

## Ogrevanje z lesom in sodobnimi kotli na polena Dimenzioniranje hranilnika toplote – kako velik naj bo?

### UVOD

Sodobni kotli na polena se v Sloveniji, sodeč po povpraševanju po državnih subvencijah, iz leta v leto hitreje uveljavljajo. V primerjavi s kotli na sekance ali pelete so cenejši, omogočajo enostavno samooskrbo in so od zastarelih peči na trda goriva izredno napredovali v smislu udobja ogrevanja. Vedno višje cene fosilnih goriv so povzročile, da danes lahko na slovenskem trgu izbiramo med pravo poplavo proizvajalcev. Katerega izbrati je težavno vprašanje za večino investitorjev na katerega pa v tem prispevku žal ne bomo odgovorili. Tokrat se bomo posvetili vprašanju dimenzioniranja hranilnika toplote, ki ga sodobni kotli na polena morajo obvezno imeti prigrajenega. S prodorom predvsem tehnološko in kakovostno izredno zmogljivih kotlov na naš trg, se predvsem zaradi zastarelega načina izračunavanja potrebne velikosti hranilnika toplote, pojavlja nevarnost, da se k najsodobnejšim kotlom na polena prigrajujejo premajhni hranilniki toplote.

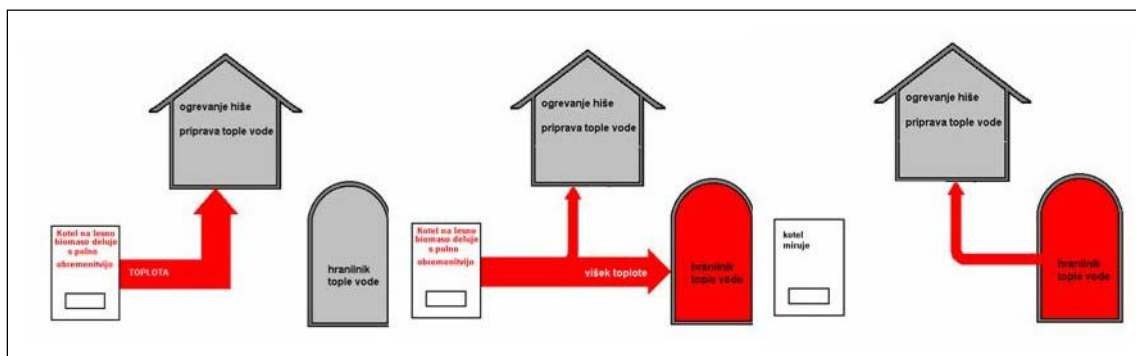


### PONOVIMO OSNOVE – ZAKAJ SPLOH HRANILNIK TOPLOTE ?

Pri tekočih in plinastih gorivih je intenzivnost gorenja mogoče preprosto uravnavati z doziranjem količine goriva. Če potrebujemo zelo malo toplote, potem pač v izgorovalni prostor doziramo zelo malo goriva ali proces gorenja celo ustavimo. V primeru kurjenja s poleni je to žal nemogoče. Ko enkrat zakurimo intenzivnosti gorenja ne moremo zniževati v nedogled in prav tako ne moremo procesa gorenja kar ustaviti ter ga kasneje nadaljevati. Ko zakurimo mora kurivo goreti kar se da intenzivno in kar se da popolno. Le tako nam uspe doseči najvišje izkoristke, najnižje emisije neželenih dimnih plinov in minimalno količino pepela. Najboljše naprave omogočajo nalaganje enkrat na dan, proces gorenja enega nalaganja lesa pa traja v povprečju 5-8 ur. To pomeni, da se pri gorenju ustvarijo silni presežki toplote, ki jih je potrebno nekam uskladiščiti. In temu služi hranilnik toplote (v nadaljevanju HT). HT ni bojler za toplo sanitarno vodo, pač pa je velik dobro izoliran vodni rezervoar v katerem se ogreva in pretaka voda, ki je sestavni del celotnega ogrevalnega sistema (kotel, HT, radiatorji). Služi temu, da shranjuje presežke toplote med procesom gorenja in jih kasneje ko gorenje v kotlu poneha, vrača v hišo. Na tak način se je mogoče ogrevati po principu »**naloži, zakuri, pozabi do jutri**«. S HT dosežemo številne zelene učinke, na primer:

- kotel lahko deluje pri nazivni moči ali čim bližje svoji nazivni moči, s čimer se bistveno izboljša izkoristek kotla, zmanjšajo se emisije škodljivih dimnih plinov, temperature dimnih plinov so konstantne, ni katranizacije lesa, podaljša se življenjska doba kotla;
- temperatura v stanovanju ne niha v smislu prevroče-hladno, kar je značilno za zastarele kotle na trda kuriva z naravnim vlekem zraka brez ustrezne regulacije;
- stanovanje lahko ogrevamo tudi v času, ko kotel miruje ali zadržuje žerjavico (na primer zjutraj ko vstanemo ali popoldne ko pridemo iz službe);

- v prehodnem času je možno nalaganje kuriva enkrat na dan (lahko tudi bolj poredko) oziroma dvakratno nalaganje v zimskem času brez vsakokratnega ponovnega kurjenja;
- bistveno višja stopnja ogrevanja in optimalna poraba kuriva.



### KAKO VELIK NAJ BO HRANILNIK TOPLOTE?

Na velikost HT vpliva več dejavnikov. Med pomembnejše sodijo lastnosti kotla h kateremu prigradjujemo HT in lastnosti stavbe/stanovanja, ki ga ogrevamo. Predvsem pomembni so naslednji dejavniki:

- razmerje med nazivno močjo kotla in najmanjšo močjo kotla ko le ta še lahko obratuje s popolnim izgorevanjem (ali gre za kotel, ki deluje le pri nazivni moči ali pa zmore znižati zmogljivost, npr. med 50% - 100% nazivne moči)
- razmerje med nazivno močjo kotla in izračunano potrebno močjo kotla za pokrivanje toplotnih izgub stavbe/stanovanja, ki ga ogrevamo (ali je vgrajeni kotel poddimenzioniran ali predimenzioniran in za koliko);
- ter velikost nalagalnega prostora za kurivo (koliko energije damo v kotel z enkratnim nalaganjem lesa?).

Pomembno je vedeti, da je tudi HT lahko poddimenzioniran, optimalno dimenzioniran ali predimenzioniran. Iz vidika izkoristka ogrevalnega sistema je ključno, da HT zadosti vsaj minimalni preračunani vrednosti. Iz vidika udobja ogrevanja pa je pomembno, da je HT dimenzioniran nekje v območju med optimumom in maksimumom. Večji bo hranilnik toplote, daljši bodo intervali med posameznimi nalaganji in višje bo udobje ogrevanja. Kako velik torej naj bo HT in kje je optimum oz. maksimum za naš izbran sistem? Trenutni način subvencioniranja s strani države nam zaenkrat pove le koliko je minimalna potrebna velikost HT, pa še ta ima pomembno slabost, da so v primeru slabših tehnologij HT blizu optimumu ali celo maksimumu, v primeru boljših tehnologij pa v minimumu. V nadaljevanju bomo pogledali tri možne načine izračunavanja potrebne velikosti HT in opozorili na slabosti in prednosti posameznega sistema.

### DIMENZIONIRANJE HT PO EN 303-5 STANDARDU

Evropski standard EN 303-5 določa velikost HT z upoštevanjem toplotnih izgub stavbe, nazivne moči kotla, najnižje delne moči kotla in časom pregorevanja kuriva. Formula za preračun velikosti HT je naslednja:

$$V_{ht} = 15 \times t_g \times Q_{max} \times (1 - 0.3 \times Q_h / Q_{min})$$

Pri čemer je	$V_{ht}$	volumen hranilnika toplote v litrih
	$t_b$	čas gorenja enega polnjenja peči pri nazivni moči (odvisno od kuriva)
	$Q_{max}$	nazivna moč kotla v kW
	$Q_{min}$	najmanjša delna moč kotla v kW
	$Q_h$	toplotne izgube stavbe/stanovanja v kW

*Primer 1: Ogrevamo enodružinsko hišo z izračunanimi toplotnimi izgubami 22kW. Kotel na polena ima nazivno moč 20kW in pri najnižji testirani delni moči deluje z 10kW. Čas gorenja enega polnega nalaganja lesa (trdi listavci) je 8 ur.*

$$\text{Potrebna velikost HT} = 15 \times 8 \times 20 \times (1 - 0.3 \times 22/10) = 816 \text{ litrov}$$

*Primer 2: Ogrevamo to isto enodružinsko hišo z enakim kotlom. Hišo smo nekaj let kasneje izolirali z 8 cm izolacije. Izračunane toplotne izgube znašajo po novem 15 kW.*

$$\text{Potrebna velikost HT} = 15 \times 8 \times 20 \times (1 - 0.3 \times 15/10) = 1320 \text{ litrov}$$

Kot vidimo EN 303-5 standard upošteva tako lastnosti kotla kot lastnosti stavbe. Bolj kot je kotel predimenzioniran večji mora biti HT. Slabosti tega načina izračuna sta predvsem kompliciran način izračuna in pogosto pomanjkanje vseh potrebnih podatkov v zvezi z lastnostmi kotla. Prav tako se pogosto dogaja, da po vgradnji sodobnega kotla na polena izvedemo adaptacije na stavbi, ki vplivajo na njene toplotne izgube (npr. zamenjava oken, izolacija strehe, fasade, tal,...). V takih primerih lahko postane vgrajeni HT znatno premajhen.

#### **DIMENZIONIRANJE HT V SKLADU Z RAZPISI MOP**

Ministrstvo za okolje in prostor (MOP) od leta 1999 z razpisi subvencionira vgradnjo sodobnih kotlov na polena. Zraven splošnih toplotno tehničnih lastnosti (izkoristek, emisije ogljikovega monoksida in praha), ki jih kotli na les morajo izpolnjevati, so pri kotlih na polena dodali pogoj obvezne prigraditve HT. V skladu z dosedanjimi razpisi je moral biti HT velik minimalno 50 litrov vode na kW nazivne moči kotla.

$$V_{ht} = 50 \times Q_{max}$$

Pri čemer je  $Q_{max}$  nazivna moč kotla v kW

*Primer 3: Ogrevamo enodružinsko hišo s kotlom nazivne moči 20kW.*

$$\text{Potrebna velikost HT} = 50 \times 20 = 1000 \text{ litrov}$$

Kot vidimo iz primera, ta način izračuna upošteva le nazivno moč kotla. Prednost te metode je preprosto in hitro izračunavanje. Bistvena slabost tega načina pa je v tem, da ne upošteva najpomembnejše lastnosti sodobnih kotlov na polena, to je velikosti nalagalnega prostora (glej tabelo). Sam podatek o nazivni moči je žal preveč relativen in nezanesljiv, povrh pa spodbuja, da so HT v primerih cenejših in praviloma tudi slabših tehnologij bližje optimumu, v primeru dražjih tehnologij pa bližje minimumu. Ker je značilnost razvoja kotlov na polena povečevanje nalagalnega prostora za les (čimveč naložiti naenkrat in čimbolj podaljšati potrebni čas za vračanje v kurilnico), je namesto moči kotla mnogo pomembnejši podatek o specifični velikosti nalagalnega prostora, izraženega v litrih/kW nazivne moči. Kot vidimo iz tabele so v primerih dražjih tehnologij specifične velikosti nalagalnih prostorov mnogo večje kot v primerih cenejših tehnologij in zato zahtevajo bistveno večje HT. Iz tega razloga je mnogo primernejši naslednji način izračuna potrebne velikosti HT.

## DIMENZIONIRANJE HT GLEDE NA VELIKOST NALAGALNEGA PROSTORA

Ta metoda je prav tako preprosta, z razliko, da velikost HT mnogo bolj prilagaja lastnostim dejanskega kotla, ki ga vgrajujemo. Iz primerjalne tabele je razvidno, da se primerljivo močni kotli med seboj precej razlikujejo glede na količino lesa, ki ga v kotel damo z enim polnjenjem. Pri določanju potrebne velikosti HT si pri tej metodi pomagamo z naslednjo lestvico:

Volumen nalagalnega prostora v litrih ×	←min.	optimum	max.→
	8...	...10...    ...12...	...14

*Primer 4: Ogrevamo enodružinsko hišo s kotlom nazivne moči 20kW in velikostjo nalagalnega prostora 140 litrov.*

<b>Minimalna velikost HT</b>	<b>= 8 × 140</b>	<b>= 1120 litrov</b>
<b>Optimalna velikost HT</b>	<b>= 10 × 140</b>	<b>= 1400 litrov</b>
<b>Maximalna velikost HT</b>	<b>= 14 × 140</b>	<b>= 1960 litrov</b>

Kot vidimo iz primera 4 nam ta metoda ponuja preprost način izračuna potrebne velikosti HT. Za nameček pa dobimo še razpon v katerem izbiramo svoj HT. V primeru, ko ima gospodinjstvo resne prostorske težave s postavitvijo HT v prostor (npr. širina vrat v stavbi je ožja kot je premer zelenega HT) potem bo moral biti izbrani HT bližje minimumu. V tem primeru bo HT služil predvsem kot izravnalni HT, kar pomeni, da bo njegova osnovna funkcija pobiranje presežkov toplote med obratovanjem kotla. Ko gospodinjstvo nima težav s prostorom je priporočljivo, da izbere čim večji HT. To velja predvsem za tista gospodinjstva, ki za ogrevanje uporabljajo zelo kvalitetna drva, npr. dobro sušeni trdi listavci (bukev, gaber, hrast, akacija...) in še posebej za tista gospodinjstva, ki jim je komoditeta ogrevanja na prvem mestu pri odločanju za tak sistem. V takem primeru bo HT služil predvsem kot akumulator energije in bo s tem znatno prispeval k udobju ogrevanja predvsem v prehodnem času, ko se bodo intervali med vračanju v kurilnico znatno povečali.

## ZAKLJUČEK

Z razvojem sodobnih kotlov na polena postajajo le ti vedno bolj zmogljivi. To velja predvsem za izkoristek, emisije in povečevanje udobja s strani avtomatizacije. Specifične velikosti nalagalnih prostorov se povečujejo in so največje pri razponu moči med 20 in 30kW. Prav zaradi vedno večjih nalagalnih prostorov so priporočljivi vedno večji hranilniki toplote. Z velikostjo hranilnika toplote pa je povezano udobje ogrevanja. Gospodinjstvom, ki se odločajo za ogrevanje s sodobnimi kotli na polena, priporočamo da prigranjujejo HT v velikosti vsaj 10 do 14 kratnika volumna nalagalnega prostora. Bolj kot uporabljamo kakovostna drva (zelo suha, trdi listavci), višjo kot želimo komoditeto ogrevanja in predvsem bolj kot je kotel predimenzioniran glede na toplotne izgube stavbe oz. stanovanja, večji mora biti hranilnik toplote.

Igor Kopše, univ. dipl.inž. gozd

Priporočena literatura za zainteresirane investitorje:

**Energie aus Holz.** Avt. Jonas A., 2005, informacijska brošura – 9. izdaja 115 str., Landwirtschaftskammer Steiermark.

**Ogrevanje z lesom.** Avt. Kopše I., Krajnc N, 2005, strokovna monografija 36 str., Zavod za gozdove, Gozdarski inštitut Slovenije, Agencija za učinkovito rabo energije in obnovljive vire energije.

[www.gov.si/zgs/biomasa1](http://www.gov.si/zgs/biomasa1) spletna stran o lesni biomasi na strežniku Zavoda za gozdove Slovenije

								
	Atmos DC22	Feroterm Bioles 25	WV term TR25	Windhager HMX 21	Fröhling FHG3000/20	Herz Firestar 25	HDG Bavaria Euro 30	Guntamatic BMK 20
Cena kotla na nemškem trgu v € <sup>1</sup>	2250	2410	~3500 <sup>2</sup>	7440	8300	9200	9370	9430
Nazivna moč kotla (kW)	22	25	25	21	20	25	30	20
Volumen nalagalnega prostora (liter)	90	90	130	145	140	200	220	175
Specifična velikost nalagalnega prostora (liter/kW) <sup>3</sup>	4,1	3,6	5,2	6,9	7,0	8	7,3	8,8
Min volumen HT MOP (liter)	1100	1250	1250	1050	1000	1250	1500	1000
Opt. volumen HT 10x (liter)	900	900	1300	1450	1400	2000	2200	1750
Max. volumen HT 14x (liter)	1260	1260	1820	2030	1960	2800	3080	2450

<sup>1</sup> cene so iz leta 2004 za kotel z vso regulacijo in brez hranilnika toplote

<sup>2</sup> približna cena na slovenskem trgu iz leta 2005

<sup>3</sup> specifična velikost nalagalnega prostora je razmerje med volumnom nalagalnega prostora in nazivno močjo kotla.