

INCO

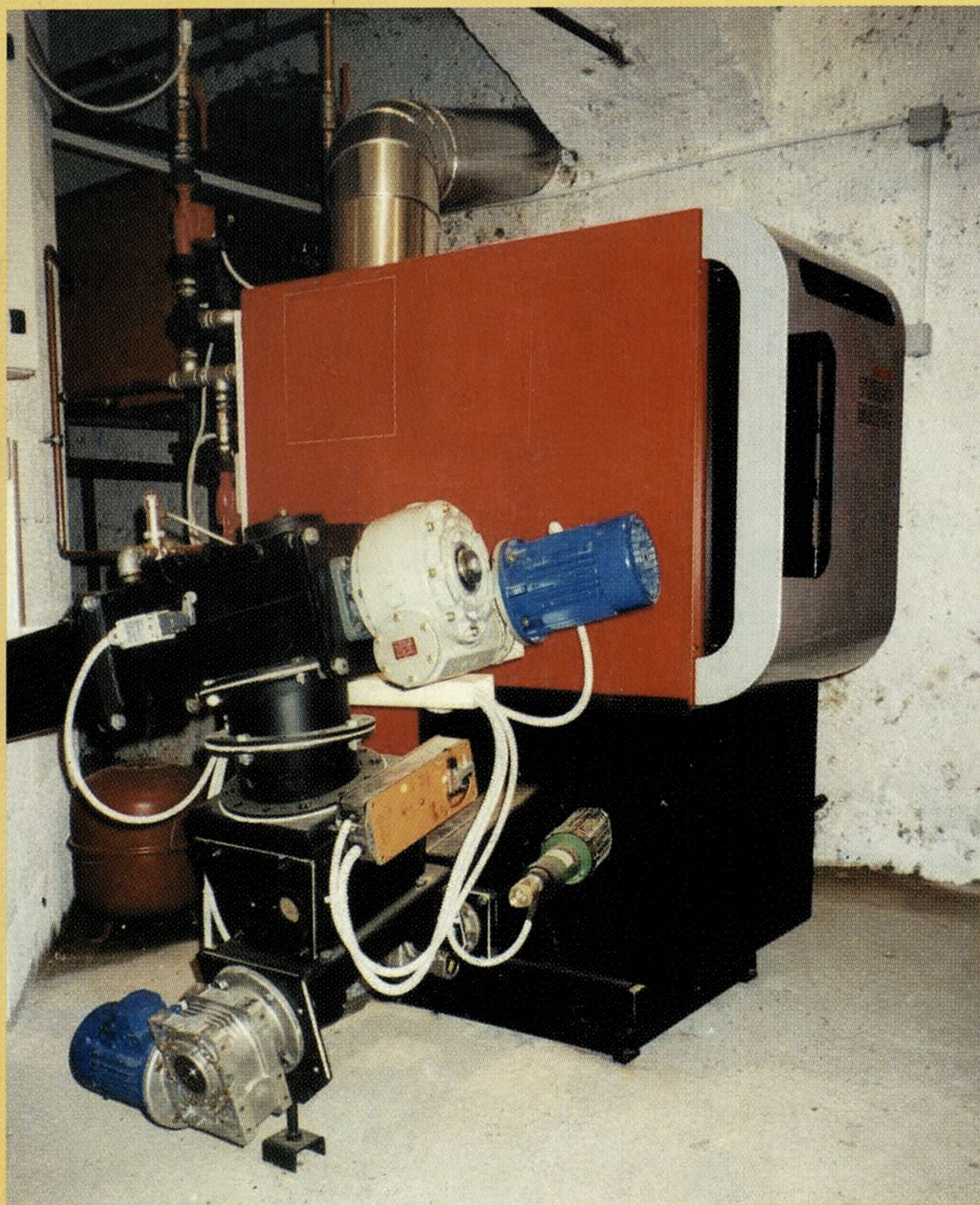
International Cooperation



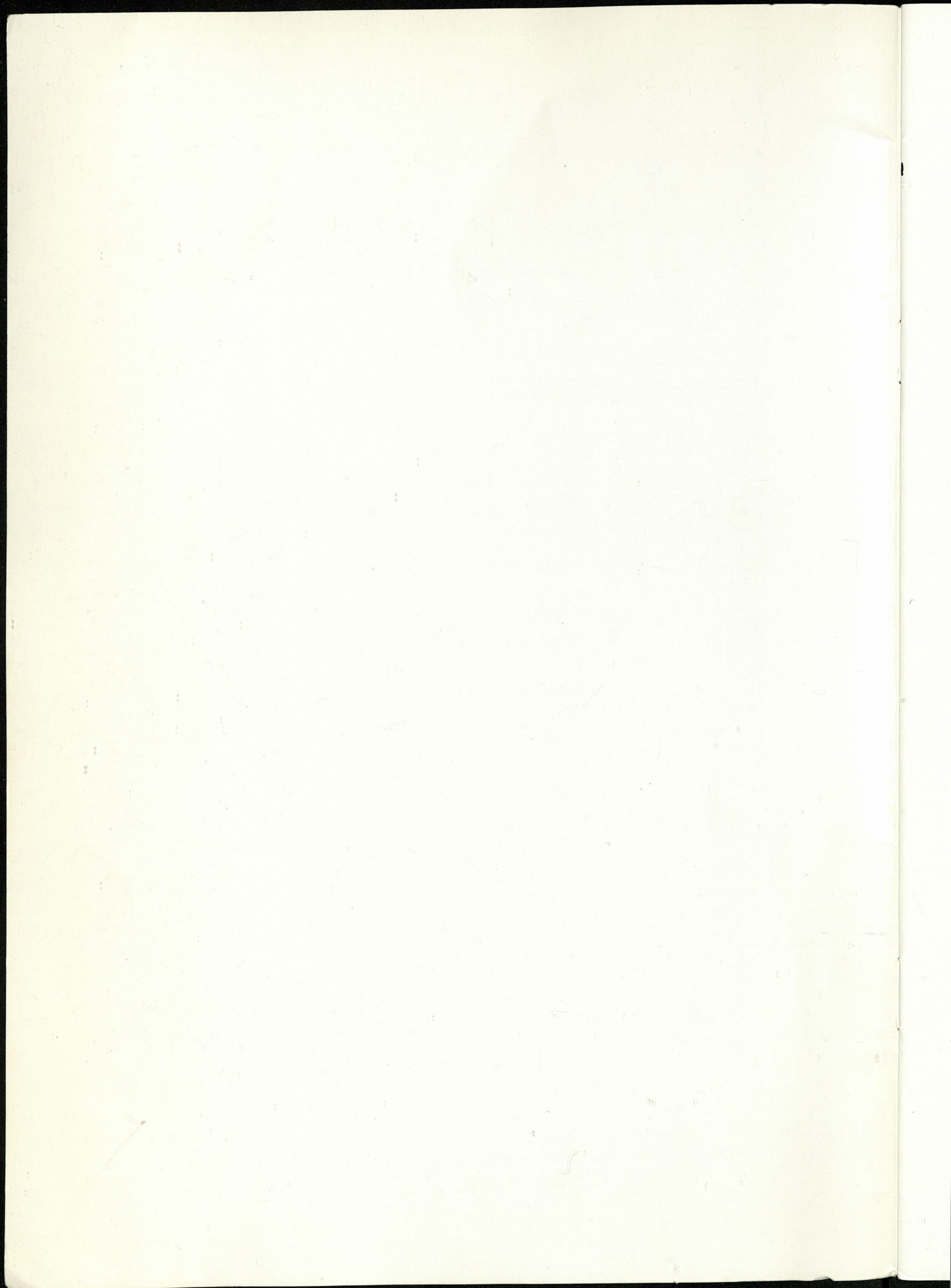
ČISTA ENERGIJA IZ GOZDA

KOTLI NA LESNO BIOMASO ZA CENTRALNO OGREVANJE

VODNIK



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKE DEJAVNOSTI
in
MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO





REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKE DEJAVNOSTI
in
MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO



ČISTA ENERGIJA IZ GOZDA

KOTLI NA LESNO BIOMASO

ZA CENTRALNO OGREVANJE

VODNIK



AGENCIJA ZA
PRESTRUKTURIRANJE
ENERGETIKE d.o.o.

523561

523561

Čista energija iz gozda: Kotli na lesno biomaso za centralno ogrevanje - vodnik

Pričujoča brošura je bila izdana v okviru projekta Evropske unije INCO COPERNICUS "Demonstracijska vgradnja majhnih kotlov na lesno biomaso v Sloveniji in na Madžarskem", ki sta ga podprla tudi Ministrstvo RS za gospodarske dejavnosti in Ministrstvo RS za znanost in tehnologijo. Projekt je vodilo dunajsko podjetje ÖAR (Avstrija), v Sloveniji pa ga je izvajala Agencija za prestrukturiranje energetike iz Ljubljane. Poleg brošure je bila izdelana tudi zgibanka Čista energija iz gozdov - Majhni kotli na lesno biomaso, organizirani dve nacionalni in ena mednarodna delavnica ter najpomembnejše: izvedena demonstracijska vgradnja dveh kotlov na polena, štirih kotlov na lesno biomaso ter opravljene meritve emisij.

Brošura želi v prvi vrsti predstaviti, kako pristopiti k vgradnji kotla na lesno biomaso. Najprej so predstavljene osnove zgorevanja lesne biomase ter najpomembnejši vplivni dejavniki. V nadaljevanju je opisan postopek vgradnje kotla in poudarjen tehnični vidik izbire ustreznega kotla. Kateri kotel je najboljši in kolikšna je njegova cena, je namreč vprašanje, ki ga večina kupcev prej ali slej zastavi. V nadaljevanju so predstavljeni protipožarni ukrepi, na koncu pa je dodanih še nekaj koristnih informacij, kot so: faktorji pretvorbe in kurilnosti ter spletni naslovi, kjer je mogoče najti informacije o lesni biomasi in dodatne povezave na druge spletne strani. Brošura bo koristila vsem za nakup zainteresiranim investitorjem, energetske svetovalcem, arhitektom in projektantom, kot tudi monterjem in prodajalcem ogrevalnih naprav, ki do sedaj o tem niso imeli dovolj informacij v slovenskem jeziku. Upamo, da bo brošura prispevala k širši osveščenosti in spodbudila številčnejšo vgradnjo ogrevalnih naprav na lesno biomaso.

Avtorja:

Darko Hrovatin, inž. str.

Lojze Šubic, univ. dipl. inž. grad.

Agencija za prestrukturiranje energetike, d.o.o.

Litijska cesta 45, 1000 Ljubljana

telefon: (01) 586 38 70

telefaks: (01) 586 38 79

elektronska pošta: info@ape.si

Strokovna recenzija: doc. dr. Vincenc Butala, univ. dipl. inž. str.

Matjaž Malovrh, univ. dipl. inž. str.

Lektoriranje: Patricija Avguštin

Oblikovanje naslovnice in fotografija: Darko Hrovatin

Slikovno gradivo: iz prospektov in katalogov različnih proizvajalcev opreme

Založnik in izdajatelj: Agencija za prestrukturiranje energetike, Ljubljana

Tisk: Tiskarna Jože Moškrič, Ljubljana

Naklada: 2000 izvodov

Ljubljana, december 2000

Ministrstvo RS za gospodarske dejavnosti in Ministrstvo RS za znanost in tehnologijo ter Komisija Evropske unije oziroma kdorkoli v njihovem imenu:

- a) ne prevzemajo nobene odgovornosti glede podatkov ali stališč, ki so opisana ali izhajajo iz te brošure;
 - b) ne prevzemajo nobene odgovornosti za posledice, ki bi nastale zaradi informacij, zapisanih v tej brošuri.
- Stališča, navedena v tej brošuri, niso nujno enaka stališčem Ministrstev RS in Evropske komisije.

© Evropska komisija, 2000

Nadaljnja uporaba brošure je dovoljena z navedbo vira.

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

697.3(035)
662.71(035)

28-12-2000

HROVATIN, Darko

Kotli na lesno biomaso za centralno ogrevanje : čista energija iz gozda : vodnik / [avtorja Darko Hrovatin, Lojze Šubic; fotografija Darko Hrovatin]. - Ljubljana : Agencija za prestrukturiranje energetike, 2000

1. Gl. stv. nasl. 2. Šubic, Lojze
110236160



0200020993

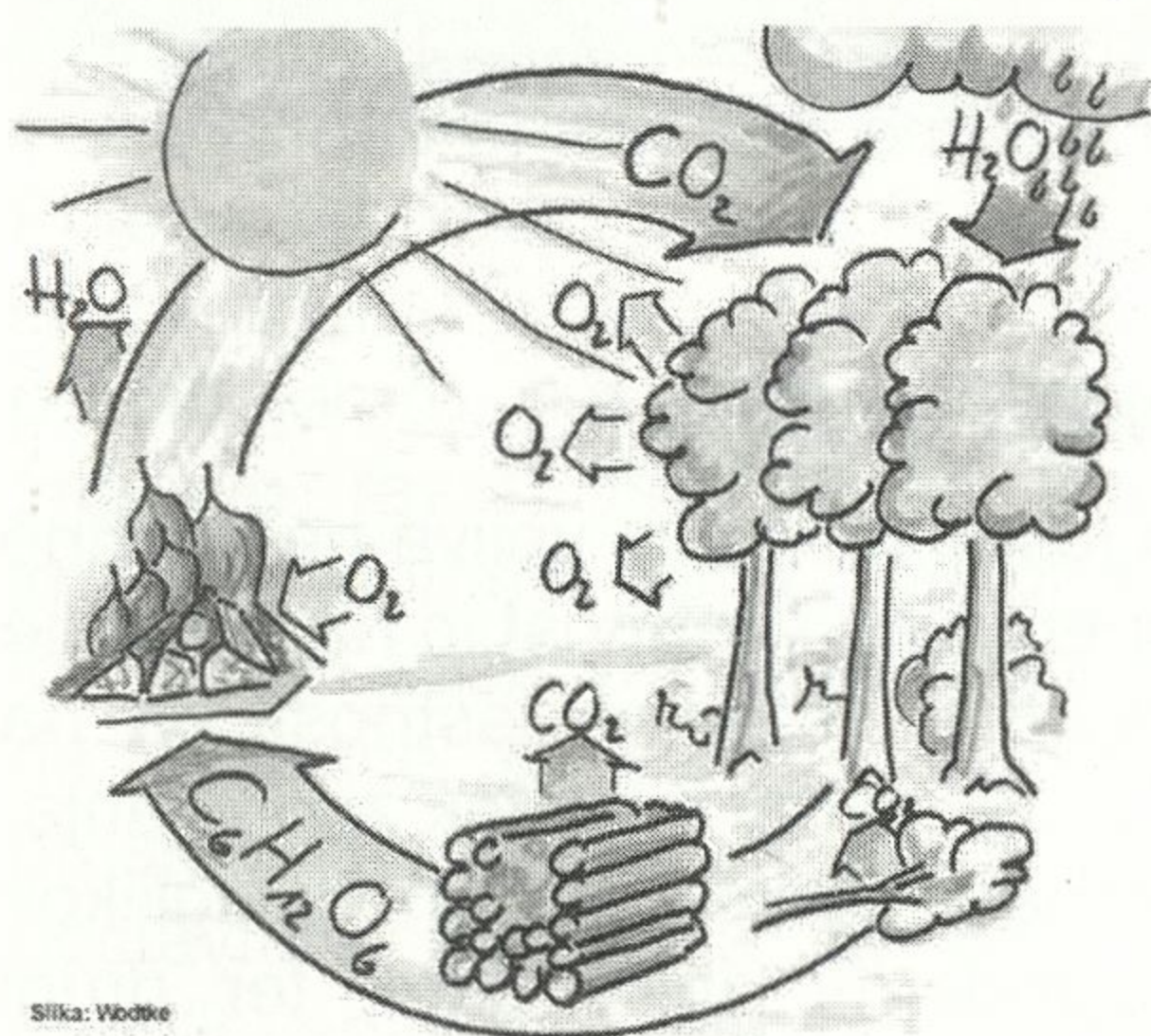
KAZALO

<u>Uvod</u>	1
<u>Osnove zgorevanja lesne biomase</u>	1
<u>Faze zgorevanja</u>	1
<u>Velikost goriva</u>	1
<u>Vsebnost vlage</u>	2
<u>Vsebnost pepela</u>	2
<u>Hlapljive snovi</u>	2
<u>Presežek zraka</u>	2
<u>Emisije - vpliv na okolje</u>	2
<u>Postopek vgradnje kotla</u>	2
<u>Odločitev glede vrste goriva</u>	2
<u>Načrtovanje</u>	3
<u>Pridobitev upravnih dovoljenj</u>	3
<u>Nabavljanje opreme in dobava</u>	4
<u>Dejanska vgradnja</u>	4
<u>Mesto postavitve, transport v kurilnico in montaža kotla</u>	4
<u>Zviševanje povratne temperature</u>	5
<u>Dovod zraka v kurilnico</u>	5
<u>Uporabno območje kotla in vodni priključki</u>	5
<u>Tehnični vidik izbliranja ustreznega kotla</u>	5
<u>Vrste malih kurilnih naprav</u>	5
<u>Kotli z ročnim nalaganjem</u>	6
<u>Kotli z avtomatskim doziranjem</u>	6
<u>Kotli na polena z ročnim nalaganjem</u>	6
<u>Priporočila za tehnično oceno kotla</u>	6
<u>Regulacija moči kotla in procesa zgorevanja</u>	8
<u>Kotli, ki obratujejo pri nazivni moči (KNM)</u>	8
<u>Hranilnik toplote</u>	9
<u>Uplinjevalni kotli z regulacijo moči (KRM)</u>	9
<u>Uplinjevalni kotli z regulacijo moči in zgorevanja (KRMZ)</u>	10
<u>Posebne regulacije oz. izvedbe in dodatki</u>	10
<u>Možnost predelave kotla za uporabo peletov</u>	11
<u>Kotli z nazivno močjo do 15 kW</u>	11
<u>Starejši kotli na trdna goriva</u>	11
<u>Kotli z avtomatskim doziranjem</u>	12
<u>Glavni sestavni deli</u>	12
<u>Tipi kotlov</u>	12
<u>Sistemi za doziranje goriva</u>	13
<u>Lesni sekanci</u>	14
<u>Druge skupne značilnosti kotlov na lesno biomaso</u>	15
<u>Kontrola in nadzor delovanja</u>	15
<u>Vžig</u>	15
<u>Čiščenje kotla</u>	16
<u>Temperaturno varovanje kotla</u>	16
<u>Dimnični izhod</u>	17
<u>Električni priključek</u>	17
<u>Prvi zagon</u>	17
<u>Garancija</u>	17
<u>Prodajna cena in dajatve</u>	17
<u>Dimnik</u>	17
<u>Pravilen priključek kotla na dimnik</u>	18
<u>Pravilno dimenzioniranje dimnika</u>	18
<u>Zahteve glede požarne varnosti</u>	18

<u>Gradbeni protipožarni ukrepi</u>	18
<u>Ukrepi proti povratnemu ognju</u>	19
Postavitev zalogovnika v kurilnico	19
Postavitev zalogovnika izven kurilnice	19
Naprave z direktnim doziranjem goriva	19
<u>Drugi protipožarni ukrepi</u>	19
<u>Faktorji za pretvorbo in kurilne vrednosti</u>	20
<u>Zanimive spletne strani</u>	20
<u>Koristne informacije</u>	21
<u>Literatura</u>	22

UVOD

Z rastjo cen nafte na svetovnih trgih, naraščanjem okoljevarstvene zavesti ter uvajanjem novih tehnologij zgorevanja goriv postaja lesna biomasa pomemben vir energije za ogrevanje objektov. Razlogi, ki govorijo temu v prid, so številni: lesna biomasa je obnovljivi vir energije, predstavlja neizkoriščen in dostopen domači vir energije, ne vsebuje žvepla. Več kot 54 % površine Slovenije pokriva gozd. Izkoriščanje lesne biomase omogoča hkratno negovanje gozda, prispeva k uravnoveženosti CO₂ bilance in s tem k zmanjševanju učinka tople grede in vpliva na ekološko nenevaren transport na kratkih razdaljah. Dodana vrednost pri pripravi goriva ostane doma, domači vir energije predstavlja neobčutljivost na svetovne energetske krize, itd.



Najnovejša dognanja omogočajo izdelavo tehnično dovršenih kotlov z visokim izkoristkom pretvorbe energije, nizkimi emisijami in visoko avtomatizacijo, ki z zastarelimi kombiniranimi kotli na trda goriva niso primerljivi. V tej brošuri so predstavljeni manjši kotli na lesno biomaso za centralno ogrevanje. Osredotočili smo se predvsem na tehnični vidik izbora ustreznega kotla, s strani posameznega kupca, zato je brošura primerna za vse, ki se ukvarjajo z energetskim svetovanjem, za arhitekte in projektante, kot tudi za monterje in prodajalce ogrevalnih naprav. Nasvet pri odločanju za nakup in montažo kotla pa bodo lahko v njej našli posamezniki, potencialni investitorji, z vsaj nekaj tehnične izobrazbe. Namen brošure je prispevati k širši osveščenosti zainteresiranih ljudi in spodbuditi številčnejšo vgradnjo kurilnih naprav na lesno biomaso.

OSNOVE ZGOREVANJA LESNE BIOMASE

Učinkovito in popolno zgorevanje je predpogoj za uporabo lesne biomase kot okoljsko zaželenega goriva. Poleg visokega izkoristka mora proces zgorevanja zagotavljati popolno odgorevanje lesne biomase, pri katerem ne nastajajo okolju nevarne spojine. Za kakovostno zgorevanje mora biti zagotovljena ustrezna mešanica goriva in zraka (kisika), z možnostjo nadzora, hkrati pa mora zgorevalni proces (plamen) v kurišču del

svoje toplote prenesti na gorivo, zaradi zagotavljanja neprekinjenega zgorevanja. Pri tem je pomembno vedeti, da hlapljive substance goriva zgorevajo v obliki plamena, koksni preostanki (trdni delci) pa žarijo. Pri zgorevanju lesne biomase se okrog 80 % energije sprosti, z zgorevanjem hlapljivih substanc goriva, preostali delež pa z žarenjem oglja. V zgorevalnem prostoru je potrebno zagotoviti kakovostno mešanje kisika z gorljivimi substancami goriva. Boljše, kot je mešanje goriva in zraka, hitrejše in popolnejše je zgorevanje. Če je gorivo v obliki plina, kot npr. zemeljski plin, lahko pripravimo optimalno mešanico, saj imamo dve plinasti sestavini, ki ju lahko mešamo med seboj v točno določenem razmerju. Zgorevanje je zato zelo dobro, z dodajanjem ali odvzemanjem goriva pa je mogoče tudi spreminjati intenzivnost gorenja.



Polena, lesni sekanci in lesni peleti.

Za približno enako zgorevanje lesne biomase, bi morali le-to zmleti v prah, ki bi sledil toku zraka, kar bi zagotavljalo dobro mešanje in s tem zgorevanje, podobno zgorevanju plinastih goriv ali kurilnega olja. Proizvodnja lesnega prahu je, zaradi posebnih tehničnih zahtev (suhost, čistost lesne biomase, idr.), relativno draga, kar omejuje uporabo takega načina zgorevanja lesne biomase.

V praksi se lesna biomasa trži v različnih velikostih in oblikah, najpogosteje v obliki polen, sekancev, briketov in peletov. Zaradi vsega navedenega je tehnologija zgorevanja lesne biomase bolj zapletena kot npr. tehnologija zgorevanja zemeljskega plina ali kurilnega olja.

Faze zgorevanja

Pri procesu zgorevanja lesne biomase poznamo tri faze: sušenje, uplinjanje in gorenje ter dogorevanje oglja. Ko se lesna biomasa segreva, začne vodna vlaga izparevati iz goriva. Sledi druga faza procesa zgorevanja, uplinjanje na površini - piroliza, v notranjosti pa se temperatura goriva postopoma dviguje, kar povzroči izhlapevanje notranje vlage iz goriva. Ko se izparevanje vlage konča, se piroliza razširi v notranjost goriva. Proces zgorevanja je neprekinjen. Ostanek po uplinjanju imenujemo žareče oglje, ki zgori v pepel.

Velikost goriva

Večji je kos goriva, daljši je proces zgorevanja. Pri žagovini je stik med gorivom in zrakom zelo dober. Ker je žagovina drobna, potekajo faze zgorevanja hitreje in so med seboj težko ločljive

(manjši delci se hitreje osušijo, oddajo hlapljive sestavine in razpadejo), kar se odraža v večji intenzivnosti gorenja. Pri večjih kosih (polena) je potreben daljši čas za proces zgorevanja. To pomeni, da velikost goriva pomembno vpliva na čas in intenziteto gorenja.

Vsebnost vlage

Vsebnost vlage v gorivu zmanjšuje njegovo energijsko vrednost, ki jo izražamo z zgorevalno toploto in kurilnostjo. Izražena je kot delež (v odstotkih) mase vode v skupni masi lesa in vode. Vsebnost vlage v gorivu pomembno vpliva na energijsko vrednost lesne biomase.

Stopnja	Vsebnost vlage (%)	Kurilnost (kWh/kg)
Svež les	40-60	2,8-1,6
Gozdno suh les	30	3,4
Zračno suh les	15	4,3
Sobno suh les	8	4,7
Absolutno suh les	0	5,2

Suh les ima najvišjo kurilnost, vlažen pa nižjo kurilnost na enoto teže. Glede na to, se zgorevalne komore načrtujejo in izdelujejo tako, da ustrezajo določeni vlažnosti goriva. Gorivo z vsebnostjo vlage nad 55-60 % ni primerno za kurjenje, saj z njim ne moremo zagotoviti neprekinjenega procesa zgorevanja. Včasih se namesto vsebnosti vlage uporablja tudi vlažnost goriva (podana v %), ki je definirana kot razmerje med maso vode in maso (absolutno) suhe snovi.

Vsebnost pepela

Pepel je produkt zgorevanja, nastala količina pa je odvisna od vrste kurjene lesne biomase. Pri kurjenju v kurilnih napravah to zahteva čiščenje letečih delcev iz dimnih plinov ter čiščenje sten kotla. Pepel vsebuje tudi manjše količine soli in težkih kovin, ki jih rastlina absorbira med rastjo, vendar pa so količine manjše kot pri drugih trdnih gorivih. Ugodna lastnost pepela je zmožnost hranjenja toplote. V pečeh na lesno biomaso ustvari plast pepela na dnu grelno površino, ki vzdržuje toploto za končno izgorevanje oglja. Pri kotlih z rešetko je pepel pomemben tudi zato, ker varuje rešetko pred toploto plamena. Gorivo vsebuje tudi razne nezaželenе nečistoče, v obliki negorljivih snovi, ki so v lesni biomasī prisotne zaradi prsti in peska, ki ostaneta ob spravlilu lesa v lubju. Te snovi po gorenju ostanejo v pepelu in povečujejo njegovo skupno količino.

Hlapljive snovi

Drva in druga lesna biomasa vsebuje okrog 80 % (delež suhe snovi) hlapljivih snovi. To pomeni, da bo iz lesne biomase nastalo pri gorenju, iz njene teže, do 80 % plinov, preostanek pa se bo spremenil v oglje. To je razlog, zakaj se vreča oglja zdi lahka nasproti njeni prostornini. Oglje bolj ali manj ohrani prvotno prostornino sveže lesne

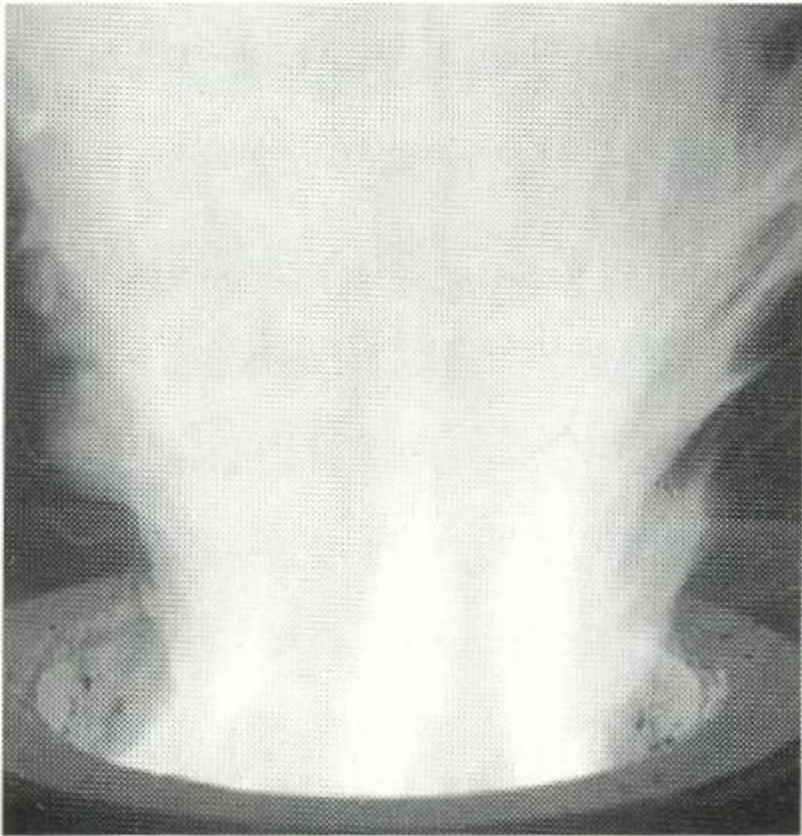
biomase, izgubi pa 80 % njene teže. Višja vsebnost hlapljivih snovi pomeni, da moramo dovesti več (primarnega) zraka v zgorevalno cono in tudi več (sekundarnega) zraka v cono dogorevanja plinov.

Presežek zraka

Teoretično zahteva popolno zgorevanje neke količine goriva (t. i. stehiometrično zgorevanje) dovajanje ustrezne količine zraka (kisika). To razmerje opisujemo s t. i. razmernikom zraka λ (lambda), ki ima vrednost 1. Če dovedemo več kisika, kot ga določa razmernik zraka λ = 1, bo kisik prisoten tudi v dimnih plinih. V praksi bo zgorevanje vedno potekalo pri λ večjem od 1, ker je skoraj nemogoče doseči popolno zgorevanje pri stehiometrični količini zraka. Na potrebni razmernik zraka vpliva predvsem vrsta goriva in konstrukcija kurišča. Presežek zraka v procesih zgorevanja lahko merimo s posebno napravo, t. i. "lambda" sondo.

Emisije - vpliv na okolje

Kemična sestava lesne biomase vpliva na količino hlapljivih snovi, energijsko vsebnost in na kemične reakcije pri zgorevanju, fizikalne lastnosti pa na samo energijsko učinkovitost in potek zgorevanja. Pri zgorevanju lesne biomase nastaneta ogljikov dioksid (CO₂) in voda, v obliki pare, ter drugi produkti, kot so npr. ogljikov monoksid (CO), ogljikovodiki (CH), poliaromatični ogljikovodiki, NO_x (predvsem kot NO₂), idr. V dimnih plinih je zaradi razmernika zraka večjega od 1 prisoten tudi zrak. Neprava kombinacija goriva, vrste kotla in dovoda zraka povzroči nepopolno zgorevanje in posledično nezaželenе učinke na okolje.



Plamen v zgorevalni komori kotla pri gorenju lesnih sekancev.

Za dobro zgorevanje potrebujemo dovolj visoko temperaturo, določeno dolžino časa zgorevanja in pravo mešanico goriva in zraka. To zagotavlja nizke emisije produktov nepopolnega zgorevanja (CO) in majhno količino nezgorelega ogljika v pepelu, po drugi strani pa nastanek dušikovih oksidov (NO_x). Zaradi tega mora biti uporabljena tehnologija kompromis med obema možnostima.

POSTOPEK VGRADNJE KOTLA

Odločitev glede vrste goriva

Pred odločitvijo izbire kurilne naprave za centralni ogrevalni sistem je potrebno izbrati vrsto goriva, ki ga bomo uporabljali. Vedno je potrebno vgraditi v

objekt kurilno napravo, ki je prilagojena posamezni vrsti goriva, kar pomeni izbiro specialne kurilne naprave za izbrano vrsto goriva. Pri kurilnih napravah na lesno biomaso se moramo odločiti med vrstami lesne biomase: poleni, sekanci, peleti, žagovino, idr.. Ob tem je potrebno upoštevati razpoložljivost, transport in ceno goriva. Pomembna je tudi samodejnost naprave glede posluževanja.

Najbolje je, da drva pred uporabo dve leti skladiščimo v pokritem prostoru, ki naj zadostuje za večletno porabo.



Tovornjak za dostavo peletov

Polena zahtevajo največ fizičnega dela pri pripravi in nalaganju kotla, vendar po drugi strani ne potrebujemo posebnih strojev in orodja za pripravo, razen tistih, ki jih ima ponavadi vsaka kmetija (motorna žaga, traktor s prikolico, sekira, idr.). Sam kotel zavzema manj prostora kot kotel na sekance ali pelete, predvideti pa moramo prostor za sušenje in shranjevanje polen, ter za postavitve hranilnika toplote, ki je opisan v nadaljevanju. Les listavcev (bukev, hrast), ki je trši od iglastega, ima večjo kurilnost na prostorski meter kot les iglavcev (smreka, bor). To pomeni, da pri istem kotlu kurjenje tršega lesa, pomeni tudi daljši čas gorenja pri polni ali delni obremenitvi, ter zato tudi daljše časovne intervale med posameznimi nalaganji kot pri kurjenju mehkejšega lesa. Kljub temu je tudi pri pretežni uporabi bukovih in hrastovih drv priporočljiva uporaba smrekovega lesa, pri vžigu ali dodajanju goriva na žerjavico, ker s tem hitreje dosežemo potrebno delovno temperaturo procesa zgorevanja. Praviloma pripravljamo zalogo drv iglavcev nasproti drvem listavcev, v razmerju od 1 : 5 do 1 : 8, kar pomeni približno 1,5 do 2 m³ drv iglavcev na 10 m³ drv listavcev.

Lesni sekanci nudijo višji nivo udobja pri posluževanju ogrevalnega sistema kot pa polena. V deželah, kjer ni ustreznih predpisov, ki podajajo kakovost lesnih sekancev (vlažnost, dimenzijo, idr.), je ob nakupu na mestu posvetiti pozornost tudi kakovosti goriva. Za izdelavo sekancev potrebujemo poseben stroj - sekalnik. Izkušnje kažejo, da nakup sekalnika samo za lastno uporabo (za individualni sistem) ni ekonomsko opravičljiv, zato je smiselno razmisliti o tem, da si sekalnik izposodimo, ali da nam nekdo, ki že ima tak sekalnik, naredi sekance iz lastne biomase, ter nenazadnje, da sekance kupimo pri določenemu ponudniku. Pomemben dejavnik pri odločitvi za sekance je tudi razpoložljivost prostora za postavitve zalogovnika in samodejne dozirne

naprave. Sekanci so podrobneje obravnavani v nadaljevanju.

Lesni peleti nudijo najvišjo stopnjo udobja pri posluževanju. To so čepki iz stisnjenega lesnega prahu, premera okrog 6 mm in dolžine do 20 mm, katerih kurilna vrednost (na enoto prostornine) je višja kot pri sekancih. Zalagovnik za pelete zavzema precej manj prostora, mora pa biti zaščiten proti zunanji vlagi (občutljivost na vlago). Peleti so bolj sipki kot sekanci, zato jih lahko prečrpavamo po ceveh ter transportiramo v cisternah. Njihova slabost je predvsem višja cena. Peleti v Sloveniji še niso na voljo, vendar se že pojavljajo interesi, ki bi jih želeli izdelovati. V tujini se je trg za pelete že razvil, kotle na pelete pa vse bolj in bolj vgrajujejo, predvsem ekološko zavedna gospodinjstva, v bolj urbanih okoljih, kjer ni možnosti za pripravo lastne biomase v energetske namene. Uporaba lastnih drv in delovne sile pri pripravi goriva, tako kot npr. pri polenih in sekancih, pri kurjenju s peleti ni več mogoča, saj lahko naredijo pelete le v primerno opremljenem obratu za izdelavo peletov.

Načrtovanje

Pri vgradnji kotlov na lesno biomaso je potrebno posebno pozornost posvetiti temeljitemu načrtovanju celotnega ogrevalnega sistema. Predhodno dobro načrtovanje je cenejše kot pa kasnejše popraviljanje oz. spreminjanje že narejenega.

Pred samo odločitvijo o ogrevanju na lesno biomaso morajo biti določene toplotne potrebe zgradbe tako, kot se to dela pri kotlih na fosilna goriva. Izračun toplotnih izgub izdelava strokovnjak za ogrevalno tehniko, ki ima opravljen strokovni izpit. Na podlagi tega preračuna je dimenzioniran ogrevalni sistem. Pri obstoječih zgradbah se na podlagi tega preračuna določi potrebno moč kotla, pri novih zgradbah pa je to osnova za dimenzioniranje celotnega ogrevalnega sistema (preračun in dimenzioniranje cevi ter radiatorjev, določitev kotla, idr.). Navadno ne moremo kupiti kotla, ki bi imel točno izračunano zahtevano toplotno moč, zato - v nasprotju z dosedanja prakso - izberimo kotel z manjšo toplotno močjo. Kurilna naprava namreč deluje optimalno pri svoji nazivni toplotni moči, tako z vidika energijskega izkoristka kakor emisijskih vrednosti. Poleg tega so emisije kotla nižje, če več časa deluje s polno kot z delno močjo, oziroma deluje daljši čas z manj vklopi.

Poleg navedenega je potrebno predvideti lokacijo kurilnice, dimnika in zalogovnika oziroma shrambe za gorivo ter prostorsko razmestitev posameznih naprav v njih, za kar potrebujemo načrt ogrevalnega sistema.

Pridobitev upravnih dovoljenj

Pred vgradnjo kotla na lesno biomaso mora investitor pridobiti ustrezna upravna dovoljenja.

Pri novogradnjah mora investitor pravočasno predvideti uporabo kotla na lesno biomaso, da načrtovalci to tudi upoštevajo pri izdelavi načrta, ki je osnova za pridobitev upravnih dovoljenj. Pri zamenjavi kotlov v že obstoječem objektu pa je potrebno pridobiti vsaj odločbo o priglasitvi del, če kotel ne posega bistveno v funkcionalnost in konstrukcijo zgradbe. Pri izgradnji zunanjega zalogovnika, mora investitor preveriti pri pristojni upravni enoti, katera dovoljenja potrebuje glede na tip zalogovnika, ki ga želi zgraditi. Če je zunanji zalogovnik zidan in večjih dimenzij, boste najverjetneje morali pridobiti gradbeno dovoljenje. V vsakem primeru pa morata kurilnica in vgrajeni kotel ustrezati predpisom o požarni varnosti objekta.

Nabavljanje opreme in dobava

Pri nabavi opreme poskušamo najprej pridobiti čim več informacij (prospekti, naslovi proizvajalcev/zastopnikov opreme). Na podlagi pridobljenih informacij o opremi in reklamnem materialu naredimo predhodni izbor, kjer se odločimo za nekaj ponudnikov, od katerih zahtevamo ponudbo ali predračun na podlagi dejanskih podatkov, ki jim jih predhodno posredujemo (toplotne potrebe objekta, tloris kotlovnice in zalogovnika, morebitne potrebe in rešitve glede priprave tople sanitarne vode, že obstoječih sistemih in povezavah, ki jih želimo ohraniti, nivoju avtomatizacije, ipd.). Poskušajmo pridobiti ponudbe vsaj od treh ponudnikov, da dobimo primerjavo v ceni in imamo vzvod za nižanje cene pri želenem ponudniku. Iz ponudbe so razvidni tudi plačilni pogoji, morebitni popusti, rok dobave in mesto prevzema. Poleg tega lahko ponudnik ponudi tudi prevoz in montažo opreme. Iz skrbnosti priprave ponudbe je mogoče razbrati tudi odnos ponudnika do kupca. Zaradi navedenega je včasih težko neposredno primerjati prispele ponudbe in zato moramo skrbno premisliti, katerega ponudnika bomo izbrali. Priporočamo, da se pred odločitvijo posvetujete s strokovnjakom in si ogledate referenčne kurilne naprave iz ožjega kroga izbranih proizvajalcev, kjer se z lastniki oz. upravljavci pogovorimo o njihovih izkušnjah. Po skrbnem premisleku s tehnične, ekonomske in drugih plati, se v končni fazi odločimo za nakup in opremo naročimo.

Dobavljen kotel na polena je navadno v celoti sestavljen in pripravljen za montažo, kotel na sekance oz. na pelete pa je najpogostejše, zaradi lažjega transporta, dobavljen v več delih. V tem primeru kotel dokončno sestavi monter v kotlovnici. Dobava mora v vsakem primeru obsegati vse funkcionalne dele, kot so predvideni po ponudbi/predračunu oz. računu.

Dejanska vgradnja

Ko je kotel in ostala oprema nabavljena, lahko pristopi investitor k vgradnji. Vgradnje ne

izvajajmo sami in jo raje prepustimo monterju ogrevalnih naprav, ki je za to strokovno usposobljen. Lahko jo izvrši pooblaščen monter proizvajalca kotla, ki pozna kotel in natančno ve, kako razrešiti morebitne probleme, poleg tega pa lahko po končani vgradnji tudi sam izvede prvi zagon kotla in na kratko pouči lastnika o uporabi kotla. Vgradnjo lahko izvrši tudi katerikoli drugi monter ogrevalnih naprav, saj morajo biti kotlu, poleg navodil v slovenskem jeziku, za uporabo priložena tudi navodila za vgradnjo. Prvi zagon kotla mora navadno izvesti pooblaščen oseba proizvajalca kotla, drugače lahko proizvajalec, ob morebitnih napakah, ne prizna garancije za opremo.

Pred vgradnjo nujno preverite prostorske možnosti vgradnje kotla in dozirne naprave (velikost kurilnice, zalogovnika, širino stopnic in vrat, transportno pot, idr.). Preverite tudi možnost vgradnje kurilne naprave v bližnjem gospodarskem poslopiju, z izgradnjo mini daljinskega ogrevanja v stanovanjsko zgradbo, saj je to lahko v veliko primerih ugodnejše kot postavitve v sami stanovanjski zgradbi.

Mesto postavitve, transport v kurilnico in montaža kotla

V kotlovnici mora biti dovolj močna razsvetljava. Predmete, ki jih ne potrebujemo za delovanje in vzdrževanje kotla, ne smemo shranjevati v kotlovnici. Mesto postavitve kotla mora biti ravno. Za neovirano posluževanje in vzdrževanje kotla je potrebno zagotoviti, vsaj na eni strani kotla, prehod širine vsaj 80 cm. Predvideti moramo tudi ustrezno stran odpiranja vratc in drugih čistilnih odprtih. Kotle na polena lahko navadno vgradimo kar na mesto starega kotla, saj so njihove dimenzije podobne kotlom na trdna goriva ali kombiniranim kotlom. Pri kotlih na sekance in na pelete je potrebno zgraditi zalogovnik oziroma preurediti določen prostor v ta namen. Ti kotli imajo dozirno napravo, zato zavzamejo več prostora, kar je potrebno upoštevati že pri načrtovanju. Orientacijska velikost same kurilnice za kotle na lesno biomaso, toplotne moči do 50 kW, je 8 m², za večje (do 120 kW) pa 12 m². Kotel najlažje prenesemo v kotlovnico z dvigalom ali z viličarjem na transportni paleti, pri čemer kotla ne smemo prevrniti. V ozkih in ravnih prostorih, lahko kotel premikamo po valjih ali na dovolj močnem vozičku. Pri prenašanju čez stopnice odvijemo vrata in odstranimo izolacijo kotla (preprečitev poškodb, lažji kotel). Paziti moramo, da ne poškodujemo zgorevalne komore, ki je iz krhkega, ognje odpornega, materiala, in da ne poškodujemo talnih oblog. Po ponovni namestitvi vrat na kotel, moramo preveriti njihovo tesnost.

Montažo kotla izvrši monter ogrevalnih naprav, zato jo bomo v nadaljevanju samo na kratko opisali. Kotel najprej vodoravno postavi na mesto, kjer bo poslej stal. Pri kotlih na sekance in pelete

vstavi in tesno privije dovajalni polž in nato namesti retorto. Zatem vstavi gorilno komoro in jo zatesni. V naslednji fazi montira dozirno napravo v zalogovniku ali sam zalogovnik. Nato vgradi in priključi stikalno omarico ter priključi vse električne naprave. Vse sestavne dele nato monter dokončno privije in po potrebi zatesni. Po montaži in cevni priključitvi na ogrevalni sistem, je naprava pripravljena za prvi zagon.

Zviševanje povratne temperature

Temperatura povratne vode ne sme, med delovanjem kotla, pasti pod 60°C, sicer pride do kondenzacije dimnih plinov, ki poslabšajo delovanje in zmanjšujejo življenjsko dobo (korozija - navadno je proizvajalec ne prizna kot škodo, katero pokriva garancija). Vgraditi moramo sistem za zviševanje temperature povratne vode in stremeti k temu, da kotel čim prej doseže želeno minimalno obratovalno temperaturo (70°C-80°C).



Avtomatski mešalni ventil za vzdrževanje konstantne temperature kotla.

V ta namen se uporablja termostatski ventil, ki vzdržuje minimalno temperaturo kotla.

Dovod zraka v kurilnico

Pri vgradnji kurilnih naprav je treba upoštevati gradbene zahteve za kotlovnico ter zahteve za prezračevanje, ki jih predpisujejo ustrezni tehnični predpisi. Zagotovljen mora biti zadosten dovod svežega zraka, ki je potreben za zgorevalni

proces in za zadrževanje oseb v kotlovnici (po potrebi). Izkušveno pravilo pravi, da naj ima odprtina za dovod zraka minimalno specifično površino, 5 cm²/kW nazivne toplotne moči kurilne naprave, oziroma najmanj 250 cm² svetlega preseka (premer 18 cm), ter naj leži čim bolj pri tleh prostora. Če ima odprtina mrežo, mora biti njen bruto presek ustrezno večji.

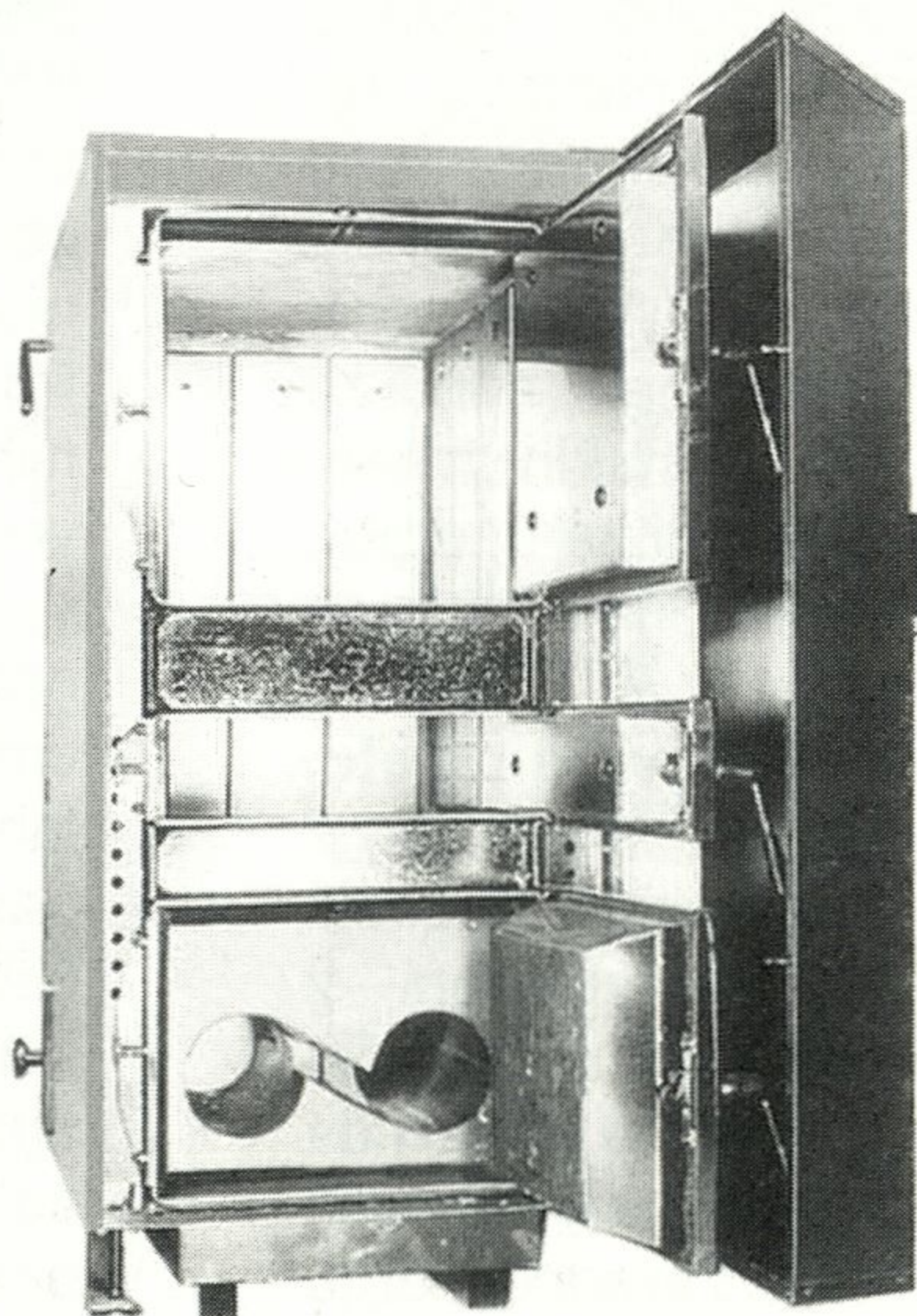
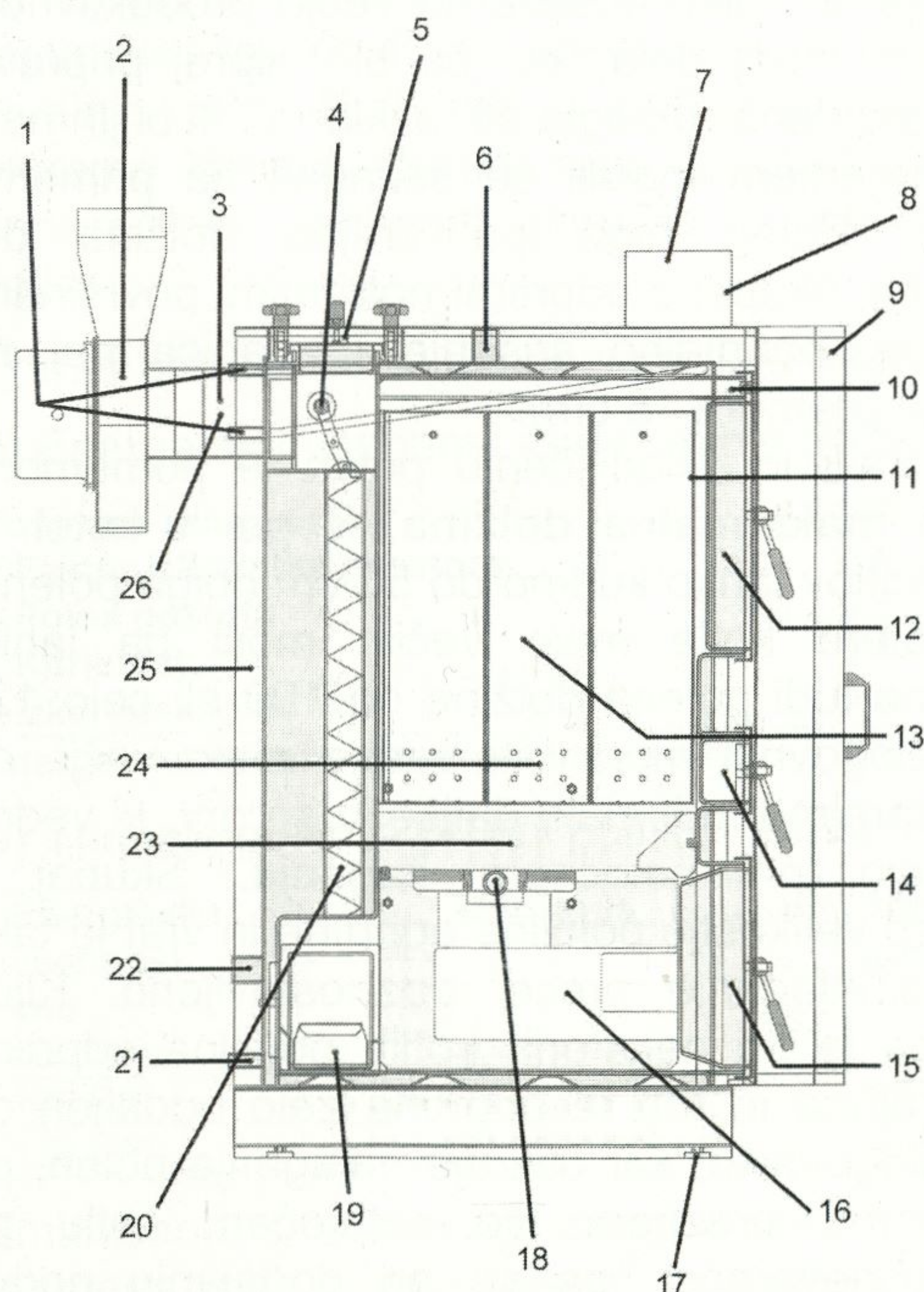
Uporabno območje kotla in vodni priključki

Kotli na lesno biomaso so predvideni za delovanje s temperaturami predtoka vode (voda iz kotla v sistem) do 100°C, oziroma do 120°C, odvisno od tipa ogrevalnega sistema (npr. sistem z ekspanzijsko posodo, odprt ali zaprt sistem). Vsi kotli za zgorevanje trdnih goriv in za delovanje v zaprtem sistemu z membransko ekspanzijsko posodo morajo imeti vgrajeno termično varovanje: prenosnik toplote (v spiralo zavita bakrena cev, pri boljših je narebrena), priključen na vodovodno omrežje s termičnim varnostnim izpustom (ventilom). Ta ukrep služi preprečevanju pregrevanja vode v kotlu. Vodovodni priključek mora ustrezati lokalnim predpisom, priključki za ogrevalni sistem pa so standardnih dimenzij.

TEHNIČNI VIDIK IZBIRANJA USTREZNEGA KOTLA

Vrste malih kurilnih naprav

Najbolje je, da odločitev o ogrevalnem sistemu sprejmete že med načrtovanjem zgradbe, zato da lahko predvidite izgradnjo deponije za gorivo in prostora za dozirno napravo, mesto postavitve kotla in drugega potrebnega prostora. Kljub temu pa je največkrat potrebno prilagoditi kotel in druge



- 1 - Varnostni odvod toplote
- 2 - Sesalni ventilator
- 3 - Lambda sonda
- 4 - Ročica za čiščenje
- 5 - Čistilna odprtina
- 6 - Predtok
- 7 - Elektronsko krmiljenje
- 8 - Krmilna zaslon
- 9 - Izolirana vrata
- 10 - Odses dimnih plinov
- 11 - Toplotno obstojna obloga
- 12 - Vrata polnilne odprtine
- 13 - Zalogovnik
- 14 - Odprtina za vžig
- 15 - Vrata zgorevalne komore
- 16 - Zgorevalna komora
- 17 - Izravnalni podstavki
- 18 - Dovod sekund. zraka
- 19 - Predal za pepel
- 20 - Turbulatorji
- 21 - Izpust
- 22 - Povratek
- 23 - Rešetka
- 24 - Dovod primarnega zraka
- 25 - Toplotna izolacija
- 26 - Temperaturno tipalo

Kotel s prezračevanim kuriščem z ročnim nalaganjem polen

naprave že obstoječi lokaciji. Glede na različna goriva lahko izbirate med tremi različnimi tipi kotlov.

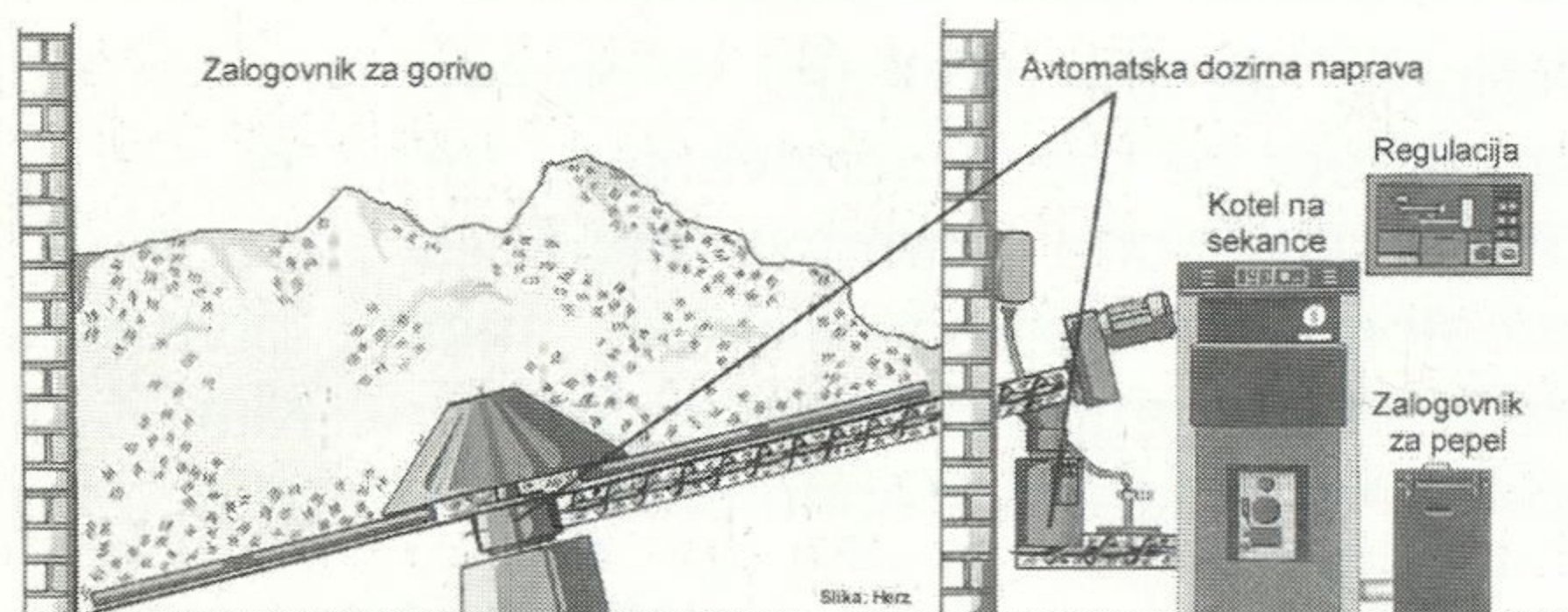
Kotli z ročnim nalaganjem

V **kotle s prezračevanim kuriščem na polena** se ročno položijo polena na žerjavico v zalogovnik. Ventilator posesa (sesalni ventilator) ali potisne (tlačni ventilator) nastale pline skozi odprtino v zgorevalno komoro, ki se nahaja neposredno pod ali zraven zalogovnika. S pomočjo sekundarnega zraka, ki ga tu dodajamo, ti plini dokončno izgorijo. Toplota se iz nastalih dimnih plinov v toplotnem prenosniku prenese na grelni vodo, ki jo vodimo v ogrevalni sistem.

Cena kotla s prezračevanim kuriščem na polena nove generacije je nad 800.000 SIT. Izdelujejo jih v velikosti od 15 do 80 kW toplotne moči. Izkoristek takega kotla lahko znatno povečamo, če vgradimo tudi hranilnik toplote za ogrevalno vodo.

Kotli z avtomatskim doziranjem

V **kotlih na sekance z avtomatskim doziranjem** se uporabljajo kot gorivo lesni sekanci, ki so shranjeni v zalogovniku in ga s pomočjo polnilne naprave in podajalnega polža dovajamo v kotel. Napajalna naprava je opremljena tudi z varnostnim sistemom, ki preprečuje povratni udar plamena v polnilno napravo in zalogovnik.

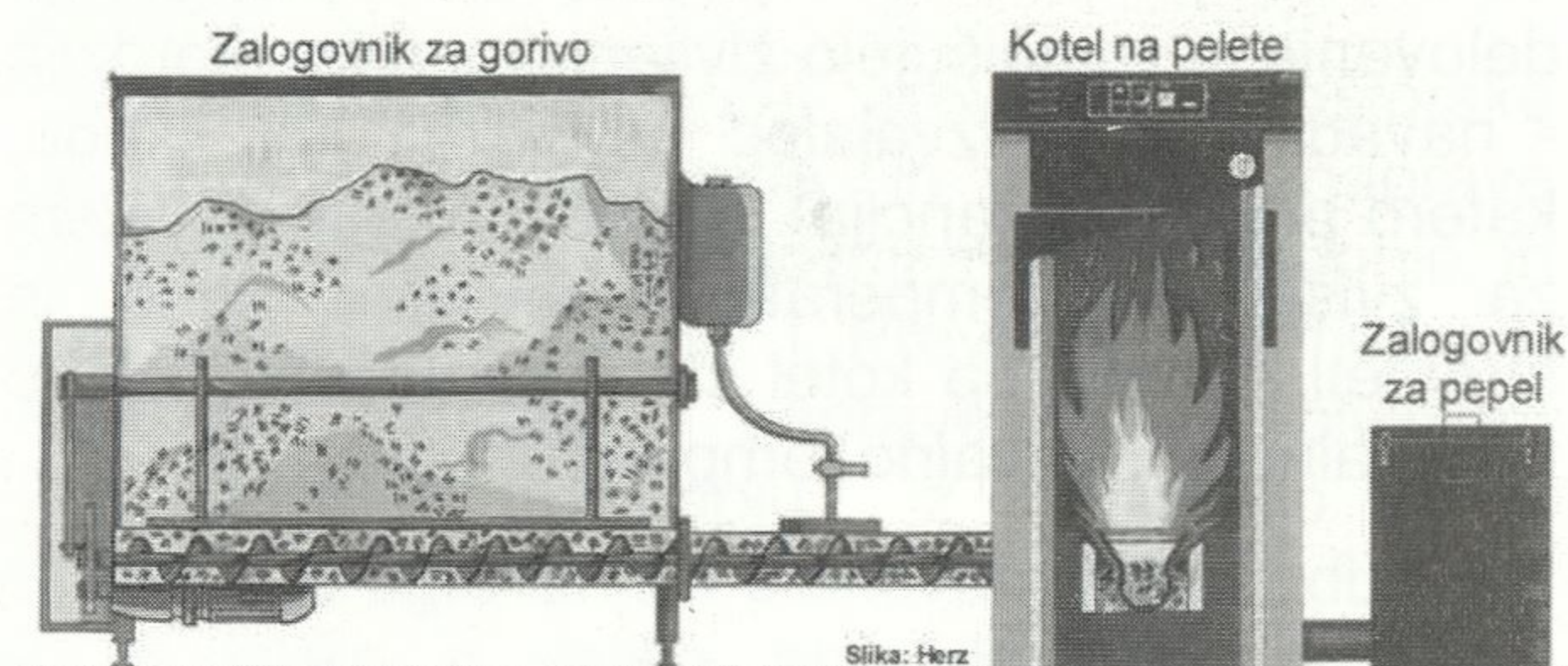


Kotel na lesne sekance z avtomatskim doziranjem.

Cena kotla na sekance z avtomatsko dozirno napravo, varnostno in kontrolno napravo ter avtomatskim vžigom, je praviloma nad 2.000.000 SIT. Proizvajalci ponujajo na tržišču kotle nazivne toplotne moči 15 kW ali več. Toplotna moč navzgor ni omejena (npr. za uporabo v eno-, dvo- ali večdružinskih hišah, kmetijah), saj take kotle izdelujejo tudi za uporabo v sistemih daljinskega ogrevanja, kjer toplotne moči segajo tudi do nekaj MW.

Na tržišču sta na voljo dva tipa **kotlov na pelete**. Prvi, ki so podobni kotlom na sekance z avtomatskim doziranjem, se uporabljajo kot kotli za centralno ogrevanje in so opremljeni z zalogovnikom ali polnilnim sistemom. Prednost peletov v primerjavi z lesnimi sekanci je v tem, da so peleti bolj homogeno gorivo, njihova kurilnost glede na težo in volumen je večja, zaradi česar je lahko zalogovnik tudi do 4-krat manjši. Po drugi strani pa je zelo pomembno, da so peleti shranjeni v suhem prostoru, drugače se navlažijo in razpadejo.

Drugi tip so **kaminske peči**, kjer gorivo avtomatsko dovajamo neposredno v zgorevalni prostor. Uporabljajo se pretežno za ogrevanje prostora, v katerem se nahajajo, čeprav lahko z vgrajenim ustreznim prenosnikom toplote ogrevajo tudi druge prostore ali sanitarno vodo. Cena kotla na pelete z avtomatsko dozirno napravo za uporabo v centralnem ogrevanju je praviloma nad 1.100.000 SIT, kaminske peči na pelete pa nad 400.000 SIT. Kaminske peči na pelete, ki se dobijo na tržišču, imajo toplotno moč med 5 in 12 kW, kotle na pelete z avtomatsko dozirno napravo pa izdelujejo za toplotne moči od 15 kW in več.



Kotel na pelete z avtomatsko dozirno napravo.

Kotli na polena z ročnim nalaganjem

Priporočila za tehnično oceno kotla

Pri kurjenju lesa je potrebno **upoštevati Uredbo o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav** (Ur. l. RS, št. 73/94, 51/98), ki dovoljuje kurjenje naravnega lesa in lesa, ki ni obdelan z zaščitnimi sredstvi ali drugimi nevarnimi snovmi (barve, laki, ipd.).

Učinkovito skladiščenje polen pomeni, da so le ta razžagana na dolžino, ki gre v peč in razcepljena. Tako dosežemo večjo produktivnost in s tem manj dela, kot če bi najprej pripravili metrska polena (okrogla ali razklana), ki bi jih nato pred kurjenjem morali še sežagati na primerno dolžino. Poleg tega pa krajša dolžina drv omogoča, skupaj z odprtimi notranjimi površinami cepanice, optimalno sušenje (cepanica naj ne presega premera 15 cm).

Pri pripravi in skladiščenju polen je pomembna njihova **maksimalna dolžina**, ki gre v kotel. V večini kotlov lahko kurimo do 50 cm dolga polena, v nekatere kotle malo večjih moči pa lahko naložimo tudi polena dolžine do 100 ali celo 120 cm. Zalogovnik mora biti vedno malo večji, da lahko sprejme tudi malo daljše kose drv, ki vedno nastanejo pri netočnem žaganju. Skupaj z ustrežno velikostjo polnilne odprtine in vrat je tako kurjenje/nalaganje precej poenostavljeno. Kljub temu pa je pri nekaterih kotlih polnilna odprtina zelo majhna in rob te odprtine zelo oddaljen od dna zalogovnika, kar otežuje nalaganje polen, pri razmeroma praznem, še delujočem kotlu pa obstaja nevarnost, da se pri dodajanju goriva opečemo. Za nemoteno izgorevanje moramo drva tesno zložiti, kar so nekateri proizvajalci rešili z



Kaminska peč na pelete.

domišljeno uporabo dveh polnilnih odprtin ali pa z zelo veliko odprtino in nizko postavljenim spodnjim robom odprtine. Še posebej zanimiva je rešitev s poševno odprtino, na sprednji vrhni strani kotla s pokrovom, ki se odpira poševno navzgor, s pomočjo plinskega blažilnika (kot pri avtomobilskem pokrovu prtljažnika). Udobno polnjenje kotla je še predvsem pri zimskem nepretrganem delovanju prednost, ki je ne smemo podcenjevati.

Prostornina zalogovnika je ena najbolj pomembnih dimenzij uplinjevalnega kotla na polena, saj vpliva na trajanje gorenja in s tem na večje udobje ogrevanja. Ta podatek je v prospektih proizvajalcev lahko zavajajoč in protisloven, zato moramo biti še posebej pozorni, da se navedeni podatki o trajanju gorenja pri polni ali delni obremenitvi največkrat nanašajo na računske vrednosti ali preizkusne vrednosti pri idealnih pogojih, ki jih v praksi praviloma ne moremo doseči. Zaradi tega je pred nakupom priporočljivo zahtevati poročilo o preizkušanju kotla.

Primer preračuna za dimenzioniranje naprave:

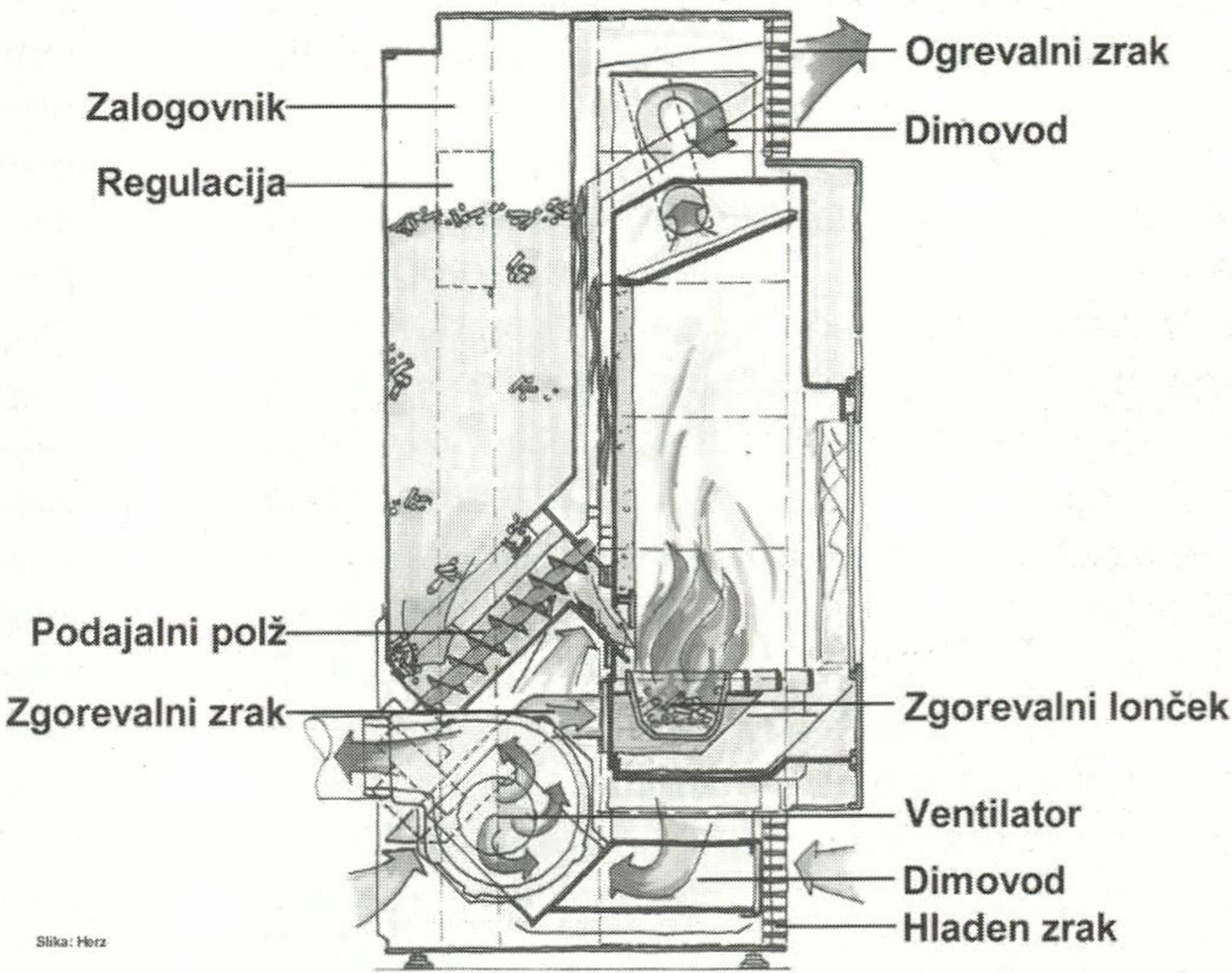
a) Energetska vsebnost ene polnitve goriva

Volumen zalogovnika	150	l
x Faktor izkoristka prostora	0,6	
x Polna gostota	0,8	kg/l
x Kurilnost	2,4	kWh/kg
x Izkoristek ($\geq 80\%$)	0,8	
Energetska vsebnost ene polnitve goriva	138	kWh

b) Trajanje gorenja pri eni polnitvi goriva

Energetska vsebnost ene polnitve	/	Moč kotla	=	Trajanje gorenja
138 kWh	/	26 kW (polna obr.)	=	5,3 ure
138 kWh	/	13 kW (delna obr.)	=	10,6 ure

Zmanjšanje prostornine zalogovnika, z uporabo razmerja med polnim lesom in zloženimi poleni (kot v gozdarstvu), je nujno zato, ker nikoli ne moremo drv zložiti tako, da ne bi bilo med njimi



Slika: Herz

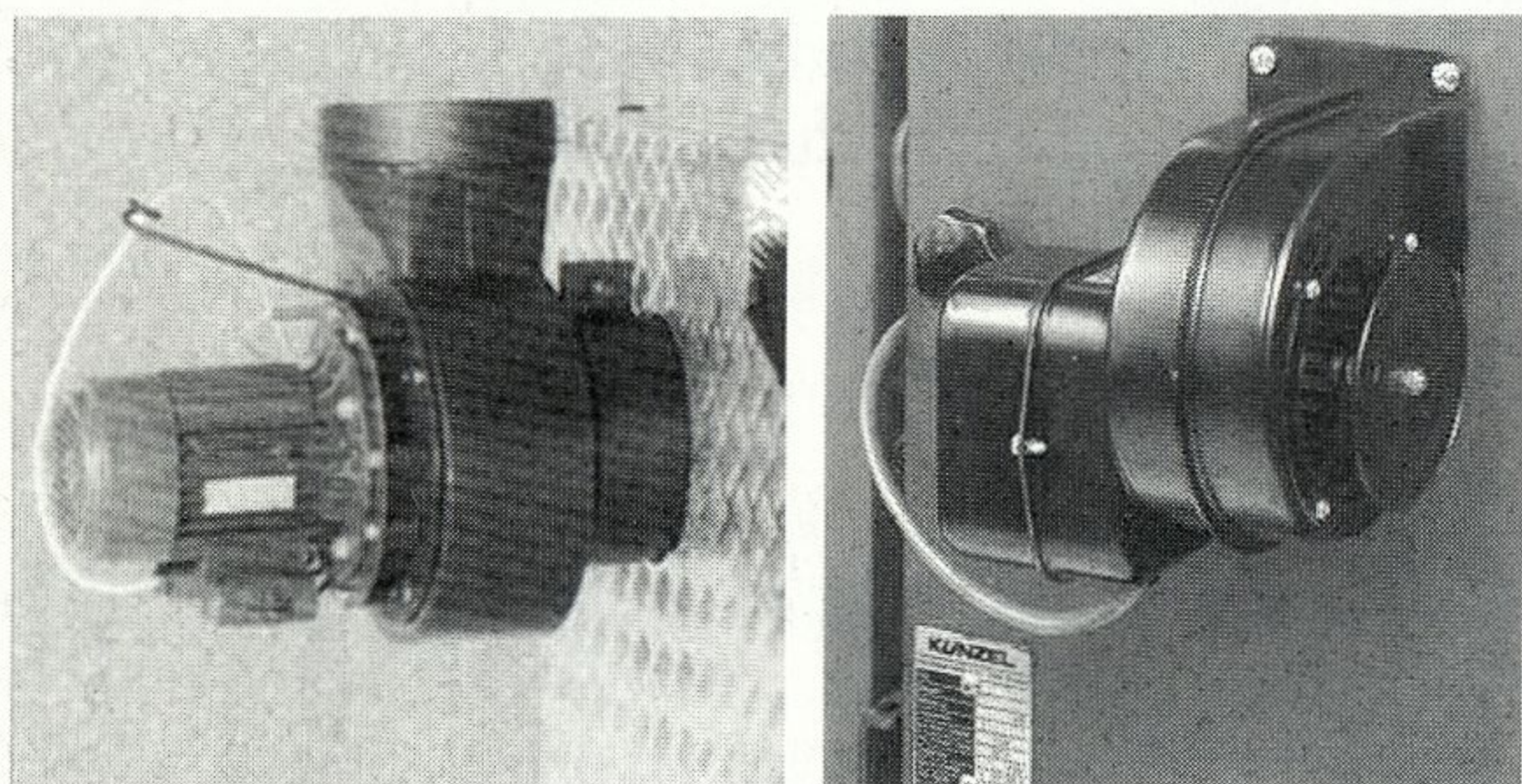
rež. Poleg tega tudi maksimalne dolžine zalogovnika ne moremo napolniti tako, da ne bi nastopile težave z zapiranjem vrat, nenazadnje pa je potrebno omogočiti tudi določen pretok zraka skozi polnitev, da poteka uplinjanje lesa optimalno. Trajanje gorenja pri polovični obremenitvi ni vedno dvakrat daljše kot pri polni obremenitvi. Razlog za to je, da se morajo pri hladnem zagonu kotla vsi deli, ki so v stiku z ognjem, segreti na delovno temperaturo. Šele ko uplinjanje lesa poteka stabilno - tj. ko se da popolnoma regulirati (praviloma po 20 do 40 minutah, odvisno od tipa kotla in kvalitete goriva), lahko kotel prelopimo na delovanje z delno močjo. Regulacijska elektronika mora biti sposobna zaznati ta trenutek in izvesti prelop. Pri kotlu, moči 25-30 kW in s prostornino zalogovnika manjšo od 100 l, je tudi pri bukovih drveh, skoraj nemogoče, da bi trajalo gorenje več kot 5 ur, ker je v zalogovniku na voljo premalo goriva. Zaradi navedenega morate biti pri nakupu pozorni na to, da izberete model, ki ima dovolj velik zalogovnik. Naslednja tabela prikazuje orientacijske vrednosti trajanja gorenja:

Nazivna moč kotla (kW)	Prostornina zalogovnika (l)	Gorivo	Izkoristek kotla (%)	Obremenitev	Trajanje gorenja (h)
30	140	les listavcev	89	polna	5
				50 %	10,75
26	150	les listavcev	86	polna	5
				50 %	10

Dober kotel na polena mora imeti **izkoristek** najmanj 80 %. Ta meja je pri večini sodobnih kotlov dosežena in pri nekaterih tudi znatno presežena. S tem v zvezi je pomembna tudi debelina toplotne izolacije kotla, ki zmanjšuje sevalne izgube kotla in pridobljeno toploto z najmanjšimi možnimi izgubami usmeri v ogrevalni sistem. Najvišji doseženi izkoristki kotlov moči od

15-40 kW na testiranjih dosegajo 91-92 %. Nekateri proizvajalci v prospektih navajajo tehnični izkoristek zgorevanja, ki ni odvisen od kotla. To je zavajajoče, ker ta vrednost podaja le stopnjo izkoriščenosti v kotlu sproščene količine toplote, v razmerju z energetske vsebnosti goriva. V nasprotju s tem, podaja izkoristek kotla razmerje med koristno količino toplote (predtok grelnice vode) in energetske vsebnosti vložnega goriva. V njem so vključene vse izgube kotla (sevalne izgube, izgube odpadnih plinov, idr.) in je zaradi tega tudi nižji kot tehnični izkoristek zgorevanja, je pa za primerjavo med kotli neprimerno bolj objektiven. Tehnično dosegljivi izkoristek kotla, na mestu postavitve, je poleg tega odvisen tudi od lastnosti dimnika. Veliko kotlov na polna omogoča regulacijo temperature dimnih plinov, s spreminjanjem poti dimnih plinov, skozi toplotni prenosnik. Čim večja je turbulenca dimnih plinov v konvektivnem delu, oziroma v prenosniku toplote (povzročena z vgrajenimi turbulatorji), tem bolj se ohladi. Čim nižja je temperatura dimnih plinov, tem večji je izkoristek kotla. Po drugi strani pa, čim hladnejši so dimni plini, tem višja je nevarnost kondenzacije vodne pare v dimniku, zaradi znižanja temperature dimnih plinov pod temperaturo rosišča vode. Nastavitev kotla, z namenom doseganja optimalne temperature dimnih plinov, mora izvesti za to usposobljen strokovnjak. Objektivna primerjava izkoristkov kotlov različnih proizvajalcev je mogoča le na ustreznih preizkuševališčih pri enakih pogojih.

Dimenzije kotla so pomembne takrat, ko moramo pri transportu kotla do mesta postavitve premagati npr. ozka vrata ali kakšen drug ozek/nizek prehod. Podatki v tabelah se navadno nanašajo na za delovanje pripravljeno napravo, to je vključno z vsemi napravami in izolacijo, redko pa so navedene tudi mere golega kotla. Paziti moramo torej na transportno širino kotla, ki naj bo pod 80 cm (predvsem pri demontaži izolacije).



Sesalni ventilator z vrtljivim dimničnim priključkom ter tlačni ventilator.

V vseh uplinjevalnih kotlih je za potreben vlek vgrajen ventilator. Stabilen tok zraka, tudi pri slabih razmerah v dimniku brez zadostnega vleka, zagotavlja dobro uplinjanje lesa. Razlikujemo tlačne in sesalne ventilatorje. Tlačni ventilator povzroča nadtlak v kotlu in je vgrajen na prednji strani kotla. Nasprotno, sesalni ventilator, vgrajen na dimničnem izhodu, povzroča podtlak v kotlu. Razlika med namestitvijo ventilatorja je odločilna

za **prijaznost uporabe kotla** pri nalaganju goriva. Kotel s tlačnim ventilatorjem mora imeti, zaradi nadtlaka v kurišču, stalne varnostne mehanizme proti uhajanju dima, še posebej pri odprtih vratih ob nalaganju goriva. Pri kotlu s sesalnim ventilatorjem je v kurišču podtlak, s čimer so tveganja uhajanja dima v veliki meri odpravljena. Priporočljivo je, da odpiramo zalogovnik le pri popolno zgorelem gorivu. Pri nalaganju goriva velja, da je potrebno pri tlačnem ventilatorju izključiti ventilator (za sprostitev nadtlaka) in odpreti odprtino, ki vodi naravnost k dimniku, pri sesalnem ventilatorju pa nastaviti ventilator na maksimalno moč, za odvod dimnih plinov. Kot najboljša se je do sedaj izkazala rešitev s kombinacijo sesalnega ventilatorja, z dodatno odvajalno odprtino, neposredno nad odprtino za polnjenje goriva kotla ter avtomatska zapora kanalov primarnega zraka, tako da sesalni ventilator lahko sesa sveži zrak v kotel le skozi odprto polnilno odprtino.

Pri izpadu odjema toplote, izpadu električnega toka, ali kakšni drugi napaki, mora biti **kotel varovan** pred poškodbami, ki jih lahko povzroči povečana temperatura vode v kotlu (vrela voda in/ali para), z varnostnim prenosnikom toplote in sistemom odvoda toplote, čemur pravimo temperaturno varovalo. S stališča varnosti obratovanja kotla je to pomembno in sodi v osnovno opremo kotla.

Regulacija moči kotla in procesa zgorevanja

Proizvajalci intenzivno razvijajo različne tipe regulacij kotla, ki lahko krmilijo moč kotla in proces zgorevanja v kotlu. Cilj tega razvoja je zagotavljanje in doseganje visoke kakovosti zgorevanja v vseh razmerah. Pri tem morajo biti upoštevane vse motilne veličine med obratovanjem kotla (različna vlažnost goriva in s tem kurilnost, prehod na obratovanje iz polne na delno toplotno moč, pri znižanju toplotnih potreb, spreminjanje temperatur v zgorevalni komori in s tem nepopolno zgorevanje piroliznih plinov, varno krmiljenje zgorevanja v začetni fazi do vzpostavitve uplinjanja, hladen ali topel zagon, vzdrževanje žerjavice po končanju gorenja, idr.). Glede na to ločimo 3 različne skupine kotlov na polna:

- kotli, ki obratujejo pri nazivni moči (KNM),
- kotli z regulacijo zmogljivosti (KRZ) in
- kotli z regulacijo moči kotla in procesa zgorevanja (KRMZ).

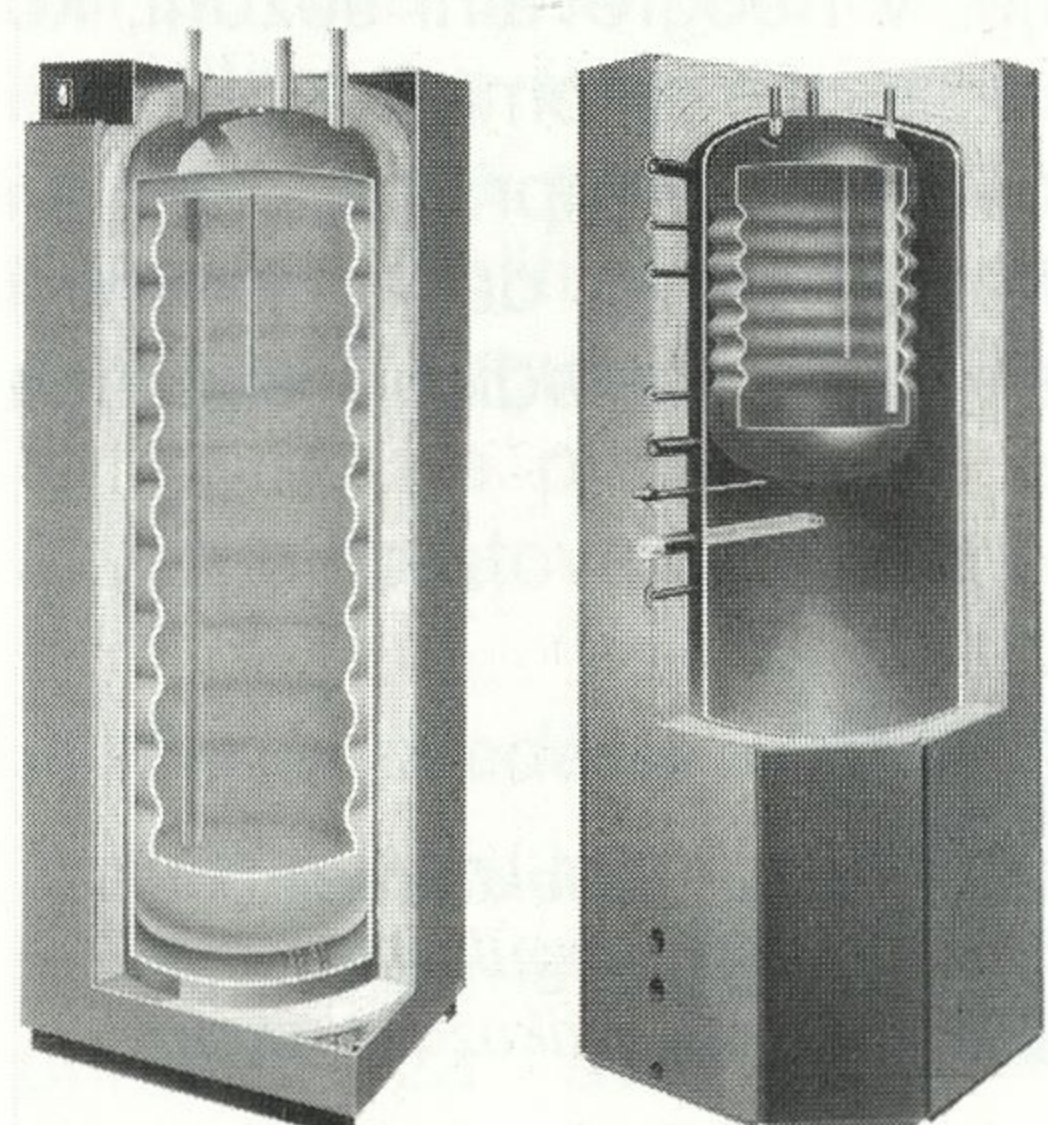
Kotli, ki obratujejo pri nazivni moči (KNM)

KNM po vžigu zagotavljajo nemoteno dogorevanje pri nazivni moči in največjem možnem oddajanju toplote. S pomočjo njihovih, praviloma že fiksno nastavljenih ali ročno nastavljivih, loput za primarni in sekundarni zrak dosežemo dobro in kvalitetno zgorevanje lesnih plinov. Ker ni mogoče regulirati-zmanjšati oddaje toplote, je pri teh kotlih značilno, da predvsem v prehodnih obdobjih

(pomlad, jesen) proizvedejo več toplote, kot je njena poraba za ogrevanje in/ali za pripravo tople sanitarne vode v boilerju. Zaradi tega je nujna vzporedna vgradnja velikega hranilnika toplote (vročega ogrevalnega medija), ki shrani presežno toploto. Kombinacija KNM in velikega hranilnika toplote je z energijskega stališča pomembna. Na tržišču je veliko KNM številnih proizvajalcev in ti imajo praviloma najboljše razmerje stroški : koristi napram drugim kotlom. Vendar so z vidika regulacije moči in zgorevalnega procesa relativno enostavni, saj na spremenjene pogoje zgorevanja ti kotli ne morejo reagirati. Za to so potrebni senzorji, ki kontrolirajo proces zgorevanja in lahko vplivajo na regulatorje, to pa imajo kotli z regulacijo moči in zgorevanja.

Hranilnik toplote

Hranilnik toplote (HT) je v bistvu izoliran vodni rezervoar, ki lahko prevzame presežno toploto iz kotla. Služi za ogrevanje stanovanjskih prostorov po končanju gorenja v kotlu. V praksi to pomeni, da lahko npr. pri enkratnem kurjenju na dan še po koncu gorenja v kotlu več ur ogrevamo stanovanje s toplo vodo iz HT. S tem znatno povečamo skupni izkoristek ogrevanja.

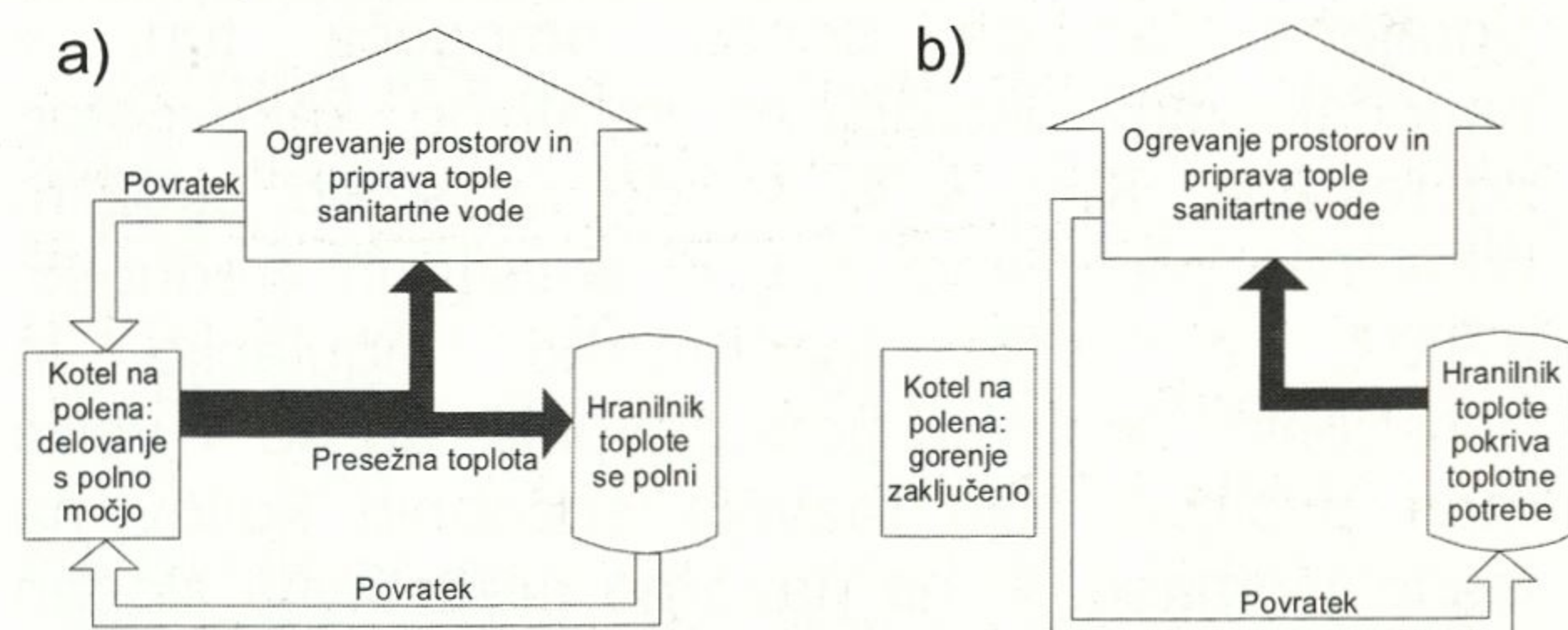


Navadni in kombinirani hranilnik toplote.

Osnovno vodilo pri izbiri prostornine hranilnika tople vode je, da naj bo ta najmanj 50 l/kW nazivne toplotne moči kotla, kar pomeni, da lahko hranilnik toplote prevzame večji del energije ene polnitve goriva (nad 75 %). Kombinirani hranilnik toplote (KHT) je rezervoar, v katerem je integriran še en manjši rezervoar - boiler, namenjen za pripravo tople sanitarne vode (TSV). Oba rezervoarja sta med seboj ločena s toplotno prevodno ploščevino. S tem je omogočen zelo dober prehod toplote iz vode v HT na TSV v boilerju, odpade pa tudi instalacija ločenih boilerjev v kopalnici in kuhinji.

Stroški vgradnje sistema ogrevanja in priprave TSV s KHT naj bi bili nižji napram ločenim sistemom. Specifična konstrukcija in dobra toplotna prehodnost med rezervoarjema omogočata v času ogrevanja (pozimi) v KHT hkratno pripravo toplote za ogrevanje prostorov in TSV. Ta prednost KHT pozimi je na drugi strani tudi njegova največja slabost poleti. Če želimo v neogrevalni sezoni pripravljati toplo sanitarno vodo s KHT, imamo na voljo dve možnosti: da

ogrevamo vodo v boilerju z električnim grelnikom ali da segrevamo vodo v boilerju s pomočjo tople vode v HT kot pozimi. Prednost prve možnosti je, da ni potrebno kuriti kotla pri poletnih zunanjih temperaturah, slabost pa, da zaradi toplotnega mosta med obema rezervoarjema električno segreta voda v boilerju nepotrebno greje tudi vodo v HT (400 - 700 l) pri čemer se temperatura vode v boilerju zelo hitro niža. Tople vode v HT za ogrevanje prostorov poleti ne rabimo in zato pomeni to nepotrebne izgube energije. Prednost drugega načina je, da imamo na voljo veliko rezervo energije za večdnevno pripravo TSV, slabost pa je nujno kurjenje kotla pri višjih zunanjih temperaturah. Opisane slabosti KHT med poletnim obratovanjem odpravimo s vključitvijo KHT v solarni sistem za pripravo tople sanitarne vode in za predgretje ogrevalne vode, kjer je priporočljivo imeti velik HT, ki omogoča stratifikacijo vode, da lahko znatne količine sončne energije poleti sploh lahko izkoristimo. Tako se slabost velikega KHT poleti spremeni v prednost samo z vključitvijo ustrezno dimenzioniranega solarnega sistema. Pri tem je potrebno paziti na regulacijsko - tehnično razdelitev sistema, ko je temperatura v hranilniku toplote večja od temperature medija, ki pride iz sprejemnikov sončne energije (S sprejemniki naj bi medij v hranilniku segrevali in ne obratno!). KHT tako pri kotlu kot pri solarnem sistemu zagotavlja brezvrtno temperaturno plastovito razporejanje ogrevalne vode (stratifikacijo). To je dokaj težko, zato najdemo pri številnih proizvajalcih raznovrstne rešitve.



Delovanje hranilnika toplote.

Uplinjevalni kotli z regulacijo moči (KRM)

Pri KRM se oddaja toplote regulira v odvisnosti od dovedene količine zgorevalnega zraka (kisika). Gre za nadaljnji razvoj KNM z ločeno regulacijo ventilatorja, deloma podprto z regulacijo primarnega zraka. Čeprav je tudi pri tem tipu kotlov zgorevanje z nazivno močjo zaradi nižjih emisijskih vrednosti zaželeno (hranilnik toplote), lahko s pomočjo regulacije ventilatorja za vlek v odvisnosti od odjema toplote v sistemu v določeni meri reguliramo intenzivnost zgorevalnega procesa (moč). Ob še zadovoljivi kvaliteti dimnih plinov s tem tudi podaljšamo čas zgorevanja. Regulacija ventilatorja je navadno avtomatska (start - stop) s pomočjo vodnih termostатов. Ker pri tem ne gre za pravo regulacijo zgorevanja, ostaja pri teh kotlih pri obratovanju z delno močjo,

pri spreminjajoči se vlažnosti goriva in razmerah v žerjavici (nastajanje votlin) ter s tem spreminjajočih se temperaturah gorenja, razmerje med primarnim in sekundarnim zrakom konstantno, s čimer nevarnost izločanja žlindre in katrana zaradi nepopolnega zgorevanja piroliznih plinov narašča. Ročno reguliranje kotla zaradi kratkotrajno spremenjenega stanja zgorevanja je v tem primeru praktično nemogoče.

Uplinjevalni kotli z regulacijo moči in zgorevanja (KRMZ)

KRMZ predstavljajo do sedaj najvišjo stopnjo razvoja zgorevanja kosovne lesne biomase. Regulacija moči kotla, v odvisnosti od porabe proizvedene toplote, se vrši s spreminjanjem vrtljajev ventilatorja, kar vpliva na dovod primarnega zraka. Elektronska regulacija je sposobna zaznati v kotlu spremenjena stanja zgorevanja in nanje ustrezno vplivati. Temperaturno tipalo, nameščeno neposredno za zgorevalno komoro, v dimničnem priključku, za merjenje vsebnosti kisika v dimnih plinih, t. i. lambda sonda, zazna spremembo vsebnosti kisika v dimnih plinih. Glede na to (po potrebi) avtomatsko vpliva na spremembo dovedene količine primarnega in sekundarnega zraka.



Lambda sonda

Vgrajena lambda sonda omogoča tudi v nepričakovani okoliščinah relativno kakovostno zgorevanje. Kotli s to sondo ustrezajo strožjim tehničnim predpisom mejnih emisijskih vrednosti. KRMZ, s svojo avtomatsko regulacijo in doseženim udobjem posluževanja, so se v veliki meri približali cilju razvoja sodobnih kotlov na lesno biomaso, ki ga nazorno predstavlja slogan "NALOŽITI LES - PRIŽGATI - POZABITI".

Posebne regulacije oz. izvedbe in dodatki

Sem sodijo dodatni elementi krmiljenja kotla in druge vgrajene cevne povezave ter armature (ventili, črpalke, idr.), ki so potrebne za izvajanje pomožnih nalog, kot npr.:

- Prednostni vklop boilerja: zagotavlja prednostno oskrbo toplote boilerju pred oskrbo ogrevanih prostorov in hranilnika tople vode pri določeni potrebi.
- Krmiljenje HT: zagotavlja preusmeritev presežno pridobljene toplote kotla po pokritju vseh potreb ogrevanih prostorov in priprave TSV (bojler) v HT.
- Regulacija kotla pri delni obremenitvi:
 - Krmiljenje kotla, ki po pokritju vseh toplotnih potreb objekta in po doseženi prednastavljeni temperaturi v HT (npr. 10 K pod temperaturo predtoka) omogoči

zmanjšanje moči kotla in njegovo delovanje na delni obremenitvi (do 50 %, daljši čas gorenja).

- Krmiljenje kotla, ki na željo uporabnika, in ko je doseženo stabilno uplinjanje v kotlu, neodvisno od temperature v HT zmanjša moč kotla in intenzivnost zgorevanja. To možnost pride prav v času, ko je potreba po ogrevanju prostorov manjša, kot je nazivna moč kotla in ko HT ni, ali ga nočemo uporabljati.
- Povezava s HT in boilerjem: ta regulacija skrbi pri segreti vodi v HT, da ta voda ogreje vodo v boilerju (pogoj: temperatura v HT mora biti večja od temperature v boilerju). S tem omogočimo pripravo TSV tudi v času, ko v kotlu ni zgorevalnega procesa. Praviloma v boilerju vgrajeni električni grelec uporabimo samo takrat, ko je v HT voda premrzla, oz. ko kotel ni v obratovanju (npr. poleti).
- Povezava regulacije kotla na lesno biomaso z regulacijo oljnega/plinskega kotla: omogoča avtomatski zagon oljnega/plinskega kotla v primeru, ko je proces zgorevanja v kotlu na lesno biomaso končan in ko v HT ni več toplote, objektu pa moramo še dovajati toploto.
- Poletno obratovanje: v neogrevalni sezoni, ko kotel ne obratuje, omogoča avtomatika občasni redni zagon črpalk v sistemu (npr. vsak prvi ali drugi teden) za nekaj minut, da onemogoči morebitne okvare kot posledico daljšega mirovanja sistema.

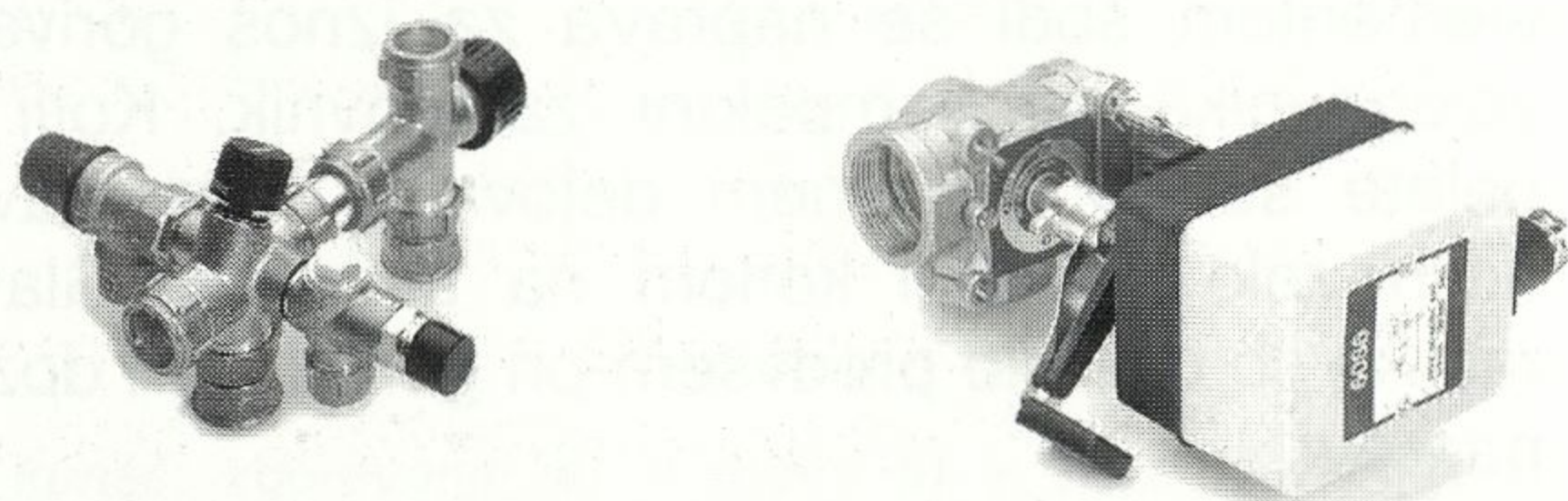


Elektronska regulacijska enota s prikazovalnikom

- Regulacija temperature predtoka: ta regulacija skrbi, da kotel spusti toplo vodo v sistem šele, ko se sam ogreje na dovolj visoko prednastavljeno minimalno temperaturo.
- Višanje temperature povratka: služi za vzdrževanje enakomerne temperature povratne vode iz ogrevalnega sistema v kotel (po potrebi tudi s primeševanjem vroče kotlovske vode iz predtoka v preveč ohlajeno vodo povratka). Namen te možnosti pri regulaciji je zmanjšati vpliva velikih sprememb temperature v kotlu na proces uplinjanja in ohlajevanje dimnih plinov. Če temperatura pade pod temperaturo rosišča vode, lahko vodna para v dimnih plinih kondenzira, v prenosniku toplote v kotlu, in pride do nastajanja snovi, ki so agresivne na telo kotla (več stavkov). Povišana temperatura povratne vode tako nenazadnje zagotavlja tudi daljšo življenjsko dobo kotla.
- Predmontaža razdelilnočrpalčnega sistema: h kotlu sodi predmontiran in povezan razdelilnočrpalčni sistem, ki ga sestavlja sistem za višanje temperature povratne vode, kot tudi

priključki za ogrevanje objekta, ogrevalni krog za HT ter (po potrebi) ogrevalni krog za bojler.

- Nastavek za polnilni jašek: s pomočjo tega nastavka povečamo zalogovnik kotla za 50-100 %, s čimer podaljšamo čas ogrevanja zgradbe.
- Polnilni pokrov: dodatna polnilna odprtina za optimalno polnjenje kotla z grobimi sekanci.
- Nastavek za oljni kotel: pri kombiniranem ogrevanju na drva/kurilno olje z ločenimi kotli lahko kotel na kurilno olje vgradimo nad večji kotel na lesno biomaso. Kljub temu so predpisani ločeni priključki na dimno cev za kotel na lesno biomaso (npr.: premer dimne cevi 15-18 cm), kot tudi za kotel na kurilno olje (npr.: premer dimne cevi 10-12 cm).



Armature in mešalni ventil z motornim pogonom

Te dodatke proizvajalec ponuja kot opcijo k osnovnemu kotlu in je zanje potrebno doplačilo, kar poveča ceno celotnega sistema za ogrevanje s kotlom na lesno biomaso. Monter ogrevalnih naprav mora pred prvim zagonom ogrevalnega sistema spojiti in naravnati celotno regulacijo (kotlovsko regulacijo in ostale posebne regulacije ter pomožne proizvajalce toplote), za nemoteno skladno obratovanje sistema.

Možnost predelave kotla za uporabo peletov

Zaradi svojih lastnosti (velikost, visoka kurilnost na enoto prostornine, idr.) so lesni peleti zelo primerni za avtomatsko doziranje v kurilne naprave na lesno biomaso. Cena dozirne naprave za pelete je v primerjavi z dozirno napravo za sekance zelo majhna, zato je tudi cena celotne kurilne naprave ugodnejša. Možnost predelave kotla na polena za avtomatsko uporabo peletov je lahko za določene investitorje zelo zanimiva. Npr. investitorji, starejši lastniki gozdov, ki so sedaj še povsem sposobni sami pripravljati polena iz svojega gozda, želijo imeti v prihodnosti na voljo možnost predelave kotla na polena za avtomatsko uporabo peletov, če mogoče nekoč sami ne bi bili zmožni pripravljati goriva. Med drugim je to tudi razlog, da veliko investitorjev vgrajuje poleg kotla na polena tudi klasični kotel na kurilno olje ali plin, ki pa vključno z ustreznim rezervoarjem za gorivo pripelje do zelo velikih stroškov ogrevalnega sistema. To potem mnoge potencialne investitorje odvrne od vgradnje kurilne naprave na lesno biomaso.

Medtem ko veliko proizvajalcev kotlov na pelete ponuja možnost enostavne predelave na uporabo polen, pa so obratne možnosti, razen izjem, še redke. Zaradi tega predstavlja to področje možnost nadaljnjega razvoja kotlov na polena. Če

bi uporabniki takih kurilnih naprav imeli možnost, da po potrebi in z bistveno nižjimi stroški kot do sedaj pripravijo/nastavijo obstoječi kotel na avtomatsko delovanje, bi najverjetneje ostali zvesti lesni biomasi kot pa, da bi se odločili za drug vir energije.

Kotli z nazivno močjo do 15 kW

Kakovostna toplotna izolacija stavb in drugi ukrepi za manjšo izgubo toplote stavb ustvarjajo pogoje za t. i. nizkoenergijske hiše. Ti objekti potrebujejo kotle manjših toplotnih moči. V tujini je opaziti rahlo povečano povpraševanje po kotlih na polena z nazivno močjo pod 15 kW. V nekaterih državah zakonodaja za te kotle ne zahteva več podrobnih testiranj glede emisij in drugih lastnosti, zaradi česar mora biti investitor previden pri nakupu. Konstrukcije takih kotlov na polena so zelo različne. Del proizvajalcev ponuja, v tem razredu toplotne moči, kakovostne kotle za uplinjanje lesne biomase, z ločeno zgorevalno komoro in ventilatorjem, pri čemer je ob razmeroma velikem zalogovniku, ali z regulacijo moči in zgorevanja do moči 5 kW, mogoče doseči razmeroma dolge čase gorenja. Druga skupina proizvajalcev ponuja kotle z zgornjim odgorevanjem, od katerih imajo samo nekateri vgrajen ventilator. Pri teh proizvodih je kljub ločenemu sekundarnemu dovodu zraka njihova konstrukcija taka, da izgorevanje ne poteka tako kot pri uplinjevalnih kotlih. Razen nekaterih izjem, gre v glavnem za kotle, ki vedno delujejo s polno močjo.

Starejši kotli na trdna goriva

V Sloveniji je v uporabi veliko starejših kotlov na trdna goriva ter kombiniranih kotlov na trdna goriva in kurilno olje/plin, ki obratujejo z različnimi gorivi od premoga, drv, odpadkov, idr. Zaradi njihove nizke cene in enostavnosti posluževanja, kakor tudi možnosti menjave goriva pri kombiniranih kotlih, se še vedno vgrajujejo. V vseh lahko kurimo tudi lesno biomaso, vendar z različnimi energijskim in ekološkim učinkom. Za izboljšanje teh učinkov tudi pri njih, kot pri vseh kotlih na polena, zelo priporočamo vgradnjo hranilnika toplote. V tem primeru delujejo ti kotli podobno kot posebni kotli na polena (v smislu uporabe goriva), ki delujejo z nazivno močjo. Nastavitev regulacije je navadno ročna, paziti pa je treba, da nastavimo termostat za reguliranje dovoda zgorevalnega zraka tako, da onemogoča segrevanje vode v kotlu nad temperaturo vrelišča. Za tako predelavo je primernejši in varnejši odprt ogrevalni sistem z visokoležečo, odprto raztezno posodo, saj kljub vsem previdnostnim ukrepom in pravilno narejenim predelavam, lahko pride do napak pri delovanju sistema in voda v njem zavre in pride do poškodb, ki so pri odprtem sistemu navadno bolj omejene kot pri sistemu z zaprto ekspanzijsko posodo. Svetujemo, da tako predelavo izvede za to usposobljen strokovnjak.

Značilnosti HT so podrobneje opisane pri kotlih na polena.

Kotli z avtomatskim doziranjem

Kotli z avtomatskim doziranjem na lesne sekance ali na pelete so najbolj izpopolnjen način za pridobivanje toplote iz lesne biomase. Danes so že tako izpopolnjeni, da se lahko enakovredno primerjajo s kurilnimi napravami na fosilna goriva tako po tehnološki plati kakor v udobju posluževanja, ki ga nudijo s popolnoma avtomatskim načinom delovanja.

Gorivo - sekanci ali peleti - se iz zalogovnika, s pomočjo polnilne naprave ter preko sistema proti povratnemu udaru plamena (gorenju), natančno dozirajo v zgorevalno komoro. Količino goriva kontrolira kotlovska regulacija glede na trenutne toplotne potrebe. Zgorevanje poteka s pomočjo dovedenega primarnega in sekundarnega zraka, pri čemer mora biti zagotovljen zadosten čas zadrževanja gorljivih plinov v vroči zgorevalni coni. Kotel služi tudi kot prenosnik toplote in ločevalnik letečega pepela. Najpomembnejše veličine pri regulaciji kotla so temperatura vode v kotlu in dimnih plinov, nivo goriva v gorilniku (tipalo) ter količina zraka (lambda sonda) pri regulaciji zgorevanja. Avtomatski, neprekinjen dovod goriva omogoča enakomeren in dober izkoristek ter dobro zvezno regulacijo moči (do 30 % nazivne moči) zgorevalnega procesa dejanskim toplotnim potrebam. Priprava tople sanitarne vode v neogrevalni sezoni je z avtomatskim vžigom pri kotlih z avtomatskim doziranjem enostavna, čeprav je priporočljivo, da

ima bojler za toplo vodo prostornino vsaj 500 l.

Glavni sestavni deli

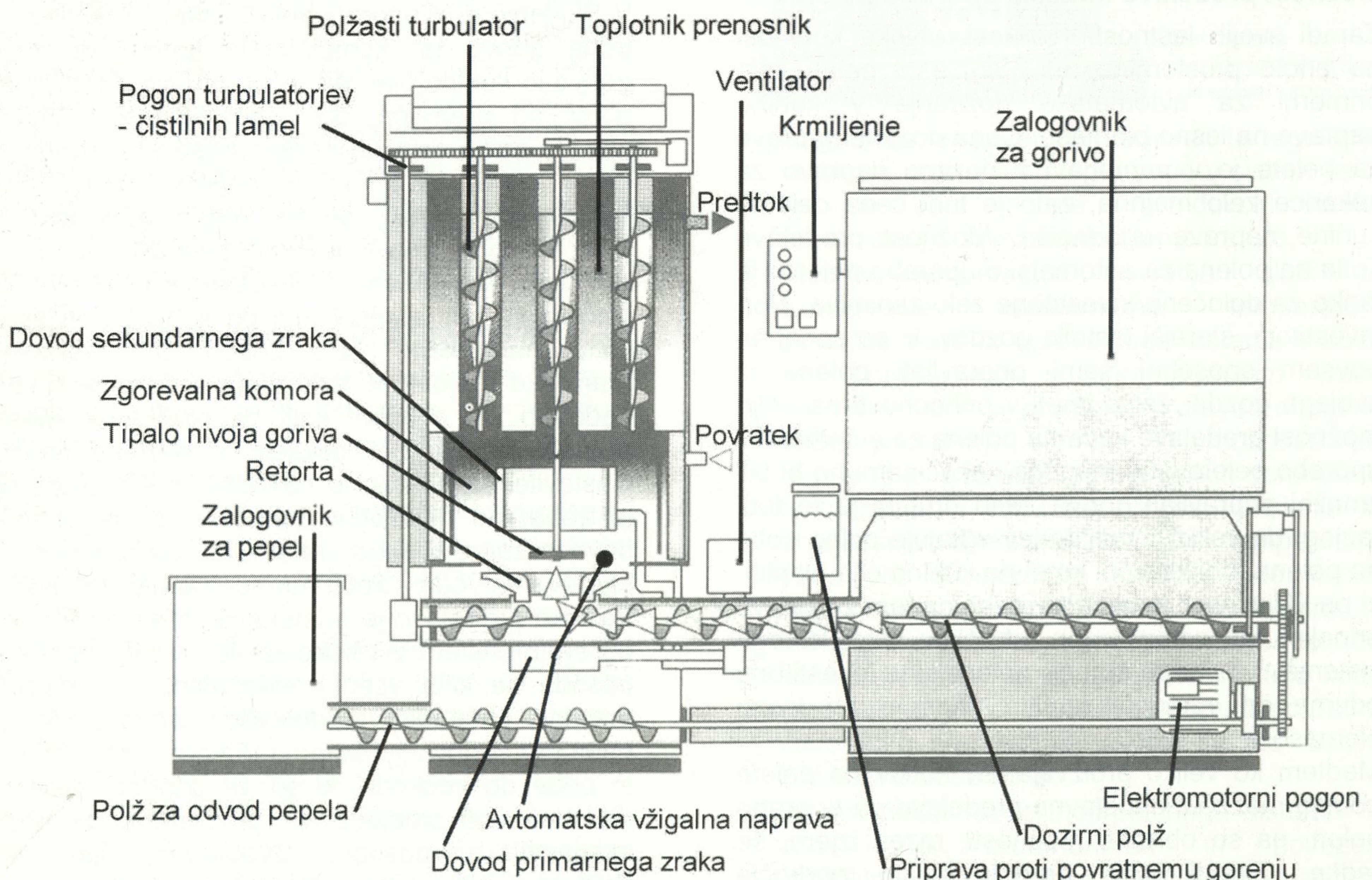
Kotel na sekance sestavljajo: transportni polž s pogonskim motorjem, z zobniškim predležjem in uležajenjem, vmesni jašek z varnostno pripravo proti povratnemu udaru plamena/gorenju (loputa ali predalčno kolo).

Dovajanje goriva poteka preko dozirnega polža, ki ga poganja elektromotor, kotel na lesne sekance z integriranim gorilnikom (gorilno retorto) ter prenosnikom toplote, kjer poteka zgorevanje in prenos toplote na ogrevalni medij. Celotno napravo krmili in regulira krmilna naprava s pripadajočo elektroniko, stikali, časovnimi preklopniki in termostati. K naštetim glavnim elementom sodi še naprava za iznos goriva iz zalogovnika ali kompaktni zalogovnik. Kotli na pelete so po osnovnem delovanju in sestavnih delih zelo podobni kotlom na sekance. Glavne razlike so opazne predvsem pri gorilniku in dozirni napravi.

Tipi kotlov

V glavnem ločimo dva tipa kotlov glede na način zgorevanja:

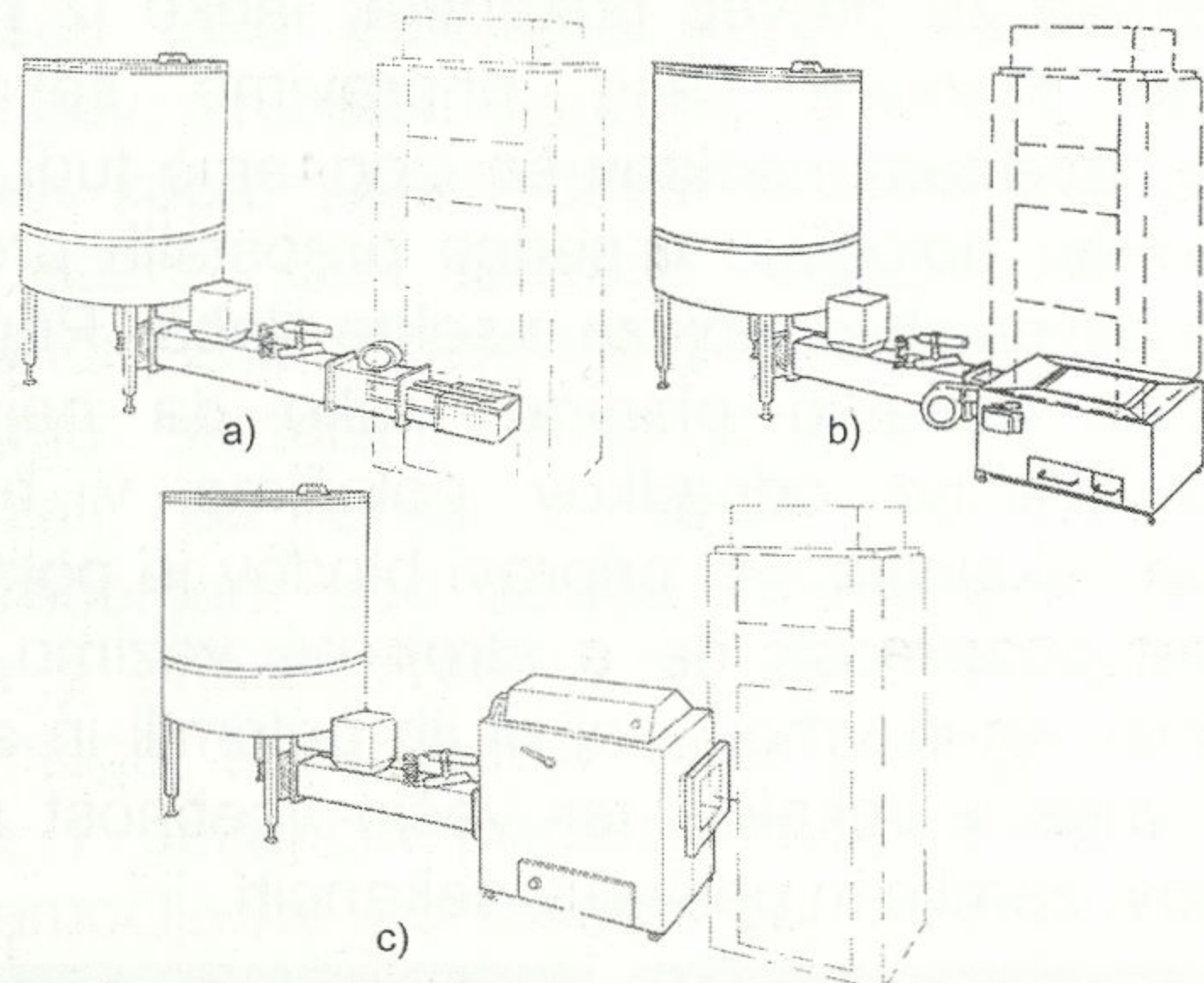
- Zgorevanje z vrivanjem goriva: kurišče je obloženo s šamotom in ima lastno rešetko, postavljeno pod prenosnikom toplote. V zgorevalno komoro s strani dovajamo sekance, kjer s pomočjo primarnega in predgretega sekundarnega zraka zgorijo.
- Zgorevanje v retorti: sistem je podoben



Glavni sestavni deli kotla na sekance (pelete)

prejšnjemu, le da ima namesto rešetke zgorevalno retorto, ki je iz toplotno obstojnega jekla ali šamota, narejena v obliki krožnika s primarnim dovodom zraka. Nad retorto je cevni obroč za dovod sekundarnega zraka, ki omogoča pravilno dogorevanje.

Oba navedena sistema zgorevanja sta primerna le za fine sekance (do 3,5 cm dolžine), z največjo vsebnostjo vlage do 35 %, ter za pelete.

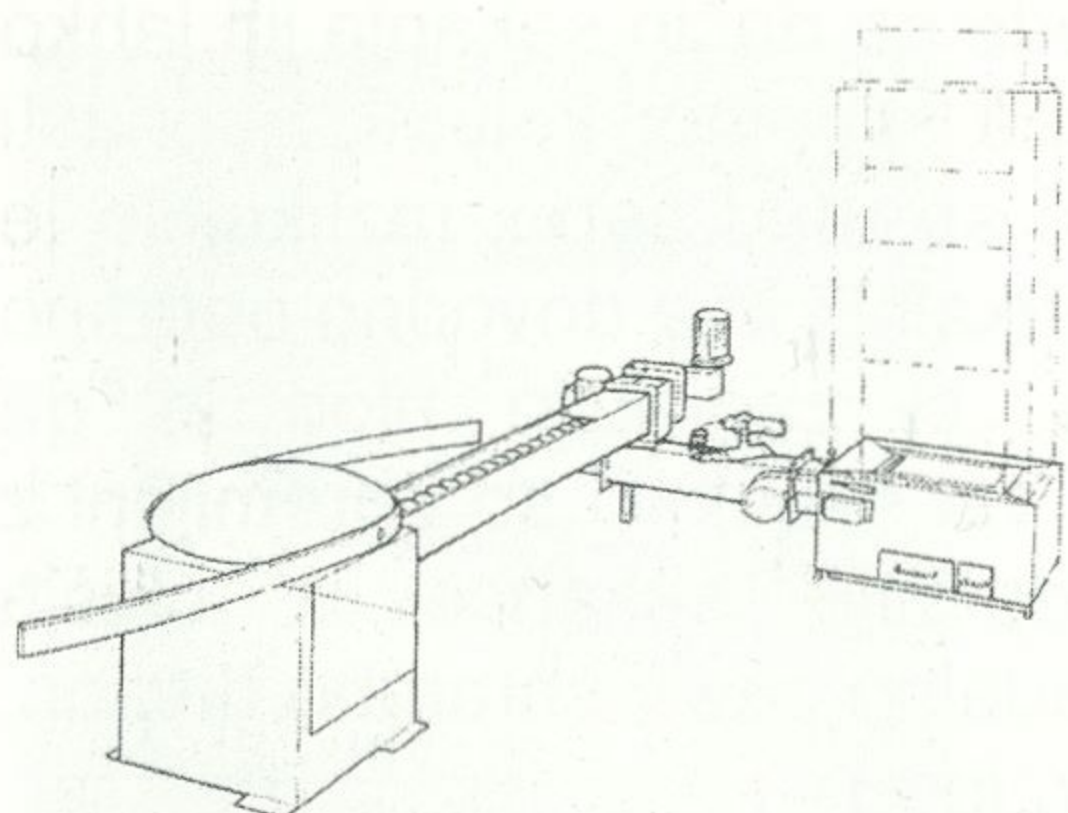


Tipi kurišč: zgorevanje a) v retorti b) z vrivanjem in c) v predkurišču.

Za vlažnejše gorivo je primeren drugačen sistem:

- Zgorevanje v predkurišču: bistvena razlika, od prej omenjenih sistemov, je v krajevni ločitvi procesa zgorevanja od prenosa toplote na medij. V šamotiranem predkurišču sekanci, ob dovodu primarnega in sekundarnega zraka, zgorijo, pri čemer ima zraven postavljeni kotel le funkcijo prenosnika toplote. Ker lahko v takem predkurišču dosežemo tudi višje temperature (okrog 1.000°C), lahko v njem sežigamo tudi sekance z vsebnostjo vlage do 55 % ter, glede na zasnovo in velikost dozirne naprave, dolžine do 6 cm.

Načeloma lahko v kotlih na sekance kurimo tudi pelete. Če kurimo izključno pelete, mora kotel na sekance predhodno nastaviti pooblaščen strokovnjak proizvajalca. Ker imajo peleti pri enaki prostornini večjo kurilno vrednost, je treba ponovno nastaviti celotni dovod zraka, tipalo za nivo goriva v kurišču ter krmiljenje celotne naprave (tudi dozirne naprave).



Dozirna naprava s kolesom z vzmetno roko

V zadnjem času se na trgu pojavljajo majhne avtomatske kurilne naprave na pelete (kamini). Z njimi imamo možnost avtomatiziranega kurjenja lesne biomase tudi pri manjših toplotnih močeh (od 2 kW naprej pri delni moči). Te naprave lahko, pri napolnjenem zalogovniku in delni toplotni moči, gorijo tudi do dva tedna in lahko, če so obložene s keramiko ali drugim masivnim materialom

(kamnom ali opeko), akumulirajo toploto ter tako daljši čas oddajajo toploto. Najbolj primerne so za vgradnjo v stanovanjih ali pisarnah, v katerih ni centralnega ogrevanja. Kamini na pelete z vgrajenim prenosnikom toplote so lahko tudi optimalno dopolnilno ogrevanje za nizkoenergijske hiše z visokim nivojem solarnih dobitkov.

Sistemi za doziranje goriva

Sekanci ali peleti so shranjeni v dnevni, tedenskih ali večjih zalogovnikih. S pomočjo dozirne naprave jih transportiramo v kotel na sekance ali pelete. Za kotle na sekance obstajata dva tipa dozirne naprave:

- Kompaktna dozirna naprava s tedenskim zalogovnikom, ki ima največjo prostornino $1,5 \text{ m}^3$ in je lahko postavljen v kurilnici. Tak zalogovnik moramo polniti najmanj vsakih 10 dni ali pogosteje, zaradi česar je okrnjeno udobje posluževanja.
- Dozirna naprava s kolesom z vzmetno roko pri dnu mesečnega ali letnega zalogovnika. Ta transportni sistem se je izkazal kot zelo zanesljiv, vzdržljiv, ter za vzdrževanje nezahteven. Najbolj primeren je za zalogovnik s kvadratnim ali okroglim tlorisom premera 3-5 m ter prostornine $20-50 \text{ m}^3$. To dozirno napravo lahko predelamo tudi za uporabo peletov.

Tudi za kotle na pelete obstajata v osnovi dva tipa dozirnih naprav:

- Sesalni sistem: s pomočjo sesalnega pnevmatskega sistema transportiramo pelete iz zalogovnika preko cevne sistema v vmesni zbiralnik, ki se nahaja na ali ob kotlu, in lahko vsebuje enodnevno zalogo goriva. Iz vmesnega zbiralnika poteka preko naprave proti povratnemu gorenju doziranje peletov v zgorevalno komoro. Tak sistem je še posebej primeren, ko sta kurilnica in zalogovnik prostorsko oddaljena drug od drugega.
- Sistem s polži: iz zalogovnika transportiramo pelete, s pomočjo transportnega polža v kurilnico, ter nato preko kolenskega ali pregibnega, prilagodljivega polža v kotel. Peleti tako preko naprave proti povratnemu udaru plamena (gorenju) pridejo do dozirnega polža v gorilnik. Ta sistem je primeren predvsem za pravokotne zalogovnike, ki ležijo poleg kurilnice.

Boljšje dozirne naprave imajo polže z ojačanimi začetnimi deli roba navoja ter tesno pokrito odprtino, ki omogoča čiščenje v primeru zagozditve. Do njih pride, ko polž zagrabi daljše in tanjše kose lesa ter razne smeti (negorljive ali večje predmete, npr. žeblice, idr.), ki se ne bi smele nahajati med sekanci. Krmiljenje pri kakovostnejših kotlih poskuša v teh primerih samodejno rešiti težavo tako, da večkrat požene polž v smeri nazaj - naprej. Šele ko mu to ne uspe, javi napako na prikazovalniku.

Lesni sekanci

V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili lesne sekance, saj je njihova širša uporaba v energijske namene v bližnji prihodnosti najbolj obetajoča.

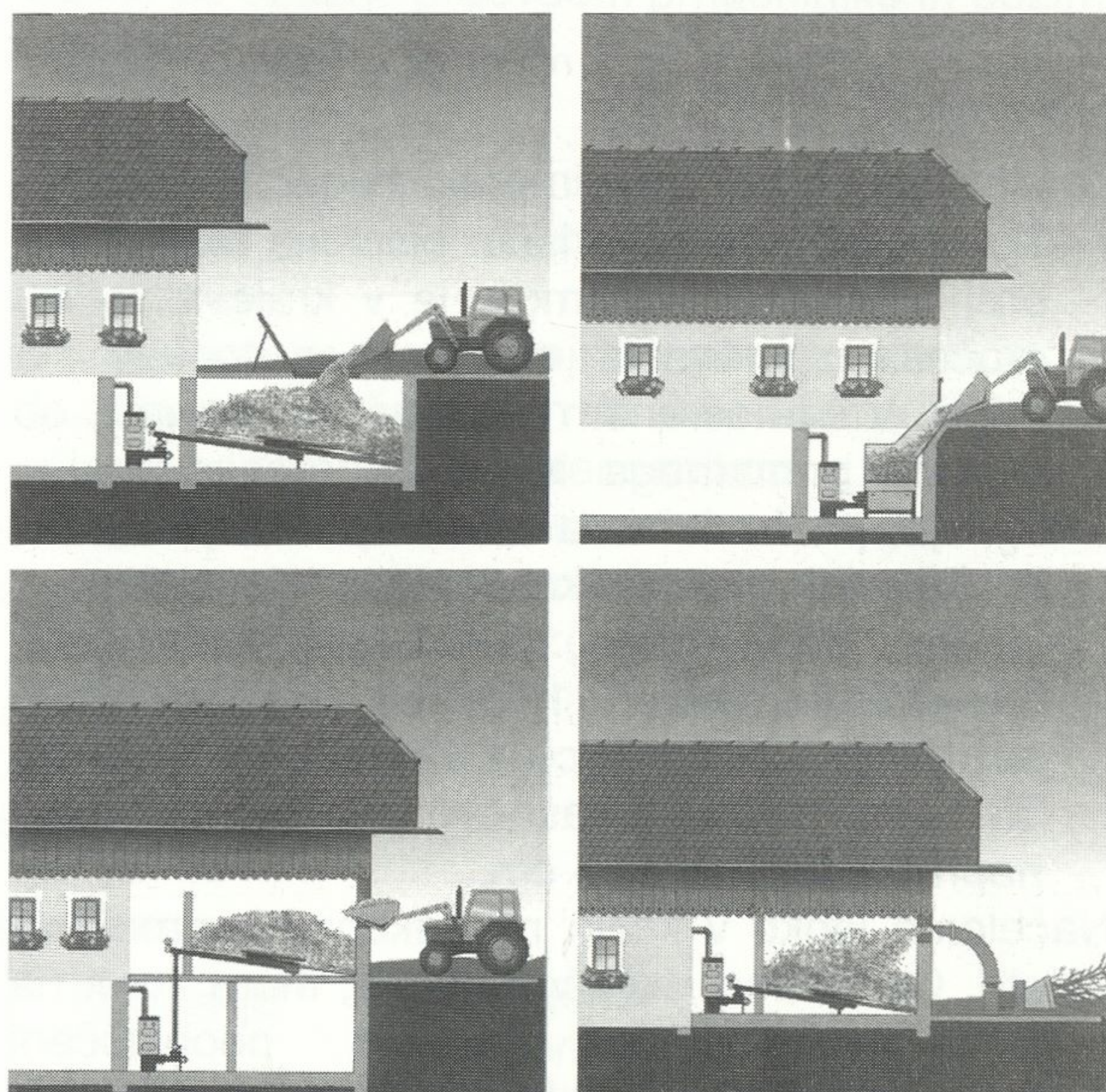
Sekanci so zdrobljen les, dolžine od 5 do 50 mm v smeri vlaken. Izdelamo jih lahko iz celih dreves vključno, z vejami, vrhovi in drugimi ostanki pri drvarjenju. Žagarski sekanci so stranski proizvod pri žaganju hlodov, pripravljeni iz krajnikov, odčelkov, ipd. Zahtevana vrsta sekancev je odvisna od tipa ogrevalnega sistema. V Sloveniji še nimamo sistema za opis kakovosti in velikosti, ki bi natančno definiral sekance kot gorivo. V EU je v pripravi standard za trdna goriva, ki bo definiral in standardiziral tudi metode merjenja in opise kvalitete sekancev. Pri slednjem gre v glavnem za klasifikacijo po znatosti (fini, grobi, zelo grobi sekanci), večji kosi namreč lahko pri avtomatskem doziranju povzročijo zastoj polža in vsebnosti vlage. Vsebnost vlage v sekancih, narejenih iz sestavnih delov celih debel, je odvisna od metode proizvodnje in se giblje okrog 50-60 % celotne teže, če pa lesno biomaso sušimo na zraku za 3-6 mesecev, se vsebnost vlage zmanjša na okrog 35-45 %. Manjši kotli na sekance lahko uporabljajo sekance z vlažnostjo med 20 in 50 % (odvisno od tipa in proizvajalca). Poleg tega so med sekance lahko primešani tudi kamenje, zemlja in pesek, ki povečajo vsebnost pepela. Slednja zavisi pri celih drevesih od drevesne vrste ter od kvalitete listja/iglic, vej in debla. Naravna vsebnost pepela v listju/iglicah lahko preseže 5 % teže suhe snovi, v vejah in lubju doseže okrog 3 % ter v deblu okrog 0,6 %. Pripravljena drva za majhne kotle imajo vsebnost pepela okrog 1-2 % teže suhe snovi.

Sekanci se poleg iz naravnega lesa lahko pripravijo tudi iz drugih surovin, npr. lesnih odpadkov iz lesnopredelovalne industrije, gradbenih lesnih odpadkov, lesne embalaže (palet), itd. Pomembno opozorilo: zakonsko je prepovedano kurjenje lesnih odpadkov, ki vsebujejo razna barvila, zaščitna sredstva, ipd.

Lesni odpadki so že dovolj suhi, saj so navadno iz lesa, ki je že prešel fazo sušenja, in so zaradi tega primerni za kurjenje. Uporaba gozdnih sekancev kot goriva je velikega pomena za gozdarstvo, ker njihova proizvodnja in prodaja omogočata nujno negovanje gozda (redčenje dreves, zamenjava drevesnih vrst, čiščenje gozdarskih ostankov).

Lesno biomaso pripravimo na tak način, da so iz nje pripravljeni sekanci kar najbolj mogoče suhi. Vsebnost vlage v drevesih je najnižja med januarjem in marcem, zato je v tem času tudi smiselna priprava lesne biomase za sekance oziroma posek dreves. S tem tudi omejimo tveganje infekcije štor z gobo *Heterobasidion annosum*, ki se lahko iz korenin storža razširi na ostala drevesa v gozdu. Posekana drevesa pustimo čez poletje v gozdu. S tem dosežemo osušitev lesne strukture do mere, ki povzroči odpad listov/iglic in manjših vejic pred izdelavo

sekancev. S tem zmanjšamo vsebnost vlage v sekancih od 50-55 % na okrog 35-45 % in dosežemo, da večina hranilnih snovi, vsebovanih v iglicah/listih in majhnih vejah, ostane v gozdu. S tem načinom, da drevesa posekamo v začetku leta in sekance pripravimo v jeseni, pa obstaja določeno tveganje, da mehki les drevesa napadejo insekti. Zaradi tega je potrebno na rizičnih območjih drevesa pogosto kontrolirati. Če so drevesa že preveč prizadeta, lahko iz njih v relativno kratkem času pripravimo sekance. Večjim napadom insektov se izognemo tudi tako, da drevesa položimo v senco preostalih dreves, kjer so življenjski pogoji za insekte slabši. Pripravo sekancev moramo planirati, tako da največjo možno količino odpadkov položimo v bližino dostopa sekalnika. Pri pripravi hlodov je potrebno posvetiti pozornost, da s stroji ne vozimo prek odpadnih vej in vrhov, saj bi jih polomili in s tem otežili vnos v sekalnik ter večjo vsebnost smeti (kamnov, zemlje in peska) v sekancih.



Nekaj primerov postavitve zalogovnika in kurilnice.

Sekance pripravljamo s sekalniki, teh je več vrst, najpogostejši so kot traktorski priključek. Ti so najbolj primerni za pripravo manjših in srednjih količin sekancev. Glede na način sekanja jih lahko razdelimo v tri različne skupine: kolutni, bobnasti in vijačni sekalniki, ki se med seboj razlikujejo le po načinu sekanja. Sekalnik ima dovodno odprtino s hidravličnimi valji, ki zagrabi hloď in ga potisnejo v sekalnik. Vsi sekalniki so opremljeni z ventilatorjem, ki odpihuje sekance iz ohišja sekalnika skozi nakladalno cev v shrambo (keson, zalogovnik, kontejner, ipd.).

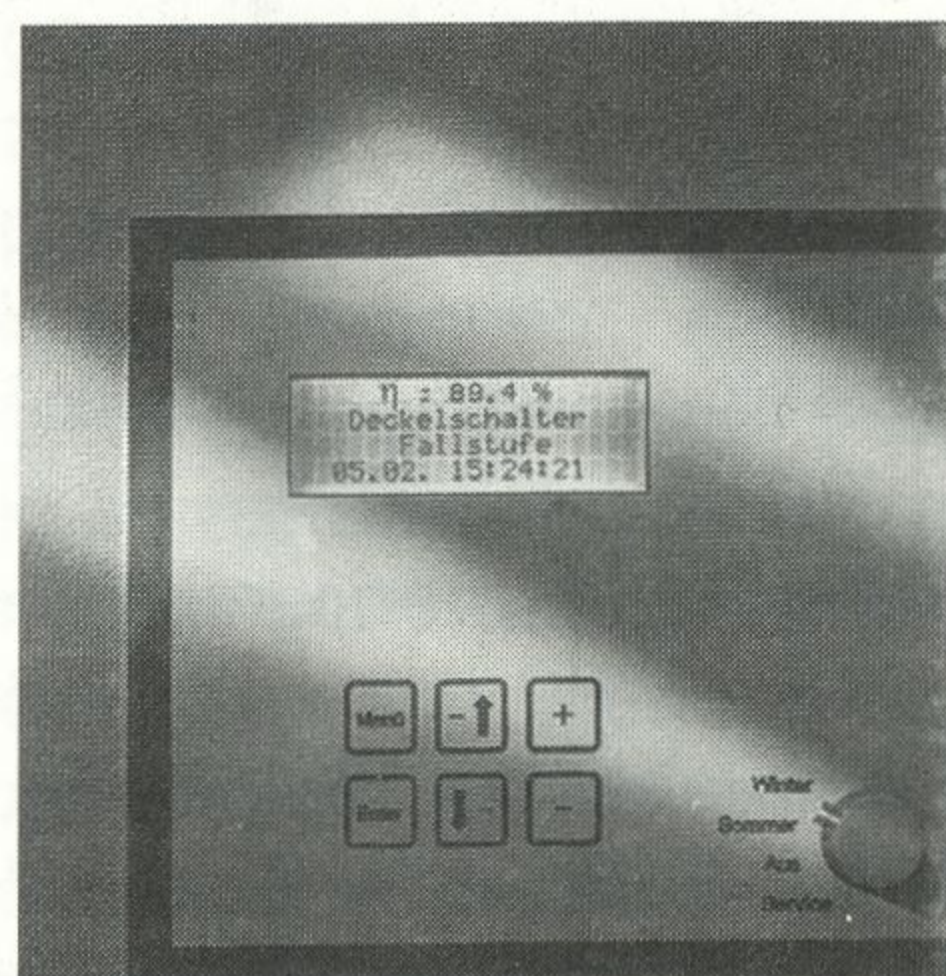
Skladiščenje sekancev je pomemben del celotne distribucije in je nujno zaradi več razlogov: poraba se med letom močno spreminja, v določenih obdobjih jih ni mogoče izdelovati in čez poletje se jih lahko proizvede več, kot se jih porabi. Najbolje je, da se sekance pripravi takrat, ko jih rabimo. Včasih pa se skladiščenju sekancev v gozdu ne moremo izogniti. Mesto za skladiščenje v gozdu mora biti pazljivo izbrano. Biti mora blizu poti, ki

so za transportna vozila prevozne vse leto. Leži naj višje od nivoja ceste, da voda iz cestišča ne odteka v kup s sekanci. Tla pod sekanci naj bodo brez štorov, večjih kamnov in ostankov. Kup naj bo čim večji, tako da zmanjšamo izgubo sekancev na dnu kupa, na najmanjšo možno mero, vendar ne višji od 7 do 8 m, zaradi možnosti samovžiga v kupu. Če sekance skladiščimo več kot dva tedna, moramo kup pokriti z nepremočljivo ponjavo. V središču tako pokritega kupa poteka sušenje sekancev, izhlapela vlaga pa se nabira v zunanjih plasteh kupa, zaradi česar postanejo ti sekanci bolj vlažni. Če sekance skladiščimo tudi z namenom zmanjšanja njihove vlažnosti, potem jih moramo skladiščiti pod streho. Preizkusi so pokazali, da lahko s od 4- do 6-mesečnim skladiščenjem pod streho zmanjšamo vsebnost vlage s približno 45 % na 25-30 %. V primeru zunanjega skladiščenja brez pokritja, vsebnost vlage v sekancih narase, pri skladiščenju pod nepremočljivimi ponjavami pa celotna vsebnost vlage tako skladiščenih sekancev ostane nespremenjena.

Prodaja lesnih sekancev za kurjenje zahteva merjenje količine (teže ali prostornine) z namenom določitve cene, ki pa je najbolj odvisna od kurilne vrednosti in kvalitete, slednja pa od razporeditve velikosti, vsebnosti vlage in nečistoč (prst, kamenje, itd.). V praksi povezujemo kvaliteto sekancev z njihovimi lastnostmi pri ravnanju in zgorevanju: kot trenja, kot drsenja in nagnjenost k tvorjenju mostov. Kvaliteta ima pomemben vpliv na izkoristek zgorevanja in na vsebnost škodljivih snovi v dimu in pepelu. Vrsto goriva, ki ga je dovoljeno kuriti v kotlih, predpisuje v Sloveniji Uredba o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav (Uradni list RS, št. 73/94 in 51/98), standardov, ki bi predpisovali kvaliteto lesnih sekancev, pa pri nas še nimamo.

Druge skupne značilnosti kotlov na lesno biomaso

Kontrola in nadzor delovanja



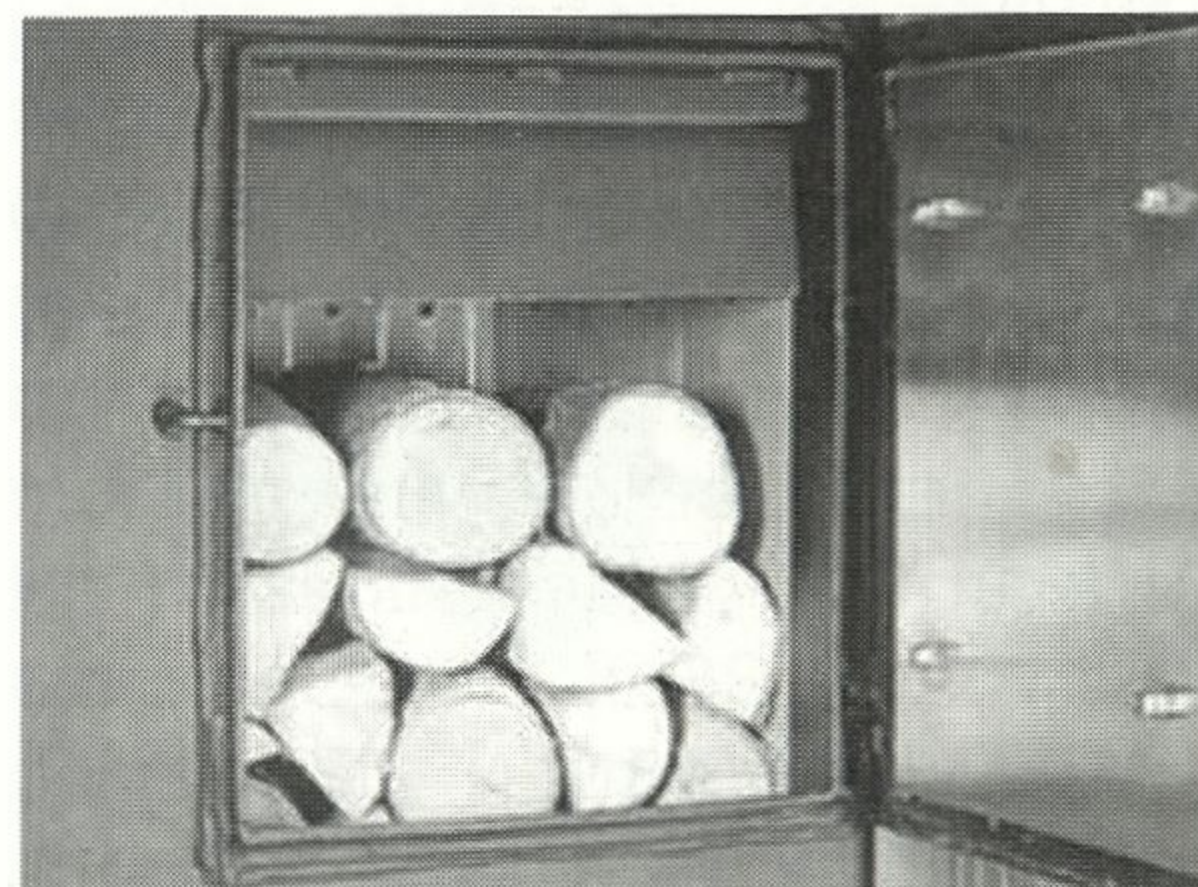
Primer dobrega prikazovalnika

Pokazatelji, ki informirajo uporabnika o stanju in delovanju naprave, oz. o problemih ali napakah, so lahko le navadni termometri ali pa zaslonski prikaz. Slednji lahko prikaže več sistemskih informacij na istem ekranu (npr. temperaturo vode v kotlu, temperaturo dimnih plinov na različnih mestih, vsebnost kisika v dimnih plinih, ipd.).

Pokazatelji morajo informirati uporabnika, hkrati pa naj ga ne bi, zaradi svoje kompliciranosti, zmedli ali zavedli. Dober prikazovalnik prikazuje hkrati največ 2 do 3 parametre in v posebnih primerih še prikaz motenj, napak ali posebnih situacij (npr. izpad lambda sonde, kotlovske črpalke ali ventilatorja, izklop v sili, problemi pri zagonu, ipd.). Od dobrega krmiljenja pri kakovostnejših kotlih pričakujemo popolnoma avtomatsko krmiljenje obratovanja (princip "Naložiti - Startati - Pozabiti").

Vžig

Kotle z ročnim nalaganjem se najpogosteje prižiga ročno, kotle z avtomatskim doziranjem pa z avtomatskim vžigalnim sistemom. Pri kotlih na polena je potrebno paziti na določene zahteve glede načina nalaganja goriva (droban in lahko gorljiv material spodaj, večja in debelejša polena na vrhu), s čimer dosežemo, da se proces zgorevanja enakomerno razvije in se večja polena zanesljivo vžgejo.

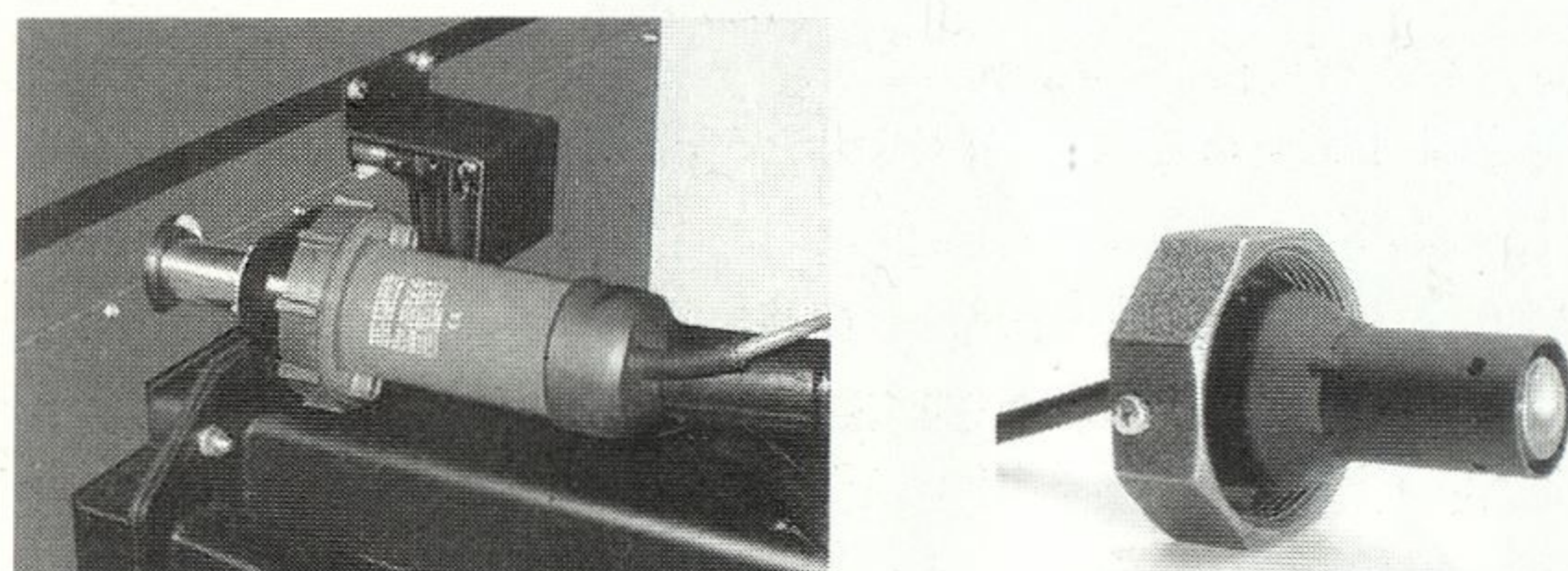


Dobro zložena polena v zalogovniku.

Pri tem so izkušnje najboljše vodilo. Da bi to delo uporabniku kotla kar najbolj olajšali, so konstruktorji razvili dve različni strategiji: vgradnjo avtomatske vžigalne naprave, s predhodno izbiro časa, pri čemer se predhodno napolnjeni kotel na polena vključi ob nastavljenem času, s pomočjo vročega zraka; ter dolgotrajno vzdrževanje žerjavice v kotlu na polena, s pomočjo elektronske regulacije, ki lahko tudi do 10 ur po končanem delovanju vžge novo gorivo. Tak sistem omogoča, da pozimi, pri običajnem dvakratnem nalaganju na dan, ročno prižiganje odpade. Obe možnosti imata prednosti in slabosti.

Avtomatski vžig pogojuje določene minimalne zahteve za kvaliteto zložitev goriva. S tesnim polaganjem polen se izognemo večjim zračnim prostorom in s tem omogočimo vročemu zraku dostop do površine goriva. Vžigalni kanal za vroči zrak je občutljiv na zamašitve (lesni pepel oz. zogleneli lesni ostanki), zato ga je treba pogosto čistiti. Avtomatsko vzdrževanje žerjavice je na drugi strani kompromis med udobnostjo posluževanja in okoljevarstvenimi zahtevami. Za vzdrževanje žerjavice moramo popolno in čisto zgorevanje goriva zadrževati tako, da se pri padajoči temperaturi (zgorevanja ali vode v kotlu) ventilator pri prednastavljeni vrednosti, ko je uplinjanje goriva pretežno zaključeno in je dno zalogovnika pokrito samo še z žarečimi ostanki oglja, ustavi. Hkrati se avtomatsko zapre dovod

primarnega in deloma sekundarnega zraka. Če je nastavljena točka previsoka (pri še razmeroma debeli plasti žerjavice), uplinjanje lesa še ni ustavljeno in nastajajo nezgorjeni ogljikovodiki, katran in ogljikov monoksid. V zgorevalni komori ne prihaja več do popolne oksidacije lesnih plinov, zato so emisije kotla slabe. Ker ima v tem primeru vzdrževanje žerjavice prednost pred kvaliteto dimnih plinov, je celo regulacija z lambda sondo neučinkovita. Zaradi tega morate biti, pri navedenih podatkih v prospektih, o času vzdrževanja žerjavice tudi do 10 ali več ur po izključitvi ventilatorja, previdni. Poleg tega je v žerjavici še vedno vezana določena količina energije lesa, ki je ne moremo več uporabiti za samo ogrevanje prostorov. Nekateri kotli imajo možnost, da vzdrževanje žerjavice že pri samem zagonu kotla izključimo (pogosto uporabljan izraz v prospektih: uporaba preostale toplote). Poudarimo naj, da je celotno nastavitev kotla, vključno z regulacijo za vzdrževanje žerjavice, najbolje prepustiti izkušenemu pooblaščenemu strokovnjaku proizvajalca.

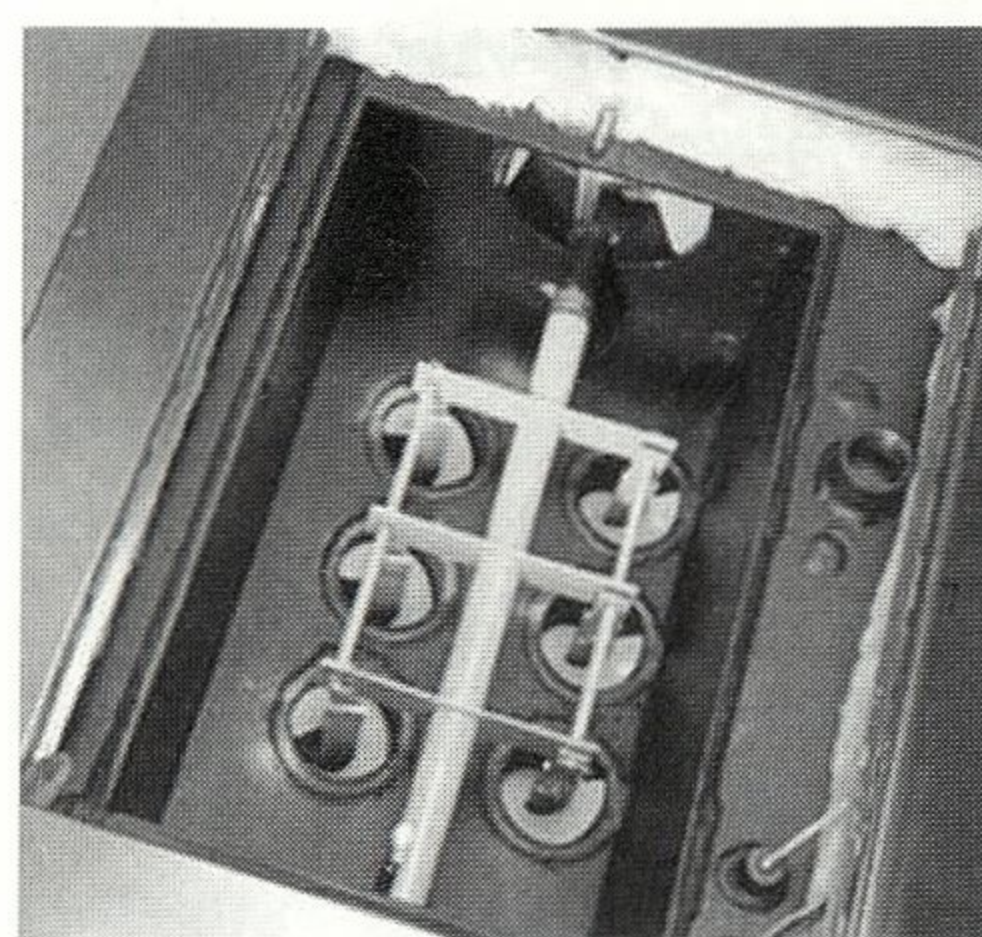


Dva primera avtomatske vžigalne naprave.

Čiščenje kotla

Dostopnost do površin prenosnika toplote je pri kotlih na lesno biomaso pomembna, saj mora biti omogočeno čiščenje. Pri tem moramo še posebej paziti na naslednje:

- Pred nakupom je treba bodoče mesto postavitve kotla točno določiti, da ne nastopijo težave glede stranskih odprtih za čiščenje prenosnika toplote, lovilca letečega pepela ter strani odpiranja vratc zalogovnika in zgorevalne komore.
- Omogočeno mora biti lahko čiščenje prenosnika toplote s krtačkami oziroma strgali - njihova optimalna dostopnost je pri večini kotlov zagotovljena iz zgornje ali sprednje strani.
- Odpadli pepel iz prenosnika toplote naj se zbira v prilagojenem zbiralniku, pri čemer ne sme onesnažiti drugih elementov kotla (npr. zgorevalno komoro). Če zbiralnika ni, je to pomanjkljivost, saj je lastnik prisiljen uporabiti zasilne rešitve.
- Orodje za čiščenje mora biti priloženo kotlu. V primeru, da je mehansko čiščenje, zaradi nedostopnih površin v prenosniku toplote, oteženo, pripada h kotlu tudi lažji industrijski sesalnik za prah (Orodje je navadno zastonj. Proizvajalec, ki ponuja čistilno orodje kot pribor za doplačilo, s tem napeljuje kupca k izpustitvi nakupa pribora, kar je narobe.).



Turbulatorji s sistemom za čiščenje toplotnega prenosnika.

Najbolj elegantno rešitev čiščenja površin prenosnika toplote predstavljajo pomični turbulatorji. To so šikane, ki se tesno prilegajo stenam prenosnika toplote in ki skrbijo za večjo turbulentnost pretoka dimnih plinov, z namenom boljšega oddajanja njihove toplote na ogrevalni medij. Na turbulatorjih se nalaga pretežni del letečih delcev. Pomični turbulatorji se lahko vzdolžno premikajo, s pomočjo zunaj kotla nameščene ročice in brez odpiranja čistilnih odprtih omogočajo čiščenje prenosnika toplote. Najbolj pogosti so turbulatorji v obliki vzmeti, ki so primerni za cevne prenosnike toplote, možni pa so tudi turbulatorji za ploščate prenosnike toplote. Hitro čiščenje površin prenosnika toplote je s tem teoretično vedno mogoče in ponuja najboljše možnosti za dober prehod toplote iz dimnih plinov na kotlovsko vodo in s tem visok izkoristek naprave. Najmodernejši kotli imajo avtomatsko čiščenje prenosnika toplote, s pomočjo elektronsko krmiljenih elektromotornih pogonov. Proizvajalci ponujajo te dodatke v glavnem le kot opcijo z doplačilom.

Za čiščenje so najprimernejši prenosniki z vertikalno postavljenimi, okroglimi cevmi. Manj ugodni so z vertikalnimi ploščatimi prehodi, čeprav nekateri proizvajalci ponujajo sisteme za čiščenje tudi takih prenosnih površin. Pri kotlih z vodoravno ležečimi cevmi se na prenosne površine bolj intenzivno odlaga pepel in saje, sistem za čiščenje od zunaj pa je težko narediti, zato jih pri modernih kotlih na lesno biomaso srečamo redko.

Temperaturno varovanje kotla



Narebreni varnostni toplotni prenosnik.

Vgraditev varnostnega toplotnega prenosnika je opcija, ki jo izberemo pri naročilu, za kotle na polena, ki niso povezani s hranilnikom toplote, pa velja, da morajo tak prenosnik obvezno imeti. V Sloveniji, sicer o tem nimamo ustreznega predpisa, je pa to iz varnostnih razlogov priporočljivo. Njegova naloga je, da v primeru pregretja kotla, odvede odvečno toploto iz kotla v okolico (kanalizacijo). Ob prekoračitvi temperature vode v kotlu, pri okrog 105°C se odpre ventil, ki v prenosnik toplote toliko časa dovaja vodo iz

vodovodnega omrežja, da temperatura vode v kotlu pade na 90°C. S tem se prepreči morebitne poškodbe kotla.

Dimnični izhod

Dimnični izhod se skoraj pri vseh kotlih nahaja na zgornji ali zadnji strani kotla. S tem je omogočena razmeroma enostavna priključitev na dimnični priključek s strani ali od zadaj. Nekateri proizvajalci ponujajo tudi premične (vrtljive) dimnične izhode, ki so praviloma kombinirani z zunanjim sesalnim ventilatorjem.

Električni priključek

Dobavljen kotel je že v celoti opremljen z električnimi vodniki in ostalo opremo. Investitor mora v kotlovnici ob mestu postavitve kotla poskrbeti za ustrezen električni priključek. Pri kotlih na polena običajno zadostuje navadni dvofazni priključek z napetostjo 230 V, pri kotlih na sekance pa je, zaradi pogona avtomatske dozirne naprave, potreben trofazni priključek 400 V z ničnim in ozemljitvenim vodnikom. Izdelavo električne napeljave prepustite za to usposobljenemu strokovnjaku, ki mora to narediti po ustreznih predpisih in za to tudi odgovarjati.

Prvi zagon

Prvi zagon oz. začetek obratovanja izvede pooblaščen oseba proizvajalca kotla in navadno vključuje nastavitve, preizkus in kontrolo celotne naprave, toplotni preizkus, s pomočjo merilnih instrumentov in priučitev upravljavca oziroma uporabnika. Nastavitev mora biti izvedena pri kurjenju z gorivom, ki bo največ uporabljano, oziroma je bilo navedeno pri naročilu kotla. Pri toplotnem preizkusu se testirajo tudi vse varnostne in druge funkcije. O prvem zagonu monter sestavi zapisnik, ki ga ob prevzemu stranka podpiše.

Garancija

Vsi proizvajalci morajo omogočiti zakonsko določen minimalni garancijski rok. V praksi pa je garancija skoraj vedno razdeljena. Medtem ko je za osnovno telo kotla garancijski rok 2 leti skoraj pravilo (Nekateri proizvajalci ponujajo celo 10-letno garancijo na telo kotla!), pa je za električne/elektronske dele in kotlovske elemente, ki so izpostavljeni ognju, garancijski rok od 1 leta naprej (tudi do 5 let). Ravno relativno tesno časovno odmerjena omejitev brezplačne zamenjave elektronskih elementov, ki so za delovanje regulacije zmogljivosti in zgorevanja nujno potrebni, lahko postane pri okvari za lastnika kotla zelo draga. Veliko proizvajalcev se hoče izogniti obveznostim, še posebej tedaj, ko pokvarjeno elektronsko krmiljenje ne more odpraviti mehanskih škod, oziroma jih celo povzroči in sporočila o napakah preprosto ignorira. Zaradi tega se je treba pred nakupom

natančno pozanimati o garancijskih pogojih in njihovih omejitvah.

Prodajna cena in dajatve

Pred nakupom kotla, še posebej dražjega, se je treba pozanimati o integriranih posebnih regulacijah, oz. izvedbah in dodatkih, ki omogočijo primerjavo z drugimi tipi kotlov. Integrirane dodatne funkcije krmiljenja, z razmeroma širokim spektrom regulacijskih možnosti, praviloma znižujejo stroške celotnega ogrevalnega sistema, saj ni treba kupiti dodatnih regulacijskih elementov. Da bi mogli ugotoviti vse morebitne popuste različnih proizvajalcev oziroma dobaviteljev, je dobro, da pridobimo več različnih ponudb za izbrani model kotla. Vsakovrstna doplačila, ki zadevajo določen kotel, morajo biti naštetja v ponudbi pod opombami. Pri iskanju ponudb in pred naročilom kotla je priporočljivo vprašati ponudnika o morebitnih popustih in ugodnostih, ki jih lahko ponudijo, ter se pozanimati o možnosti pridobitve raznih finančnih podpor (ugodni krediti, davčne olajšave, nepovratne spodbude). Pri primerjavi cen pazimo, da primerjamo enako opremljene kotle (avtomatski vžig, iznos pepela, regulacija ogrevanja, pripravljenost naprave za obratovanje, montaža, prvi zagon, garancija, vzdrževanje, itd.). Po pojasnilu določb Zakona o davku na dodano vrednost (Ur. list RS, št. 89/98), s strani Davčne uprave RS - Davčnega urada Ljubljana, se od vgraditve kotlov na lesno biomaso za centralno ogrevanje objektov obračunava in plačuje davek na dodano vrednost (DDV), po stopnji 8 % v primerih, ko gre za vgraditev kotlov v stanovanjske objekte. V primeru vgraditve kotlov v poslovne objekte se obračunava in plačuje DDV po splošni stopnji 19 %.

Pri uvozu navedenih kotlov pa gre za promet blaga, ki je obdavčen s splošno 19 % davčno stopnjo. Pri tem je treba plačati tudi carino, ki je odvisna od države uvoza. Za kotle, ki so proizvedeni in imajo sestavne dele s poreklom iz držav Evropske unije, pri uvozu velja 0 % carinska stopnja.

Dimnik

Dimnik je naprava, ki je za kurilno napravo zelo pomembna. Nobena kurilna naprava ne more pravilno delovati in dosegati dobre rezultate (izkoristek, emisije) brez ustreznega dimnika. Z njim tvori funkcionalno celoto, zato morata biti skladna, da dosežemo gospodarno obratovanje kotla brez napak. Pomembno je, da za vsak tip kotla zagotovimo minimalni potrebni vlek v dimniku.

Pogoji za dober vlek v dimniku so: majhne toplotne izgube (dobra toplotna izolacija dimnika) - preprečuje hitro ohlajevanje dimnih plinov, gladke notranje stene dimnika - preprečujejo nastajanje turbulenc v toku dimnih plinov in tesnost dimnika - preprečuje vstop nezaželenega zraka (zmanjšan

vlek, nezaželeni dodatni ohladitev dimnih plinov). Za dobro izolacijo je potrebno poskrbeti še posebej pri prosto stoječih dimnikih.

Pravilen priključek kotla na dimnik

Kotel priključimo na dimnik, po možnosti s čim krajšim veznim kosom cevi, ki je nameščena pod kotom med 30° in 45° v primerjavi z dimnikom. Če je le mogoče, naj bo največja dolžina povezovalnega kosa 1 m, povezava pa naj bo izvedena z enim fazonskim kosom, ker vsak naslednji fazonski kos povečuje izgubo tlaka (tlačni upor) v dimni cevi. Če je zaradi vgradnje potrebno vgraditi daljši povezovalni kos, ga je treba zadostno toplotno izolirati. V nadaljevanju so naštet še druga koristna priporočila za priključitev kotla na dimnik. Ta so:

- Povezovalni kos cevi ne sme moliti v notranjost dimnika.
- Če ima dimnični priključek na kotlu večji premer kot dimna cev, mora biti povezovalni kos tako narejen, da se mu zvezno zmanjšuje premer od enega konca proti drugemu (konusna izvedba).
- Cevno koleno lahko uporabimo tudi namesto cevnega zgiba, pri čemer ne sme biti radij kolena manjši od premera cevi.
- Mesto priključitve na dimnik mora biti skrbno zatesnjeno.
- Dimnik naj bo navpičen, raven in brez raznih krivin (še posebej pri prizidkih in nadgradnjah).
- Vsa čistilna vratca in merilne odprtine v dimniku morajo biti tesno zaprte.
- Zaradi preprečitve vdora nezaželenega zraka, lahko na en dimnik priključite samo eno kurilno napravo za centralno ogrevanje na trdna goriva.

Pravilno dimenzioniranje dimnika

Dimnik mora biti načrtovan (preračunan, dimenzioniran) za predvideno gorivo (kurilno napravo) in določene obremenitve in je v skladu z gradbenim dovoljenjem za določeno zgradbo. Za neoporečno delovanje kotla in dimnika so zelo pomembne tudi drugi dejavniki: lega hiše (v zaščiteneh legah, ali pri različnih višinah zgradb nastanejo padajoči vetrovi ali območja z zajeznim tlakom), lega dimnika na strehi (zgornja odprtina dimnika mora ležati najmanj 0,5 m nad najvišjim robom strehe z naklonom večjim od 20° oziroma najmanj 1,0 m razdalje od površine strehe, ki je nagnjena 20° ali manj) ter oblikovanje izhodne odprtine dimnika (dekorativni nastavek navadno povzroča zastoje in vrtince, ki preprečujejo nemoten pretok dimnih plinov v tok vetra). Izkustveno pravilo je tudi, da naj znaša svetla širina dimnika (svetli premer oziroma najmanjša razdalja med stranicami) pri kurjenju lesa najmanj 14 cm, pri kotlih na pelete, 16 cm pri kotlih na sekance in 18 cm pri kotlih na polena (vrednosti so za najmanjše naprave). V praksi se pogosto

izkaže, da se v dimniku trajno ali občasno (zaradi spremembe vremena, sunkovitega vetra, idr.) pojavlja previsok potisni tlak (povratni udarni val vetra). Pri večjih presekih dimnika z vgradnjo omejevalnika tlaka omogočimo skoraj konstantne pogoje zgorevanja, kar se v končni fazi pokaže na izboljšanjem izkoristku. Dimnik naj bo izoliran, s čimer lahko dosežemo nižje temperature dimnih plinov in s tem boljši izkoristek kotla. Priporočamo, da že v fazi načrtovanja ogrevalnega sistema in/ali objekta sodeluje tudi strokovnjak za izgradnjo dimnikov.

Pred uporabo dimnika moramo pridobiti tudi soglasje dimnikarske službe.

ZAHTEV GLEDE POŽARNE VARNOSTI

Pri vgradnji kotla na lesno biomaso, še posebej to velja za kotel na sekance in kotel na pelete, je potrebno upoštevati osnovne zahteve za zagotovitev požarne varnosti, ki so predpisane s standardom.

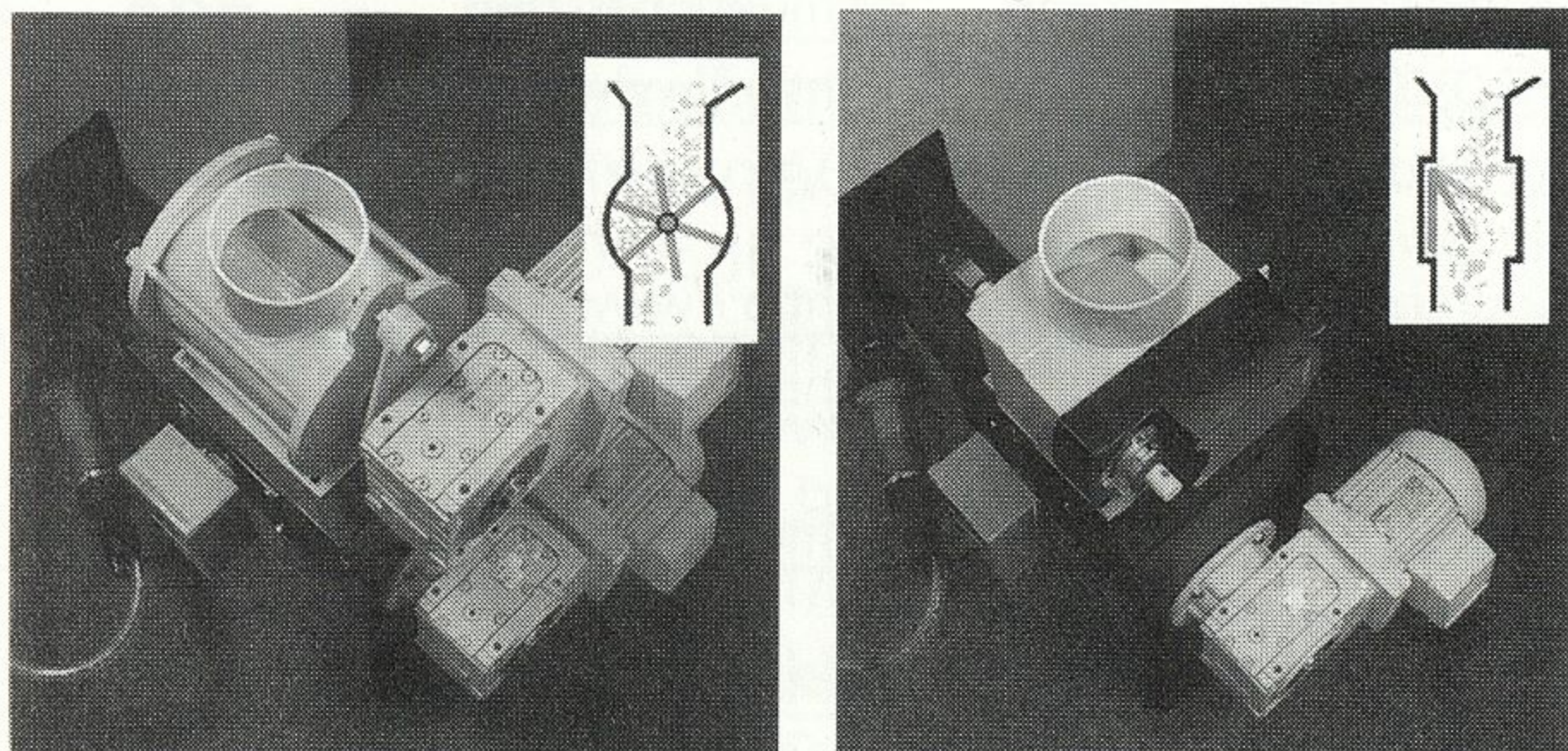
Gradbeni protipožarni ukrepi

Prostor, kjer se nahaja kurišče, kurilnica, mora imeti ognjeodporne stene (90 min.) in stropove (60 min.). Pristopi k tem prostorom iz drugih prostorov, še posebej pa iz skladišča goriva (npr. drvarnice), morajo biti izvedeni na ognjezaviralni način (30 min.), samozapiralni, v smeri izhoda zapirajoči in s protipožarnimi vrati. Vrata in lopute v zidovih in stropovih med kurilnico in skladiščem goriva, oziroma prostori, kjer se nahaja gorivo, morajo biti ognjeodporne (90 min.) oziroma (60 min.), ali pa izvedene z dvema (30 min.) zaključkoma z zapornico. Vrata, ki vodijo na prosto, so lahko od vseh vrat najmanj ognjeodporna. Če obstaja nevarnost, da se ogenj skozi izhod, ki vodi na prosto, lahko razširi na tam nahajajoče razne lesne opaze, lesene strešne konstrukcije, skladišča, ipd., morajo biti taki izhodi izvedeni na ognjezavirajoč način, samozapirajoč in s protipožarnimi vrati (30 min.). Okna v kurilnici morajo imeti najmanj ožičeno steklo (G-zasteklitev), če obstaja nevarnost, da se ogenj razširi na prosto. Prezračevalne in odzračevalne odprtine morajo imeti predvidene goste rešetke. Navpični in poševni nakladalni jaški, ki vodijo iz skladišča goriva v zalogovnik, skozi tamkaj nahajajoče prostore (etaže), morajo biti zgrajeni ognjeodporno in zaprti z ognjeodpornimi zapirali. V objektih za kmetijsko rabo, v katerih je v podstrešnih prostorih spravljen letni pridelek, lahko skladiščimo tudi sekance, ko se odprtina nakladalnega jaška ali cevi nahaja vsaj v minimalno ognjezaviralnem prostoru.

Ukrepi proti povratnemu ognju

Postavitev zalogovnika v kurilnico

Kapaciteta zalogovnika lahko znaša največ 1,5 m³. Zalogovnik mora biti zgrajen iz negorljivega materiala. Pokrov zalogovnika se mora tesno zapirati, morebitna polnilna cev pa mora imeti zaporno loputo.



Napravi proti povratnemu gorenju: predalčno kolo in avtomatska loputa. Dozirni polž je postavljen nižje, saj tudi vmesni prostor preprečuje širjenje povratnega ognja.

Med kuriščem oziroma predkuriščem in zalogovnikom mora biti nameščena priprava, ki preprečuje povratni udar plamena iz kurišča. To je lahko npr. avtomatska loputa, ki se električno odpira, zapira pa se mehansko, s pomočjo vzmeti. Uporablja se tudi predalčno kolo, ki je primerno bolj za fine sekance in pelete. Najpogostejša pa je najcenejša varianta, kjer se pri gorenju stali čep iz materiala, ki ima nizko tališče in v dozirni polž priteče voda iz višje ležeče posode. Direktno polnjenje zalogovnika iz skladišča goriva v zgornjem nadstropju je dovoljeno, če je nad pokrovom nakladalnega jaška zgrajen zaporni, ognjezaviralni prostor z ognjeodpornimi stenami in stropovi. Tak prostor mora imeti tudi ognjezaviralne zapore (vrata, pokrovi, itd.). Mehansko polnjenje zalogovnika iz skladišča goriva je dovoljeno, ko ima transportna priprava v kurilnici priključek (loputo) za preprečevanje povratnega gorenja. Ta mora biti izvedena tako, da prepreči gorenje po transportni pripravi nazaj v skladišče goriva. Pri tem je potrebno dele transportne naprave, kot so npr. cevi in ohišje, zaščititi proti ognju iz kurilnice, s posebnimi ognjezaščitnimi materiali.

Postavitev zalogovnika izven kurilnice

Zalogovnik goriva s kapaciteto večjo od 1,5 m³ mora biti postavljen izven kurilnice ter opremljen s preizkušeno in varno pripravo proti povratnemu gorenju.

Naprave z direktnim doziranjem goriva

iz silosa, zalogovnika ali skladišča, v kolikor ne gre za naprave s kontinuiranim, pnevmatskim polnjenjem.

V kurilnici mora biti, med odjemalno napravo iz zalogovnika in kuriščem v transportni napravi, vgrajena priprava, ki varuje proti povratnemu gorenju. Ta priprava mora biti vgrajena v kurilnici

v transportni napravi tudi pri mehanskem odvzemu goriva iz skladišča ali zalogovnika, ki je na prostem ali v bližnjem pomožnem/nestanovanjskem objektu.

Drugi protipožarni ukrepi

Transportne naprave za gorivo naj bodo tesne in naj ne dovoljujejo dostop zraka skozi netesne spoje v konstrukciji. Zalogovniki pri kompaktnih napravah morajo imeti tesen pokrov, ki preprečuje povratni tok dimnih plinov (sponke na pokrovu polnilne odprtine), v primeru ko druge priprave ne dosežejo enakega učinka. Mehanske polnilne naprave iz skladišča goriva, kot tudi dozirne naprave za gorivo v kurišče, morajo biti vgrajene tako, da preko pogona (elektromotorji vključno z instalacijo) ne predstavljajo nevarnosti za nastanek gorenja, oziroma so nameščene na mestih, ki niso neposredno ogrožena zaradi ognja. V kurilnici ne smemo hraniti, razen goriva v zalogovniku, nobenega gorljivega materiala (dodatnega goriva, ipd.). Pepel moramo hraniti v tesno zaprtih posodah, dokler ne zagotovimo načina za njegovo varno odstranitev. Okna, ki so zastekljena z mrežnim steklom, morajo biti med obratovanjem naprav zaprta. Pokrove in lopute zalogovnika, oziroma polnilnega jaška ali cevi, moramo po končanem polnjenju tesno zapreti.

Dovoljene so tudi drugačne izvedbe od opisanih, če je pri tem enakovredno zagotovljena protipožarna varnost. Če hranimo sekance v kašah oziroma zgradbah, ki so do tedaj služile skladiščenju gorljivih pridelkov (npr. slami, senu, ipd.), ni potrebno, glede protipožarne zaščite, imeti posebnega dovoljenja, ker bi to morali imeti že za prejšnji material. V primeru, da gre za adaptacijo kakšnih drugih prostorov, pa je potrebno pridobiti ustrezna upravná dovoljenja glede spremembe namembnosti oziroma protipožarne zaščite.

Pri bolj prašnatih gorivih, kjer je velika vsebnost lesnega prahu, je treba upoštevati Navodilo za požarno zaščito sistemov za odpraševanje in zbiranje lesnega prahu (komisija Republiškega inšpektorata za varstvo pred požarom, 14. 12. 1980), ki tudi pravi, da mora imeti višji zalogovnik oz. silos na vrhu razpršilno napravo z ročnim ventilom, ki jo lahko uporabimo v primeru požara.

FAKTORJI ZA PRETVORBO IN KURILNE VREDNOSTI

Faktorji pretvorbe količin:

Lesna biomasa	Mere	Faktor (1m ³ v prm)
Goli		1,11
Oblice	1 m	1,43-1,54
Sekanice	1 m	2,00-2,50
Zložena klas. polena	25-30 cm	1,18
Nasuta klas. polena	25-30 cm	2,50
Drobna polena	d < 7 cm	6,25
Lubje, nezdobljeno		2,50-4,00
Grobi goz. sekanci	3-15 cm	3,00
Drobni goz. sekanci	< 3 cm	2,50-3,00
Lesni ostanki:		
- očelki		2,00-3,30
- krajniki		1,50-1,80
- žamanje		1,50-1,80
- žagovina		2,40-3,30
- oblanci		4,00-5,00

(vir: Gozdarski inštitut Slovenije)

Potrebno gorivo za enodružinsko hišo (količina, tloris zalogovnika in kurilnost):

Gorivo	Potrebna letna zaloga [m ³]	Tloris zalogovnika pri višini polnjenja 2,5 m [m ²]	Kurilnost [MWh/prm]
EL kurilno olje	3	2 - tloris cisterne (višina 1,5 m)	10 kWh/kg
Črni premog	5	1,9	8 kWh/kg
Koks	9	3,4	7 kWh/kg
Peleti	9	3,8	3,2
Trdi les (poln)	17	6,7	1,8
Mehki les (poln)	21	8,6	1,4
Gozdni sek. (trdi les)	30	12,0	1,0
Gozdni sek. (mehki les)	38	15,0	0,8
Industrijski sekanci	46	18,5	0,65
Oblanci	60	24,0	0,5

ZANIMIVE SPLETNE STRANI

kjer lahko pridobite še več informacij o uporabi lesne biomase v energetske namene in tudi še več povezav na druge spletne strani.

A Guide to RESIDENTIAL WOOD HEATING	http://www.nrcan.gc.ca/es/erb/reed/wood/index.html
Woodheat home	http://www.woodheat.org/
BLT-Wieselburg	http://www.blt.bmlf.gv.at/
Fachagentur Nachhaltigende Rohstoffe e.V.	http://www.fnr.de/
AEBIOM - European Biomass Association	http://www.ecop.ucl.ac.be/aebiom/
Bioenergy, Biomass and Waste Web Sites	http://www.chem.ruu.nl/nws/www/research/e&e/biolink.htm
Biomass Energy Businesses in the World	http://energy.sourceguides.com/businesses/byP/biomass/biomass.shtml
Biomassehof Allgäu	http://www.holzbrennstoffe.de/

Brennholz	http://www.brennholz.de/
Energieholzboerse	http://www.energieholz.de/
BTG biomass technology group	http://www.btgworld.com/
Pellets Verband Austria	http://www.pelletsverband.at/
Landesenergieverein	http://www.lev.at/
Kaminofen Home	http://kaminoefen.com/
Landtechnik Weihenstephan Homepage	http://www.tec.agrar.tu-muenchen.de/
PROHOLZ	http://www.proholz.at/
A Global Overview of Renewable Energy Sources (AGORES)	http://www.agores.org/
CORDIS	http://www.cordis.lu/
International Energy Agency	http://www.iea.org/
Energieverwertungs-agentur - E.V.A.	http://www.eva.wsr.ac.at/
O.Ö. Energiesparverband	http://www.esv.or.at/

KORISTNE INFORMACIJE

Naslovi organizacij:

- **Ministrstvo za gospodarske dejavnosti RS** /nepovratne spodbude/, Kotnikova 5/II, 1000 Ljubljana; tel.: 01/478 3283, faks: 01/432 6094
- **ApE - Agencija za prestrukturiranje energetike** /tehnično ekonomske analize, koncepti, svetovanje/, Litijska 45, 1000 Ljubljana; tel.: 01/586 3870, faks: 01/586 3879
- **Energetsko svetovalne pisarne** /energetsko svetovanje občanov/, Gradbeni center Slovenije, Dimičeva 9, 1000 Ljubljana, tel.: 01/568 23 45, faks: 01/568 22 46
- **Ekološko razvojni sklad RS** /ugodni krediti/, Trg republike 3, 1000 Ljubljana; tel.: 01/425 51 96, faks: 01/425 20 91
- **Gozdarski inštitut Slovenije** /raziskave na področju gozdarstva/, Večna pot 2, 1000 Ljubljana; tel.: 01/200 7800, faks: 01/257 3589
- **Zveza združenj za medsosedsko pomoč - strojnih krožkov Slovenije** /pridobivanje biomase/, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto; tel.: 07/373 05 72, faks: 07/373 05 90
- **Slovenski E – forum** /informiranje, promocija/, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, tel.: 01/588 84 73, faks: 01/588 83 67
- **Zveza društev za biomaso Slovenije** /informiranje, promocija/, Jareninski dol 1, 2221 Jarenina; tel.: 031/579 551
- **FEMOPET Slovenija** /spodbujanje inovativnih energetskih tehnologij/, Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana; tel.: 01/477 1200, faks: 01/251 8567

Možnosti za pridobitev finančnih sredstev:

- letni Javni razpis Ministrstva za gospodarske dejavnosti RS na področju energetike za spodbude obnovljivim virom energije. Zadnji je bil objavljen v Ur. listu RS, št. 84/00, str. 7572 (naslov glej zgoraj) in
- ugodni krediti za prehod iz ogrevanja na trda in tekoča fosilna goriva na biomaso, pri Ekološko razvojnem skladu RS (naslov glej zgoraj).

Naslovi proizvajalcev oziroma zastopnikov za sodobne kotle na lesno biomaso pri nas:

- **WV term d.o.o.** /proizvajalec-zastopnik za kotle Bioflamm/, Valvasorjeva 73, 2000 Maribor; tel.: 02/ 429 28 10, faks: 02/ 420 21 67 (g. Radislav Marksl)
- **Ferotherm Lenterm d.o.o.** /proizvajalec kotlov/, Mariborska c. 12, 2352 Selnica ob Dravi; tel.: 02/ 673 00 10, faks: 02/ 673 00 11 (g. Iztok Levstek)
- **Biomasa s.p.** /zastopnik za kotle Fröling/, Logarska dolina 25, 3335 Solčava; 03/ 584 40

87, 041/ 383 383, fax 03/ 584 40 87 (g. Rok Suhodolnik)

- **Viessmann d.o.o.** /proizvajalec-zastopnik za kotle/, Cesta XIV. divizije 116a, 2000 Maribor; tel.: 02/ 480 55 50, faks: 02/ 480 50 60 (g. Iztok Knific)
- **METEX d.o.o.** /zastopnik za kotle Herz/, Tržaška c. 37a, 2000 Maribor; tel. 02/ 33 03 288, faks: 02/ 33 03 272 (g. Niko Pauko)
- **MAWEK d.o.o.** /zastopnik za kotle KWB/, Predoslje 100A, 4000 Kranj; tel. 04/ 234 07 70, faks: 04/ 234 07 71 (g. Nace Korenjak)
- **ETIKS d.o.o.** /zastopnik za kotle Atmos/, Prožinska vas 15, 3220 Štore; tel. 03/ 577 16 91, faks: 03/ 577 10 77 (g. Drago Žulič)

Seznam ni popoln, saj je mogoče, da smo kakšnega proizvajalca/zastopnika kotlov na lesno biomaso v Sloveniji izpustili. Paziti morate, da izbrani kotel ustreza predpisom (Uredba o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav, Uradni list RS, št. 73/94 in 51/98), ter da sama konstrukcija kotla sledi sodobnim dognanjem o kurjenju biomase.

Ogled majhnih kotlov na lesno biomaso,

vgrajenih v okviru projekta iz programa EU INCO COPERNICUS "Demonstracijska vgradnja majhnih kotlov na lesno biomaso v Sloveniji in na Madžarskem" je mogoč na naslednjih lokacijah:

Lastnik	Naslov	Telefon	Čas
KOTLA NA POLENA			
Ivo Potočnik	Rovte 8, 4244 Podnart	04/ 530 66 66	PO po 17 ^h
Cveto Golob	Prapreče 22, 8351 Straža	07/ 308 33 87	ČE po 17 ^h
KOTLI NA SEKANCE			
Zavod za gozdove RS, OE Bled (Miro Kapus)	Ljubljanska c. 19, 4260 Bled (kotel je vgrajen v koči pri Mrzlem studentu na Pokljuki)	04/ 574 12 41 04/ 531 46 90	po dog.
AMLES doo, Anton Mihelič	Črni potok 4A, 1330 Kočevje	01/ 895 54 31 041/ 684 257	ČE po 17 ^h
Marjan Dolenšek	Dol. Laknice 3, 8230 Mokronog	07/ 373 05 72 *041/ 611683	ČE po 17 ^h
Veronika Valentar	Podgora 31, 2394 Kotlje	02/ 822 33 41	TO po 17 ^h

Za ogled se morate predhodno dogovoriti po telefonu!

LITERATURA

1. Biomasa - potencialni energetske vir za Slovenijo, zbornik slovensko -avstrijskega posveta v Jarenini, 1. 12. 1994. Ljubljana: ApE, 1994.
2. Biomasa - vir energije za Slovenijo, zbornik delavnice na Brdu pri Kranju, 19. 4. 1996. Ljubljana: ApE, 1996.
3. Čista energija iz gozda - Ogrevanje s sodobnimi kotli na lesno biomaso (zgibanka). Ljubljana: ApE, 2000.
4. Marjan Dolenšek [et al]: Energija iz lesne biomase, (uredil Andrej Golob). Slovenj Gradec: Kmetijska založba, 1999.
5. Vincenc Butala, Jani Turk: Lesna biomasa - neizkoriščeni domači vir energije. Ljubljana: Femopet, 1998.
6. Biomasa kot alternativni vir energije – zbornik (uredila Iva Šubelj Kramar). Kamnik: Dednina Šubelj, 2000.
7. Martina Šumenjak [et al]: Biomasa - vir energije za zeleno Slovenijo. Jarenina: Zveza društev za biomaso Slovenije, b. d.
8. Jörn Uth: Scheitholzvergaserkessel. Gulzow (Nemčija): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 1999.
9. Hans Felster [et al]: Wood for Energy Production - Technology - Environment - Economy (editor Helle Serup). Virum (Danska): The Centre for Biomass Technology, 1999.
10. Thomas Launhardt [et al]: Emissionsmessungen an 21 bayerischen Zentralheizungsanlagen für Holzhackgut. München (Nemčija): Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1999.
11. Arno Strehler: Sammelmappe zur Informationsveranstaltung Wärmegewinnung aus Biomasse - Schwerpunkt Holzfeuerung. Freising (Nemčija): Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, 1999.
12. Anton Jonas: Energie aus Holz. Innsbruck (Avstrija): Landeslandwirtschaftskammer für Tirol, 1994.
13. Siegfried Mayr [et al]: Riscaldare con il legno. Bolzano (Italija): Provincia autonoma di Bolzano, b. d.
14. Guideline on Biomass Combustion Technologies - Heat from Straw and Wood (urednik Arno Strehler). European Cooperative Networks on Rural Energy 1988 (CNRE Guideline No. 1).
15. Biomass conversion technologies - Achievements and prospects for heat and power generation. European Commission, DG Science, Research and Development, 1998.
16. Kurt Schauer [et al]: Poročilo projekta PIREUS. Graz (Avstrija): Landesenergieverein Steiermark, b.d.
17. Katalogi, prospekti, navodila za montažo in vgradnjo različnih proizvajalcev opreme.

BELEŽKE





00000232308

BELEŽKE

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

523561