm, največja dovoljena velikost 31,5 mm, največji presek delca 1 cm^2
P16 B	$3,15 \text{ mm} \leq P \leq 16 \text{ mm}$	$\leq 12 \%$	$\leq 3 \%$ delcev nad 45 mm, največja dovoljena velikost 120 mm, največji presek delca 1 cm^2
P31,5	$8 \text{ mm} \leq P \leq 31,5 \text{ mm}$	$\leq 8 \%$	$\leq 6 \%$ delcev nad 45 mm, največja dovoljena velikost 120 mm, največji presek delca 2 cm^2
P 45 A	$8 \text{ mm} \leq P \leq 45 \text{ mm}$	$\leq 8 \%$	$\leq 6 \%$ delcev nad 63 mm, največ 3,5 % delcev večjih od 100 mm, največja dovoljena velikost 120 mm, največji presek delca 5 cm^2

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).

Podrobnejša opredelitev lastnosti obeh skupin sekancev (A in B) je predstavljena v naslednji preglednici.

Značilnosti lesnih sekancev, skladno s standardom (EN 14961-4:2011):

	Razred	A		B	
		1	2	1	2
Vir lesne biomase	1	Cela drevesa iz gozdov Deblovina Sečni ostanki Kemično neobdelani lesni ostanki		Cela drevesa iz nasadov in urejanja krajine Kemično neobdelani lesni ostanki	Stranski proizvodi in ostanki lesne industrije Odslužen les
Velikost delcev	mm	Velikostni razred (P16 A, P16 B, P31,5, P45) se določi glede na zahteve, predstavljene v preglednici o velikostnih razredih			
Vsebnost vode (M)	W -%	M10: $w \leq 10 \%$ M25: $w \leq 25 \%$	M35: $w \leq 35 \%$	Se določi po dogovoru	
Vsebnost pepela	w-% suhe osnove	A1,0: $\leq 1,0 \%$	A1,5: $\leq 1,5 \%$	A3,0: $\leq 3,0 \%$	
Kurilnost, q (kot dobljeno)	(MJ/kg kWh/kg)	Q13,0: $\geq 13,0$ Q3,6: $\geq 3,6$	Q11,0: $\geq 11,0$ Q3,1: $\geq 3,1$	Se določi po dogovoru	
Gostota nasutja - BD (kot dobljeno)	kg/nm ³	BD150: ≥ 150 BD200: ≥ 200	BD150: ≥ 150 BD200: ≥ 200	Se določi po dogovoru	
Mejne vrednosti za vsebnosti: N, S, Cl	% suhe osnove	2	3	N1,0: $\leq 1,0$ S0,1: $\leq 0,1$ Cl0,05: $\leq 0,05$	
Mejne vrednosti za vsebnosti: As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn	mg/kg suhe osnove	4	5	As ≤ 1 Cd $\leq 2,0$ Cr ≤ 10 Cu ≤ 10 Pb ≤ 10 Hg $\leq 0,1$ Ni ≤ 10 Zn ≤ 100	

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.

Gostota nasutja (EN 14961-4:2011)

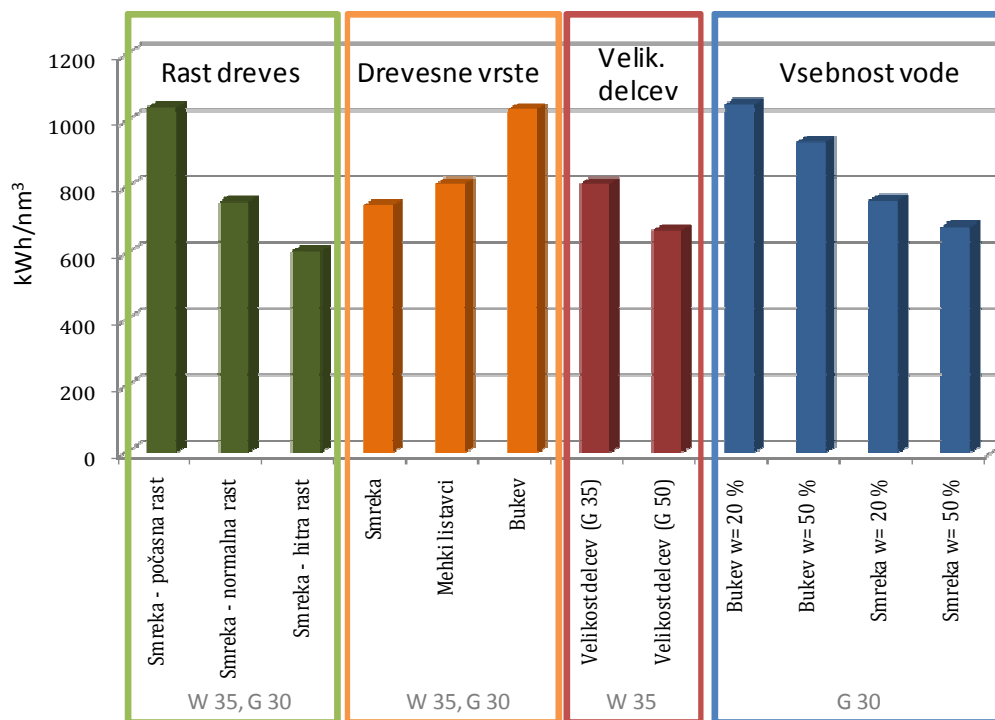
	Vsebnost vode	8-18	18-25	25-35	35-45
	Enota				
Gostota nasutja - iglavci	kg/nm ³	160-180	180-200	200-225	225-270
	Razred - BD	BD 150	BD 150	BD 200	BD 200
Gostota nasutja - listavci	kg/nm ³	225-250	250-280	280-320	320-380
	Razred - BD	BD 200	BD 200	BD 200	BD 200

BD- bulk density oziroma gostota nasutja

Pri uporabi vrednosti iz tabel se kupec in prodajalec dogovorita za želeno kakovost, ki temelji predvsem na vsebnosti vode, velikostnem razredu delcev (dimenzije) ter gostoti nasutja. Ti parametri namreč najbolj vplivajo na skladiščenje sekancev ter na optimalno in nemoteno delovanje kotla.

Vse obravnavane lastnosti sekancev vplivajo na kurilnost in v končni fazi tudi na delovanje kotla.

V nadaljevanju prikazujemo, kako različni dejavniki vplivajo na kurilno vrednost sekancev.



Vir: LkStmk

V praksi se velikokrat srečujemo z različnimi količinskimi enotami (pa naj bodo to m³ okroglega lesa, nasuti kubični metri sekancev, tona suhe snovi, tona sveže snovi itd.). Za lažje preračunavanje teh enot predstavljamo v nadaljevanju dve tabeli s preračuni pri določeni vsebnosti vode v sekancih.

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
		nm ³	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	

*G30 je velikostni razred sekancev, skladno z avstrijskim standardom: ÖNORM M7133: 1998 (večina delcev je velikost med 16–2,8 mm, delcev pod 1 mm je lahko največ 4 %, do 20 % je lahko delcev pod 2,8 mm, največja dovoljena dolžina delcev je 8,5 cm).

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
		nm ³	m ³	t	t	MWh	GJ	
		1	0,330	0,211	0,137	0,669	2,410	
35 %	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	

*G50 je velikostni razred sekancev, skladno z avstrijskim standardom: ÖNORM M7133: 1998 (večina delcev je velikost med 31,5 in 5,6 mm, delcev pod 1 mm je lahko največ 4 %, do 20 % je lahko delcev pod 5,6 mm, največja dovoljena dolžina delcev je 12 cm).

Proizvodnja sekancev

Sekance izdelujemo s specializiranimi stroji – sekalniki.

Sekalnik je stroj, namenjen predelavi lesa neposredno v sekance. Je lahko stacionaren ali vgrajen na prikolici, kamionu oziroma nošen na 3-točkovnem priklopu traktorja. Opremljen je lahko z lastnim motorjem, ali pa ga poganja traktor.



Po podatkih iz izpolnjenih anketnih vprašalnikov lahko zaključimo, da po številu med sekalniki v Sloveniji prevladujejo srednji sekalniki (kapaciteta med 5 in 50 nm³/uro). Teh je po naših podatkih slabi dve tretjini. Evidentiranih lahkih sekalnikov (kapaciteta do 5 nm³/uro) je 11 odstotkov. Ocenjujemo, da je njihovo dejansko število v Sloveniji večje, vendar je njihova proizvodnja sekancev zanemarljiva in so večinoma namenjeni pokrivanju lastnih potreb. Kljub dejstvu, da številčno prevladujejo srednji sekalniki, pa po količini proizvedenih sekancev prevladujejo veliki sekalniki (kapaciteta nad 50 nm³). Po podatkih iz anketnih vprašalnikov je bilo največ sekancev proizvedenih v jugovzhodni Sloveniji.

Sito je pomembno orodje, ki omogoča razvrščanje sekancev med fazo proizvodnje, s čimer sicer zagotavlja večjo homogenost materiala, a obenem zmanjšuje produktivnost.

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 tovarnjak mogoče vgraditi nakladalno napravo.



Skladiščenje sekancev



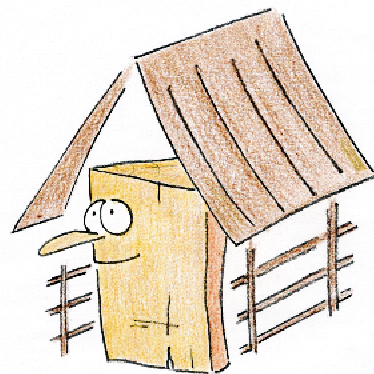
Najboljši prostor za skladiščenje in sušenje lesnih sekancev je pokrita utrjena površina (betonska ali asfaltna) na **sončni** in **zračni** lokaciji. Arhitekturna struktura strehe naj bi omogočala maksimalno prezračevanje uskladiščenega materiala in olajšala ravnanje z lesnimi sekanci (višina prostora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

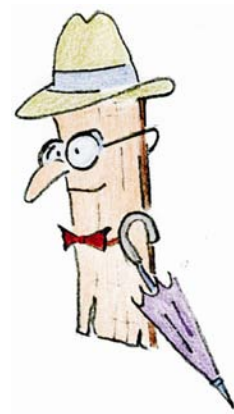


Vsebnost vode v sekancih merimo z instrumenti, s katerimi ugotavljamo elektrostatični naboj. Višja je vsebnost naboja, višja je tudi dielektrična konstanta. V zadnjih nekaj letih so strokovnjaki razvili dielektrične higrometre, namenjene prav za lesne sekance, žagovino, skobljance, skorjo in pelete, 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.



Poenostavljena shema za zagotavljanje kakovosti lesnih sekancev



Če želimo zagotavljati kakovostne sekance, moramo spremljati celotno proizvodnjo verigo pri pridobivanju, predelavi in skladiščenju lesnih sekancev.

Pri tem je pomembno, da:

1. poznamo vir lesne biomase, iz katere so narejeni sekanci,
2. pravilno klasificiramo končni proizvod (skladno s preglednico 2 v standardu EN 14961-4:2011),
3. poznamo posamezne faze proizvodnje lesnih sekancev (posek, izdelava sekancev, skladiščenje, sušenje, transport),
4. poznamo vse dejavnike, ki vplivajo na kakovost sekancev (drevesne vrste, ohranjenost lesa, vremenske razmere, možnost nečistoč itd.),
5. poznamo kritične točke v proizvodni verigi (npr: skladiščenje lesa, čas sečnje, ...),
6. opravimo ustrezne meritve kakovosti sekancev (vsebnost vode, gostota nasutja, velikosti sekancev itd.), s katerimi lahko povečamo zaupanje kupcev.

V želji po povečevanju zaupanja kupcev v kakovost izdelkov je priporočljivo pripraviti poenostavljeno deklaracijo za lesne sekance.

DRVA



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 (pm) 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).



V nadaljevanju predstavljamo značilnosti drv, skladno s standardom (EN 14961-5:2011):

	Razred	A		B
	Enote	1	2	1
Vir lesne biomase		Deblovina Neonesnaženi lesni ostanki	Cela drevesa iz gozdov Deblovina Sečni ostanki	Cela drevesa iz gozdov Deblovina Sečni ostanki
Drevesne vrste		Se določi po dogovoru		
Premer (D)	cm	D2 ≤ 2 D5 2 ≤ D ≤ 5 D10 5 ≤ D ≤ 10 D15 10 ≤ D ≤ 15 D15+ > 15		D15 ≤ 15 D15+ > 15
Dolžina (L)	cm	L20 ≤ 20 L25 ≤ 25 L33 ≤ 33 L50 ≤ 50 L100 ≤ 100		L33 ≤ 33 L50 ≤ 50 L100 ≤ 100
Vsebnost vode (M)*1	W -% sveže snovi	M20: w ≤ 20 % M25: w ≤ 25 %		M25: w ≤ 25 % M35: w ≤ 35 %
Vlažnost lesa (U)*1	w-% suhe snovi	U25 ≤ 25 U33 ≤ 33		U33 ≤ 33 U54 ≤ 54
Obračun po masi ali volumnu	prm nm ³ t	Navedejo se enote za trgovanje		
Delež cepljenih kosov	% kosov	≥ 90	≥ 50	Ni zahtev
Površina reza		Raven in gladek rez*2	Ni zahtev	Ni zahtev
Delež lesa s trohno	% kosov	0 %	≤ 5	Če je delež lesa s trohno večji (≥ 10 %), je treba to navesti. Kot dodatni indikator lahko navedemo tudi kurilnost ali gostoto nasutja.

Opombe: *1 pri drveh je treba navajati tako vsebnost vode kot tudi vlažnost lesa

*2 rez z motorno žago se jemlje kot raven in gladek rez

Pri velikostnih razredih, navedenih v preglednici, je treba poudariti:

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



V praksi se velikokrat srečujemo z različnimi količinskimi enotami (pa naj bodo to m³ okroglega lesa, prostorni metri drv, nasuti kubični metri drv, tona suhe snovi, tona sveže snovi itd.). Za lažje preračunavanje teh enot predstavljamo v nadaljevanju tabeli s preračuni pri določeni vsebnosti vode v drveh.

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

Polena (trdi listavci)	w (%)	Nasutje	Zložena polena	Zložena polena	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
			(25–30cm)	(1m)				MWh	GJ	
			nm ³	prm						
20 %	1	0,847	0,699	0,500	0,365	0,292	1,411	5,079	nm ³	
	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	Zložena polena	Ekvi. OKL	Sveža snov	Suha snov	Kurilnost		Enote
			(25–30cm)	(1m)				MWh	GJ	
			nm ³	prm						
20 %	1	0,847	0,699	0,500	0,250	0,200	1,021	3,675	nm ³	
	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	

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 $w = 10$ –60 % z merilno natančnostjo do 0,1%. Slabost naprave je, da je lahko izmerjena vrednost v primeru neenakomerne razporeditve vlažnosti drv neustrezna.

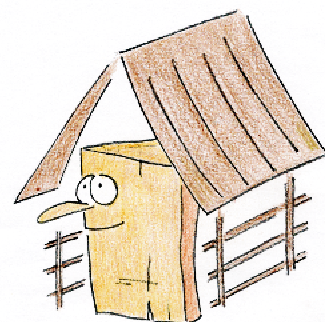
Sušenje in skladiščenje drv

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.

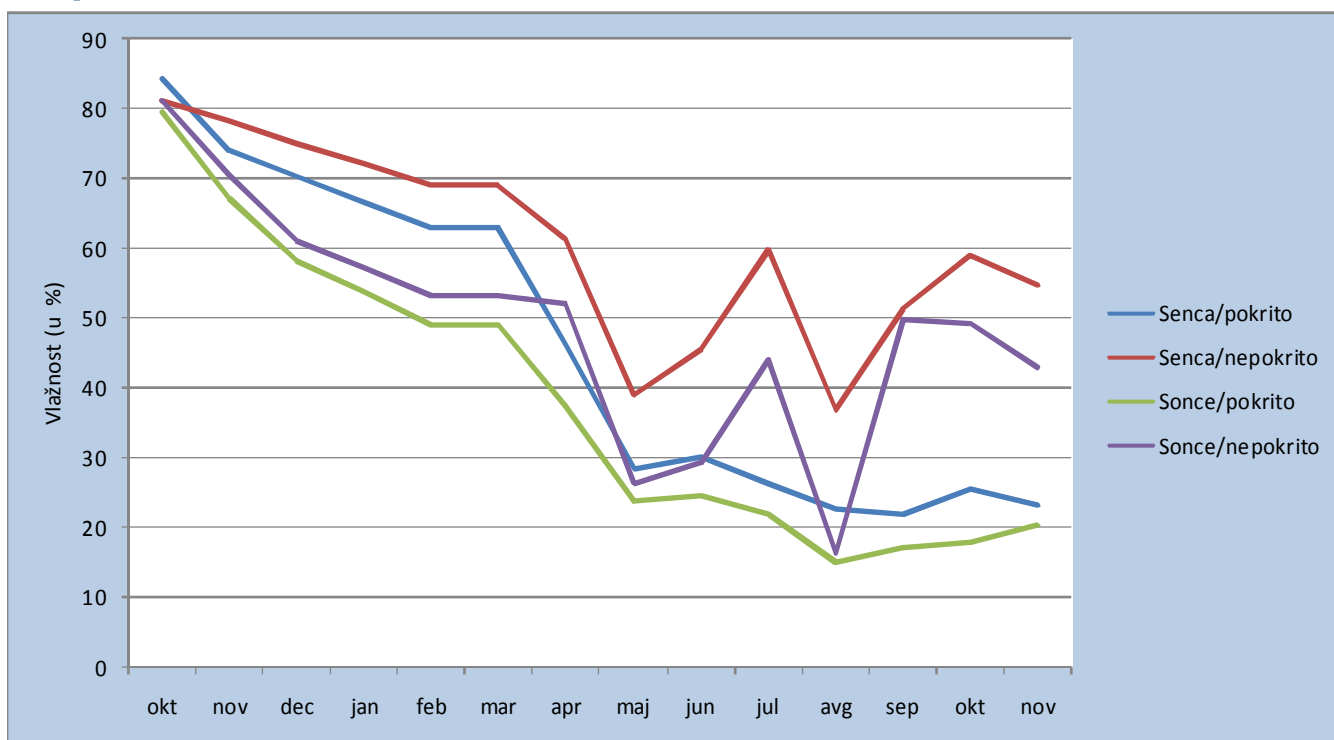
V letih 2004 in 2005 smo spremljali sušenje štirih skladovnic metrskih drv. Glavni namen je bil analizirati dejavnike, ki najbolj vplivajo na sušenje drv: lega skladovnice, pokritost skladovnic in oblike posameznih drv (okroglice, polovice, četrtine ali sredice–brez skorje).



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 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, je že v prvem letu napadla trohnoba ("piravost"), vsebnost vode je bila še vedno nad 30 %. Vremenske razmere najbolj vplivajo na les, ki se suši v nepokritih skladovnicah. Tako je vlažnost drv (u) v nepokritih skladovnicah v jesenskih mesecih spet narasla na več kot 40 %.



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

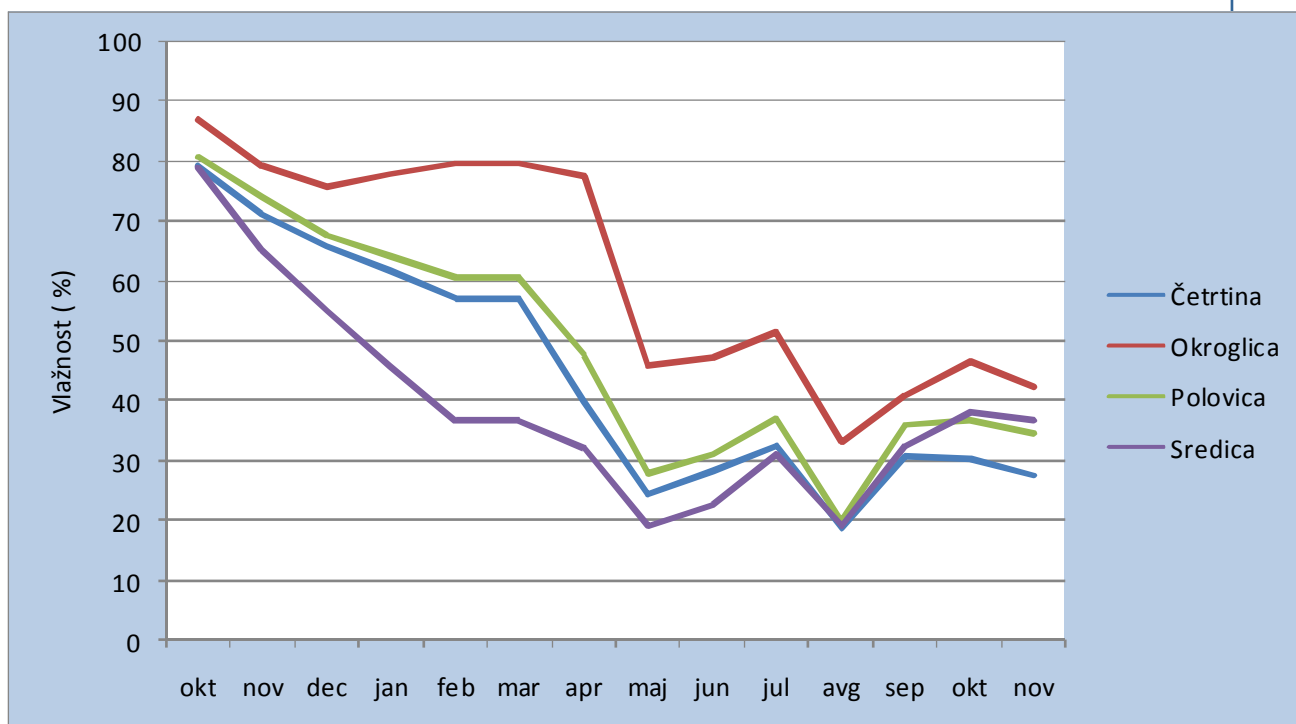


Na sušenje drv vpliva tudi oblika drv: okroglica, polovica (okrogli les, razcepljen na pol), četrtnina (okrogli les je razcepljen na štiri dele) in sredica (le osrednji del okroglega lesa – brez skorje).

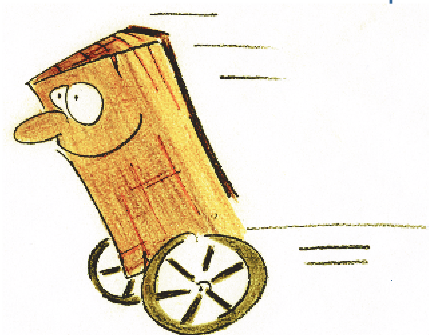


Sredice, brez skorje, so se do poletja najhitreje sušile. Vendar so v deževnem avgustu in septembru najhitreje povečale vsebnost vode. Četrtnine in polovice so se sušile zelo podobno, vendar so imele četrtnine po enem letu nekoliko nižjo vlažnost. Najslabše so se sušile okroglice. Ti rezultati meritev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

Primerjava sušenja različnih oblik drv, ki so se sušila v različnih razmerah (sonce, senca) in na različnih mestih (pokrito, nepokrito):



Drva lahko sušimo tudi prisilno v zaprtem prostoru, opremljenim s sistemom prisilne ventilacije, ki skrajšuje čas sušenja. V 15 dneh lahko 200 prm 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).

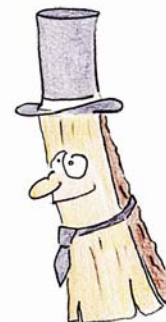
Drva za dnevno uporabo je priporočljivo skladiščiti v kotlovnici.

Načini prodaje lesnih goriv

Pri prodaji lesnih goriv se lahko kupec in prodajalec dogovorita za ceno po volumnu, masi ali proizvedeni končni energiji. Vsak tak način obračuna ima svoje prednosti in slabosti.

Ključ do zadovoljnih kupcev in ponudnikov lesnih goriv je v sklenitvi pogodbe o dobavi energenta. Pogodba je še toliko pomembnejša v primerih, ko gre za večje količine lesnih goriv. V pogodbi je treba jasno opredeliti:

- ◆ kakovost lesnih goriv,
- ◆ čas dobave goriv,
- ◆ način kontrole kakovosti,
- ◆ načine prevzema in obračuna lesnih goriv.



Metoda prevzema	Prednosti	Pomanjkljivosti
Po volumnu	Enostavna določitev volumna Obračun po posamičnih dobaviteljih ali dobavah je možen	Velika negotovost glede dostavljene količine energije Ni spodbude za zagotavljanje kakovosti Številni konflikti zaradi različnih kakovosti dobav
Po masi in vsebnosti vode	Neodvisno od vrste lesa in gostote nasutja Velika natančnost glede izračuna količine dostavljene energije Manj konfliktov zaradi pravičnega obračuna dobavljenih lesnih goriv	Merjenje teže in vsebnosti vode zahteva dodatne stroške za ustrezno tehtanje in določanje vsebnosti vode Večja poraba časa Nujen izračun suhe mase
Po proizvedeni količini energije	Neodvisno od teže in vrste lesa Neodvisno od vsebnosti vode Stroškovno ugodno	Odvisno od učinkovitosti kotla in s tem od vzdrževanja naprave Diferenciran obračun različnih dobaviteljev in dobav je težaven Reklamacija oz. zavrnitev posamezne dobave ni možna



5 razlogov za uporabo kakovostnih lesnih goriv

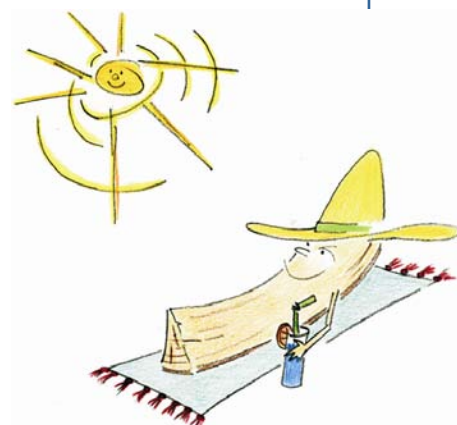
1. Ogrevanje z lesom ni vedno ekološko! Le učinkovita raba kakovostnih lesnih goriv jamči okolju prijaznejše ogrevanje v primerjavi s fosilnimi energenti.

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, 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 povečuje zaupanje porabnika in mu olajša odločitev o menjavi energenta.



Seznam veljavnih standardov in tehničnih specifikacij na področju trdnih biogoriv

kSIST FprEN 14778:2011 - Trdna biogoriva - Vzorčenje - Solid biofuels - Sampling

kSIST FprEN 14780:2011 - Trdna biogoriva - Priprava vzorcev - Solid biofuels - Sample preparation

oSIST prEN 16126:2010 - Trdna biogoriva - Določevanje porazdelitve velikosti delcev razdrobljenih pelet - Solid biofuels - Determination of particle size distribution of disintegrated pellets

oSIST prEN 16127:2010 - Trdna biogoriva - Določevanje širine in premera peletov in cilindričnih briketov - Solid biofuels - Determination of length and diameter for pellets and cylindrical briquettes

SIST EN 14588:2010 - Trdna biogoriva - Terminologija, definicije in opisi - Solid biofuels - Terminology, definitions and descriptions

SIST EN 14774-1:2010 - 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 - 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 - 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 - Trdna biogoriva - Metode določevanja pepela - Solid biofuels - Method for the determination of ash content

SIST EN 14918:2010 - Trdna biogoriva - Metoda za ugotavljanje kalorične vrednosti - Solid Biofuels - Method for the determination of calorific value

SIST EN 14961-1:2010 - Trdna biogoriva - Specifikacije goriv in razredi - 1. del: Splošne zahteve - Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 1: General requirements

SIST EN 15103:2010 - Trdna biogoriva - Metode za določevanje prostorninske mase - Solid biofuels - Methods for the determination of bulk density

SIST EN 15148:2010 - Trdna biogoriva - Metode za določevanje hlapnih snovi - Solid biofuels - Method for the determination of the content of volatile matter

SIST EN 15149-1:2011 - Trdna biogoriva - Določevanje porazdelitve velikosti delcev - 1. del: Nihalna zaslonska metoda z uporabo sita z odprtinami 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 - Trdna biogoriva - Določevanje porazdelitve velikosti delcev - 2. del: Vibracijska zaslonska metoda z uporabo sita z odprtinami 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 15210-1:2010 - 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 - 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-TP CEN/TR 15569:2009 - Trdna biogoriva - Vodilo za zagotavljanje sistema kakovosti - Solid biofuels - A guide for a quality assurance system

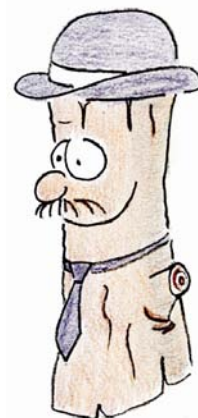
SIST-TS CEN/TS 14778-1:2006 - Trdna biogoriva - Vzorčenje - 1. del: Metode vzorčenja - Solid biofuels - Sampling - Part 1: Methods for sampling

SIST-TS CEN/TS 14778-2:2005 - Trdna biogoriva - Vzorčenje - 2. del: Metode vzorčenja trdnih snovi, ki se prevažajo s tovornjaki - Solid biofuels - Sampling - Part 2: Methods for sampling particulate material transported in lorries

SIST-TS CEN/TS 14779:2005 - Trdna biogoriva - Vzorčenje - Metode za pripravo planov vzorčenja in certifikatov o vzorčenju - Solid biofuels - Sampling - Methods for preparing sampling plans and sampling certificates

SIST-TS CEN/TS 14780:2005 - Trdna biogoriva - Metode za pripravo vzorcev - Solid biofuels - Methods for sample preparation

SIST-TS CEN/TS 15104:2005 - Trdna biogoriva - Določevanje celotnega ogljika, vodika in dušika - Instrumentalne metode - Solid biofuels - Determination of



total content of carbon, hydrogen and nitrogen - Instrumental methods
SIST-TS CEN/TS 15105:2005 - Trdna biogoriva - Metode za določevanje vodotopnega klorida, natrija in kalija - Solid biofuels - Methods for determination of the water soluble content of chloride, sodium and potassium
SIST-TS CEN/TS 15149-3:2006 - Trdna biogoriva - Metode določanja porazdelitve velikosti delcev - 3. del: Rotacijska zaslonska metoda - Solid biofuels - Methods for the determination of particle size distribution - Part 3: Rotary screen method
SIST-TS CEN/TS 15150:2005 - Trdna biogoriva - Metode za določevanje prostorninske mase - Solid biofuels - Methods for the determination of particle density
SIST-TS CEN/TS 15234:2006 - Trdna biogoriva - Zagotavljanje kakovosti goriv - Solid biofuels - Fuel quality assurance
SIST-TS CEN/TS 15289:2006 - Trdna biogoriva - Določevanje celotnega žvepla in klora - Solid biofuels - Determination of total content of sulphur and chlorine
SIST-TS CEN/TS 15290:2006 - Trdna biogoriva - Določevanje večjih elementov - Solid biofuels - Determination of major elements
SIST-TS CEN/TS 15296:2006 - Trdna biogoriva - Preračun analiz na različne osnove - Solid biofuels - Calculation of analyses to different bases
SIST-TS CEN/TS 15297:2006 - Trdna biogoriva - Določevanje manjših elementov - Solid biofuels - Determination of minor elements
SIST-TS CEN/TS 15370-1:2006 - Trdna biogoriva - Metoda za določanje taljenja pepela - 1. del: Karakteristična temperaturna metoda - Solid biofuels - Method for the determination of ash melting behaviour - Part 1: Characteristic temperatures method.





KRAJNC, Nike, et al., *Lesna goriva : drva in lesni sekanci : proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2009. 81 str., ilustr. ISBN 978-961-6425-50-6
KRAJNC, Nike, PREMRL, Tine. *Biomasn timeri in trgovski centri : trije koraki do uspešne realizacije projekta : smernice*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2010. 33 str., ilustr. ISBN 978-961

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
VEČNA POT 2
SI - 1000 LJUBLJANA

dr. Nike Krajnc, nike.krajnc@gozdis.si



Publikacija je sofinancirana v okviru EIE-07-726/S12.499568

Za vsebino te publikacije, za katero ni nujno, da odseva mnenje članic Evropske skupnosti, so v celoti odgovorni njeni avtorji. Evropska komisija ni odgovorna za nobeno morebitno uporabo informacij, objavljenih v tej publikaciji.

Avtorji slovenske izdaje: Nike Krajnc, Mitja Piškur

Glavna in odgovorna urednica: dr. Nike Krajnc

Izdaja: Gozdarski inštitut Slovenije

Založba: *Silva Slovenica*

Lektura: Henrik Ciglič

Tehnična urednica: Nike Krajnc

Ilustracije: Robert Krajnc

Fotografije: arhiv LK-Stmk, AIEL, Marjan Dolenšek, Nike Krajnc

Tisk: BIROGRAFIKA BORI d.o.o. Januar 2011 v 1000 izvodih