

# PRIPRAVA LESA ZA KURJAVO

KOTLI NA KOSOVNI LES UDOBNO  
IN INOVATIVNO OGREVANJE



**wwterm**

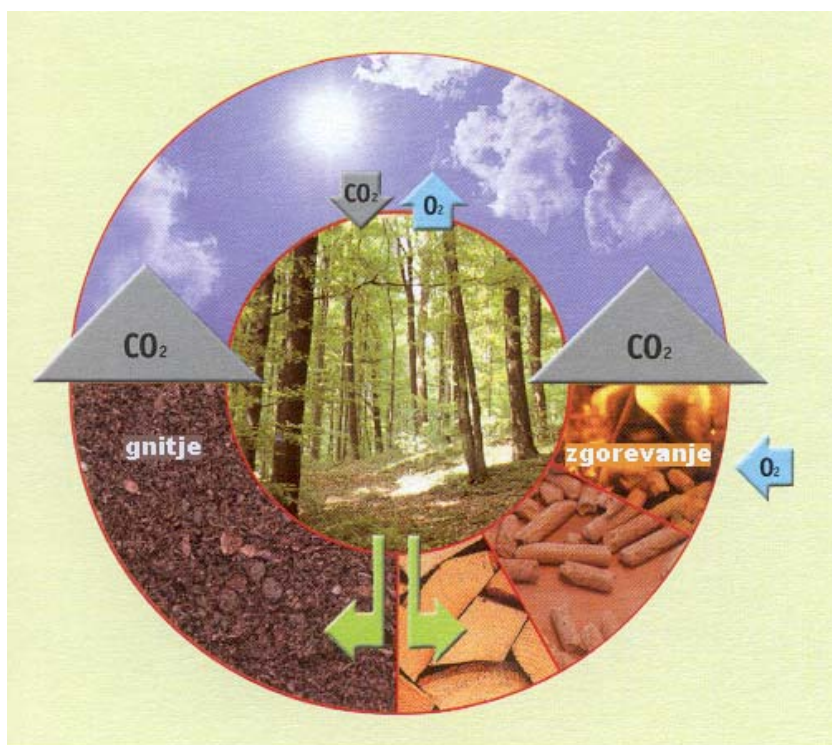
V SKRBI ZA OKOLJE



### Razlogi za uporabo lesnega goriva

1. Kurjenje z drvmi pomeni uporabo energije z naravnim kroženjem spojin in elementov. Pri zgorevanju se sproščajoč  $\text{CO}_2$ , ki skupaj s sončno energijo pomaga pri nastajanju novih biomas.
2. Les je vir energije, ki se tudi pri trajnem koriščenju, obnavlja. Les je  $\text{CO}_2$  nevtralen nosilec energije.
3. Surovina les je že pri nastanku, v gozdu, del ekosistema, ki nam nudi varnost in omogoča življenje.
4. Uporaba kurilnih drv, obremenjuje gozd le za določene vrste, ki jih ni mogoče kako drugače uporabiti. Vsekakor bi lahko danes uporabljene količine kurilnih drv, ki jih uporabljamo za kurjavo, podvojili, ne da bi ogrozili dolgotrajno gospodarjenje z gozdom.
5. Pridelek in priprava kurilnih drv je preprosta ter povezana z nizko porabo energije.
6. Transportne poti so kratke in ne ogrožajo okolja.
7. Skladiščenje kurilnih drv ne povzroča nobenih težav.
8. Priprava in uporaba kurilnih drv, prispeva k regionalnemu ustvarjanju vrednosti, ter tako ščiti delovna mesta v regiji.
9. Uporaba kurilnih drv za kurjavo izboljšuje uporabnikov odnos do domače narave in njegove okolice.
10. Moderne kurilne naprave, ki jih mikroprocesorsko upravljamo, se lahko pri objektivnem opazovanju po tehnični plati, primerjajo z vsako kurilno napravo, na kurilno olje ali plin. Bistveno pri tem pa je, da sodobne kurilne naprave varujejo okolje, kurilne naprave na fosilna goriva pa obremenjujejo naravno okolje.

### Les, naravno $\text{CO}_2$ nevtralno gorivo



- Les zgoreva  $\text{CO}_2$  nevtralno, ter odda pri zgorevanju le toliko  $\text{CO}_2$  v atmosfero, kot ga pri rasti sprejme.
- Fosilni nosilci energije sproščajo pri zgorevanju dodaten  $\text{CO}_2$ , ki se ne more tako hitro vezati.
- Porast  $\text{CO}_2$  povzroča tako imenovani učinek tople grede, povečano absorbiranje sončne energije v atmosfero s tem pa segrevanje zemeljske površine.
- Pri zgorevanju litra kurilnega olja se v atmosfero sprosti 2,676 kg  $\text{CO}_2$ .

## Merske enote za drva

Za lažje razumevanje gradiva najprej podajamo nekaj osnovnih pojmov in oznak za posamezna stanja lesa. Razumevanje tega je namreč potrebno, da bi lahko spremljali kvaliteto pridobivanja lesa za kurjavo ali pa bo to služilo kot dobra podlaga pri nakupu goriva. Razumevanje je potrebno saj mora kurivo zagotavljati dobre zgorevalne procese. V sled tega ni pomembno, da les pač gori pomembno je kako gori in kako izkoristimo njegovo energetska vrednost in omejimo porabo. Običajna merska enota v gozdarstvu in lesni industriji kubični meter (m<sup>3</sup>) za hlodovino, ter kubik (rm) za slojevit les, dolg do 2 m. V zadnjem času se za malo kosovni les npr. sekance uporablja nov izraz kubik drobirja (Srm).

<b>1 kubični meter (m<sup>3</sup>):</b>	Merska enota za en kubični meter trdne lesne mase.
<b>1 kubik (rm):</b>	Merska enota za slojevite in nasute lesene kose, ki brez zračnih vmesnih prostorov zapolnijo en kubični meter ( polena, sekanice, itd.)
<b>1 kubik drobirja (Srm)</b>	Merska enota za en prostorninski meter nasutih lesenih kosov ( kosovni les, sekanci, žagovina itd.)
<b>1 tona atro</b>	merska enota za težo ene tone absolutno suhe lesne mase ( <b>to atro</b> ) (Merske enote so povzete po ÖNORM M 7132)

Preračunane vrednosti običajnih vrst drv za kurjenje: v tabeli navedeni preračuni so orientacijske vrednosti, ki lahko odstopajo zaradi nalaganja, zrnatosti, zgostitve pri transportu. (Nanašajoče se na Önorm M 7132, M 7133)

Merska enota	m <sup>3</sup>	rm	rm	Srm
Sortiment	hlodovina	polena	slojevit	nasut
1 fm hlodovine	1,00	1,40	1,20	2,00
1 rm polena, 1 m dolžina slojevit	0,70	1,00	0,80	1,40
1 rm kosovni les nasekan	0,85	1,20	1,00	1,70
1 Srm les za kurjavo, slojevit	0,50	0,70	0,60	1,00

**Preračun** uporabnih vrst iz gozdnega gospodarstva (žagarski stranski produkti).

Žagarski stranski produkti (SNP)		
1 rm odrezki, v snopu	odgovarja	0,65 fm lesa
1 Srm žaganje, G 50 (srednji sekanci)	odgovarja	0,35 fm lesa
1 Srm žagovina (do 5 mm velikosti zrn)	odgovarja	0,33 fm lesa
1 Srm lubje (nezmanjšano)	odgovarja	0,30 fm lesa
1 Srm oblanci	odgovarja	0,20 fm lesa

## Kurilna vrednost lesa

Kurilna vrednost ( $H_u$ ) efektivna ali praktična kurilna vrednost nekega goriva je količina toplote, ki jo le to gorivo odda.

Kurilna vrednost lesa je v bistvu odvisna od dveh dejavnikov:

- Od **vode** oz. količine vlage v lesu
- Od **teže** (gostota lesa)

### Odvisnost kurilne vrednosti od vlažnosti lesa

Bolj kot je les vlažen, manjša je njegova kurilna vrednost, saj mora voda med zgorevanjem izhlapeti in je za to potrebna toplota. Toplota, ki se porabi za izhlapevanje 1 kg vode znaša cca. 0,68 kWh (2,44 MJ)

### Pomembno!

Vsebnost vode lesa ( $w$ ) je v odstotkih podana masa vode, ki se navezuje na celotno maso lesa (» teža v svežem stanju«)! Vlažnost lesa je v odstotkih navedena masa vode, ki se nanaša na izsušeno maso (absolutno suha substanca, pomeni čista lesna masa brez vode).

Veljajo naslednje povezave  $w = \frac{100 * u}{100 + u}$   $u = \frac{100 * w}{100 - w}$

Vsebnost vode (w)	10	15	20	25	30	35	40	50	60		
Vlažnost (u)	11,1	17,6	25,0	33,3	42,9	53,8	66,7	100	150		

Vlažnost (u)	10	20	30	40	50	60	70	80	100	125	150
Vsebnost vode (w)	9,1	16,6	23,1	28,5	33,3	37,5	41,2	44,4	50,0	55,6	60,0

Primer: » svež les iz gozda«, za katerega predpostavljamo, da je polovica njegove teže lesna masa in polovica teže voda, ima tako vsebnost vode  $w = 50 \%$  ali pa vlažnost lesa  $u = 100\%$ .

Nadalje bomo govorili le o vsebnosti vode. Navezujoče na enoto za težo je razlika med posameznimi vrstami lesa, ki se nanaša na kurilno vrednost zanemarljivo majhna.

Z vsebnostjo vode konkretnega lesa se spremeni tudi kurilna vrednost ( $H_u$ ).

Stanje lesa	Vsebnost vode	Kurilna vrednost ( $H_u$ )
Svež iz gozda	50 – 60 %	2,0 kWh/kg = 7,1 MJ/kg
Skladiščen preko poletja	25 – 35 %	3,4 kWh/kg = 12,2 MJ/kg
Skladiščen dve leti	15 – 25 %	4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg

### Kurilna vrednost v odvisnosti od teže

V povprečju lahko predpostavljamo, da ima »dobro na zraku posušen les« po večletnem skladiščenju, povprečno vsebnost vode  $w = 20 \%$ .

**Les : 4,0 kWh/kg = 14,4 MJ/kg = (3.440 kcal/kg)**

Surova gostota za posušen les v g/dm<sup>3</sup> po ÖNORM B 3011 za različne vrste lesa.

Iglavci		Listavci			
Cipresa	400	Javor	600	Topol	410
Jelka	410	Brest	640	Aspe	450
Smreka	430	Jesen	670	Jelša	490
Duglazija	470	Hrast	680	Lipa	520
Beli bor	510	Bukev	680	Vrba	520
Macesen	550	Cer	740	Leska	560
Črni bor	560	Beli gaber	750	Breza	640
				Robinija	730

V tabeli so navedene srednje vrednosti, saj je razlika v gostoti ne le zaradi različnih vrst lesa in terena, ampak tudi pri delih drevesa, zaradi starosti drevesa, prav tako so razlike tudi v navidezno enakomernih obstojih.

### Kurilna vrednost drevesnih vrst:

	Na osnovi mase		Na osnovi prostornine
1	Redči bor	1	Robinija
2	Smreka	2	Gaber
3	Jelka	3	Bukev
4	Breza	4	Breza
5	Robinija	5	Hrast
6	Bukev	6	Rdeči bor
7	Hrast	7	Macesen
8	Jelša	8	Jelša
9	Vrba, Topol	9	Vrba
10	Gaber	10	Jelka

### Primerjava kurilne vrednosti z drugimi gorivi

Za uvrstitev surovine les primerjava kurjave z drugimi gorivi na osnovi kg.

Gorivo nosilec energije	Kurilna vrednost MJ	Povprečne rednosti kWh
1 kWh elektrike	3,6 MJ	1,0 kWh
1 kg rjavi premog	15 MJ/kg	4,17 kWh/kg
1 kg črni premog	29 MJ/kg	8,06 kWh/kg
1 kg Koks	29 MJ/kg	8,06 kWh/kg
1 l ekstra lahko olje	36 MJ/l	10,00 kWh
1 m <sup>3</sup> zemeljski plin	37 MJ/kg	10,28 kWh/m <sup>3</sup>
1 kg lahko kurilno olje	41 MJ/kg	11,40 kWh/kg
<b>1 kg Les (W = 20 %)</b>	<b>14,5 MJ/kg</b>	<b>4,0 kWh/kg</b>

Iz zgornje tabele je razvidno, da je kurilna vrednost lesa H<sub>u</sub> primerljiva z kurilno vrednostjo rjavega premoga dobre kvalitete, ali pa da lahko 1 kg olja nadomestimo s 3 kg lesa.

**1 kg olja ≈ 3 kg lesa**

**1 Liter olja ≈ 2,5 kg lesa**

Formula za približne izračune:

#### 1000 litrom olja odgovarja

cca. 5-6 m<sup>3</sup> lesa listavcev (trden les), kosovni plastni les

cca. 7-8 m<sup>3</sup> lesa iglavcev (mehek les), kosovni plastni les

cca. 10-15 m<sup>3</sup> Srm sekancev

### Priprava lesa za ogrevanje

V zadnjem desetletju je bistveno napredovala tehnologija kurilnih naprav z uporabo uplinjevanja lesa in pretvorbe biomase v energetsko bogato obliko – goriva. Najbolj enostavno je neposredno pridobivanje toplote s sežigom biomase. Sodobne kurilne naprave dosegajo izkoristke preko 90 %. Ker pa je cena le teh relativno visoka so v veliki meri še v rabi kotli z zastarelim načinom izgorevanja ob nizkem izkoristku. Zastareli kotli porabijo za enako količino proizvedene energije skoraj 50 % več lesa kot sodobni lesno uplinjevalni kotli. Za kurjenje so primerne vse vrste lesa vendar za ogrevanje uporabljamo les, ki ga ni možno uporabiti v lesno predelovalni industriji. S tem postane tudi manj uporabljen les pomemben gospodarski dejavnik. Glede na maso imajo največjo kurilno vrednost iglavci, glede na prostornino pa listavci. Les iglavcev hitreje in intenzivneje izgoreva (primeren je za kuhanje in peko), les listavcev pa zgoreva počasneje (primernejši za ogrevanje).

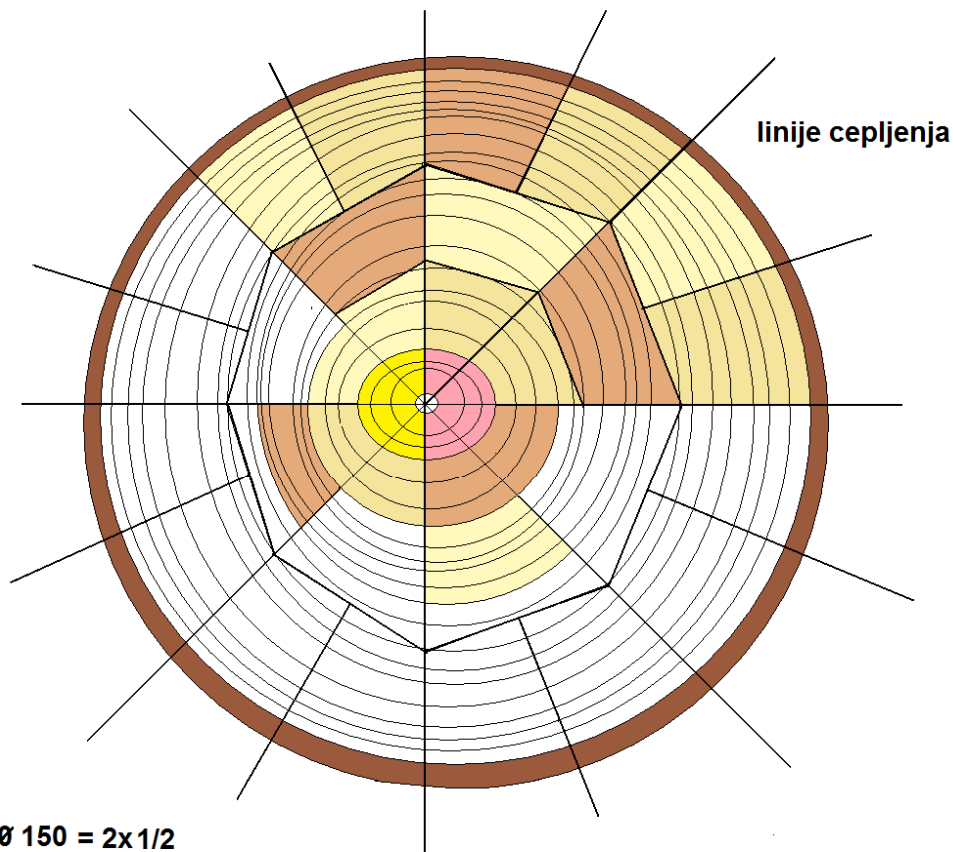
Z pojavom sodobnih kurilnih naprav je porasel interes za kurilni les, še zlasti ker so fosilna goriva pokazala niz slabosti kot so: nestabilne cene, problematična oskrba in škodljiv vpliv fosilnih goriv na ekosistem, ki sedaj že kaže vidne posledice. Ker je bila dejavnost pridobivanja lesa za kurjavo v zadnjih desetletjih zanemarjena se moramo na novo poučiti kako pripraviti les za kurjavo. Hkrati pa se moramo poučiti kateri in kako pripravljen les bo dajal najboljše energetske učinke. Z napačnim ravnanje z lesom lahko bistveno zmanjša energetsko vrednost kar pa pomeni bistveno večjo porabo in nezadovoljstvo pri uporabi kurilnih naprav. Pogosto ne pomislimo, da je za težave slabega ogrevanja kriv slabo pripravljen les.

### Sečnja lesa

Čas za sečnjo so jesenski in zimski meseci ko les počiva oz. ni v vegetaciji. Ljudska modrost pravi, da se les seka samo v mesecih v katerih je vsebovana črka R. Seveda pa sečnjo opravljamo tudi v drugih meseci če gre za odpravo škod v gozdu po orkanskih vetrovih ali zaradi škodljivcev. Les za sečnjo označi logar ko mu povemo katero vrsto lesa bi želeli sekati. Logar upošteva strukturo gozda in določi posek, ki najbolj ustreza naravni obnovi gozda. Zaradi varnosti je najbolje zaupati sečnjo lesa profesionalnim organizacijam, ki imajo ustrezno opremo za varno delo. **Ne upoštevanje varnosti pri delu in pomanjkljiva oprema terja vsako leto veliko življenj pri gozdarskih opravilih.**

Ko smo drevesa posekali in odstranili vejevje jih razžagamo na ustrezne dolžine. Če moramo les še transportirati iz strmin na bolj ustrezne lege za nadaljnjo obdelavo ga razžagamo na dolžino 4 ali več metrov. Debla lahko že v gozdu razrežemo na dolžino 1 m saj se iz te dolžine lahko narežejo vse dolžine polen, ki se kurijo v toplovodnih kotlih, pečeh in kaminih. Posekana drevesa lahko ostanejo ležati v gozdu nekaj tednov. Daljše skladiščenje debel v gozdu ni primerno saj prične les propadati oz gniti s tem pa mu bistveno pada energetska vrednost.

Ko so debla razrezana na dolžino sledi cepljenje lesa. Les cepimo na več delov, da bi dobili primerne cepanice, ki se bodo lažje sušile. Les je najbolje cepiti že v gozdu takoj po podiranju ko ima v sebi še naravno vlago in se lažje razdvaja. Kasneje je cepljenje lesa težje. Pri cepljenju lesa se danes le redko poslužujemo starih načinov dela ko so zabijali kline in sekire v čelo debla. Danes je na trgu več vrst cepilnikov, ki so priključeni kot priključek na traktor ali pa stojijo samostojno. Uporaba strojev je varnejša in manj naporna. Les predelan v cepanice je pripravljen za transport kupcu ali na domače dvorišče kjer zložimo v skladovnice in sušimo.



**Ø 150 = 2x1/2**

**Ø 220 = 4 X 1/4**

**Ø 330 = 4x1/4 in 1/4 še na 1/2**

**Ø 500 = 4x1/4 in 1/4 še na 1/2 ter zunanji del še na 1/2**

Skica kaže kako bi morali cepiti polena za kurjavo

Svetujemo, da se že pri postopku cepljenja lesa poslužujemo priporočila za delitev debla (skica zgoraj), da bi si tako prihranili težavnejše delo to je sekanje na manjše dele. Sekanje na manjše dele je zlasti nujno ko uporabljamo drva v manjših pečeh ali kotlih.



### Sušenje lesa

Po cepljenju lesa se cepanice že v gozdu zložijo v skladovnice, da se prične takoj proces sušenja. Zlaganje skladovnic na meter višine nam da tudi podatek koliko lesa smo pripravili in ali ga je toliko kot smo planirali za porabo oz. za prodajo.



Droben les in veje, ki je niso primerne za izdelavo cepanic uporabimo za izdelavo lesnih sekance. Tak material spravimo iz gozda, da se posuši. Če ne izdelujemo lesnih sekancev lahko z sekanjem iz tega materiala pripravimo les za netenje ognja ali za kurjavo v pečeh. Tako pripravljen les zložimo na suho zračno lego. Droben les – vejevje se lahko povežejo tudi v male butare, ki se uporabljajo za netenje ognja, kurjenje štedilnikov, krušnih peči...

Les za kurjavo moramo sušiti najmanj 2 leti, da les izgubi vlago. **Za kurjenje je primeren samo les, ki ima vlago med 20 do 25 %.** Večina ljudi misli, da je dovolj če sušimo les na prostem od pomladi do jeseni ga razžagamo in ga razsekamo, ter drva pospravimo v drvarnico. V praksi je postopek pri ljudeh, ki ne poznajo znanja o pripravi lesa za kurjavo, kot opisano. Od podiranja do kurjenja ne preteče niti leto dni. Tako pripravljen les ne gori rad ter povzroča niz nevšečnosti, kot so slabo zgorevanje, kondenzacija, nizke temperature ogrevanja, velika poraba...



Pomembno je, da cepanice za sušenje zlagamo v skladovnice na odprtih sončnih in zračnih legah, kjer nanj sije sonce in ga prepriha veter. Za zlaganje lesa običajno naredimo ogrodje skladovnice saj tako zložen les omogoča večjo varnost. Na ogrodje pritrdimo kose pločevine ali druge kritine, da les zaščitimo pred dežjem in snegom. Nikakor ne pokrivajmo in ovijamo skladovnic z PVC folijami saj z tem onemogočimo sušenje. Lahko pa cepanice zložimo tako kot kaže slika zgoraj saj dva stebra križno zloženih cepanic nudita dobro oporo lesu zloženem v sredini. Tudi tako skladovnico pokrijemo.



### Žaganje lesa na dolžino

Najprej moramo vedeti kakšno kurilno napravo imamo, da pripravimo polena optimalne dolžine. Predolga polena ne moremo normalno vstavljati oz. polagati v kurišče. Nalaganje krajših polena je neprimerno saj ne izkoristimo celotnega kurišča. Novejši kotli na les imajo že projektirana kurišča na standardne mere priprave lesa. V zadnjem času narašča povpraševanje po uplinjevalnih kotlih na polena, taki kotli imajo velika kurišča, v katera lahko nalagamo polena tudi 56 cm in 100 cm.

#### Običajne dolžine polen so:

- 20 cm za manjše etažne kotle in peči
- 25 cm za manjše etažne kotle in peči
- 33 cm za kotle za centralno kurjavo in kamine
- 50 cm za sodobne lesno uplinjevalne kotle
- 100 cm za sodobne večje lesno uplinjevalne kotle

Pri manjših polenih pazimo, da je rezanje lesa na dolžino kar seda točno, da se les kasneje ne zatika v kurišču. Pri polenih dolžine 50 in 100 cm je že predvideno z konstrukcijo kotlov, da so lahko polena tudi daljša od 3 do 6 cm. V zadnjem času je na razpolago zraven klasičnih načinov rezanja polen na krožni žagi že več sodobnejših avtomatiziranih mobilnih linij, ki so hitrejši predvsem pa bolj varne.

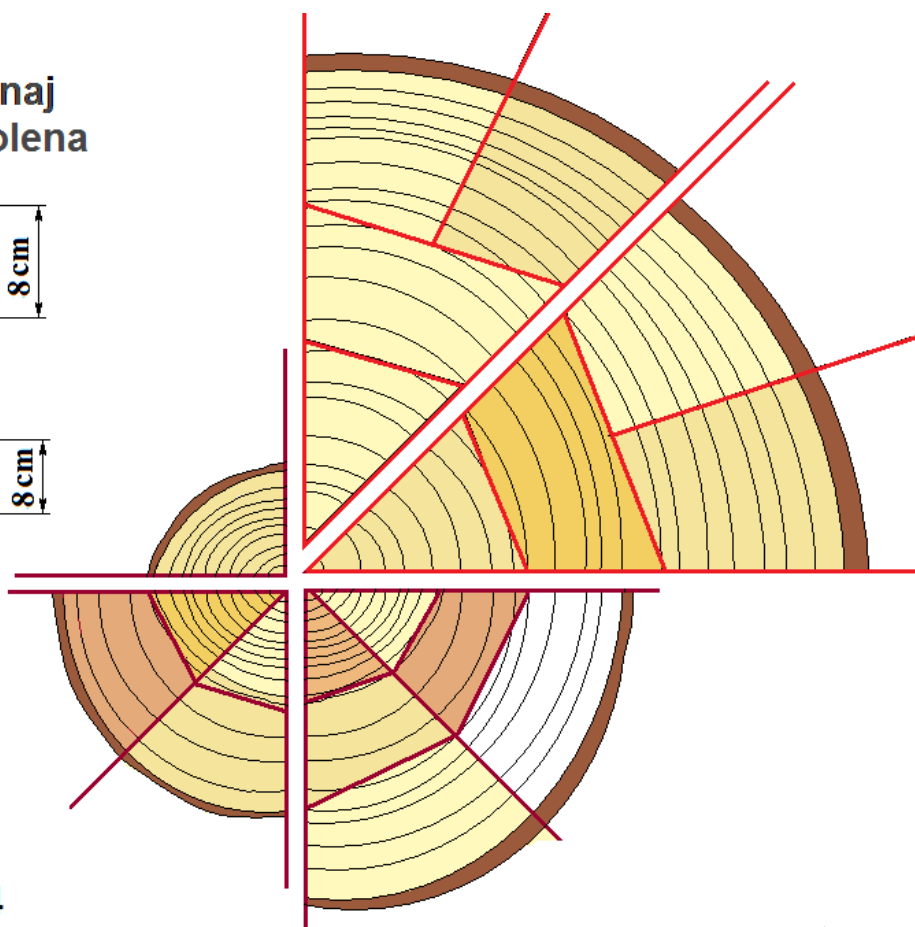
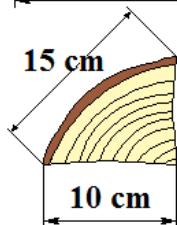
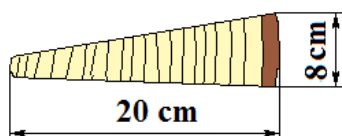
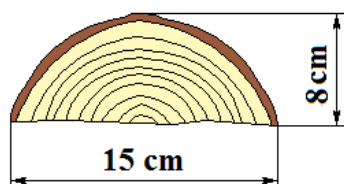


### Sekanje lesa

Velja pravilo, da morajo biti polena za manjše kotle in peči sekana na manjše dele sicer les ne gori dobro. Povsem zgrešeno je če mislimo, da bodo veliki kosi lesa in ne razsekane okroglice gorele daljši čas in, da bomo s tem imeli udobnejšo ogrevanje. Zgodi se prav nasprotno les ne gori dobro in se zatika v kurišču. Zaradi nizkih temperatur v kurišču se v kotlu les samo uplinja in nato katranizira (dim se kondenzira) na hladnih vodo hlajenih površinah večji del lesa se uplini in skozi dimnik uide v okolje. Nepopolno zgorevanje lesa škodi ekosistemu.

Les mora biti sekan na manjše dele in kar se da paralelno, da ga lahko kasneje pri nalaganju kotla lepo zložimo v kurišče. Manjših kosov lesa se ogenj lažje prime, izgorevanje je boljše pri višjih temperaturah. Zgorevanje lesa pri višjih temperaturah zagotavlja tudi boljši izkoristek kuriva. Nasekana polena za kurjavo se tudi lažje še nadalje sušijo, tako s tem povečamo energetske učinkovitost lesa.

### Primeri kako naj razsekamo polena



**Ø 150 = 2x1/2**

**Ø 220 = 4 X 1/4**

**Ø 330 = 4x1/4 in 1/4 še na 1/2**

**Ø 500 = 4x1/4 in 1/4 še na 1/2 ter zunanji del še na 1/2**

Gornja skica kaže priporočilo kako razsekati polena, da bi dobili kar seda primerne kose lesa za nalaganje kurilne naprave. Za nalaganje lesno uplinjevalnih kotlov so primerni preseki kjer meri čelo polena 12 x 12 cm ali maximalno 15 x 15 cm. Za kurjenje klasičnih kotlov je bolje če so preseki še nekoliko manjši. Predvsem pri manjših kotlih in pečeh naj bo les razsekan, tako da ne bo čelo polen večje kot 8 x 8 cm. Raznovrstnost čelnih oblik polen zagotavlja, da ostane po nalaganju polen v kurišče dovolj zračnosti med poleni, da se omogoči dobro zgorevanje.



Sliki prikazujeta klasičen način sekanja polen. Tak način je v uporabi še v večini gospodinjstev. Za sekanje polen rabimo večjo težjo sekir, ki naj bo dobro naostrena. Z uporabo tope sekir porabimo več moči za sekanje in nesreče pri sekanju so pogostejše.

### Skladiščenje polen

Za skladiščenje gotovih polen za kurjavo uporabljamo suhe zračne prostore. Polena naj bodo v skladišča oziroma drvarnicah zložena. V starejših hišah so drvarnice ločene od hišnega poslopja, drugod pa se nahajajo v kletnih prostorih hiš. Novejša poslopja že imajo projektirane in urejene prostore za skladiščenje lesa. Kljub vsemu pa je najbolje tudi z vidika požarne varnosti če je drvarnica odmaknjena od stanovanjske hiše.



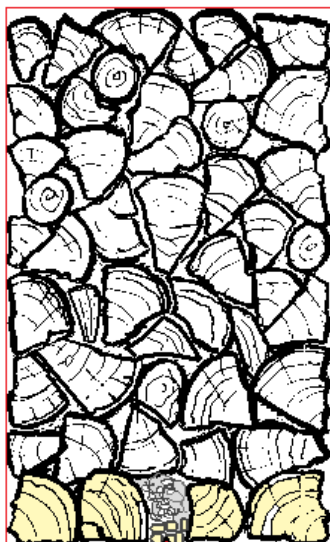
Če ni drugih prostorov so tudi kletni prostori dobri za skladiščenje polen. Če pa kletni prostori niso suhi in polena skladiščimo na mokro zemljo začnejo polena trohneti – gniti s tem pa bistveno pada energetska vrednost lesa. Skladiščenje v vlažnih kletnih prostorih ne priporočamo še zlasti ne večjih količin polen. V kurilnico ali prostor za drva naložimo drva za krajši kurilni interval. Večja količina lesa predstavlja potencialno nevarnost za požar zlasti če je kurilnica ne urejena.



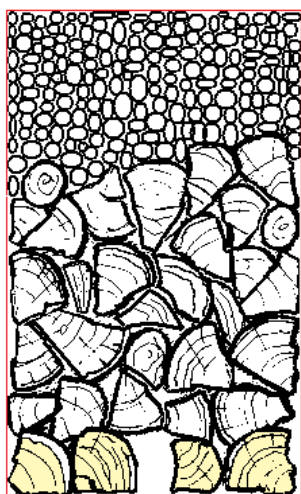
V vmesnem prostoru pred kurilnico naj bodo polena lepo zložena na suhem, da jih lahko nemoteno jemljemo pri nalaganju kotla. V kurilnici praviloma ne skladiščimo lesa zaradi požarne varnosti. Primerno je če je v kurilnici pripravljen les za eno nalaganje kurilne naprave. Seveda pa si vsak uredi zase primerno skladiščenje v skladu z možnostmi.

### Nalaganje polen v lesno uplinjevalne kotle

Čeprav v navodilih za montažo in obratovanje kotlov opisujemo kako podkuriti kotel in nalagati polena to temo tu še enkrat podrobneje obravnavamo in podajamo še nekatere iskušnje iz prakse, ki vam bodo v pomoč. Pozivamo vas, da razmišljate kako najbolje nalagati polena, zanetiti ogenj. Poskusite znotraj teh predlogov najti svojo najboljšo rešitev saj vam bo to pomagalo, da vam kotel ne bo problem pač pa cenjen tehnični pripomoček v vaši hiši.



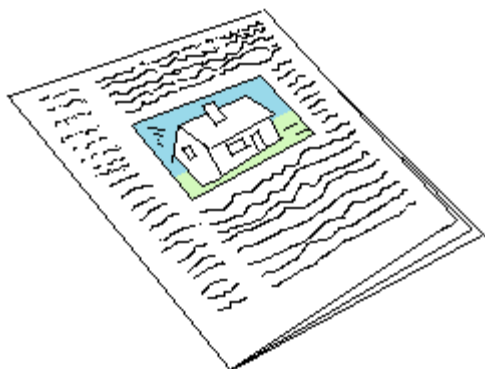
Polena nalagamo v kurišče kot prikazuje slika. Pri začetnem kurjenju na dno ob strani naložimo polena, tako da na sredini pustimo prostor v ta prostor najprej naložimo suhe trske in na vrh zmečkan časopisni papir. Nad to plastjo nalagamo polena čim bolj skupaj brez praznih prostorov do vrha. Debelina polen naj bo približno enakih velikosti (tako po dolžini kot preseku), za kar poskrbimo že pri pripravi lesa. Tako nalaganje omogoča, normalen vžig naloženega polnjenja. Če je vžig uspel potem bo temperatura dimnih plinov narasla nad 110°C v času 10 min, kar pomeni, da kotel deluje v nadzoru regulacije. Če vžig ni uspel in temperatura dimnih plinov ne doseže 110°C v času 10 min se ustavi ventilator. Torej pri ustavitvi ne gre za napako kotla pač pa za spodletelo netenje ognja.



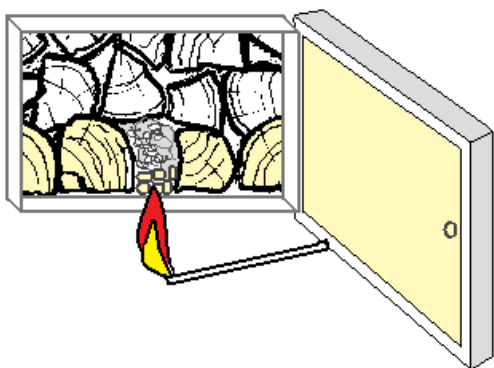
Ker imamo v pripravljenem lesu za kurjavo tudi drobno lesno maso in razne ostanke in ne samo idealna polena moramo tudi to kurivo uporabiti. Kotel bo najbolje obratoval če nalagamo polena kot prikazuje slika in je opisano zgoraj. Kotel naložimo do dveh tretjin z normalnimi poleni in zadnjo tretjino z drobnim materialom. Če imamo odpadni suhi les postopamo enako, ta les naložimo zgoraj. Z takim nalaganjem najbolje izkoristimo zgorevalne lastnosti kotla.

Čas ene polnitve bo dalj časa gorel če na vrh naložimo debelejša polena **ali** če naložimo polena, ki imajo nekoliko večjo vlažnost n.p. sušena polena samo eno leto. Pri takem načinu nalaganja ne smemo pretiravati z nalaganjem svežega lesa saj ta ne gori. Prav tako ne smemo nalagati preveč debela polena saj jih ogenj ne bo mogel zajeti.



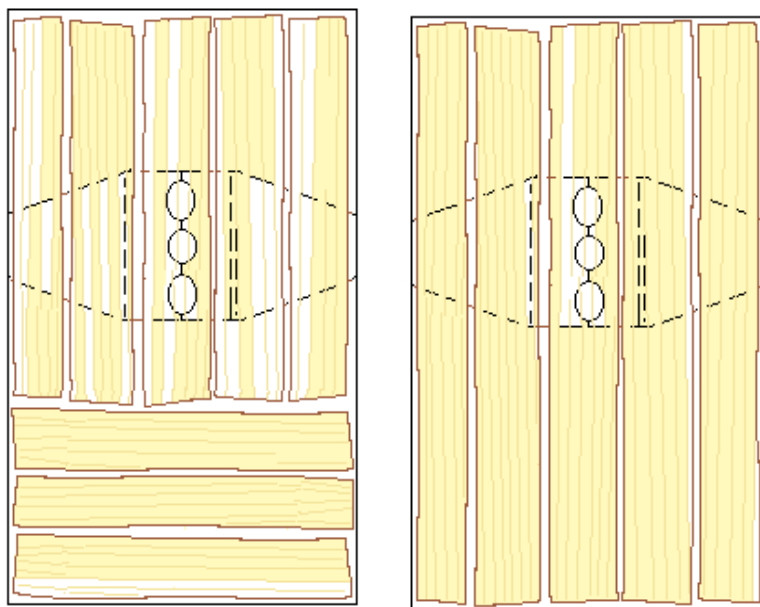


Za netenje ognja uporabljajte časopisni papir ta najraje gori. Gladki papirji in plastični izdelki niso primerni za netenje ognja in se tudi ne uporabljajo kot kurivo. Lesni kotel ni sežigalnica zato uporabljajte samo les kot kurivo. Plastične mase, ne leseni gorljivi ostanki in kemikalije škodujejo kotlu. Ogenj lahko uspešno zanete tudi z tableti za netenje ognja.

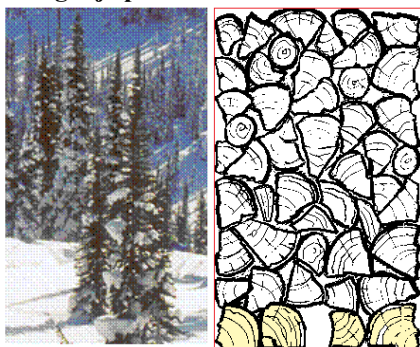


Pravilna pripravljeno gorivo za netenje ognja. Ogenj zanetimo pri kurilnih vratih če jih kotel nima kot n.p. LT to rešimo, tako da časopisni papir seže do spodnjega okvirja vrat. **POZOR** Najprej prižgite papir dobro zaprite vrata in šele nato pritisnite gumb za avtomatsko delovanje kotla. Pri takem načinu vam vlek ne bo pogasil ognja, kar se rado dogaja.

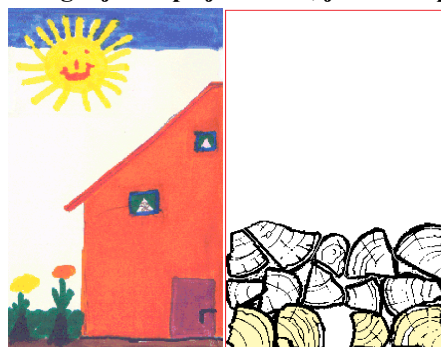
**Pravilno naložena polena.** Polena morajo čim boljše zapolnjevati nalagalni prostor. Slika prikazuje nalaganje polen dolžine 50 cm in polen dolžine 33 cm. Polena nikakor



### Nalaganje pozimi



### Nalaganje v toplejših dneh, jeseni in spomladi



### Običajne težave pri slabem zgorevanju lesa

Ko se pojavijo težave pri delovanju kotla ne gre običajno za problem proizvoda, pač pa za problem slabega vleka, neustreznega dimnika, vlažnega in neustrezno pripravljenega lesa ali za druge slabe razmere, ki skupaj vplivajo na slabše delovanje kotla kot je bilo pričakovano. Prosimo Vas, da se lotite sanacije posameznih problemov, ki jih boste spoznali v tekstu, tako da bo proizvodu omogočeno normalno delovanje. Sicer je vse opisano v navodilih za uporabo kotla vendar Vas želimo še enkrat v združenem tekstu opozoriti na vso problematiko.

Nove vrste kotlov imajo večje notranje površine za izmenjavo toplote in zato imajo boljše izkoristke. Tako ti kotli niso enaki starim, ki so imeli slabe izkoristke in niso dajali kapacitete, ki je bila deklarirana na tablici tehničnih podatkov. Tudi zime niso več tako hladne, zaradi tega so kotli slabo obremenjeni in delajo na prenizkih temperaturah saj običajno hitro ogrejejo stanovanje. Tem problemom so zlasti podvrženi kotli novih generacij, ki imajo boljše izkoristke. Z nakupom premočnega kotla le ta ne bo deloval optimalno saj bo sorazmerno hitro zagrel stanovanje in začel zapirati regulator vleka. Pri nizko temperaturnem kurjenju se bo v kotlu začel nastajati kondenz, na stenah kurišča se pričel nabirati katran in saje. Kondenz in katran tvorita kisline, ki nažirajo hladne stene kotla. Pri takem nizko temperaturnem kurjenju se dimnik ne ogreje preko 100°C in tudi ta kondenzira. Kotel ne gori dobro, dimi in povzroča slabo voljo.

**IZRAČUNAJTE ALI STE KUPILI KOTEL, KI ODGOVARJA PO KAPACITETI VAŠEM STANOVANJU - HIŠI**

**(Površina stanovanja v m<sup>2</sup> x višina v cm x 0,3):860 = kW potrebna kapaciteta kotla**

**Primer izračuna (220 X250x0,3):860=19,186 kW izaberemo kotel moči 20 kW oz. maksimalno 25 kW**

**Če ste izbrali kotel večje moči ga zamenjajte in izberite ustreznega, da bo delal v optimalnem režimu.**

### Nastajanje katranskih oblog

Nastajanje katranskih oblog in uhajanje dima iz kotla je zelo nevšečen in neljub pojav za vsakega lastnika kurilne naprave. Seveda vsak najprej pomisli na to, da je vsemu kriv kotel, a temu le ni tako. Potrebno je vedeti zakaj pojav nastaja in kje so možni vzroki. V enciklopediji je beseda katran razložena: katran je stranski produkt kondenzacije lasa. Les je s svojimi 85 % hlapljivih delov najbolj plinsko bogato trdo gorivo, pri čemer zgori samo 15 % lesa v trdni obliki. Pri zgorevanju lesa se le del energije lesa preko plamena in sevanja prenese na vodo. Večina lesne mase se neizkoriščena uplani. Dimni plini oddajo del toplote pri prehajanju skozi kotel vendar se pogosto preveč ohladijo. Lesni plin je zelo bogat s katranu podobnimi snovmi, ki kondenzirajo na hladnih stenah kotla. Ker se na katran vežejo tudi delci pepela se stene kotla hitro obložijo z debelimi plastmi katranastih tvorb, ki preprečujejo prenos toplote vročih dimnih plinov na vodo. V sodobnih lesno uplinjevalnih kotlih te substance zgorijo pri temperaturi cca 1000 °C, v klasičnih kotlih ni možno doseči takšnega zgorevanja. Pri kurjenju mokrega lesa se dodatno sprošča vodna para, nastanejo velike količine dima zaradi relativno nizke temperature zgorevanja. Pojav kondenzacije nastaja tudi, če je gorivo preveč naloženo skupaj in ni prostora za zgorevanje, tako gorivo ne zgoreva pri visokih temperaturah. Nizke temperature plamena in dimnih plinov ne ogrejejo kotla in dimnika dovolj, zato dim sili nazaj v prostor, kajti v dimniku niso bili ustvarjeni pogoji za potreben vzgona-odvod dima. Klasični kotli morajo delovati tako, da je temperatura izhodnih dimnih plinov višja kot 180 °C, vendar pa temperatura dimnih plinov ne bi smela presežati 320 °C. Pojav nastajanja katranskih oblog stopnjuje še tehnično neustrezen dimnik, nezadosten dotok kisika v zgorevalni prostor, ohlajevanje kotla s prenizkim povratnim tokom.

### Kako torej problem rešiti?

### Dvig temperature povratnega toka

Na splošno vpliva prenizka temperatura na obratovanje kotla, pred toka še zlasti pa povratnega toka, na skrajšanje življenjske dobe kotla direktno. Efekt kondensa se pojavlja predvsem na vodno hlajenih grelnih površinah, kjer so temperature dimnih plinov že nižje od 120°C. Dimni plin pri padcu temperature na točko rosišča na relativno mrzlih površinah izloči vodo in katran v obliki kondensa. Ta kondens, tako imenovana "potilna voda", se lahko pri nizko temperaturnem kurjenju tvori v velikih količinah, tako da pomislimo da kotel spušča. Glede na vrsto goriva vsebujejo dimni plini tudi bolj ali manj agresivne kemične sestavine kot npr. žveplo pri premogu in mravljično kislino pri lesu. Kemične sestavine v povezavi s potilno vodo tvorijo kisline, ki z svojo agresivnostjo povzročajo korozijo.

Korozija je pri nizko temperaturnem kurjenju stalno prisotna na najbolj hladnih mestih, kar bistveno skrajša življenjsko dobo kotla. Korozija povzroča še zlasti velike škode na zvarih saj vemo, da je v zvarih prisotna delna poroznost in ko prerjavi plast nad poroznostjo zvara prične kotel puščati. Taka napaka je najpogostejša.

Točka rosišča se giblje glede na sestavo goriva in kvaliteto izgorevanja med 50 in 55°C. V sled tega je treba paziti na to, da pri obratovanju kotla ne pade povratna temperatura vode nikoli pod 60°C.

### **Do padca temperature na točko rosišča prihaja v glavnem v naslednjih primerih:**

- pri obratovanju kotla v prehodnih obdobjih ob sorazmerno visokih zunanjih temperaturah, ko stanovanje samo malo temperiramo,
- pri nizko temperaturnem delovanju kotla, ko je temperatura povratnega toka pod 55°C. Na to je treba paziti posebno pri talnih gretjih, ko kotel obratuje brez mešalnega ventila. Že samo dobro nastavljen mešalni ventil ne zagotavlja vedno minimalne temperature povratnega toka 55°C še zlasti ne, če temperatura dvižnega voda ne presega 60°C,
- pri predimenzioniranem sistemu, kjer je vgrajenih preveč grelnih teles in kotel ne dohaja pri maksimalni moči proizvajati dovolj energije,
- pri predimenzioniranem kotlu, ko že delna moč zadovolji potrebo po energiji,
- v primeru, ko je kotel močno obložen s sajami in ni prevoda temperature na stene kotla in s tem na vodo.

Z instalacijo reguliranega dviga temperature povratnega toka s štiripotnim ventilom s termostatsko krmiljeno črpalko se občutno poveča življenjska doba toplovodnega kotla. Tak sistem ne dovoljuje nižjega povratka vode kot je 55°C. Če torej kotel obratuje na tej ali nižji temperaturi ne daje tople vode v sistem marveč porabi vso temperaturo za vzdrževanje lastnega sistema. Termostat za krmiljenje obtočne črpalke mora biti nastavljen, tako da vklopi črpalko šele pri 65°C.

### **Nastavitev regulatorja vleka za običajne kotle za centralno kurjavo**

Pred prvim kurjenjem je treba nastaviti dolžino verižice, ki povezuje regulator vleka z loputo na vratih. Temperaturo nastavite na 70°C. Ko temperatura vode v kotlu doseže 70°C, mora biti loputa ob napeti verižici zaprta. Če loputa ni zaprta, je potrebno verižico podaljšati. Kotel naj deluje pri nastavitvi regulatorja med 70°C in 80°C, s tem omogočimo da dobi kotel dovolj zraka za zgorevanje.

### **Nastavitev regulatorja vleka za kotle tip CENTRAL**

Na gumbu regulatorja vleka se nahajajo številčne oznake za nastavitveno temperaturo kotla in pomenijo:

1 - 40°C	5 - 72°C
2 - 48°C	6 - 80°C
3 - 57°C	7 - 88°C
4 - 65°C	8 - 95°C

Kotel bo torej pravilno obratoval znotraj nastavitve 7 do 8. Prosimo upoštevajte navodilo.

### **Turbulatorji**

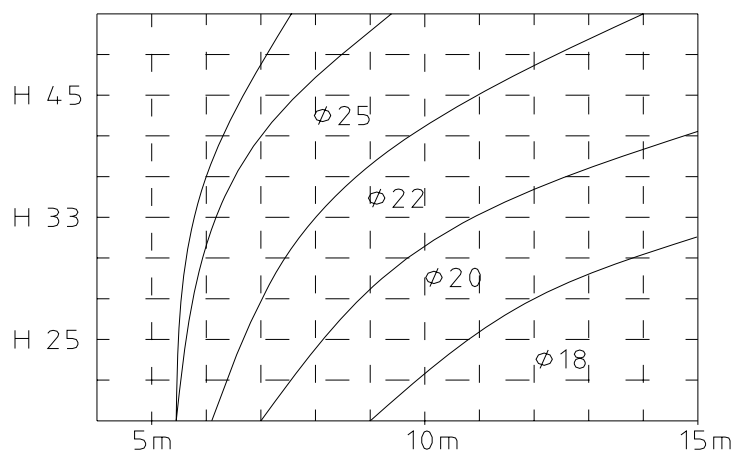
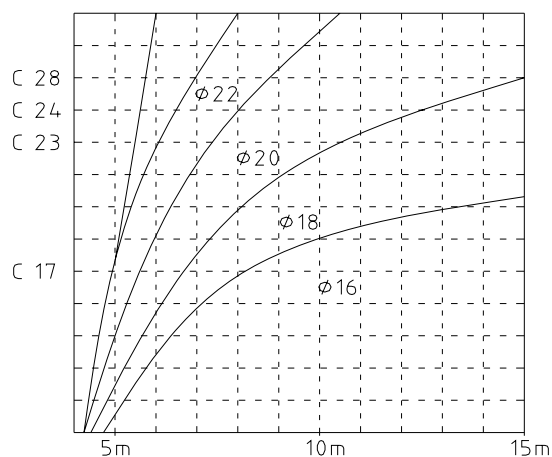
Če ima kotel vstavljen turbulatorje in ne vleče jih izvlečemo ter tako morda kompenziramo slab vlek dimnika.

## Dimnik je najvažnejši!

Za pravilno delovanje vsake kurilne naprave je zelo pomemben pravilno izbran oz. zgrajen dimnik. Posebej velja to pri kurjenju lesa. Če se pri kurjenju pojavljajo problemi, kot je: močno kajenje iz kotla pri odpiranju kurišča, če ne dosegamo zelene temperature vode za ogrevanje, če se močneje izločajo saje, če se tvori katran na stenah kurišča in podobno je največkrat kriv neustrezen dimnik, ki ne ustvarja dovolj močnega podtlaka v kurišču. Pojavlja se nepopolno zgorevanje, posledice tega pa so: opazno znižanje izkoristka zgorevanja, močno povečane emisije škodljivih in strupenih snovi v dimnem plinu, potreba po pogostejšem čiščenju kurilne naprave in dimnika ter skrajšanje življenjske dobe kurilne naprave in dimnika.

### Pri izbiri ali sanaciji dimnika je potrebno upoštevati tudi sledeče napotke:

- Prenizka temperatura dimnih plinov je posledica slabega podtlaka v dimniku. Slab podtlak vpliva na slabo zgorevanje in povečano nastajanje katrana na stenah kotla. Temperatura dimnih plinov mora biti dovolj visoka. Pri kurjenju lesa mora biti dosežena temperatura dimnih plinov vsaj 180°C. Dopusna maksimalna temperatura dimnih plinov je do 320°C, višje temperature ne priporočamo, saj visoka temperatura dimnih plinov pomeni izgubo toplote skozi dimnik. Z višanjem temperature dimnih plinov se samo zanemarljivo poveča podtlak. Dimnik mora biti toplotno izoliran, da se prepreči prehitro znižanje temperature.
- Premer dimnika ne sme biti manjši od premera dimnega priključka na kotlu.
- Tudi opazno večji premer ni dopusten, saj se pojavlja podhladitev dimnika in s tem v zvezi slabši pod tlak ter ostale neugodne posledice, kotel ne vleče.
- Če ožimo dimniški priključek, mora biti zoženje narejeno s čim blažjim konusom, brez ostrih prehodov. Tudi morebitna kolena morajo biti izvedena z blagim prehodom. Seveda mora biti dimnik v tem primeru višji, saj mora vseeno zagotavljati zadosten pod tlak, treba pa je upoštevati še tlačne izgube v konusu in kolenih.
- Dimna cev iz kotla v dimnik naj se od kotla dviguje vsaj za 10°. Aktivna višina dimnika se šteje od dimnega priključka do ustja na vrhu dimnika. Dimenzije dimnika lahko izberete iz našega diagrama, ki je prirejen za kotle WVterm (v diagramu je zajet dimni priključek dolg 2 m z dvema pravokotnima kolenoma; če je Vaš kotel spojen direktno na dimnik, je le-ta lahko nekoliko manjši), dodatno upoštevajte navodila, ki jih dajejo proizvajalci dimnikov in določajo splošno veljavni predpisi za določanje dimnikov.
- Potrebno je upoštevati še navodila, kako naj bo zgrajen del dimnika, ki gleda iz strehe. Upoštevati je potrebno tudi položaj strehe in dimnika, neugoden vpliv sosednjih objektov, gozda, bližjih vzpetin, stalnih vetrov in podobno.
- Vsak kotel WVterm mora imeti svoj lastni dimnik, ki mora imeti čistilne odprtine dobro zatesnjene.
- Starejši dimnik mora pregledati strokovnjak, ga očistiti zatesniti in izmeriti vlek. Če vlek zadostuje vrednosti v tabeli za izbrani kotel lahko izvršimo montažo, če vlek ni zadosten je treba dimnik sanirati.
- Vlek dimnika se meri pri ogreti napravi in temperaturi dimnih plinov vsaj 150°C, izmerjen vlek mora biti večji ali enak vrednosti, ki je podana v tabeli.
- Premočan podtlak prav tako ni ugoden, ker preveč dviguje temperaturo zgorevanja in temperaturo dimnih plinov, zato ga je treba regulirati z dimniškim regulatorjem.
- Če nikakor ni mogoče zagotoviti dovolj podtlaka na dimnem priključku kotla, je treba dograditi ventilator za dimne pline.



Tabeli za določitev dimnika (tabela H velja za kotle MV; HS; ST; EKO, TOBI)



## Regulacijska loputa za izravnavo tlaka v dimniku

Za optimalno zgorevanje modernih kurilnih naprav je potrebno zagotoviti konstantne razmere tlaka v dimniku. Toliko bolj pomembno je to takrat kadar montiramo kurilno napravo na že obstoječi dimnik.

Konstantno rastoče cene energentov nas silijo k smotni izrabi. To pa dosežemo samo z optimalno krmiljenim zgorevalnim procesom. Loputa za prezračevanje dimnika omogoča prilagajanje delovanja vaše kurilne naprave trenutnim razmeram tlaka v dimniku in znižuje točko rosišča dimnika.

Loputa skrbi za:

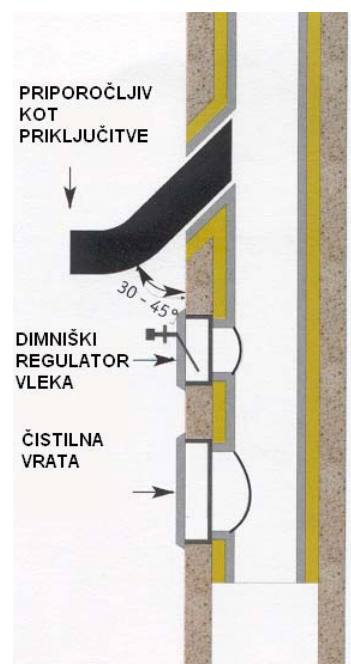
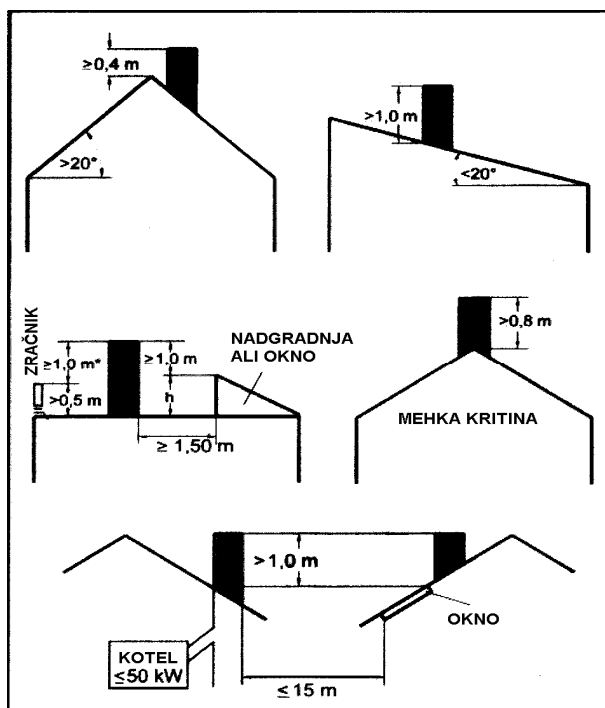
- konstantni vlek dimnika
- boljši start pri zagonu
- prilagoditev dimnika na novo napravo

Loputa deluje na principu izravnave tlaka v kurilnici in dimniku. Medtem ko je v kurilnici približno enak tlak kot zunaj nastaja v dimniku podtlak. Če se ta podtlak zvišuje čez nastavljen položaj lopute se le-ta odpre in zrak iz kurilnice lahko priteka v dimnik. Pri tem bo dodanega le toliko zraka, da bo dosežen minimalni potreben vlek.

Loputa deluje na principu ravnotežja. Ta se nastavlja s preničnimi utežmi.

### Kaj smo dosegli z delovanjem lopute:

- temperatura na izhodu kurilne naprave se zniža
- poveča se volumen dimnih plinov in pretočna upornost
- točka rosišča volumna dimnih plinov se zniža
- poveča se hitrost pretoka pri čemer se zmanjša zadrževanje dimnih plinov v sistemu (zmanjšamo ohlajanje dimnika) ali (zmanjšamo potrebni čas ohlajanja dimnika).



### Predpisana priključitev kotla na dimnik

Kurilno napravo je potrebno priključiti na dimnik s čim manjšo spojnico pod kotom 30-45°. Priporočljiva je dolžina cevnega priključka maksimalno 1 m z enim lokom. Vsak nadaljnji lok povzroča višjo izgubo pritiska v odvodu odpadnih plinov in zato ni priporočljiv. Enako velja tudi za predolge priključke. Kadar pa morajo biti iz gradbenih vzrokov daljši od enega metra, jih je potrebno dobro izolirati ( najmanj 5 cm kamene volne ali enakovrednega materiala) ter stopnjujoče polagati.

### Višine in razdalje med dimniki

Pri naklonu strehe vključno do 20° velja najnižja višina 1m nad površino strehe. Pri naklonu strehe, ki znaša več kot 20° je velikost slemena tista, s katero se mora poistovetiti, ustje dimnika mora biti vsaj 40 cm višje. Pri strešnih gradnjah, odprtinah v prostore (npr. oknih), tako kot nezavarovanih gradbenih delih iz gorljivih gradbenih materialov (kritine so izvzete) morajo le ti v radiu 1,5 m segati vsaj 1m čez rob. Po predpisih DIN 18160 velja ta zahteva tudi za radij tudi do 3x ne višine postavitve. (priporočilo). Pri kuriščih na trdna goriva v stavbah, ki imajo mehko kritino (npr. strehe iz trstičja) mora biti dimnik nameščen na območju slemena ter segati čez rob, le tega vsaj 80 cm. Zahteva je, da mora biti dimniška odprtina za najmanj 1 m višje kot se nahaja zgornji rob oken ali vrat ali drugih prezračevalnih odprtin znotraj 15 m od kurilne naprave na trdo gorivo kapacitete 50 kW. Okolica se poveča za 2 m za vsakih nadaljnjih začetih 50 kW, vendar največ do 40 m.

### Dobro je vedeti

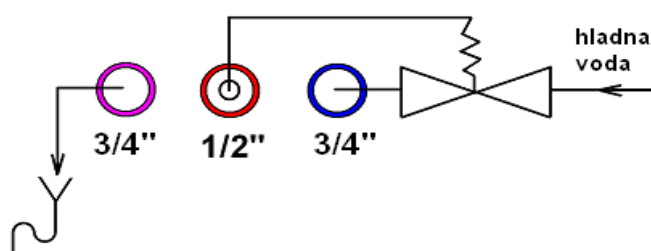
Pred instalacijo toplovodnega kotla je potrebno preveriti ustreznost dimnika pri dimnikarski organizaciji. Ustreznost dimnika za inštalirano moč kotla mora dimnikarska organizacija potrditi. Pravilno dimenzioniran dimnik mora ustrezati zmogljivosti kotla in temperaturi dimnih plinov pod 160° C in mora zadostiti DIN 4705 oz. EN 13384, le tako je zadoščeno pogojem za pravilno in varčno delovanje naprave. Dimna cev med kotlom in dimnikom mora biti popolnoma zatesnjena in izolirana. Pri nihajočem vleku se priporoča montaža regulacije vleka (15-20 Pascalov).

Pri slabem vleku lahko le tega povečamo z vgradno ventilatorja dimnih plinov.

### Termično varovalo

Po DIN 4751 list 2 kakor tudi po ÖNORM B 8131 se v kurilnih naprava lahko kuri s trdimi gorivi le če je naprava opremljena s primernim preverjenim termičnim varovalom in če je vgrajen ventil termičnega varovanja. Oba navojna priključka termičnega varovala 3/4" se nahajata na zadnji steni kotla. Varnostni termični izmenjevalec se ne sme uporabiti kot grelnik vode. Pritok vode je potrebno instalirati tako, da ga brez pomoči orodja ni mogoče zapreti. Odtok vode mora ostati prost. Zagotoviti je potrebno pritisk hladne vode najmanj 2 bar! Temperatura termo mehničnega ventila za aktiviranje je 97 °C. Termični izmenjevalec in varnostni termični ventil mora strokovna oseba letno kontrolirati in vzdrževati.

Pozor: voda termičnega varovala ne sme teči po električnih delih!



Shema vgradnje termičnega varostnega ventila.

Tehnična služba WVterm

Maribor, 16.01.2009

Gradivo:

Različni viri razpoložljivi na medmrežju