

## ČLANEK - Uplinjevalni kotli na lesna polena

Les je trdo gorivo, kljub temu pa je v njem okoli 85% gorljivih snovi hlapnih. To pa pomeni, da naj bi, več kot 80 % gorljivih snovi zgorelo v obliki lesnega plina. Žal v primeru slabih in tehnološko zastarelih kurilnih naprav, ki ne dosegajo pogojev popolnega zgorevanja, velik del teh plinov ne zgore. Hklapljive komponente namreč izhlapijo v teh napravah tudi takrat, ko v kurišču ni ustreznih količin kisika in tudi takrat, ko ni potrebe po toploti. Navedeno pa pripelje do nepopolnega zgorevanja, ko hklapljive komponente ne zgorijo, pač pa pobegnejo skozi dimnik v okolico. S tem pa izgubljammo njihovo energijo, istočasno pa zastrupljamo tudi okolje.

### Zgorevanje lesa

Preden se začnemo ukvarjati s sodobnimi uplinjevalnimi kotli na polena, pogledjmo, kako pravzaprav poteka zgorevanje lesa.

Gorenje je sestavljeno iz treh glavnih faz in sicer: sušenje lesa, oksidacija plinov in termični razpad lesa ter oksidacija oglja oziroma zgorevanje lesnega oglja.

Sušenje – poteka pri temperaturah do 150 °C

Les prižgemo in dovajamo zrak za zgorevanje. Temu zraku pravimo »primarni« zrak. V tem obdobju gorenja lesa se les segreje in voda, ki je še vezana na njega, izhlapeva. Pomembno je da kurimo s čim bolj suhim lesom. Vsebnost vode v lesu naj bo manjša od 20 %, saj voda, ki se nahaja v lesu med zgorevanjem izhlapeva in odnaša toploto iz peči skozi dimnik. Za izhlapevanje 1 kg vode pa potrebujemo 0,68 kWh toplotne energije. Čim več vode je torej v lesu, tem več energije bomo porabili za njeno izhlapevanje in tem manj bo ostalo za ogrevanje našega stanovanja. Vsakih 10% vode zmanjšuje kurilno vrednost lesa za 12%.

Oksidacija plinov in termični razpad lesa (piroliza)

Ta faza poteka pri temperaturah med 150 °C in 550 °C. kjer pride do uplinjanja hlapljivih snovi v lesu. Dejansko se hklapljive komponente najprej utekočinijo, potem pa pod vplivom temperature še uplinijo. Za popolno zgorevanje teh plinov moramo dovesti med pline dodaten vroč zrak, ki mu pravimo »sekundarni zrak«. Ta zrak mora zavrtinčiti lesne pline in s tem omogočiti čim boljše mešanje plinov s kisikom ter s tem kakovostno zgorevanje. V tej fazi zgore že okoli 86% sestavin lesa. Preostalih 14 % ostane kot oglje.

Oksidacija oglja

Pri temperaturah nad 600 °C se uplinja in zgore tudi oglje. Pri dovolj visokih temperaturah in zadostni količini kisika les popolnoma zgore. Minerali, ki se nahajajo v lesu, ostanejo po gorenju v obliki pepela. Pepel čistega lesa je uporaben kot naravno gnojivo.

Kljub temu, da je les trdo gorivo, 83% njegovih sestavin zgore v obliki plina, kar predstavlja 70 % pridobljene toplote.

Popolno zgorevanje bo torej potekalo le pri prisotnosti ustrezne temperature in ustreznih količin kisika, točneje ustreznega razmerja primarnega in sekundarnega zraka. Pri prenizkih temperaturah se lesni plini ponovno utekočinijo in se nabirajo kot saje in katran na stenah kotla in tudi dimnika. Pri pomankanju kisika pa lesni plini ne zgorijo v celoti, pač pa nezgoreli zapuščajo kotel. S tem pa izgubljammo njihovo energijo in hkrati tudi onesnažujemo okolje. V lesnih plinih je namreč kar nekaj močno nevarnih snovi tako za okolje kot tudi za človeka (ogljikov monoksid, ogljikovodiki).

Spoznanja o zgorevanju lesa so izrednega pomena in so bistvena pomoč pri konstruiranju in izdelavi kotlov ter pri samem zgorevanju lesa v kotlu. Tako je za popolno zgorevanje zelo pomembno razmerje med primarnim in sekundarnim zrakom, pravilno dovajanje primarnega in sekundarnega zraka, predgrevanje sekundarnega zraka pred vstopom v kurišče, vrtenje in pravilno mešanje sekundarnega zraka s hlapljivimi snovmi iz lesa itd.

## Sodobni uplinjevalni kotli na polena

Predhodnik sodobnih uplinjevalnih kotlov je kotel s spodnjim odgorevanjem. Enega od takih prikazuje spodnja slika 1.



Slika 1 kotel z odgorevanjem, Vir spletne strani

Pri teh kotlih ne moremo govoriti o regulaciji zgorevanja, pač pa le o spreminjanju intenzivnosti zgorevanja. Sprememba intenzivnosti zgorevanja se pri teh kotlih uravnava s spreminjanjem položaja lopute za dovod zraka. Pri manjšem odjemu toplote se loputa za dovod zraka, s pomočjo termoregulacijskega ventila pripre, kar privede do pomanjkanja kisika v kurišču. S tem pa se seveda gorenje ne zaustavi, pač pa se le upočasni, pri tem pa se uplinjanje hlapljivih komponent lesa še vedno nadaljuje. Zaradi pomanjkanja kisika pa nastali lesni plini ne zgorijo, pač pa nezgoreli zapuščajo kotel. Z njimi pa odhaja tudi energija teh nezgorelih plinov in hkrati prihaja tudi do onesnaževanja okolja.

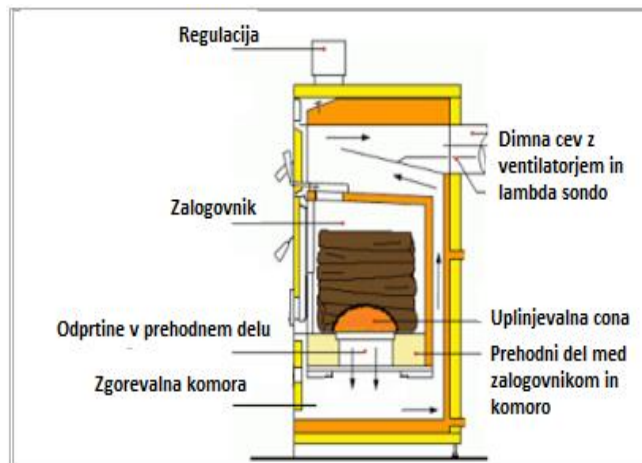
Navedeni kotli so izdelani na osnovi zastarele tehnologije in tako delujejo tudi na osnovi te tehnologije, njihove osnovne lastnosti pa so: slabi izkoristki, onesnaževanje okolja in tudi neprijetno in umazano delo. Zaradi navedenega je, s 1.1.2020, njihova prodaja prepovedana. Na lesno biomaso se smejo prodajati le kotli, ki so skladni z veljavno zakonodajo in izpolnjujejo naslednje zahteve:

- pri kotlih z nazivno izhodno toplotno močjo 20 kW ali manj sezonska energijska učinkovitost pri ogrevanju prostorov ni manjša od 78%,
- pri kotlih z nazivno izhodno toplotno močjo več kot 20 kW sezonska energijska učinkovitost ogrevanja prostorov ni manjša od 80%,
- sezonske emisije trdnih delcev pri ogrevanju prostorov ne presegajo  $30\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle s samodejnim polnjenjem in  $45\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle z ročnim polnjenjem,
- sezonske emisije ogljikovega monoksida pri ogrevanju prostorov ne presegajo  $380\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle s samodejnim polnjenjem in  $530\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle z ročnim polnjenjem,
- sezonske emisije organskih plinskih mešanic pri ogrevanju prostorov ne presegajo  $20\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle s samodejnim polnjenjem in  $30\text{mg}/\text{m}^3$  za kotle z ročnim polnjenjem,
- sezonske emisije dušikovih oksidov pri ogrevanju prostorov, izražene v dušikovem dioksidu, ne presegajo  $200\text{mg}/\text{m}^3$  za vse kotle na lesno biomaso pri računski vsebnosti kisika 10 % v suhih dimnih plinih.
- kotel na lesno biomaso z ročnim polnjenjem goriva mora imeti za optimalno zgorevanje prigraden hranilnik s prostornino zahtevano z Uredbo Komisije (EU) 2015/1189. Zahteve veljajo za osnovno gorivo in vsako drugo primerno gorivo.

V zadnjih desetih letih je bil razvoj kotlov na polna usmerjen v smeri izboljšanja tehnologije zgorevanja lesa. Končni cilj je bil doseči popolno zgorevanje, kar pomeni, da se les uplini do maksimalno možne meje (ustrezna količina primarnega zraka) in da dobljeni lesni plini v celoti zgorijo (ustrezna količina sekundarnega zraka).

### Osnovne lastnosti uplinjevalnih kotlov

Za razliko od svojih predhodnikov, je pri uplinjevalnem kotlu kurišče razdeljeno na zgornji del – zalogovnik in spodnji del – zgorevalna komora. V zalogovniku se odvija sušenje lesa, na samem spodnjem delu zalogovnika pa zgorevanje s tlenjem in uplinjanje lesa. Tlenje in uplinjanje lesa se vrši pod nadziranim dodajanjem primarnega zraka. S pomočjo frekvenčno reguliranega ventilatorja potujejo nastali lesni plini skozi odprtine (rešetka) vmesnega dela v zgorevalno komoro. Tu se mešajo z vročim sekundarnim zrakom in vrtinčasto popolnoma zgorijo. Pri tem doseže nastala temperatura vrednosti do 1.100 °C. Zaradi tega mora biti sama zgorevalna komora in pa tudi prehodni del med komoro in zalogovnikom iz kvalitetnega ognjeodpornega betona ali ognjeodporne keramike.



*Slika 2 - Poenostavljena slika uplinjevalnega kotla, vir spletne strani*

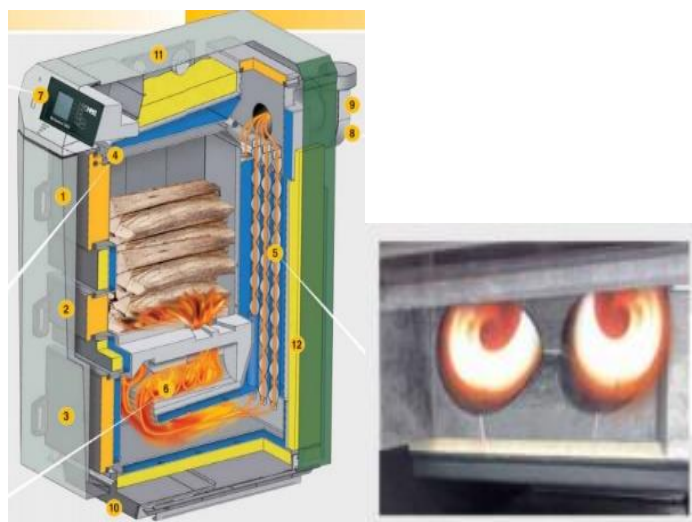
Samo uplinjanje in pa tudi zgorevanje plinov se vrši pod nadzorom mikroprocesorske regulacije, ki s pomočjo temperaturnih tipal in lambda sonde sproti izvaja ukrepe za doseganje popolnega zgorevanja. Gre za zvezno spreminjanje števila vrtljajev ventilatorja in položaja elektromotornih loput za dovajanje primarnega in sekundarnega zraka. S spreminjanjem števila vrtljajev ventilatorja spreminjamo intenzivnost vleka in s tem intenzivnost zgorevanja oziroma moč kotla. Moč kotla ni dobro zniževati pod 30%, ker pod to mejo izkoristek močno pada. Obratovanje v območju 30 do 100% nazivne moči pa zagotavlja povprečni izkoristek okoli 90%. Lambda sonda neprestano nadzira sestavo dimnih plinov (predvsem vsebnost kisika) in po potrebi, s spreminjanjem položaja loput, uravnava dovajanje primarnega in sekundarnega zraka. Tako vedno doseže popolno zgorevanje, z dobrim izkoristkom, pri različni vrsti in kvaliteti lesa, tudi pri nižani obremenitvi do 30 %.

Kotel preda toploto vročih dimnih plinov ogrevalni vodi v svojem toplotnem izmenjevalcu. Toplotni izmenjevalec uplinjevalnih kotlov je sestavljen iz cevnih registrov. V notranjosti cevi potujejo dimni plini, zunanost cevi pa obdaja kotlovska voda. Kljub dobremu zgorevanju se na notranji strani cevi zbirajo saje, ki jih je potrebno redno odstranjevati. V ta namen so v ceveh nameščeni vzmetni turbolatorji (slika 3), s pomočjo katerih, oziroma z njihovim premikanjem, dnevno odstranimo saje. Čiščenje cevi je lahko ročno ali pa za to v določenih časovnih intervalih poskrbi avtomatika. Druga naloga turbolatorjev je v podaljšanju časa zadrževanja dimnih plinov v ceveh. Turbolatorji namreč zavrtinčijo dimne pline, ki zaradi tega oddajo več toplote ogrevalni vodi.



Slika 3, vir spletne strani proizvajalcev

Prez sodobnega uplinjevalnega kotla z dvojno vrtinčasto izgorevalno komoro podaja slika 4



1. <b>Vrata polnilnega jaška</b> za enostavno nalaganje polmeterskih polen	4. <b>Ovodni kanal dima</b>	8. <b>Uravnavanje z lambda sondo</b> avtomatsko nadzira dimne pline in proces izgorevanja	11. <b>Loputa primarnega in sekundarnega zraka</b> proporcionalno ločeno reguliranje dovoda zraka
2. <b>Velika vrata za prižiganje</b> hitro in enostavno prižiganje brez tresk zahvajajoč se inovativni tehnologiji	5. <b>Cevni toplotni izmenjevalec</b> s turbolatorji in avtomatskim čiščenjem	9. <b>Sesalni ventilator</b> z regulacijo vrtljajev in nadzornim sistemom, za zagotovitev operativne zanesljivosti	12. <b>Učinkovita toplotna izolacija</b> omogoča minimalne sevalne izgube kotla
3. <b>Čistilna vrata</b> enostavno čiščenje izgorevalnega pepela ter letečega pepela s sprednje strani	6. <b>Dvo vrtinčasta izgorevalna komora</b>	10. <b>Integriran predal za pepel</b> enostavno čiščenje pepela v premični predal	
	7. <b>Regulacija BioControl 3000</b> centralna regulacijska enota		

Slika 4, vir spletne strani proizvajalcev

Zalogovnik polen je pri teh kotlih dimenzioniran tako, da eno polnjenje zadošča do okoli sedem ur obratovanja pri polni obremenitvi, oziroma do tudi dvajset ur obratovanja pri delni obremenitvi.

Glede na dovod zraka v kurišče ločimo dva tipa uplinjevalnih kotlov in sicer:

- Nadtlačni in
- Podtlačni tip

Pri nadtlačnem dovodu zraka tlačni ventilator potiska del zraka v zalogovnik polen nad rešetko. Nastali zračni tlak potiska, v tem prostoru nastale lesne pline, v sekundarno gorišče pod rešetko (zgorevalna komora). V sekundarno kurišče pa potiska ta isti ventilator še drugi del zraka, ki mu pravimo sekundarni zrak. V sekundarnem kurišču se ta sekundarni zrak vrtnčasto pomeša z lesnimi plini, ki zaradi tega popolnoma zgorijo.

Pri podtlačnem dovodu je sesalni ventilator vgrajen na izstop iz kotla. Pot zraka pa je podobna kot pri nadtlačnem dovodu. Tudi pri teh kotlih potuje del zraka preko polen, kjer prevzame nastale lesne pline, in jih vleče v sekundarno gorišče. Tu se lesni plini srečajo in pomešajo s sekundarnim zrakom in popolnoma zgorijo. Nastale dimne pline sesalni ventilator vleče skozi toplotni izmenjevalec in jih nato potiska v dimnik.

Podtlačni kotli so sodobnejši in imajo pred tlačnimi predvsem naslednje prednosti: lažje kurjenje pri različnem vremenu in vleku dimnika, manj dima v kurilnici pri dolaganju drv.

#### Hranilnik toplote

Sestavi del kotlovnice s kotli na polena je tudi hranilnik toplote. Le ta je potreben zaradi izboljšanja izkoristka ogrevanja in tudi zaradi izboljšanja bivalnega ugodja. Za pridobitev subvencije EKO sklada je hranilnik toplote obvezen.

Pri plinastih in tekočih gorivih je intenzivnost proizvodnje toplote možno uravnavati s spreminjanjem količine dovedenega goriva in zraka za zgorevanje ali pa z ugašanjem oz. ponovnim prižiganjem gorilnika. V primeru kurjenja s poleni to žal ne gre. Pri boljših kotlih na polena je sicer možno intenzivnost gorenja znižati na 30%, nižje pa ni priporočljivo, ker bi prišlo do nepopolnega zgorevanja. Nepopolno zgorevanje pa povzroči močno poslabšanje izkoristka peči in emisijo škodljivih snovi. Hranilnik toplote, to je dobro toplotno izolirani vodni rezervoar, prevzame presežno toploto iz kotla in jo oddaja v času mirovanja kotla.

Z vgradnjo hranilnika toplote dosežemo naslednje:

- kotel bo obratoval ves čas z nazivno močjo oziroma blizu nazivne moči. Zaradi tega bo njegov izkoristek dober, ne bo škodljivih emisij, podaljšala pa se bo tudi življenjska doba kotla.
- kvalitetno bivalno ugodje. Temperatura v prostoru ne bo nihala, kot je to značilno pri zastarelih kotlih.
- stanovanje ogrevamo tudi v času, ko kotel miruje ali vzdržuje žerjavico.
- optimalna poraba kuriva ob višji stopnji udobja ogrevanja.

Pri uporabi kotlov na polena moramo zagotoviti varno in zanesljivo obratovanje le teh tudi v primeru izpada električne energije. Pri tem mislimo predvsem na rezervno napajanje vitalnih elementov ogrevalnega sistema z električno energijo in tudi na vodno hlajenje kotla iz vodovodnega omrežja pitne vode. Za rezervno napajanje z električno energijo poskrbi UPS, za hlajenje peči v primeru pregretja pa tovarniško vgrajen hladilnik, ki je priklopljen na vodovodno omrežje. Aktiviranje hladilnika mora biti samodejno.

Vodja ENSVET pisarne Lendava

mag. Evgen Gömbös, udie