

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Avbelj, R., 2016. Lončena peč kot edini vir ogrevanja enostanovanjske hiše. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Butala, V., somentor Žarnić, R.): 49 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5935/>

Datum arhiviranja: 5-10-2016

University  
of Ljubljana  
Faculty of  
Civil and Geodetic  
Engineering



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Avbelj, R., 2016. Lončena peč kot edini vir ogrevanja enostanovanjske hiše. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Butala, V., co-supervisor Žarnić, R.): 49 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5935/>

Archiving Date: 5-10-2016

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM GRADBENIŠTVO  
SMER OPERATIVNO  
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

**ROK AVBELJ**

**LONČENA PEČ KOT EDINI VIR OGREVANJA  
ENOSTANOVANJSKE HIŠE**

Diplomska naloga št.: 593/SOG

**TILED STOVE AS THE UNIQUE HEATING SOURCE  
FOR SINGLE HOUSE**

Graduation thesis No.: 593/SOG

**Mentor:**

prof. dr. Vincenc Butala

**Somentor:**

prof. dr. Roko Žarnić

Ljubljana, 22. 09. 2016



---

Spodaj podpisani študent Rok Avbelj, vpisna številka 26106632, avtor pisnega zaključnega dela z naslovom: Lončena peč kot edini vir ogrevanja enostanovanjske hiše

#### IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

- a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
- b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

Ljubljana, 2.9.2016

Rok Avbelj



## 2. Izvleček

Naslov diplomskega dela je provokativne narave. Oblikoval sem ga kot odgovor na članek, objavljen 8. julija 2016 v časniku Dnevnik (zadaj v prilogi). Avtorica Marjeta Kralj ga je naslovlila "Iz stanovanj bo treba zmetati neustrezne peči, kamine in štedilnike". Omenja problematiko ogljikovih oksidov in drobnih lebdečih prašnih delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>.

Tako v uvodnih poglavjih predstavim pečarsko panogo na slovenskem. Začetki segajo vsaj do Emonske vile in njenega hipokavstnega ogrevanja, ki je danes lepo viden v ljubljanskem arheološkem parku. Nadaljujem z opisom možnih izvedb manjših kurilnih naprav in njihovo kombinacijo (npr. dodatna lončena peč nadstropje višje). Izkoristki lončene peči so nad 75 %, ko pa ji vgradimo toplovodni izmenjevalec, se le te močno povečajo.

Naredil sem enostaven primer potrebne velikosti lončene peči, da ogreje enostanovanjsko hišo s toplotnimi izgubami 8 kW. Pred tem sem temeljito obravnaval teoretične osnove izračuna, ki sem jih črpal v standardu SIST EN 15544:2009 [1], in jih tudi zapisal.

Velik poudarek dajem lesu kot energentu, ki ga imamo Slovenci v izobilju in na dosegu roke. Je ogljično nevtralen in tako energent prihodnosti. Ob tem sem raziskal možnosti nizko emisijskega zgorevanja v malih kurilnih napravah. Navdušilo me je tudi spoznanje, da na slovenskem tržišču že dobimo filtre, ki zrak očistijo večine škodljivih plinov in prašnih delcev. Med izdelki najdemo pametno napravo "Florian" podjetja ATech, ki samodejno uravnava vlek dimnih plinov v dimniških ceveh. Naprava izboljša izkoristke do 20 % [14].

## BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	621.783.2:699.86(497.4)(043.2)
Avtor:	Rok Avbelj
Mentor:	prof. dr. Vincenc Butala
Somentor:	prof. dr. Roko Žarnić
Naslov:	Lončena peč kot edini vir ogrevanja enostanovanjske hiše.
Obseg in oprema:	49 str., 4 pregl., 28 enačb, 24 slik, 1 pril.
Ključne besede:	Lončena peč, ogrevanje, prašni delci, filtri, les, energent, izkoristek

---

## Abstract

Title of the thesis is provocative nature. I wrote it as a response to an article published on 8 July 2016 in the daily newspaper Dnevnik (in annex). Author Marjeta Kralj named it "Iz stanovanj bo treba zmetati neustrezne peči, kamine in štedilnike", which roughly translates to "furnaces, stoves and fireplaces need to be thrown out of houses. The article states the problem of carbon oxides and flotation of fine dust particles  $PM_{10}$  and  $PM_{2.5}$ .

In the introductory chapters I talk about stovemaking industry in Slovenia. These beginnings date as far as Emona villa and its hypocaust heating system which can be seen even today in Ljubljana archeology park. I continue by describing the possible execution of different smaller burning devices and their combinations (for example: an extra separated furnace one floor above). The percentage yield of tiled stove are above 75% and when you install a heat exchanger this percentage increases substantially.

In this thesis I have also made a simple case on how to heat single-room house with an tiled stove with the appropriate size for heating losses not exceeding 8 kW. Before that I have thoroughly considered theoretical bases of calculations which I have derived from standard SIST EN 15544:2009 and documented them.

I am putting large emphacies on wood as an energy source, which is highly available and close by to Slovenians. It is coal neutral and as such energy source of the future. I have also researched the possibilities of low emission burnout in small heating appliances. I was fascinated by the fact that on Slovenian market already sell filters which purify the air of most harmful gasses and dust particles. Among the products there is a smart device "Florian" made by a company named ATech, which automatically calibrates the suction of smoke gasses in chimney pipes. The device increases percentage yield up to 20 %[14].

## BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	621.783.2:699.86(497.4)(043.2)
Author:	Rok Avbelj
Supervisor:	prof. Vincenc Butala Ph. D.
CoSupervisor:	prof. Roko Žarnić Ph. D
Title:	Tiled stove as the unique heating source for single house.
Notes:	49 p., 4 tab., 28 equa., 24 fig., 1 app.
Key words:	Tiled stove, filters, energy, heating, wood, $PM_x$ , efficiency

### **3. Zahvala**

Ob zaključku študija gre zahvala mnogim okoli mene.

Mentorjema, prof. dr. Vincencu Butali in prof. dr. Roku Žarniću, za usmerjanje v poplavi bolj in manj kakovostnih informacijah.

Pomembno vlogo so odigrali pečarski mojstri Ivan Stupica, ob katerem sem spoznaval postavljanje peči, Miro Zupančič s strokovnimi informacijami kompleksnejših izvedb montaže in Franc Avbelj, tudi mojster upoštevanja naravnih zakonov, mimo katerih pri obdelavi gline pač ne gre. Lepa hvala Anji, Gašperju in Ani za pomoč med izdelavo diplomskega dela.

Zahvala sestri, bratom, sošolcem in prijateljem za podporo in razvedrilo.

Ob koncu gre glavna zahvala staršem, očetu Francu in mami Veroniki, da ste mi omogočili študij in me pri tem podpirali z zgledom, tudi v najtežjih trenutkih, ki jih življenje nalaga.

## Kazalo vsebine

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PEČARSTVO ALI OBVLADOVANJE KLASIČNIH ELEMENTOV - OGNJA, VODE, ZEMLJE IN ZRAKA.....</b>	<b>2</b>
2.1	PEČARSTVO NA SLOVENSKEM .....	3
2.2	HIPOKAVST .....	3
2.3	POMEN PANOGE ZA SLOVENIJO.....	3
2.4	UPORABNOST IN UMESTITEV LONČENE PEČI V BIVALNEM PROSTORU.....	4
2.4.1	<i>Osrčje domače hiše .....</i>	<i>4</i>
<b>3</b>	<b>IZVEDBE SOBNIH PEČI .....</b>	<b>6</b>
3.1	ODPRT KAMIN .....	6
3.2	LONČENE PEČI .....	7
3.2.1	<i>Krušna peč .....</i>	<i>7</i>
3.2.2	<i>Zaprti kamin.....</i>	<i>8</i>
3.3	DRUGE VRSTE PEČI .....	8
3.4	TREND PO LETU 1990.....	8
3.5	KOMBINACIJA.....	9
<b>4</b>	<b>100% IZKORISTEK LONČENE PEČI? .....</b>	<b>10</b>
4.1	TOPLOTNA ODDAJA PEČI .....	10
4.2	KONVEKCIJA ZRAKA V PROSTORU .....	10
4.2.1	<i>Ogrevanje s toplim zrakom kaminov s prisilno ventilacijo.....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Segrevanje vode, njena shramba in distribucija v sosednje prostore hiše.....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Sekundarna lončena peč brez kurišča locirana nadstropje višje.....</i>	<i>12</i>
4.3	NAPELJAVE ZA UČINKOVITEJŠI SISTEM .....	12
4.3.1	<i>Dovod zraka za zgorevanje in izboljšan proces gorenja .....</i>	<i>12</i>
4.3.2	<i>Talno in stensko ogrevanje .....</i>	<i>13</i>
4.4	PRIMER IZVEDBE .....	14
4.5	MOŽNOST NAPAK PRI IZDELAVI IN UPORABI LONČENE PEČI TER NJIHOVO PREPREČEVANJE.....	14
4.5.1	<i>Primer, žal usoden .....</i>	<i>15</i>
<b>5</b>	<b>IZRAČUN VELIKOSTI LONČENE PEČI.....</b>	<b>16</b>
5.1	ZA STAREJŠE OBJEKTE .....	16
5.2	ZA NOVEJŠE OBJEKTE. DIMENZIONIRANJE LONČENE PEČI PO STANDARDU [1].....	18
5.2.1	<i>Izračun potrebne velikosti lončene peči za ogrevanje enostanovanjske stavbe .....</i>	<i>26</i>
5.3	IZBOLJŠANJE VLEKA V DIMNIKU.....	30
5.3.1	<i>Pospeševalnik dimnih plinov.....</i>	<i>30</i>
5.3.2	<i>Sesalnik oz. sesalni ventilator dimnih plinov.....</i>	<i>30</i>

---

5.3.3	<i>Dimniške izboljšave v tem času</i> .....	31
5.3.4	<i>V dimniku je potencial</i> .....	31
<b>6</b>	<b>PROCES GORENJA IN PROBLEM PRAŠNIH DELCEV PM<sub>10</sub> IN PM<sub>2,5</sub></b> .....	<b>32</b>
6.1	PROCES GORENJA.....	32
6.2	IZPUSTI, KI PRI TEM NASTANEJO, TUDI PM <sub>10</sub> IN PM <sub>2,5</sub> .....	32
6.3	KAKO DO NIZKO EMISIJSKEGA DELOVANJA LONČENE PEČI .....	33
6.4	REŠEVANJE PROBLEMA .....	33
<b>7</b>	<b>VIDIKI UPORABE LESA KOT GORIVO V LONČENI PEČI</b> .....	<b>34</b>
7.1	SPLOŠNO .....	34
7.2	SLOVENIJA, DEŽELA GOZDOV .....	34
7.3	LES, HRANILNIK ENERGIJE.....	34
7.4	ĀKONOMSKI VIDIK .....	35
7.5	LES KOT OGLJIČNO NEVTRALEN ENERAGENT. ....	37
<b>8</b>	<b>ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV, FILTRACIJA</b> .....	<b>39</b>
8.1	PREGLED TRGA .....	39
8.1.1	<i>Primer 1</i> .....	39
8.1.2	<i>Primer 2</i> .....	41
8.2	REŠITVE .....	42
<b>9</b>	<b>ALTERNATIVNI VIRI OGREVANJA</b> .....	<b>43</b>
9.1	SPLOŠNO.....	43
9.2	KAJ PA NADOMESTNI VIR LONČENI PEČI? .....	44
<b>10</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>VIRI</b> .....	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>PRILOGA</b> .....	<b>50</b>

---

**Kazalo slik**

Slika 1: Glina kot zemlja, njen izkop. ....	2
Slika 2: Sladka voda za vlaženje gline.....	2
Slika 3: Sušenje izdelkov na zraku. ....	2
Slika 4: Ogenj, glino žgemo na visokih temperaturah. ....	2
Slika 5: Oboki so omogočali prehod toplemu zraku.....	3
Slika 6: Iz kurišča je bil topel zrak speljan v podtalni prostor.....	3
Slika 7: V osrčju enodružinske hiše je postavljen več funkcijski lončeni kamin. ....	5
Slika 8: Odprt kamin, starejši izgled, starejša stavba [5]. ....	6
Slika 9: Odprt kamin v izredno luksuznem stanovanju [6]. ....	6
Slika 10: Obok krušne peči, višina je cca 50 cm.....	7
Slika 11: Dobro vidni kanali v osrčju lončene peči.....	7
Slika 12: Na levi samostoječi kamin, na desni pa razgiban ležalni kamin s turnom, naslonom in steklenimi vratci. ....	8
Slika 13: Vrste dimniških toplovodnih izmenjevalcev [10].....	9
Slika 14: Gretje sanitarne vode s prenosnikom toplote, shramba v kotlu, .....	14
Slika 15: Primer krušne peči, ki ogreje vsaj 40m <sup>2</sup> ob toplotnih izgubah 80 W/m <sup>2</sup> , (IC TNP Bohinj).....	17
Slika 16: Planinski dom nad Moravčami večinsko ogreva lončena krušna peč.....	29
Slika 17: Primerjava velikosti delcev PM <sub>x</sub> in debeline človeškega lasu [16]. ....	32
Slika 18: Primerjava cen koristne energije pridobljene iz različnih energentov pri normiranem (višjem) izkoristku kurilnih naprav in izkoristku kondenzacijskih kurilnih naprav. Raziskava iz leta 2013 [20]. ....	36
Slika 19: Zaprti biološki cikel lesa [22].....	37
Slika 20: Shema delovanja hladne plazme za filtracijo dimnih plinov malih kurilnih naprav [24].....	40
Slika 21: Filtri švicarskega podjetja OEKO SOLVE AG v Sloveniji [25]. ....	41
Slika 22: delovanje elektrostatskega filtra [25].....	42
Slika 23: Lesna goriva zavzamejo 42,26 % delež, fosilna goriva še vedno 22,8 2%. [26] ....	43
Slika 24: Primer sheme kako ogrevati vodo za ogrevanje in sanitarno vodo [5]. ....	45

---

**Seznam preglednic**

Tabela 1: Specifična toplotna moč / srednja temperatura grelne površine [8].....	18
Tabela 2: Faktor $f_z$ v odvisnosti od maksimalne količine goriva [8]; .....	23
Tabela 3: Korekturni faktor nadmorske višine $f_S$ [8]. .....	24
Tabela 4: Preseki za dovod zraka pri akumulacijskih pečeh [8]. .....	24

---

**Kazalo enačb:**

(1)	TEMPERATURA DIMNIH PLINOV V DIMOVODNI CEVI .....	12
(2)	NAZIVNA MOČ LONČENE PEČI .....	19
(3)	POVRŠINA GRELNEGA OBODA LONČENE PEČI.....	19
(4)	MAKSIMALNA DOVOLJENA KOLIČINA DRV V LONČENI PEČI .....	19
(5)	IZRAČUN KOEFICIENTA 3,25 .....	19
(6)	MINIMALNA KOLIČINA DRV, DA JE ZGOREVANJE DOBRO.....	19
(7)	POVRŠINA PLAŠČA KURIŠČA (VSEH ŠEST STRANIC) .....	20
(8)	MINIMALNA TLOORISNA POVRŠINA KURIŠČA.....	20
(9)	MAKSIMALNA TLOORISNA POVRŠINA KURIŠČA .....	20
(10)	OBSEG TLOORISNE POVRŠINE $U_{BR}$ .....	21
(11)	MINIMALNA ZAHTEVANA VIŠINA KURIŠČA $H_{BR}$ IZRAČUNANA VIŠINA KURIŠČA .....	21
(12)	IZRAČU VIŠINE KURIŠČA .....	21
(13)	POVRŠINA REŠETKE V KURIŠČU .....	21
(14)	MINIMALNO DOLŽINO DIMOVODA BREZ ZRAČNE KAPE .....	22
(15)	MINIMALNO DOLŽINO DIMOVODA Z ZRAČNO KAPO .....	22
(16)	PREČNI PRESEK KRATKOSTIČNE POVEZAVE.....	22
(17)	PREČNI PRESEK DIMOVODOV .....	22
(18)	POTREBNI PRESEK KANALA ZA DOVOD ZRAKA .....	23
(19)	PRETOK ZRAKA .....	23
(20)	KOREKTURNI FAKTOR ZUNANJE TEMPERATURE .....	23
(21)	KOLIČINA NEIZKORIŠČENEGA LESA .....	35
(22)	DELEŽ NEIZKORIŠČENEGA LESA .....	35
(23)	ZAVRŽENA ENERGIJA V GOZDU .....	35
(24)	KOLIČINA "SUROVE NAFTE", KI JO POZABIMO V NAŠIH GOZDOVIH .....	35
(25)	KOLIČINA POZABLJENE "SUROVE NAFTE" NA HEKTAR .....	35
(26)	KOLIČINA POZABLJENE "SUROVE NAFTE" NA GOSPODINJSTVO .....	35
(27)	ENAČBA FOTOSINTEZE .....	37
(28)	POTREBNA POVRŠINA SONČNIH KOLEKTORJEV .....	44



## 1 UVOD

Človek si od samih začetkov obstoja želi ustvariti prijeten dom. Podnebje, kjer živimo, nam narekuje ogrevanje bivalnih prostorov. Stari Rimljani so v svojih vilah že poznali talno in stensko ogrevanje. Tako v arheološkem parku v Ljubljani vidimo princip hipokavstnega ogrevanja iz konca 4. stoletja. Tehnologija gre v zadnjih dveh stoletjih svojo pot in v drugi polovici 20. stoletja doseže nek vrh pri udobnem centralnem ogrevanju na fosilna goriva. Študije zadnjih let kažejo, da s tem načinom močno onesnažujemo okolje. Pri kurjenju fosilnih goriv se naenkrat sprosti v zrak ogromno CO<sub>2</sub> in drugih škodljivih plinov, ki so se stoletja nalagali in skladiščili globoko pod zemljo.

Ljudje smo postali občutljivi na okoljevarstveno problematiko. Časnik Dnevnik je v petek, 8. julija letos, objavil članek z naslovom *Iz stanovanj bo treba zmetati neustrezne peči, kamine in štedilnike* (v prilogi). Vlada je namreč zaostрила pogoje za kurilne naprave v stanovanjih. Avtorica Marjeta Kralj je pripravila kakovosten članek, v katerem izpostavlja zaostritev pogojev problema ogljikovega monoksida in prašnih delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>. Tako v diplomskem delu veliko prostora namenjam tem temam.

Naslov je načrtno provokativne narave. Splošno prepričanje javnosti ni naklonjeno klasičnemu načinu ogrevanja na trda goriva, za kar krivim izkrivljeno sliko, ki nam jo v podzavest riše uporaba fosilnih goriv, predvsem premoga (TEŠ 6). Sam skušam dokazati, da male kurilne naprave, ki uporabljajo energent les, ne ogrožajo zdravja ljudi. Tako sem raziskal možne izvedbe in dodatne naprave, ki povečajo izkoristek klasične lončene peči. Izvedljivih je več kombinacij. Za osnovo vedno vzamemo lončeno peč, ki je v obliki ležalnega kamina s turnom v kotu. Na turnu so vgrajena steklena vratca. Od velikosti ogrevane površine je odvisen grelni ovoj. Osnovno napravo nato kombiniramo z razvodom toplega zraka v oddaljenejši prostore. Zrak speljemo mimo kurišča, kjer se segreje. Druga varianta je prenosnik toplote (toplovodni izmenjevalec) tik nad kuriščem ali v dimniku. Tretja opcija je dodatna ogrevalna naprava nadstropje višje, če so seveda izpolnjeni pogoji, da ne pride do kondenzacije dimnih plinov. Izkoristki goriva so pri teh kombinacijah lahko izjemno visoki. V nadaljevanju obravnavam lesno biomaso. Gre za naravni energent, ki ga imamo v Sloveniji na doseg roke. 72 % ljudi ima omogočen dostop do gozdnih virov, ga imajo v lasti sami ali bližnji sorodniki [2]. Les je naravni hranilnik toplote. Letno ga priraste 7,1 m<sup>3</sup>/ha, posekamo pa ga le 55 % [3]. Les je ogljično nevtralen energent, dokler je posek enak prirastku. Zato je kurjenje v lončenih pečeh ekološko sprejemljivo. Kurimo seveda suh les pravih dimenzij, v kurilno napravo dovedemo pravo količino zraka (kisika) za potrebe zgorevalnega procesa. Napravo uporabljamo skladno z navodili proizvajalca.

Večino emisij toplogrednih plinov in prašnih delcev, ki pri zgorevanju nastanejo, lahko zmanjšamo s filtri (omenjam elektrostatski filter in filter na principu hladne plazme). Dotaknil sem se tudi alternativnih virov ogrevanja, predvsem v smislu kaj nas greje, ko nas ni doma.

## 2 PEČARSTVO ALI OBVLADOVANJE KLASIČNIH ELEMENTOV - OGNJA, VODE, ZEMLJE IN ZRAKA

Obdelava glin, hiše iz blata, prvi žgani izdelki, zidanje stavb, vse to so začetki pečarstva. Podnebje na Zmelji se razlikuje skoraj iz kraja v kraj. Prilagoditve tem vplivom zahtevajo ogrevanje človekovih bivalnih prostorov. Velikost in toplotna moč lončenih peči ter drugih grelnih naprav je tako odvisna od geografske širine, nadmorske višine, namembnosti objekta in drugih zahtev, ki jih potrebujemo ljudje. Eden od načinov ogrevanja, sicer z najdaljšo tradicijo, je ogrevanje s kamini in lončenimi pečmi. S tem se ukvarja panoga pečarstvo. Pogoji, da se pečarstvo razvije, je možnost dostopa do vseh štirih klasičnih elementov, kot so jih definirali grški filozofi: do zemlje (kot glin), vode (da se glina navlaži in se jo lahko oblikuje), zraka (kjer se izdelki posušijo) in ognja (da se izdelki odžgejo in s tem pridobijo potrebno trdnost).



Slika 1: Glina kot zemlja, njen izkop.



Slika 2: Sladka voda za vlaženje glin.



Slika 3: Sušenje izdelkov na zraku.



Slika 4: Ogenj, glino žgemo na visokih temperaturah.

K sreči imamo na slovenskih tleh zelo kakovostno glino. Zato je panoga dobro razvita. Pri plemenih staroselcev po svetu spoznamo, da do ognja gojijo poseben odnos, podobno kot Sonce jim predstavlja vir toplote. Pečarstvo pa se ukvarja ravno s tem, ogenj ujeti v prostor, kjer lahko pokaže svoje potenciale.

## 2.1 Pečarstvo na Slovenskem

Razvoj pečarstva sega daleč v začetke civilizacije na ozemlju današnje Slovenije. Posebej na gorenjskem območju je izpolnjena osnovna predpostavka za razvoj pečarstva, to je odlična glina - sivica, ki se ob pravilni pripravi zelo dobro poda človeški obdelavi. V vzhodni Sloveniji je zaradi drugačne sestave gline bolje razvito v lončarstvo. Predvsem v Prekmurju slovijo kot izjemni mojstri lončarskih tehnik. V dvajsetem stoletju je bila pečarska panoga kar močno razvejana po celi Sloveniji, v Mozirju, Novem Mestu, Mengšu, Komendi, Lukovici, na Celjskem, na Goriškem, v Ormožu in Ljutomeru, na Vrhniki in drugje.

## 2.2 Hipokavst

Med prve dokumentirane primere ogrevanja na slovenskem zagotovo lahko štejemo zimsko sobo "Emonske hiše" v arheološkem parku v Ljubljani iz konca 4. in začetka 5. stoletja. Soba ima sistem hipokavstnega ogrevanja, ki deluje na principu ogrevanja toplega zraka, ki zaradi temperaturnih razlik teče pod tlemi in v stenah zimske sobe.



Slika 5: Oboki so omogočali prehod toplemu zraku.



Slika 6: Iz kurišča je bil topel zrak speljan v podtalni prostor.

Na sliki 6 je lepo viden prikaz in lokacija kurjenja, potovanje vročega zraka pod tlemi. Na levi fotografiji pa vidimo današnje stanje, še vedno dovolj ohranjeno, da se prepričamo o inovativnih ogrevalnih prijemih že vsaj 1600 let nazaj, še danes so natančno vidni obokani podtalni kanali, povezani s stenskimi votlaki. Tisti čas je bilo tovrstno ogrevanje eden izmed pokazateljev, da je v tej stavbi živela premožnejša družina.

Ob ogledu arheološkega parka sem bil navdušen nad opeko, ki jo vidimo na sliki 6, celo votlake so že izdelovali v času Emone! Pravzaprav še dandanes delamo popolnoma enako.

## 2.3 Pomen panoge za Slovenijo

Industrija se seli na vzhod, proizvodnje obrtniške delavnice stagnirajo, kmetijstvo postaja avtomatizirano, gozdarstvo nam prevzemajo celo severne države. Slovenija postaja kot

ostala srednja Evropa družba terciarnega sektorja. Že če pogledamo vpis na fakultete, se največ dijakov vpisuje na družboslovne smeri (ekonomija, pravo, uprava, varovanje, FDV, pedagoške vede ...). Ohranjanje osnovnih poklicev – pek, čevljar, zidar, krojač, mizar, kovač, tudi pečar – pomenijo tej družbi dandanes že dodano vrednost, ki pa se je odgovorni ne zavedajo, vsaj glede davčnih obremenitev, ki so podobne kot na primer v trgovinski branži. Ogroženo je obrtniško znanje, ki se je prenašalo desetletja in stoletja iz roda v rod. Morda se na prvi pogled celo zdi, da veliko poklicev lahko kar pozabimo, saj so izdelki iz vzhoda tako poceni, da je vprašljiva smiselnost oz. konkurenčnost proizvodnje. A preži nevarnost, da se cene teh izdelkov dvignejo, ko sami lastne proizvodnje ne bomo več imeli. Podobno, kot nas imajo v primežu plinske in naftne družbe, deloma tudi že prehranske. Tako je gotovo smiselno vztrajati pri proizvodnji visoko kakovostnih in specialnih nišnih proizvodih. Za razvito družbo je pomembno in praktično, da ima možnost hitre dobave izdelka narejenega po meri naročnika, oz. hitrega servisa peči, ki ne deluje pravilno.

Pečarstvo na slovenskem ima torej možnosti za obstoj. Namen tega diplomskega dela je tako tudi osvetliti, kaj na trgu obstaja, kakšen prostor lončene peči in kamini zasedajo v slovenskih domovih in družbi, kam gredo smernice in ugotovitve, ali je lončena peč lahko edini vir ogrevanja enostanovanjske hiše. Ob razvoju in energetskega potencialu naših gozdov menim, da je in bo pečarstvo še aktualno.

## **2.4 Uporabnost in umestitev lončene peči v bivalnem prostoru**

Revolucija tehnike ogrevanja sega v odkritje fosilnih goriv in njihovo širšo porabo, to se je dogajalo predvsem v drugi polovici 20. stoletja. Pečarski mojster Franc Avbelj pove, kako je naše podjetje kriza doletela večkrat, posebno v začetku 70ih let prejšnjega stoletja z množično uporabo centralnih kurilnih naprav, delujočih na ekstra lahko kurilno olje (ELKO). Povpraševanje po lončenih pečeh je zato strmo padlo. Podjetja so se morala znajti, naprimer z izdelavo lončenih posod za vlaženje zraka, ker ga je toplota radiatorjev izsuševala. Zaradi novih tehnologij ogrevanja torej lončene peči v današnjem času poleg primarne vloge ogrevanja prostora zavzemajo tudi druge.

### **2.4.1 Osrčje domače hiše**

Pogosto se v povestih, poeziji, na arhivskih družinskih fotografijah in mnogih drugih priložnostih pojavlja krušna peč kot duša, kot osrčje hiše. Med svojimi spomini se nas večina spomni na prijetne trenutke družinskih praznovanj, ki so se pogosto odvijala za mizo v prostoru s krušno pečjo. Temu prostoru se na gorenjskem koncu pomenljivo reče kar "hiša", na arhitekturnih načrtih je to danes "dnevna soba". Zaradi teh nostalgčnih vzrokov in povsem objektivnih razlogov najboljših izkoristkov, lončena peč v mnogih domovih zaseda osrednji prostor.



Prednost centralne lege je tudi višina slemena od kurišča, kar zagotavlja najdaljšo pot dimnih plinov do vrha dimnika in tako kar se da dober vlek. Peč se hitreje ogreje kot tista, ki je locirana na zunanjo steno objekta. Tudi stene dimnika se ob tem segrejejo, kar dodatno pripomore k izkoristku goriva. Je pa zaradi izpostavljenosti vsakemu obiskovalcu zahtevana najvišja stopnja kakovosti vgrajenega materiala kot tudi same izvedbe. Mnogi uporabniki imajo med delovanjem peči željo gledati plamen, kaljeno steklo v kovinskih vratih to zadnja leta omogoča. Tako se zaradi estetske vloge pojavljajo mnogotere oblike lončene peči oz. kamina. V naslednjem poglavju jih nekaj naštejemo in na kratko opišemo.

Konec koncev tudi ekonomski in praktični vidik domače peke ni zanemarljiv. Enostavno lahko med kurjenjem lončene peči spečemo dobre jedi.



Slika 7: V osrčju enodružinske hiše je postavljen več funkcijski lončeni kamin.

Na fotografiji vidimo lončeno peč, ki je sestavljena iz ležišča (klopi), nadzidka (turna) v kotu in dimnika. Gre za šolski primer, kako iz majhnega prostora iztisniti največ. Znotraj nadzidka je namreč sezidan obok, kar omogoča, da je notranjost kurišča tako velika, da vanj lahko vstavimo manjši pladenj za peko ali en velik hlebec kruha. V ležalnem delu kamina so narejeni kanali, ki ogrevajo nižji del peči, tako vertikalni kot horizontalni del klopi. Dimnik je umetniško oblikovan z vzdanimi manjšimi elementi, ki so tam zaradi estetskih zahtev. Za dimnikom je loputa, ki omogoča boljše delovanje peči, tako da je cca 20 min vroč zrak oz. dim voden neposredno v dimnik, po tem času pa se loputo obrne, zapre prvotno pot in odpre pot do kanalov v sedežu. Vse skupaj je rezultat želja, da je lončena peč estetsko prijetna (zato niša pod kuriščem, steklena vrata, dve različni barvi pečnic, ozaljšan dimnik), kar se da funkcionalna in kakovostno narejena.

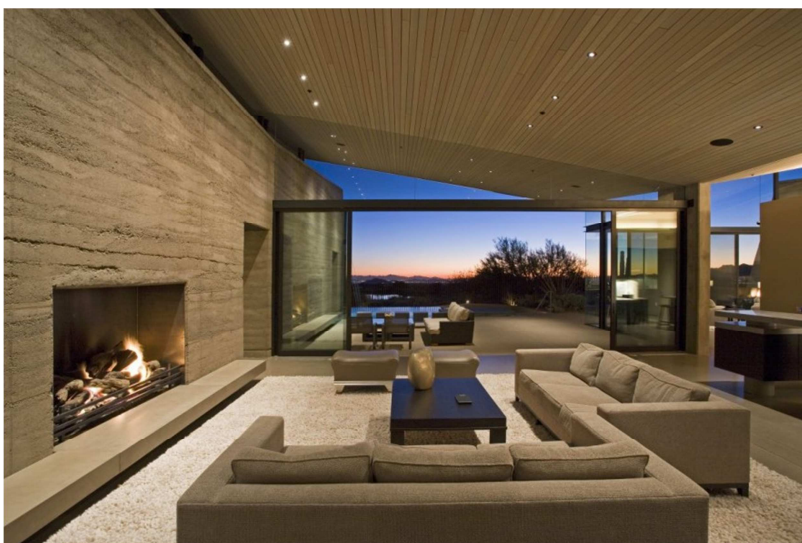
### 3 IZVEDBE SOBNIH PEČI

#### 3.1 Odprt kamin

Slovar slovenskega knjižnega jezika pravi: **kamín** -a m (ī) 1. vzidana peč z odprtim kuriščem. [4] Takšna definicija se uporablja tudi v vsakdanji komunikaciji med stranko in proizvajalcem. Gre za odprti tip sobne peči, kjer se ogenj vidi neposredno, vmes ni (steklenih) vratc. Sestavljajo ga podnožje, ognjišče, stene kamina, napa na vrhu, vhod v dimnik in naprej dimniška cev. Slabost teh peči so velike izgube, saj zgorevanje poteka tik pod dimniško cevjo, iz česar lahko že laično sklepamo, da nam veliko toplote uide v dimovod in skozi njega na plano.



Slika 8: Odprt kamin, starejši izgled, starejša stavba [5].



Slika 9: Odprt kamin v izredno luksuznem stanovanju [6].

## 3.2 Lončene peči

Zunanji obod je zgrajen iz pečnic, katerih osnovni material je žgana glina, navadno tudi glazirana. Delimo jih z ozirom na tip kurišča; krušne peči in zaprte (sobne) kamine, kot je opisano v nadaljevanju.

### 3.2.1 Krušna peč

Zasnova krušne peči je kurišče pod obokanim stropom. Obok naredi notranjost peči zelo prostorno. Zunanje tlorisne površine se gibljejo med 90 x 90 [cm] in 220 x 220 [cm], notranjost peči pa 10 do 15 cm na stranico manj. Te peči so prvotno namenjene peki kruha in pripravi drugih jedi. Niso pa namenjene shrambi in kasnejšemu kurjenju odpadnega papirja, plastike, reklamnih letakov in drugih odpadkov. Tega materiala se lahko nabere preveč in ob njegovem zažigu pride do previsokih temperatur gorenja, na peči se pojavijo razpoke, v ekstremnih primerih pride do eksplozije peči. Tudi nezgoreli mikro delci ( $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$ ) z dimom pridejo v okoliški zrak. Da plinov (žveplo, ogljikovi oksidi), ki jih sprošča goreča plastika, niti ne omenjam. Zato je nujno kuriti le lesno biomaso, npr. zelo dobro osušen bukov les. Zunanji izgled je načeloma kockaste oblike, pečnice si sledijo nad cca 50 cm visokim podstavkom v treh vrstah, v zgornji 4. vrsti svoj prostor dobi "sims" ali venec, kjer se vertikalna linija stika s horizontalno. Lahko pa se zgradi nadvišanje, na gorenjskem se temu reče turen ali zapeček. Krušna peč, še posebej z zgrajenim turnom, odda v prostor že mnogo več toplote kot enostaven sobni odprti kamin.



Slika 10: Obok krušne peči, višina je cca 50 cm.



Slika 11: Dobro vidni kanali v osrčju lončene peči.



### 3.2.2 Zaprti kamin

S pojmom "zaprti lončeni kamin" označujemo samostoječe lončene kamine ter ležeče kamine s turnom ali brez (t.i. divan prislone k eni, dvema ali ukleščeno v nišo med tri stene. Tehnično gre za princip peči manjšega kurišča in serijo povezanih kanalov v osrčju naprave. Takšna peč ima zelo dober, približno 78 % izkoristek [1], torej ne zaostaja veliko za napredno tehnologijo dognanj zadnjih let. Današnja praksa je vgradnja steklenih vrat, kar omogoča hitrejše oddajanje toplote že v fazi gorenja, razgiban obod peči in barvno usklajenost z ostalim interjerjem.

Pri sobnem kaminu gre za samostoječo lončeno peč, zgrajeno iz pečnic in s cevjo priključeno na dimniški sistem. Obod peči sestavljajo 4 vertikalne, največkrat med seboj pravokotne stene. Starejše mere so 50 x 50 x 180 [cm] (šxgxv) in 50 x 80 x 120 [cm].



Slika 12: Na levi samostoječi kamin, na desni pa razgiban ležalni kamin s turnom, naslonom in steklenimi vratci.

### 3.3 Druge vrste peči

Na trgu se že dolgo držijo samostoječi kamini, ki se jih v enem kosu kupi v trgovini. Potrebujemo le priključitev na dimniški sistem in že lahko zakurimo. Gre pravzaprav za predhodnik današnjih modernih kaminov (v nadaljevanju), ki ga je leta 1740 zasnoval ameriški politik Benjamin Franklin. Izumil je sicer litoželezni kamin z dovodom svežega zraka oz. »trajno žarečo peč« [7].

Izdelkov na tržišču je še veliko, naj omenim pizza peči, divane z vstavljenimi cevmi, priključene na centralno ogrevanje (pri tem ne rabimo posebnega dimnika), pa zunanje pizza peči v obliki igluj, štedilnike, kamine brez pečnic, namizne štedilnike, toplozračne peči itd [8].

### 3.4 Trend po letu 1990

Smernice zadnjih let se ravno gibajo pri zadnje omenjenih kaminskih litoželeznih vložkih, ki delujejo že kot samostojna enota, pravimo jim tudi toplozračni kamini. Priključi se jih na cev, ki dovaja svež zunanji zrak, in na dimniško cev. Navadno se jih vertikalno obzida in pusti



reže spodaj in zgoraj, med seboj se jih poveže, kjer se s konvekcijo vstopajoči hladni zrak na vložku segreje in skozi zgornjo režo izstopi v sobo in jo ogreje. Pri toplozračnih pečeh se prostor segreva s konvekcijo cca 55-75 % s sevanjem pa 45–25 %, odvisno, kako smo zasnovali kroženje zraka. Običajna peč (na katero ni priključen dovod zunanjega zraka in nima rež za pospešeno konvekcijo) prostor segreva s konvekcijo nekje 52 % in s sevanjem 48 %. (povzeto po [7])

### 3.5 Kombinacija

Združevanje osnovnih tipov peči je poseben čar tako iz strokovnega, tehničnega in vizualnega kot praktičnega vidika. Z leti, ko so bile moderne peči le še t.i. centralne na plin ali ekstra lahko kurilno olje (ELKO), smo mlajši rod skoraj pozabili, kako uporabna je lahko lončena peč, a mora biti zgrajena namensko. V razdelku 3.1 (Osrdje domače hiše) sem dal za primer več funkcijski lončeni kamin, ki stanovanju vzame malo prostora, bivanje naredi prijetno, poleg tega pa je lahko izjemno koristen. Potrebno si je le vzeti vsak dan nekje 15 min časa in grejemo se s človeku najugodnejšo toploto (sevalno), z majhnimi stroški, v peči spečemo kruh (zopet prihranek), v mrzli zimi dodobra rehabilitiramo premraženo telo, na peči posušimo cunje, sadje itd. Ko taki že tako uporabni napravi nad kurišče ali v dimnik vgradimo še prenosnik toplote (primeri na sliki 14), smo blizu rešitvi problema, zastavljenega v tem diplomskem delu. V Info brošuri Pečarstva Hrovat piše: »Dimni plini zapustijo kurišče in vstopijo v toplovodni izmenjevalec (prenosnik toplote), kjer se njihova toplota skozi tanko kovinsko površino izjemno intenzivno prenaša na drug medij, vodo, ki potem potuje v hranilnik toplote in služi za ogrevanje hiše in pripravo tople sanitarne vode. Prenos toplote iz dimnih plinov na vodo se v toplovodnem izmenjevalcu vrši le med potekom gorenja, ko skozenj prehajajo vroči dimni plini [9].« Pečarski mojster Miro Zupancič iz izkušenj pove, da za manjšo družinsko hišo ta sistem popolnoma zadostuje, edini pogoj je, da se lončeno peč kuri dvakrat na dan.



Slika 13: Vrste dimniških toplovodnih izmenjevalcev [10].

## 4 100% IZKORISTEK LONČENE PEČI?

Popolnega izkoristka ne moremo doseči. Dimni plin se na svoji konvektivni poti skozi kanale peči in dimnika lahko tako ohladi, da se pojavi kondenzacija dimnih plinov. Zato vedno iščemo zgornjo dopustno mejo izkoristka goriva. Minimalni izkoristek lončene peči je sicer določen pri 78 % [1].

V nadaljevanju opišem večino možnih prehodov energije v grelni toploto, ki jih lončena peč lahko ponudi. Izkoristki kombiniranih sistemov so seveda višji od lončene peči same.

### 4.1 Toplotna oddaja peči

Podatki, koliko toplote oddaja peč s sevanjem in koliko s konvekcijo (kroženjem zraka), se od vira do vira zopet razlikujejo. Odvisni so seveda tudi od vrste materiala, od tipa izvedbe peči (debelina sten), od akumulacijske sposobnosti vgrajenih materialov itd. Ker glavni podatki črпам iz priročnika, omenjenega v uvodu tega poglavja, bom upošteval, da lončena peč s sevanjem odda 48 % toplote [7] (V Info brošuri o lončenih pečeh Hrovat, str. 3 piše 80 % [9]). Gre za toploto, ki se prenaša iz telesa (plašč peči) na telesa v njeni okolici, deloma ogreje tudi zrak. Ta toplota izjemno prija človeškemu telesu in je zdrava, zrak v prostoru je bolj čist, saj se prah pri tovrstnem prenosu toplote ne dviguje in ostaja hladen ter s tem primerno vlažen, kar ugodno vpliva na dihanje. Ločimo tri tipe izvedbe lončene peči: težki, srednje težki in lahki tip. Akumulacija in s tem več sevalne toplote ima težji tip peči, kjer so debeline sten 12,5 do 14,0 cm [8]. Ko v ostenje namesto šamota vgradimo kakovostno ročno opeko, akumulacijo in s tem čas oddajanja toplote zaradi njene poroznosti še podaljšamo.

### 4.2 Konvekcija zraka v prostoru

Pečnica se lahko segreje tudi do 150 °C. Kot zanimivost, pri dotiku z njo se ne opečemo, ker je iz žgane gline, ki ima majhno toplotno prevodnost [7]. V *Strokovnih pravilih za pečarje* so trije podatki za površinsko temperaturo pečnice; za težko gradnjo cca 60 °C, za srednje težko 75 °C in za lahki tip gradnje cca 85 °C. Torej tako vroče pečnice grejejo zrak ob njej, kar povzroči krožni tok v prostoru, konvekcijo. Ob pečnici se zrak segreje, dvigne in ga nadomesti hladnejši. Konvekcija tako segreva zrak, kar sicer neugodno vpliva na kakovost zraka. Lončena peč na ta način oddaja 20 do 70 % toplote [9] (odvisno od načina izvedbe). Manjšo konvekcijo povzročajo lončene peči težkega tipa izvedbe. Najmočnejšo konvekcijo zraka pa toplozračni kamini, ki so zgrajeni prav s tem namenom, da skozi režo tik nad tlemi iz prostora jemljejo hladen zrak, ki se na kaminskem vložku ali v cevi, speljani tik ob kurišču, segreje in v prostor vrne segret skozi režo, vstavljeno na kamin (tudi lončeno peč) nekje 30 cm pod strop [11]. Več o toplozračnem sistemu ogrevanja in razvodu toplega zraka v oddaljene prostore v točki 4.2.1.

#### **4.2.1 Ogrevanje s toplim zrakom kaminov s prisilno ventilacijo**

V publikaciji *Ilustriran priročnik o kaminih* [11] avtorji podrobno in na preprost način opisujejo opcijo ogrevanja s toplim zrakom. Gre za sistem ogrevanja, ki ob zadostni moči kaminskega vložka (5 do 17 kW) zadostuje toplotnim potrebam cele etaže 80 do 150 m<sup>2</sup>. Zrak se na poti mimo kurišča segreje in po ceveh razvodi v zelene sobe. Da vsak prostor dobi pravo količino toplote, so nam v pomoč rešetke z nastavljivimi izhodnimi vrati in ventilator, ki pospešuje zračni tok. V priročniku piše naslednje: »Običajno se uporablja horizontalen razvod, z uvajanjem zraka vzporedno s stropom približno 2,50 m nad tlemi. Ta način razvoda je zelo učinkovit, če dovodne zračne rešetke vstavimo na notranje stene stavbe in usmerimo dovodni zrak proti zunanjim hladnejšim stenam, še posebej, če so rešetke za povratni vod zraka spodaj, odstranimo sloj hladnega zraka pri tleh. Dimenzije zračnega dovoda (svetli presek) morajo biti v sorazmerju z močjo, potrebno za ogrevanje, in z izhodno hitrostjo toplega zraka ter jih je treba prilagoditi obliki prostora. Ker visoka temperatura razslojuje zrak, se izogibajmo dovedenemu zraku preko 60 °C, da se s tem izognemo tako imenovanemu efektu "rdečih ušes in hladnih nog". Rešetke za povratni zrak iz prostora v kamin vgradimo spodaj, po možnosti na isti strani kjer so dovodne rešetke. Povratne rešetke čvrsto povežite z gibljivimi aluminijastimi cevmi 14 cm na ohišje nosilca ventilatorja, ki je vgrajen pod nivojem kurišča [11].« Negativna stran takšnega ogrevanja je dokaj močna konvekcija zraka in s tem dvigovanje prahu v prostoru.

#### **4.2.2 Segrevanje vode, njena shramba in distribucija v sosednje prostore hiše**

Priča smo stalnemu napredku tehnologij, a fizikalni zakoni se ne spreminjajo, vsaj v primerih vsakdanje uporabe. Fizikalni zakon o ohranjanju in pretvorbi energije je uporaben fenomen, ki nam omogoča, da v kurišče vgradimo prenosnik toplote in ga priključimo na zalogovnik (tople) vode. Za prenosnik toplote sta v praksi pogosteje uporabljena izraza toplotni oz toplovodni izmenjevalec. Toplotni izmenjevalec je izpostavljen visokim temperaturam gorenja lesa. Vgradimo ga tik nad kurišče ali v dimnik. Z natančno dimenzioniranim in izdelanim sistemom gretja vode omogočimo, da del energije goriva prehaja na vodo in jo s tem ogreje, ta pa se shrani v zalogovniku. Od tam jo razvodimo do bolj oddaljenih sob, kamor toplota lončene peči ne seže niti s konvekcijo niti sevanjem. Napeljava in izgradnja sistema spomni na zametke enostavnega centralnega ogrevanja. Izkoristki se povečajo, čas kurjenja se sicer podaljša, a smo vedno bližje cilju, da iz kurišča lončene peči in z domačim energentom (lesom) ogrevamo enostanovanjsko hišo.

### 4.2.3 Sekundarna lončena peč brez kurišča locirana nadstropje višje

V praksi že uporabljena možnost. Potrebna pa je izjemna izurjenost mojstra postavljalca peči, saj potrebujemo natančno izvedbo. Zato je večini ta varianta dodatnega ogrevanja in izkoristka nepoznana. Deluje na toploto dimnih plinov, če so v dimniku še vedno močno segreti. Napravo, lončeno peč brez kurišča, se postavi nadstropje višje, tik nad osnovni kamin s kuriščem. Temperatura dimnih plinov se izračuna po enačbi (1):

$$t = 550 \times e^{-0,83 \frac{L_z}{L_{z,min}}} \quad (1)$$

*t.....zmanjšanje temperature (v °C);*

*L<sub>z</sub>.....dolžina vseh dimovodov lončene peči;*

*L<sub>z,min</sub>.....najmanjša sprejemljiva dolžina dimovodov .*

op. Ta razvoj temperature velja od centra zgorevalne komore do dimne cevi. Temperaturo dimnih plinov v dimovodu izračunamo po standardu EN 13384-1.

#### Primer:

Predpostavimo, da je  $L_z = L_{z,min}$ .

$$t = 550 \times e^{-0,83 \frac{L_z}{L_{z,min}}} = 550 \times e^{-0,83 \times 1} = 550 \times e^{-0,83} = 550 \times 0,43605 = 239,83^\circ\text{C}$$

Ob predpostavki, da iz kurišča dimni plini tečejo naravnost v dimnik preko dimničnega priključka dobimo vrednosti temperature dimnih plinov v dimni cevi  $240^\circ\text{C}$ . To toploto je škoda izpustiti skozi dimovod ne da bi ogrel še drugo napravo. Zato ideja o lončeni peči nadstropje višje. Kot rečeno, ideja v praksi že deluje, stvar izvedbe je kako. Gre za princip delovanja pomožne lopute v sekundarni lončeni peči. Ko je dimnik vzdolžno dovolj segret, loputo, vgrajeno v sekundarni napravi, obrnemo za  $90^\circ$  in dimni plini potekajo skozi dodatno telo.

## 4.3 Napeljave za učinkovitejši sistem

### 4.3.1 Dovod zraka za zgorevanje in izboljššan proces gorenja

Za zgorevanje zagotovimo potrebno količino zraka (kisika). Ker smo tako posredno v stiku z zunanjimi vplivi, pri tem upoštevamo določila Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 42/02) in Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Uradni list RS, št. 29/04). Pri določanju potrebne količine zraka za lončene peči je potrebno za izhodišče vzeti nazivno priključno moč peči. Izračunamo maksimalno količino goriva (lesa), ki je potrebna pri doseganju nazivne toplotne moči. V nadaljevanju avtorji navajajo enačbe za določitev količine zraka in površino prečnega preseka kanala za dovod zunanjega zraka. Ta zrak oz. kisik, potreben za optimalen proces gorenja, se dovaja po toplotno izoliranih ceveh

neposredno preko rež na fasadi objekta. Enak postopek velja za kaminske vložke, odprte kamine, štedilnike in drugo.

Upoštevati moramo še naslednja priporočila:

- "Za varno delovanje kurišč je priporočljiv volumen prostora najmanj  $4 \text{ m}^3/\text{kW}$  nazivne moči kurišča."
- "Dovajanje zraka lahko poteka na naraven način ali s pomočjo tehničnih naprav."
- "Delovni tlak v dimniku mora biti enak ali večji od potrebnega skupnega padca tlaka v kurišču, kanalu za dovod zraka za zgorevanje in dimničnega priključka."<sup>1</sup>

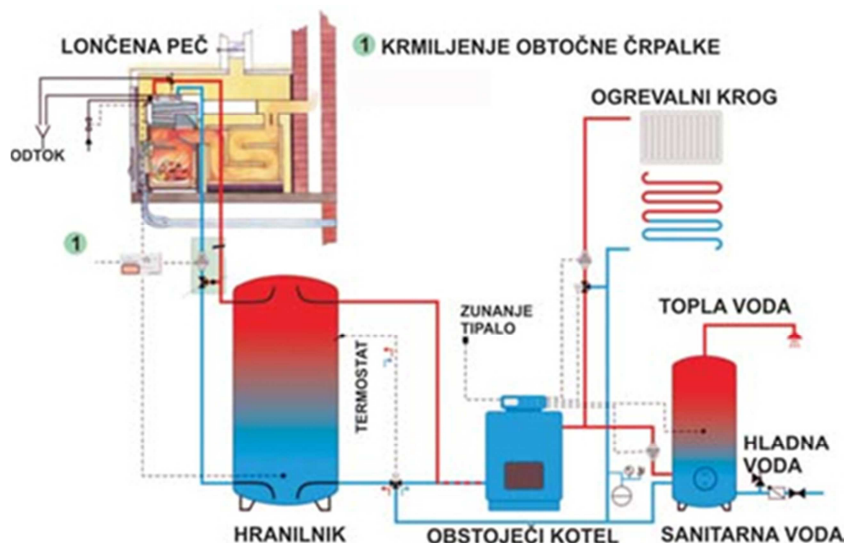
#### **4.3.2 Talno in stensko ogrevanje**

Talno in stensko gretje na slovenskih tleh se pojavi že v času Emone, ko so vile ogrevali po sistemu hipokavstnega ogrevanja (opisano v poglavju 2.2). Torej ne gre za izum 20. stoletja. Tam je šlo za razvod toplega zraka pod tlemi in v ostenje »zimskih sob«. Podobno se vgradi v tla in ostenje prostorov cevi, priključene na zalogovnik tople vode, v katerih ta voda potem kroži. Gre za problem, ki ga v procesu gradnje objekta navadno izvajajo posebej izurjeni strokovnjaki. Naloga pečarjev je zagotoviti napravo (peč), ki oskrbuje zalogovnik s toplo vodo, katero se nato s pomočjo obtočnih črpalk transportira v prostore, ki nimajo lastnega vira ogrevanja. Talno (stensko) gretje se lahko vgradi tudi v prostor, kjer je (lončena) peč, da se ga ogreva tedaj, ko se nam ne ljubi kuriti. S katero energijo ogrevamo vodo v zalogovniku takrat, pa opišem v poglavju 9.2. Govora bo zopet o viru energije, neodvisnem od fosilnih goriv.

---

<sup>1</sup> Vse citirano ali povzeto po "Strokovna pravila za pečarska dela, 2008, str. 47/48, vir [8].

#### 4.4 Primer izvedbe



Slika 14: Gretje sanitarne vode s prenosnikom toplote, shramba v kotlu, iz kotla se topla voda po ceveh distribuira v prostore, kjer so naprave, ki to vodo koristijo. [12]

Slika 14 prikazuje načina priprave tople vode za ogrevanje in tople sanitarne vode. Ogrevamo jo torej lahko tudi s pomočjo prenosnika toplote, nameščenega v lončeni peči. Na sliki manjkajo sicer nekateri pomembni deli, na primer odprta ekspanzijska posoda, a gre za preprosto shemo, ki laikom prikaže sistem z izmenjevalnikom toplote.

#### 4.5 Možnost napak pri izdelavi in uporabi lončene peči ter njihovo preprečevanje

Nekaj moramo napisati tudi o možnih napakah, ki se lahko zgodijo že med načrtovanjem, med vgradnjo v prostor in med uporabo lončene peči. Napake projektantov odpravlja notranja kontrola projektantskega biroja in revizor, ki je pri graditvi vseskozi prisoten. Za kakovost izdelkov, vgrajenih v objekt, zopet jamči proizvajalec oz. podjetje, ki te izdelke plasira na trg. Kakovost vgradnje je že odvisna od več dejavnikov. Najprej gre za znanje in izkušnje mojstrov, ki vgrajujejo napravo. Iz tega vidika mora biti delo opravljeno strokovno in v skladu z evropskimi standardi ter Zakonom o graditvi objektov (ZGO), na posameznih področjih je treba upoštevati zahteve pravilnikov in uredb. Ob predaji končnega izdelka (vgrajene lončene peči) je zopet naloga nadzornika, da potrdi pravilnost izvedbe vgrajene naprave in materiala. Pri ogrevanju z malimi kurilnimi napravami vsak objekt potrebuje napravo za odvod dimnih plinov, ki nastanejo pri zgorevanju energenta (lesa, kurilnega olja, plina, premoga). Enako je pomemben dovod svežega zraka, ki gorenje omogoča, pri tem pa ne znižujemo kakovosti zraka v bivalnem prostoru. Tako se ob predaji naprave uporabniku izda kratka navodila, ki zajamejo bistvene zahteve in opozorila, kako upravljati z ogrevalnim sistemom, da deluje maksimalno učinkovito, ne ogroža zdravja ljudi in okolice. V praksi so potrebni letni pregledi kompletnega sistema, ko se ob ugotovitvi poškodb ali dotrajanosti materiala potrebne dele zamenja.

#### 4.5.1 Primer, žal usoden

Dne 17. januarja 2012 je na spletu [www.rtv slo.si](http://www.rtv slo.si) objavljen prispevek z naslovom *Zastrupitev z ogljikovim monoksidom usodna za trojico mladih*. Če povzamem članek, so preiskovalci ugotovili, da je šlo za zastrupitev s tihim ubijalcem ogljikovim monoksidom, ki je brez barve in vonja. Plin je uhajal sicer iz plinske peči, a tudi lesena biomasa ga vsebuje in nas ogroža. Problem je toliko večji, ker so zaradi vedno strožjih standardov toplotnih izgub okna vedno bolj neprepustna, naravnega zračenja je v hišah z rekuperacijo je malo, le ta pa lahko tudi odpove. Pojavljajo se ideje o obvezni namestitvi detektorjev ogljikovega monoksida v najkritičnejši predel stavbe. Rešitev je lahko blizu, saj naprava ni predraga, nekje med 25 in 40 € (pregledal ponudbo na spletu 12. avgusta 2016).

Težava je lahko tudi nekakovostna gradnja dimniškega sistema, predvsem pri starejših hišah, ali napake v dimniku, ki nastanejo tekom uporabe, npr. zaradi nepravilnega kurjenja (ožig neočiščenih saj), zaradi ptičjega gnezda v kapi dimnika, zaradi nepravilnih posegov v ostenje dimnika itd.

Da napake preprečimo, je potreben predvsem reden temeljit servis, kurjenje suhega lesa, dovod svežega zraka in kakovosten dimnik pravih dimenzij.

## 5 IZRAČUN VELIKOSTI LONČENE PEČI

### 5.1 Za starejše objekte.

Priročnik *Kamini in lončene peči* [7] je sicer že rahlo zastarel (v slovenščino preveden leta 1989), a v svojih predpostavkah že upošteva za tisti čas toplotno dobro izolirane stavbe. Tako sklepa, da so toplotne izgube v primerjavi s slabo izoliranimi stavbami do 2-krat nižje. In ker so zahteve iz leta v leto strožje, ne naredim napake, če v prvem (5.1) od dveh primerov upoštevam, da 1 m<sup>2</sup> bivalne površine za ogrevanje rabi 80 Wh/m<sup>2</sup> energije<sup>2</sup>. Po podatkih spletne strani [13] na vprašanje »Kaj je pasivna hiša« piše: »Največja potrebna moč ogrevanja (peak heat load) mora biti manjša od 10 W/m<sup>2</sup>.« Ampak mnogo hiš je grajenih pred letom 2002, ko smo začeli graditi nizko-emisijske objekte. Še več, v praksi se pogosto srečujemo z obnovo starih hiš, v katerih želijo, da vse ostane "po starem". Zato bom za prvi izračun v tem diplomskem delu uporabil podatek 80 W/m<sup>2</sup>.

Izračun za 40 m<sup>2</sup> tlorisne površine po verziji [7]:

Po enačbi (2), na strani 19, izračunamo potrebno priključno moč lončene peči:

$$P_n = A_{pl} \times q_{nl} = 40 \text{ m}^2 \times 80 \text{ W/m}^2 = 3,2 \text{ kW}.$$

Lahka izvedba lončene peči oddaja 0,90 kW/m<sup>2</sup> (tabela 1) [8]:

$$A_{pl} = \frac{P_N}{q_{NL}} = \frac{3,2 \text{ kW}}{0,90 \text{ kW/m}^2} = 3,55 \text{ m}^2 = 355 \text{ dm}^2.$$

3,55 m<sup>2</sup> grelne površine delimo s površino pečnice dimenzij 22 x 22 [cm], da izračunamo število potrebnih pečnic, da ogreje 40 m<sup>2</sup>.

$$A_{pečnice} = 22 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 484 \text{ cm}^2 = 4,84 \text{ dm}^2$$

$$N_{pečnic} = \frac{355}{4,84} = 73,34 \rightarrow 74 \text{ kom}$$

Izračunali smo velikost lončene peči, ki ogreje 40 m<sup>2</sup> velik prostor v stavbi, zgrajeni po standardih iz leta 1983 [7]. Izračunali smo 74 komadov.





Slika 15: Primer krušne peči, ki ogreje vsaj 40m<sup>2</sup> ob toplotnih izgubah 80 W/m<sup>2</sup>, (IC TNP Bohinj)

Pečarski mojster Franc Avbelj potrdi, da gre pri 74 pečnicah dimenzij 22 x 22 cm [oz. 484 cm<sup>2</sup>] za normalno številko, ki se zelo pogosto pojavlja tudi v praksi. Takšna lončena peč torej ni velika. Ko peč vsebuje še ležalni del, število pečnic pogosto preseže 100 komadov, kar pomeni, da ob lahki izvedbi lončene peči (debelina stene kurišča od 9 do 10,5 cm [8]) s 120 kosi grejemo 64 m<sup>2</sup>, ob 8-krat manjših izgubah pri pasivni gradnji (t.j. 10 W/m<sup>2</sup>) pa že kar velikih 512 m<sup>2</sup>.

#### Sklep k točki 5.1

Najprej moramo upoštevati parametre okolice, to je najnižje zabeležene temperature zraka na območju, kjer vgrajujemo lončeno peč. Nato določimo željeno notranjo temperaturo zraka in s tem dobimo temperaturno razliko, ki je potrebna za izračun vseh toplotnih izgub. Sledi izračun potrebne priključne moči lončene peči, da ogreje določeno površino. Nazadnje sledi še izračun števila pečnic, ki sestavlja lončeno peč.

## 5.2 Za novejša objekta. Dimenzioniranje lončene peči po standardu [1]

Standard SIST EN 15544:2009 podaja tehnične zahteve za osnovno načrtovanje lončenih peči. Priročnik *Strokovna pravila za pečarska dela* [8] mi je ob tem v pomoč, da so prevodi čim bolj skladni s prakso pečarske branže. Dodatni podatki iz te publikacije so označeni z virom - " [8]" .

Masivne peči so akumulacijske naprave, ki oddajajo toploto preko zunanjih površin. Velikost peči (površina, ki oddaj toploto oz. grelna površina) je določena s specifično toplotno močjo in potrebno toploto. Da dosežemo polno akumulacijo toplote v lončeni peči, je potrebna toplotna moč, definirana s potrebno količino goriva  $m_B$  in je odvisna od [8]:

- toplotne moči ( $P_n$ )
- časa, potrebnega za akumulacijo  $t_n$ , ko ne dovajamo dodatne toplote,
- kurilnosti goriva (spodnje kurilne vrednosti) ( $H_u$ ) in
- izkoristka.

Čas oddajanja toplote z akumulacijo oz. čas, ko je potrebno ponovno dovajanje toplote, znaša praviloma 5, 8 ali 12 ur. Kurilnost goriva (lesa) je pri 20 % vlagi okoli 4,16 kWh/kg. Izkoristek je določen z najmanj 78 %. Toplotno moč lončene peči določimo glede na toplotne izgube prostora [8].

Specifično toplotno moč, srednjo temperaturo na grelni površini, potrebno debelino in s tem pogojeno trajanje akumuliranja lahko poiščemo v tabeli 1:

Tabela 1: Specifična toplotna moč / srednja temperatura grelne površine [8]

Vrsta gradnje	Debelina stene v kurišču [cm]	Trajanje akumuliranja toplote [h]	Specifična toplotna moč [kW/m <sup>2</sup> ]	Srednja temperatura grelne površine [°C]
s (težka)	12,5 - 14	12	0,50	cca. 60
m (srednje težka)	10,5 - 12	8	0,75	cca. 75
l (lahka)	9 - 10,5	5	0,90	cca. 85

Če izhajamo iz toplotne moči [8]:

$$P_n = A_{pl} \times q_{NL} \quad (2)$$

dobimo **površino, ki oddaja toploto** [8]:

$$A_{pl} = \frac{P_N}{q_{NL}} \quad (3)$$

kjer je:

*P<sub>n</sub>....toplotna moč v kW;*

*q<sub>NL</sub>...specifična toplotna moč v kW/m<sup>2</sup>;*

*A<sub>pl</sub>....površina, ki oddaja toploto oz. grelna površina lončene peči (m<sup>2</sup>).*

**Potrebna (največja) količina drv m<sub>B</sub>** (v kg) se izračuna po enačbi (4):

$$m_B = \frac{P_N \times t_N}{3,25} \quad (4)$$

kjer je:

*m<sub>B</sub>.....dovoljena količina drv<sup>2</sup> ;*

*t<sub>N</sub>.....trajanje akumuliranja (h).*

Za faktor 3,25 v enačbi (4) smo zmnožili spodnjo kurilno vrednost H<sub>u</sub> (4,16 kWh/kg) in izkoristek lončene peči, ki je predpostavljen pri 78 %;

$$H_u \times \eta = 4,16 \times 0,78 = 3,25. \quad (5)$$

**Minimalna količina drv** za kakovostno zgorevanje se izračuna po enačbi (6):

$$m_{Bmin} = 0,5 \times m_B \quad (6)$$

*m<sub>B</sub>.....dovoljena količina drv (kg);*

*m<sub>B,min</sub>...najmanjša količina goriva (kg).<sup>3</sup>*

---

<sup>2</sup> Potrebna (največja dovoljena) količina, da dosežemo nazivno moč peči (kg).

<sup>3</sup> Najmanjša količina goriva (drv), da je gorenje še učinkovito.

**Dimenzioniranje bistvenih dimenzij.**

Naslednji izračun velja za količino goriva od 8 do 40 kg lesa:

➤ **Kurišče:**

Pred projektiranjem dimenzij kurišča se moramo najprej prepričati, da je v prostoru, kjer se kuri, dovolj svežega prostega zraka ter da so izpolnjene zahteve za čisto zgorevanje.

- **Notranja površina kurišča (plašča)  $O_{BR}$**  v  $cm^2$  se izračuna po enačbi (7):

$$O_{BR} = 900 \times m_B \quad (7)$$

kjer je:

$O_{BR}$ .....notranja površina (plašč) kurišča ( $cm^2$ );

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

Pri računu površine plašča upoštevamo vseh šest stranic kvadra, vratca in površino odprtine za izhod dimnih plinov vključimo v površino.

- **Površina tlorisa kurišča  $A_{BRmin}$**  ( $cm^2$ ) variira med minimalno in maksimalno vrednostjo:

$$A_{BRmin} = 100 \times m_B \quad (8)$$

$$A_{BRmax} = \frac{900 \times m_B - (25 + m_B) \times U_{BR}}{2} \quad (9)$$

kjer je:

$A_{BRmin}$ .....minimalna površina tlorisa kurišča ( $cm^2$ );

$A_{BRmax}$ .....maksimalna površina tlorisa kurišča ( $cm^2$ );

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

$U_{BR}$ .....obseg tlorisne površine kurišča.

Pri pravokotnih tlorisnih površinah ( $A_{BR}$ ) je razmerje nasproti si ležečih stranic med **1 : 1 in 1 : 2** (npr. 45 x 65 [cm]).

Vendar pa minimalna širina kurišča ne sme biti manjša od 23 cm.

- **Obseg tlorisne površine  $U_{BR}$**  se izračuna po enačbi (10):

$$U_{BR} = \dot{s} \times g \quad (10)$$

kjer je:

$\dot{s}$ ...širina kurišča;

$g$ ...globina kurišča.

Pri dimenzioniranju upoštevamo razmerje med stranicama  $\dot{s}$  in  $g$ , tako da širina zavzame vrednost med 50 in 100 % globine.

- **Minimalna zahtevana višina kurišča  $H_{BR}$**  se izračuna po enačbi (11):

$$H_{BR} \geq 25 + m_B \quad (11)$$

kjer je:

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

$H_{BR}$ .....višina kurišča.

- **Višino kurišča** se lahko izračuna na osnovi danih površin celotnega plašča kurišča, tlorisne površine kurišča in obsega tlorisne površine kurišča po enačbi (12):

$$H_{BR} = \frac{900 \times m_B - 2 \times A_{BR}}{U_{BR}} \quad (12)$$

kjer je:

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

$A_{BR}$ .....površina tlorisa kurišča;

$H_{BR}$ .....višina kurišča;

$U_{BR}$ .....obseg tlorisne površine kurišča.

Višina kurišča je najvišja navpična razdalja med dnom kurišča in njegovim stropom. Od izračunane višine v izvedbi lahko odstopamo največ 5 %. [8]

- **Površina rešetke v kurišču -  $A_{R0}$**  (v  $cm^2$ ) izračunamo po enačbi 13 (vir [8]):

$$A_{R0} = 50 \times m_B \quad (13)$$

kjer je:

$A_{R0}$ .....površina rešetke ( $cm^2$ );

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

Prosta površina rešetke, ki je za zrak prepustna, mora znašati najmanj 1/3 celotne površine rešetke.

### ➤ Dimovodi

#### Minimalna dolžina dimovodov:

Minimalna dolžina dimovodov (dimnih kanalov v peči in dimne cevi ("minimum flue pipe length")) je dolžina, pri kateri dosežemo minimalni izkoristek 78 % pri nazivni obremenitvi.

Vstopna temperatura dimnih plinov na vstopu v dimnik ne sme biti nižja od 180°C.

Krajšanje dolžine dimovodov povzroči višjo temperaturo dimnih plinov [8].

- **Minimalno dolžino dimovoda brez zračne kape (m)** izračunamo po enačbi (14):

$$L_{Z,min} = 1,3 \times \sqrt{m_B} \quad (14)$$

kjer je:

$L_{Z,min}$ .....minimalna dolžina dimovodov (m);

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

- **Minimalno dolžino dimovoda z zračno kapo (m)** izračunamo po enačbi (15):

$$L_{Z,min} = 1,5 \times \sqrt{m_B} \quad (15)$$

kjer je:

$L_{Z,min}$ .....minimalna dolžina dimovodov (m);

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

- **Prečni presek kratkostične povezave (cm<sup>2</sup>)** izračunamo po enačbi (16):

$$A_{GS} = 1,00 \times m_B \quad (16)$$

kjer je:

$A_{GS}$ .....prečni presek dimovodov (cm<sup>2</sup>);

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

- **Prečni presek dimovodov** izračunamo po enačbi (17):

$$A_Z = f_Z \times m_B \quad (17)$$

kjer je:

$A_Z$ .....prečni presek dimovodov (cm<sup>2</sup>);

$m_B$ .....dovoljena količina drv (kg);

$f_Z$ .....faktor določimo iz tabele 2 (cm<sup>2</sup>/kg).

Tabela 2: Faktor  $f_z$  v odvisnosti od maksimalne količine goriva [8];

Količina goriva $m_B$ (kg)	Faktor $f_z$ (cm <sup>2</sup> /kg)
<20	30-35
20 - 30	25 - 30
31 - 40	20 - 25

➤ **Dovod zraka [8]**

V primeru kurišč lončenih akumulacijskih peči (tudi krušnih) se dovod zraka določi glede na maksimalno količino ( $m_B$ ) goriva pri enkratnem nalaganju. Enačba (18) se glasi:

$$\varphi = \frac{VL}{v \times 0,36} \quad (18)$$

kjer je:

$\varphi$ .....potrebni presek kanala za dovod zraka (cm<sup>2</sup>);

VL.....pretok zraka (m<sup>3</sup>/h), ki se ga izračuna po enačbi (19);

v.....hitrost zraka ... = 2,0 m/s

$$VL = (-) \lambda \times 4,0 \times (-) f_S \times (-) f_t \times 0,78 \times m_B \quad (19)$$

kjer je:

$\lambda$ .....faktor presežka zraka ( $\lambda$  2,95);

4,0.....teoretična poraba zraka na kg lesa (pri njegovi 15 % vlažnosti);

$f_S$ .....korekturni faktor nadmorske višine (pri 800 m znaša 1,10);

$f_t$ .....korekturni faktor zunanje temperature zraka (pri 0°C znaša 1,00);

$m_B$  ..... maksimalna dovoljena količina drv (kg);

VL.....pretok zraka (m<sup>3</sup>/h);

0,78.....faktor, ki označuje razmerje med optimalno in dovoljeno maksimalno količino goriva.

Korekturni faktor temperature zunanjega zraka se izračuna po enačbi (20):

$$f_t = (273 + T_L) / 273 \quad (20)$$

kjer je:

$f_t$ .....korekturni faktor zunanje temperature (pri 0 °C znaša 1,00)

$T_L$ .....temperatura zunanjega zraka (°).

Tabela 3: Korekturni faktor nadmorske višine  $f_s$  [8].

Nadmorska višina	Korekturni faktor
0	1,00
200	1,02
400	1,05
600	1,08
800	1,10
1000	1,13
1200	1,16
1400	1,18
1600	1,21
1800	1,24
2000	1,28
2200	1,30
2400	1,33
2600	1,36
2800	1,39
3000	1,42

Tabela 4: Preseki za dovod zraka pri akumulacijskih pečeh [8].

Količina goriva (kg)	Potrebni presek $\varphi$ (cm <sup>2</sup> )	Predlog preseka cevi (cm <sup>2</sup> )	Dejanski presek (cm <sup>2</sup> )	Predlog za pravokotni presek (mm)		Dejanska površina (cm <sup>2</sup> )
				h	b	
5	70	100	79	80	90	72
8	112	125	123	80	140	112
9	127	140	154	80	160	128
10	141	140	154	80	180	144
11	155	150	177	80	200	160
12	169	150	177	80	220	176
13	183	160	201	80	230	184
14	197	160	201	80	250	200
15	211	180	254	80	270	216
16	225	180	254	80	290	232
17	239	180	254	80	300	240
18	253	190	283	80	320	256
19	267	190	283	80	340	272
20	281	190	283	80	360	288
21	295	200	314	80	370	296
22	309	200	314	80	390	312
23	232	224	394	80	410	328
24	337	224	394	80	430	344
25	352	224	394	80	440	352
26	366	224	394	80	460	368



Namenimo še nekaj besed kuriščnim vratcem in zagonski loputi:

**Kuriščna vratca [8].**

Njihova velikost mora biti usklajena glede na možnost dovoda primarnega in sekundarnega zraka. Biti morajo ustrezno pritrjena na steno peči in prenesti vse mehanske in toplotne obremenitve. Pri vgrajevanju je potrebno upoštevati toplotna raztezanja. Vratca morajo biti opremljena z ustreznimi regulacijskimi elementi za nastavljanje količine primarnega in sekundarnega zraka. Proizvajalec mora podati natančna navodila vgradnje in uporabe.

**Zagonska loputa [8].**

Pri pečeh z dolgimi dimovodi se lahko vgradi zagonska loputa, ki mora dobro tesniti in mora biti odporna na visoke temperature. Ročica za njeno upravljanje mora omogočati enostavno uporabo. Povezava med ročico in zagonsko loputo mora čim bolj tesniti.

### 5.2.1 Izračun potrebne velikosti lončene peči za ogrevanje enostanovanjske stavbe.

Toplotne izgube enostanovanjske dvoetažne hiše skupne površine 140 m<sup>2</sup> predpostavim na 8 kW. To je tudi naša potrebna priključna moč za ogrevanje te stavbe. V nadaljevanju računamo potrebno površino plašča ( $A_{pl}$ ) lončene peči, potrebno (dovoljeno in najmanjšo) količino drv ( $m_B$ ), da lončeno peč segrejejo, višino, širino in globino kurišča, potreben presek dovodne cevi svežega zraka, dimenzijo vratc ter minimalno dolžino in presek dimovoda. Izračun izvedemo skladno s standardom [1], oziroma sledimo teoriji: Dimenzioniranje bistvenih dimenzij (str. 20)

Nazivna priključna moč lončene peči je 8 kW, označimo jo s simbolom  $P_N$ :

$$P_N = 8,0 \text{ W.}$$

Izberemo srednje težko izvedbo peči. Iz Tabele 1 odčitamo specifično toploto, ki jo oddaja m<sup>2</sup> obodne površine;

$$\text{odčitamo: } q_{NL} = 0,75 \text{ kW/m}^2.$$

Iz teh dveh podatkov že lahko dobimo **potrebno grelno površino**.

$$A_{pl} = \frac{P_N}{q_{NL}} = \frac{8,0 \text{ kW}}{0,75 \text{ kW/m}^2} = 10,76 \text{ m}^2 = 107600 \text{ cm}^2$$

V računu o potrebnem številu pečnic upoštevamo **dimenzije pečnice 22 cm x 25 cm**, površina pečnice je 550,00 cm<sup>2</sup> oziroma 5,5 dm<sup>2</sup>:

$$\text{Potrebno število pečnic} = N_{\text{pečnic}} = \frac{A_{pl}}{A_{\text{pečnice}}} = \frac{106700 \text{ cm}^2}{550 \text{ cm}^2} = 194 \text{ kom.}$$

Izberemo srednje težko izvedbo, tako iz razpredelnice 1 odčitamo **čas akumulacije in oddajanja zahtevane toplote**:

$$t_N = 8 \text{ ur.}$$

Vstavimo v enačbo za **maksimalno potrebno in dovoljeno količino drv (enačba 4)** in upoštevamo nazivno priključno moč peči 8 kW.

$$m_B = \frac{P_N \times t_N}{3,25} = \frac{8 \text{ kW} \times 8 \text{ ur}}{3,25} = 19,69 \text{ kg,}$$

(to je maksimalna količina drv, ki v peči lahko gorijo hkrati).

**Minimalna masa drv**, ki še zagotovi kakovostno in učinkovito zgorevanje:

$$m_{B,\min} = 0,5 \times m_B = 9,85 \text{ kg}$$

Sedaj lahko izračunamo **potreben plašč kurišča** (površino vseh šestih stranic kurišča):

$$O_{BR} = 900 \times m_B = 900 \times 19,69 = 17723 \text{ cm}^2$$

Nadaljujemo z računanjem **minimalne in maksimalne tlorisne površine kurišča**:

$$A_{BR,\min} = 100 \times m_B = 100 \times 19,69 = 1969 \text{ cm}^2$$

$$A_{BR,\max} = (900 \times m_B - (25 + m_B) \times U_{BR}) / 2 = (900 \times 19,69 - (25 + 19,69) \times 200) \times 0,5 = \\ = (17723 - 8938) / 2 = 4392 \text{ cm}^2$$

$U_{BR}$ ....obseg tlorisne površine kurišča. Stranici sta v približnem razmerju 1:2.

Enačbe se lotimo s predpostavko, da je ploščina kvadrata enaka  $a^2$ , tako korenimo ploščino  $A_{BR,\min}$  in dobimo okvirne vrednosti, od koder izhajamo in upoštevamo pogoj, da vrednost širine kurišča zavzema vrednosti med 50 in 100 % globine, ker je  $A_{BR,\max}$  občutno večji od  $A_{BR,\min}$ , širino zmanjšamo manj kot globino povečamo:

$$\sqrt{1969 \text{ cm}^2} = 44,4 \times 44,4 \text{ cm}^2 \rightarrow 40 \times 60 \text{ [cm]} \rightarrow U_{BR,\min} = 200 \text{ cm}$$

$$\text{Izračunamo nov } A_{BR} = 40 \times 60 \text{ [cm]} = 2400 \text{ cm}^2$$

**Višina kurišča** mora ustrezati pogoju:

$$H_{BR} \geq 25 + m_B = 25 + 19,69 = 44,69 \text{ cm}$$

Izračunamo višino kurišča še po enačbi (12):

$$H_{BR} = \frac{900 \times m_B - 2 \times A_{BR}}{U_{BR}} = \frac{900 \times 19,69 - 2 \times 2400}{200} = 64 \text{ cm}$$

Izkušeni mojstri znajo povedati, da je takšno kurišče nesorazmerno visoko, zato povečamo obseg tlorisne površine kurišča in dobimo manjšo višino  $\rightarrow \check{s} \times g = 50 \times 70$

Izračunamo nova  $A_{BR}$  in  $U_{BR}$ :

$$A_{BR} = \check{s} \times g \text{ [cm]} = 50 \times 70 = 3500 \text{ cm}^2$$

$$U_{BR} = 2 \times (\check{s} + g) = 2 \times (50 + 70) = 240 \text{ cm}$$

$$H_{BR} = \frac{900 \times m_B - 2 \times A_{BR}}{U_{BR}} = \frac{900 \times 19,69 - 2 \times 3500}{240} = 44,67 \text{ cm}^2$$

**Dimenzije kurišča smo torej dobili in znašajo (  $\check{s} \times g \times v$  ) = ( 50 x 70 x 45 ) [cm].**

**Površino rešetke** izračunamo po enačbi:

$$A_{R0} = 50 \times m_B = 50 \times 19,69 = 984 \text{ cm}^2 \rightarrow 25 \times 38 \text{ [cm]}$$

**Izračunamo minimalno dolžino dimne cevi** z zračno kapo in brez nje.

$$\text{BREZ: } L_{Z,\min} = 1,3 \times \sqrt{mB} = 1,3 \times \sqrt{19,69} = 1,3 \times 4,44 = 5,78 \text{ m}$$

$$\text{Z: } L_{Z,\min} = 1,5 \times \sqrt{mB} = 1,5 \times \sqrt{19,69} = 1,5 \times 4,44 = 6,70 \text{ m}$$

**Prečni presek dimniške cevi:**

$$A_Z = *f_Z \times m_B = 30 \text{ cm}^2/\text{kg} \times 19,69 \text{ kg} = 590,70 \text{ cm}^2$$

od tod sledi premer dimnika 28 cm.

\*  $f_Z$  odčitamo iz tabele 3:  $\rightarrow$  za 19,69 kg goriva odčitamo: Faktor  $f_Z = 30 \text{ cm}^2/\text{kg}$

**Prečni presek kratkostične povezave:**

$$A_{GS} = 1,00 \times m_B = 1,00 \times 19,69 = 19,69 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje dovoda svežega zraka:**

$$\varphi = \frac{VL}{v \times 0,36} = 240,47 \text{ m}^3/\text{h} / (2,0 \text{ m/s} \times 0,36) = 334,0 \text{ cm}^2$$

$$VL = (-) \lambda \times 4,0 \times (-) f_S \times (-) f_t \times 0,78 \times m_B = 2,95 \times 4,0 \times 1,035 \times 1,0 \times 0,78 \times 19,69 = 240,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

Izračunali smo  $334,0 \text{ cm}^2$  potrebnega preseka dovoda svežega zraka. Iz tabele 4 pa odčitamo, da za 19,69 kg goriva rabimo cev preseka  $281 \text{ cm}^2$ .

Upoštevamo tabelo 4 in sklenemo:

Za dovod zraka napeljemo okroglo cev zunanjšega premera 190mm ali pravokotno cev dimenzij  $h \times b = 80 \times 360 \text{ [cm]}$ .

**Izbira vratc:**

Sprednja stran kurišča je dimenzij  $40 \times 45 \text{ [cm]}$  ( $\check{s} \times v$ ), temu prilagodimo vratca in vzamemo najširša možna in poljubno visoka:

Izberemo vratca dimenzij:  $35 \times 30 \text{ [cm]}$ .

### Sedaj izračunamo še potrebne dimenzije oboda lončene peči:

194 kosov pečnic moramo razporediti po plašču oz. obodu, oz. **pokriti 10,67 m<sup>2</sup>** površine.

Odločimo se za tristrano lončeno peč v obliki kocke, stranica v tlorisu = 200 cm.

Pečnice so višine 25 cm, to pomeni, da lahko postavimo 4 vrste pečnic in zaključno vrsto "sims" (+14 cm), tako dobimo višino:

$$V_{\text{vertikalnega grelnega dela}} = 4 \times 25 \text{ cm} + 14 \text{ cm} = 114 \text{ cm} = 1,14 \text{ m}$$

Tlorisna površina:

$$p_{\text{tlorisa}} = 200 \times 200 \text{ [cm]} = 40000 \text{ cm}^2 = 4,0 \text{ m}^2$$

$$p_{\text{vert. gr. dela}} = 1,14 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} \times 3_{\text{stranice}} = 6,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Izračun vseh površin: } p_{\text{vert. gr. dela}} + p_{\text{tlorisa}} = 6,84 \text{ m}^2 + 4,0 \text{ m}^2 = 10,84 \text{ m}^2.$$

**Končne dimenzije** lončene peči, ki stoji na 50,0 cm visokem podstavku in ogreje prostor s toplotnimi izgubami 8 kW, so:

**200 cm x 200 cm x 164 cm (širina x globina x skupna višina).**

Gre sicer za veliko peč, a se kar pogosto izvajajo.



Slika 16: Planinski dom nad Moravčami večinsko ogreva lončena krušna peč.  
Površina plašča te peči je 9,84 m<sup>2</sup>.

Stvar okusa, arhitekturnih zamisli in možne izvedbe je, kako te pečnice postavimo. Običajno je najboljša rešitev tristrani ležalni kamin s turnom. V tem turnu je obokano kurišče. Vgradijo se lahko steklena vratca. V arhivu sem našel primer, ki sem ga navedel (slika 16).

### 5.3 Izboljšanje vleka v dimniku

Kljub brezhibni tehnični izvedbi včasih kaminska (lončena) peč ne vleče dobro. To je pogosteje v starih hišah. Če hočemo, da imamo v lončeni peči kakovostno zgorevanje, niso dovolj samo pogoji, ki smo jih že omenjali: dovod svežega zraka, suha drva, ustrezne dimenzije kurišča itd. Za nemoten vlek je hitrost zraka skozi odprtino kurišča na spodnji meji postavljena pri 0,2 m/s. Pri hitrosti zraka 0,2 m/s in prerezu kurišča 50 x 50 cm je količina zraka 180 m<sup>3</sup>/h. Dimenzije dimnika izračunamo po enačbah (14) in (15). A četudi je dimnik teoretično pravilno dimenzioniran, lahko pride do težav pri vleku. Dejavniki, ki negativno vplivajo na slab vlek: [7]

- zelo tesna stavba (kakovostna gradnja), v katero ne more prodreti zunanji zrak,
- majhni kanali za dovod svežega zraka ali pa teh kanalov sploh ni,
- dolgi priključki na dimnik,
- visoka drevesa ali sosednje stavbe v bližini dimnika, ki neustrezno usmerjajo veter.

V starejših stavbah so pogost problem naslednji dejavniki:

- dimnik je ob zunanjem zidu in se hitro ohlaja,
- netesen dimnik,
- notranje stene dimne tuljave so grobe,
- streha na dimniku,
- sprememba smeri dimnika,
- premajhen prerez dimnika,
- premajhna višina dimnika.

#### 5.3.1 Pospeševalnik dimnih plinov

Težave lahko rešimo s pospeševalnikom vleka ali sesalnikom dimnih plinov. Pospeševalnik vleka namestimo običajno na podstrešju ob steni dimnika. Vsrka del dimnih plinov in jih vrača v dimnik, v njem pa delujejo kot injekcija, ki pospešuje uhajanje dimnih plinov iz dimnika. Prerez dimnika se s tem ne zmanjša. [7]

#### 5.3.2 Sesalnik oz. sesalni ventilator dimnih plinov

Vgradimo ga na vrhu dimnika, kjer sesa vse dimne pline. Montiramo ga zelo preprosto. Najprej odstranimo kapo ali podaljšek dimne cevi. Ploskev na zaključku dimnika mora biti vodoravna; če je treba, jo izravnamo z malto. Sesalnika ne pritrdimo trdno na dimnik, da ga lahko pri čiščenju odstranimo. Jeklina vrv varuje sesalnik, da pri čiščenju ne pade z dimnika. Električni priključek bo naredil električar, ki bo upošteval tudi vse varnostne predpise. Ob nakupu sesalnika dobimo tudi vso drugo opremo, ki jo potrebujemo za montažo, pa tudi navodila za čiščenje in vzdrževanje. [7]

### 5.3.3 Dimniške izboljšave v tem času

Vse do sedaj napisano pod točko 5.3 je iz priročnika "Kamini in lončene peči" [7]. Raziskal sem izboljšave zadnjih let. Slovensko podjetje **ATech** je kot inovacijo leta 2013 razvilo napravo Florian. S to napravo je bilo podjetje večkrat nominirano in nagrajeno za najboljšo inovacijo leta v Sloveniji, med drugim je na "11. Dnevih inovativnosti" prejelo srebrno priznanje Gospodarske zbornice Slovenije za inovacijo »Florian«. Na spletnih straneh časnika Delo v razlagi izdelka piše: "Zmagovalna inovacija letošnjega foruma Florian je pametna naprava, ki samodejno uravnava vlek dimnih plinov v dimniških ceveh pri pečeh na drva, s čimer je učinkovitost zgorevanja peči boljša za 20 odstotkov, kar pomeni prihranke goriva in manj izpustov. Naprava je namenjena za kaminske sobne peči, pri čemer mora biti del dimnika speljan v prostoru, da je napravo možno namestiti. Tam so tipala, ki merijo temperaturo dimnih plinov in na podlagi teh podatkov zagotavljajo optimalen vlek, tako da drva v kurišču zgorevajo optimalno. Za vlek skrbi ventilator, v njem pa so tudi lopute, ki se ustrezno zapirajo in odpirajo. Naprava bi stala okrog 250 evrov in ocenjujejo, da bi se naložba investitorju povrnila v treh letih. Ocenjujejo še, da je v Evropi 30 milijonov kurišč na drva, torej potencialnih uporabnikov." [14]

### 5.3.4 V dimniku je potencial

Dimnik je torej lahko nek nebodigatreba element ogrevalne naprave, lahko pa nam je v pomoč za varčnejše, varnejše in bolj ekološko ogrevanje. Dimniški potencial je velik. Omenil sem visoko temperaturo dimnih plinov v dimniški cevi, kar omogoča montažo dodatne lončene peči, locirane nadstropje višje. Druga varianta je vgradnja prenosnika toplote v dimniški cevi. V obeh primerih bi se dimni plini zelo ohladili, izkoristki bi se približali nedosegljivim 100%. Posledično bi prihajalo do slabega vleka, kar pa bi rešili s pospeševalnikom vleka ali inovacijo zadnjih let, pametno napravo Florian, ki samodejno uravnava vlek dimnih plinov. Vse skupaj nadgradimo z elektrostatskim filtrom dimnih plinov (OekoTube - v nadaljevanju) in dobimo polno izkoriščen potencial dimniškega sistema.

## 6 PROCES GORENJA IN PROBLEM PRAŠNIH DELCEV $PM_{10}$ IN $PM_{2,5}$

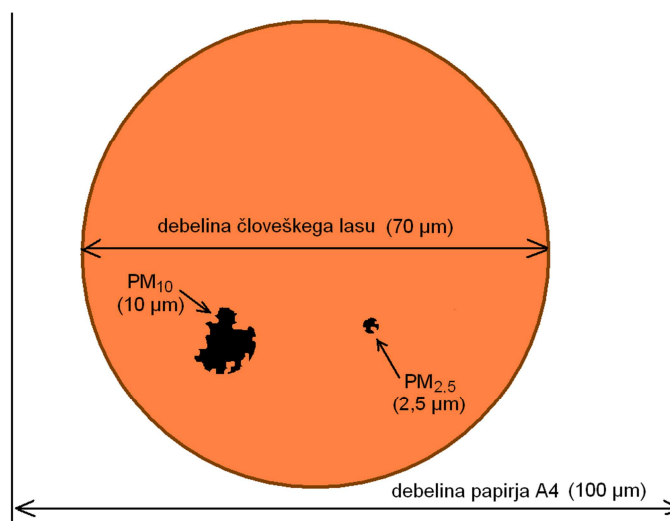
### 6.1 Proces gorenja

Zgorevanje je kemični proces oksidacije gorljivih elementov (C-ogljika, H- vodika in S-gorljivega žvepla). Les ima predvsem dva gorljiva elementa (C in H), žvepla praviloma ne vsebuje, oziroma so te vsebnosti z vidika pridobivanja toplote zanemarljive količine, zato ga niti ne obravnavamo. V realnih pogojih ne moremo zagotoviti popolnega zgorevanja, tako nastajajo nezaželeni produkti kot so CO,  $C_xH_y$ , nezgoreli ogljik (C) v obliki saj ipd. Obseg teh produktov je zabeležen v razliki odstotkov izkoristka in 100-odstotki, ki pomeni poln energijski potencial energenta - lesa. Ti produkti tudi niso sprejemljivi iz okoljskega vidika, predvsem vplivajo na zdravje ljudi. [15]

### 6.2 Izpusti, ki pri tem nastanejo, tudi $PM_{10}$ in $PM_{2,5}$

Lončena peč sodi med male kurilne naprave, v njej se izvaja proces zgorevanja, ki ni popoln in tako ostaja ogljik v obliki drobnega prahu, saj, pepela. Ti delci (CO,  $C_xH_y$ , nezgoreli ogljik (C)) so manjši od 10 in tudi manjši od 2,5 mikronov ( $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$ ). Delci manjši od 35 mikronov lebdiijo v zraku in z vdihavanjem pridejo do pljuč, delci manjši od 2,5 mikrona vdrejo celo v pljučne mehurčke in tako lahko direktno do tkiv človeških organov. Tako so lahko vzrok različnih bolezni: srčno-žilne, negativni vpliv na možgane, vpliv na Parkinsonovo in Alzheimerjevo bolezen.

Poseben problem so območja večjih mest, območja naseljenih kotlin, pozno jesenski čas, ko se pojavi temperaturna inverzija, zelo moteče je v meglenih ne prevetrenih dolinah. »Tako pri nas kot tudi državah EU in sicer v svetu potekajo aktivnosti za zmanjšanje izpustov prahu v ozračje in sicer predvsem prahu z delci pod 10 mikronov in tudi pod 2,5 mikrona.« [15]



Slika 17: Primerjava velikosti delcev  $PM_x$  in debeline človeškega lasu [16].



Delce PM<sub>x</sub> ločimo na naslednje vrste:

- **PM10** – grobi delci z aerodinamičnim premerom med 2,5 µm in 10 µm,
- **PM2.5** – drobni delci z aerodinamičnim premerom pod 1 µm in 2,5 µm,
- **PM1.0** – fini delci z aerodinamičnim premerom pod 1 µm,
- **UFP** – ultra fini delci z aerodinamičnim premerom pod 0,1 µm.

Pri tem pomeni oznaka PM delce (angleško particulate matter), UFP pa zelo fine delce (angleško ultra fine particles) [17].

### 6.3 Kako do nizko emisijskega delovanja lončene peči

Tu bi se najprej morali vprašati, s kakšno lesno biomaso in kako se te peči ogreva. Največji prispevek k čistejšemu zraku lahko prispeva vsak uporabnik – kurjač, ki je nenazadnje odgovoren za dim, ki se vali iz njegovega dimnika. Za pravilno kurjenje morajo biti izpolnjeni vsaj trije osnovni pogoji, kurilna naprava, gorivo in način kurjenja [15]:

- pravilno vgrajena sodobna kurilna naprava (prostor, dovod zraka, odvod dimnih plinov),
- les naj ima čim nižjo vlažnost, polena morajo biti primerne velikosti in vsaj zračno suha,
- uporabnik mora napravo pravilno kuriti, v skladu z navodili proizvajalca.

(Povzeto iz spletne strani ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.)

V praksi pa ljudje pogosto kurijo v pečeh razne predmete, celo gorljive odpadke, ki se med tednom ali letom naberejo in niso lesnega izvora. Na sejnih ljudi sprašujem, kako so zadovoljni s (krušno) lončeno pečjo in je odgovor pogosto v slogu: »Uh fajn, prostorno kurišče ima in lahko v njej pokuriš vse, kar se sproti nabere.« Iz praktičnega vidika je sicer res lepo slišati zadovoljstvo stranke, a spoštovanje okolja je tu vprašljivo. Tudi zato je kurjenje v lahko dostopnih klasičnih kuriščih problem in gre trend v iskanje dolgoročne rešitve, ki bo (še) omogočala nadaljnje obratovanje manjših kurilnih naprav in bo onesnaženost zraka z delci manjšimi od 35 mikronov zminimalizirana, vedelo pa se bo tudi, kaj se lahko "požiga" in kaj ne.

### 6.4 Reševanje problema

Kot je omenjeno že v Uvodu, novinarka Marjeta Kralj v časniku Dnevnik (petek, 8. julija 2016) rešitev problema onesnaženosti zraka nakazuje v več smereh. Prva gre v smer, da se kaminske in lončene peči prepove in se jih zmeče iz stanovanj. Druga govori o strožjem nadzoru kurilne naprave in dimniškega sistema, kot tretjo pa omenja filtriranje dimnih plinov. Poglavje 8 govori o tem.

## 7 VIDIKI UPORABE LESA KOT GORIVO V LONČENI PEČI

### 7.1 Splošno

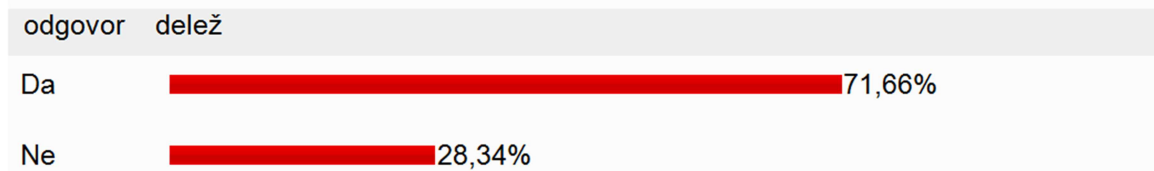
Les je domači obnovljivi vir energije, ki ima pomembno vlogo pri ogrevanju stavb, pripravi tople sanitarne vode in kuhanju, kljub temu da je z vidika uporabnika zaradi lažjega kurjenja bolj zaželeno tekoče ali plinasto gorivo. Spet dobiva vse bolj pomembno vlogo predvsem zaradi omejevanja izpustov toplogrednih plinov in prahu v ozračje [15]. Ljudje se tega dejstva vedno bolj zavedamo in tako les zopet pridobiva opuščeno »domovinsko pravico«. K bolj široki uporabi lesa zadnja leta pomaga tudi gospodarska kriza. Les je namreč poceni energent in za večino Slovencev lahko dostopen.

### 7.2 Slovenija, dežela gozdov

Gozdovi pokrivajo 58,4 % naše domovine, t.j. 1.184.526 hektarjev. Po gozdnatosti smo na tretjem mestu v Evropski uniji, za Švedsko in Finsko. Pretežni del slovenskih gozdov je v območju bukovih, jelovo-bukovih in bukovo-hrastovih gozdov (70 %) [18]. Zavod za gozdove beleži, da je v Sloveniji kar 461000 gozdnih posestnikov, podobno sliko kaže tudi anketa, ki jo najdemo na spletnih straneh slonep.net.

Ali imate vi ali kdo v vaši ožji družini v lasti gozd?

Datum ankete: 01.01.2010 N=928



Anketa 1: Vidimo da ima skoraj 72 % Slovencev dokaj enostaven dostop do lesenega energenta. [2]

### 7.3 Les, hranilnik energije

Drevo zbira energijo sonca s pomočjo fotosinteze in jo kot hranilnik energije shrani v lesni masi. Rastline iz vode in CO<sub>2</sub> s pomočjo sončne energije tvorijo glukozo. To se dogaja leta in leta. Drevo raste. Ko ocenimo, da je drevo dovolj staro za posek, je primerno ali za predelavo ali za kurjavo. Če les pravilno nažagamo, nasekamo in skladiščimo, da se dodobra osuši, je idealen za kurjenje v kotlih ali kurišču odprtih kaminov, lončenih peči ali krušnih peči. Ob pravilnem kurjenju, ko poskrbimo za pravšnji dovod zraka in skladiščenju energije v zalogovniku vode ter izpihovanju toplega zraka v sosednje sobe, dobimo izjemne izkoristke. Lesna biomasa je vsekakor energent z velikim potencialom [19].

#### 7.4 Ekonomski vidik

Zavod za gozdove Slovenije beleži, da na naših tleh letno priraste 8.419.974 kubičnih metrov lesa ali 7,10 kubičnih metrov na hektar. Statistika za leto 2012 kaže, da je bilo skupno posekano 3.910.807 m<sup>3</sup> dreves, od tega 2.152.467 m<sup>3</sup> iglavcev in 1.758.340 m<sup>3</sup> listavcev [18]. Posekali smo torej 3,9 m<sup>3</sup> od 7,1 m<sup>3</sup> na hektar. Po spodnjem izračunu vidimo, da letno ostaja 45,07 % lesa neuporabljenega.

$$7,1 \text{ m}^3 - 3,9 \text{ m}^3 = 3,2 \text{ m}^3 \quad (21)$$

$$\text{DNL}_4 = 3,2 / 7,1 = 45,07 \% \quad (22)$$

Če naredimo še primerjalni izračun, koliko "surove nafte" ima slovenski gozd.

Za osnovno energijsko vrednost lesa sem ocenil povprečno vrednost slovenskega gozda in za referenčno lesno vrsto vzel jelko, katere energijska vrednost znaša 2628 kWh/m<sup>3</sup> [3]. Energijska vrednost smreke je 2178 kWh, bokali, ki se jo največ kuri, pa 3078 kWh. Energijska vrednost surove nafte je 10,1 kWh/liter. Površina slovenskega gozda je 1.184.526 ha. [3] Statistični urad republike Slovenije beleži 850.000 gospodinjstev.

$$3.794.00 \text{ m}^3 \times 2628 \text{ kWh/m}^3 = 9.970.632.000 \text{ kWh} \quad (23)$$

$$9.970.632.000 \text{ kWh} / 10,1 \text{ kWh/lit} = 987.191.287,13 \text{ litrov} \quad (24)$$

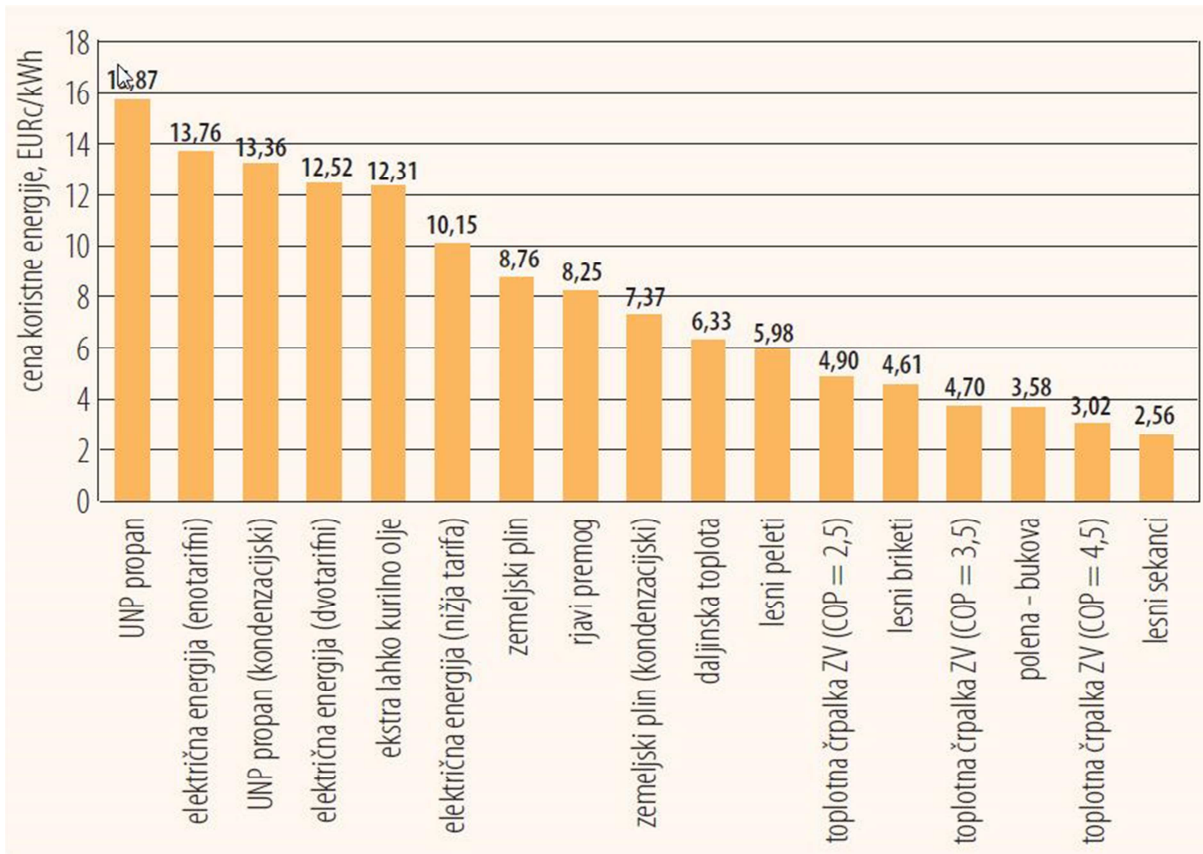
$$987.191.287,13 \text{ lit} / 1.184.526 \text{ ha} = 833,41 \text{ lit/ha} \quad (25)$$

$$987.191.287,13 \text{ lit} / 850.000 \text{ gosp.} = 1161 \text{ lit/gospodinjstvo} \quad (26)$$

Iz enačb 21 - 26 je razvidno, da 45 % neizkoriščenega lesa v Sloveniji pomeni, da letno izgublamo 10 milijard kWh potencialne energije. Ko preračunamo vrednosti, to pomeni skoraj milijardo litrov surove nafte oz ekvivalentno 833,4 lit "neizkoriščene nafte" na hektar vsako leto. Upravičeno pravimo, da je Slovenija gozdnato izjemno bogata država. In kar je še bolj zanimivo, stroškovno spada les med najugodnejše vire energije. Naslednji graf primerja strošek pridobivanja energije iz različnih virov.

---

<sup>4</sup> DNL = delež neizkoriščenega lesa (v Sloveniji).



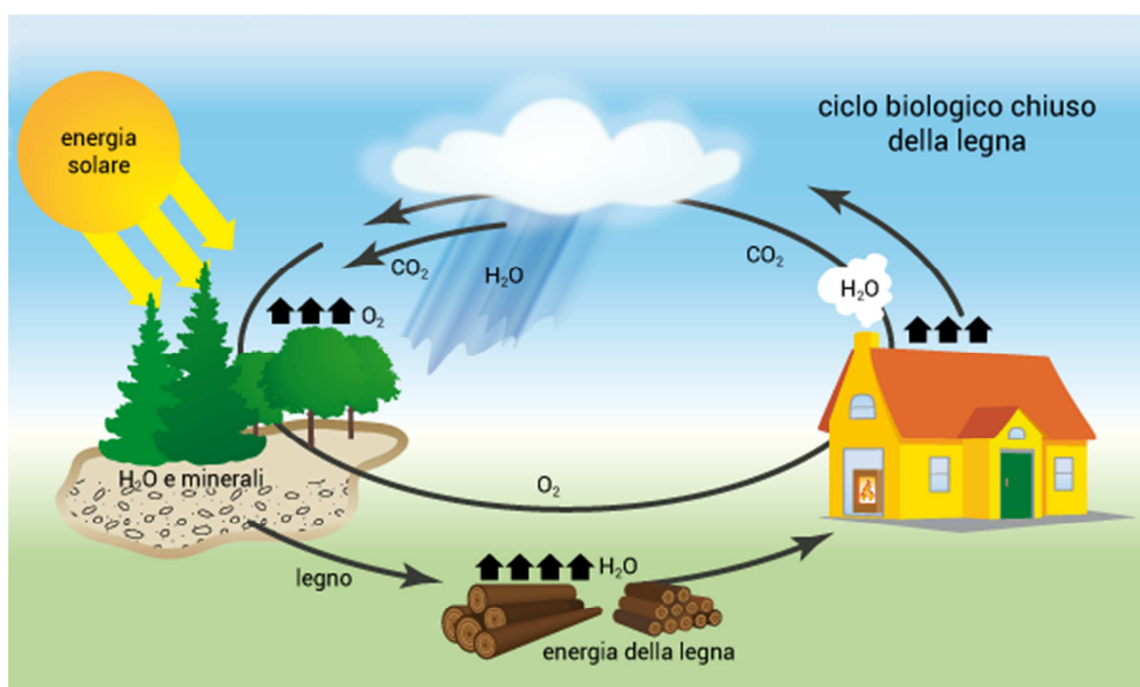
Slika 18: Primerjava cen koristne energije pridobljene iz različnih energentov pri normiranem (višjem) izkoristku kurilnih naprav in izkoristku kondenzacijskih kurilnih naprav. Raziskava iz leta 2013 [20].

Slika 18 kaže razmerja cen energentov. V primeru kurjenja lončene peči uporabljamo bukova polena. Iz grafa vidimo, da so (tako kot vse vrste lesa) izjemno ugoden energent. Primerjalno 2,44-krat cenejši od zemeljskega plina, 2,83-krat cenejši od ogrevanja na električno energijo in 3,43-krat cenejši od ekstra lahkega kurilnega olja.

Poleg ekonomskih vidikov je energijska izraba lesne biomase v Sloveniji pomembna za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, prispeva k zmanjševanju energijske odvisnosti in k razvoju gospodarstva ter uresničevanju sodobne okoljske politike v skladu z nacionalnim programom varstva okolja in usmeritvami EU, pri čemer pa je lesu kot pomembni nacionalni surovini potrebno dati najprej gospodarsko vrednost in zgolj ostanke uporabiti v energijski namen [20].

## 7.5 Les kot ogljično nevtralen energent.

Strategija prehoda Slovenije v nizkoogljično družbo do leta 2060 je dokument Službe vlade RS za podnebne spremembe izdan leta 2012. Gre za usmeritve, katerih del se bo zagotovo prelevil v direktive in za tem v zakonske akte, ki bodo natančno urejale dovoljene izpuste, tudi kurilnih naprav. V "ciljih" na strani 55 recimo piše naslednje: Ukinitev uvoza premoga do leta 2020. Ukinitev uvoza naftnih derivatov do leta 2050. Do leta 2055 zmanjšanje emisij toplogrednih plinov na nič. 27-odstotno izboljšanje rabe energije do leta 2030 itd. Zelo pomemben podatek je, da je les ogljično nevtralen energent, kar pomeni, da kroži v naravi in pri tem ni pomembno, ali les kurimo ali ne. Les, ki preneha rasti, odmre in začne gniti. Tako tisti plini, ki bi nastali z gorenjem, nastanejo z gnitjem. Tako ne bo nikoli moč prepovedati lesa kot energenta, čeprav v enem od ciljev v prej omenjeni strategiji piše: »Do leta 2055 zmanjšanje emisij toplogrednih plinov na nič« [21].



Slika 19: Zaprti biološki cikel lesa [22]

Sonce daje potrebno energijo za rast biomase. S pomočjo klorofila in pod vplivom svetlobe se iz vode, ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) in zraka tvori ogljikov hidrat (monosaharid) - sladkor, obenem pa se ob procesu sprošča kisik. Celoten postopek, ki ga imenujemo fotosinteza, je popisan z enačbo (27):



Sončna energija se v obliki organskih ogljikovih spojin shranjuje v rastlinah, kot nam kaže slika 19. Proces fotosinteze ni pomemben le za rastline ter razvoj zemeljske biosfere, temveč tudi za nastanek obsežnih zalog fosilnih goriv. Fotosintezi nasproten proces poteka pri razkrajanju ali gorenju, pri čemer se ob porabi kisika in sproščanju CO<sub>2</sub> sprošča shranjena energija v obliki toplote. Za razliko od fosilnih goriv, ki so v svojo strukturo vezala ogljik že pred milijoni let, ob gorenju pa se sprošča šele sedaj, se CO<sub>2</sub> pri gorenju biomase veže v nove rastline enako hitro, kot se sprošča pri gorenju ali razkrajanju [23].

Edini pravi problem pri gorenju lesne biomase so prašni delci manjši od 35 mikrometra, ki lebdijo v zraku in jih vdihavamo.

## 8 ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV, FILTRACIJA

Okoljska problematika je iz leta v leto bolj pereča, število ljudi, ki se ukvarja s tem, se povečuje, zato tudi poglavje te diplomske naloge namenjeno tej temi ni naključno. Članek, objavljen v časniku Dnevnik, ravno tako omenja nameščanje filtrov v male kurilne naprave. Cilj filtracije je predvsem prestreči prašne delce  $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$ . Povezal sem se s podjetjem F-TEHNIK d.o.o., ki izdeluje tipske filtre in izdelke, ki jih potrebuje trg, do katerih pridejo skupaj z idejo strank. Ugotavlja, da gre za izjemno majhne delce, ki jih s filtri težko zajamemo. Problem so tudi visoke temperature v dimniku in redki materiali, ki pri teh pogojih obstojijo. Filter in celoten sistem potrebujeta prostor, ki v večini hiš ni predviden. Saje mašijo filtre, zato je potrebno konstantno čiščenje. Filtri povzročajo upor, kar negativno vpliva na vlek. Razmišljam v smeri vgradnje dodatnih kolektorjev za segrevanje vode in sočasno znižanje temperature izpustnih plinov. Učbenikov in strokovne literature pa o filtrih praktično ni, zato so potrebne raziskave, beleženje rezultatov in trdo delo.

### 8.1 Pregled trga

Pravilnik o oskrbi malih kurilnih naprav, dimnih vodov in zračnikov pri opravljanju javne službe izvajanja meritev, pregledovanja in čiščenja kurilnih naprav, dimnih vodov in zračnikov, stran 15320 v 10. točki 3. člena splošnih določb pravi, da so »naprave za čiščenje dimnih plinov čistilne naprave dimnih plinov, cikloni, filtri, katalizatorji, naprave za odvod kondenzata dimnih plinov in podobno«. Pravilnik je iz leta 2004 in že omenja filtre. Kljub temu, da je ta opcija čiščenja mnogim, tudi strokovnjakom, neznanka, je o tem že nekaj pisanega. Kaj sem našel na spletu?

#### 8.1.1 Primer 1<sup>5</sup>

Na spletni strani [www.zens.si](http://www.zens.si) o tej problematiki pišejo optimistično. Kot tehnološko rešitev omenjajo "PLAZEMSKI FILTER DIMNIH PLINOV", ki je opcija, ki lahko zadovoljivo nadomesti menjavo starega kotla. Izdelek bi bil enostaven, dogradilo bi se ga na odvod dimnih plinov iz kotla in porabil bi minimalno količino električne energije. S takšnim filtrom bi iz dimnih plinov izločili:

- ves kisik,
- ves ogljikov monoksid,
- ves katran,
- prašne delce,

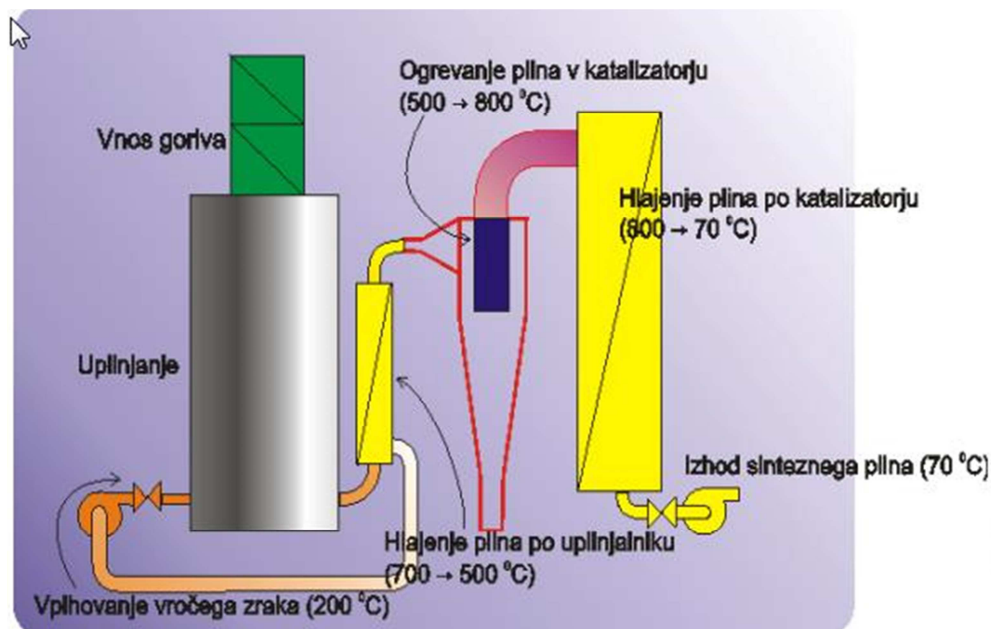
---

<sup>5</sup> [www.zens.si](http://www.zens.si)

- vodo.

Glede na zmožnosti plazemskega gorilnika bi namestitev takšnega filtra odpravila večino neželenih stranskih učinkov kurjenja lesa slabše kakovosti oz. mokrega lesa in drugega odpadnega materiala, saj bi bil končni produkt zgolj CO<sub>2</sub> in vodna para. Plazma namreč povzroča razgradnjo ogljikovodikov, pri čemer je potrebno opozoriti, da pa ne odstranjuje anorganskih elementov, kot sta klor ali žveplo. Za te namene bi bilo potrebno filter dodatno dograditi.

Dokument piše o tehnologiji t.i. hladne plazme, kjer je shematično prikazan tudi postopek. Preverjanja tehnologije hladne plazme so se opravljala od meseca avgusta 2014 skupaj s Kemijskim inštitutom iz Ljubljane, ki je opravil tudi vso analitsko delo. Kakovost plina oz. čistilna sposobnost naprave se je merila s pomočjo dveh merilnih posod, zasnovano katerih je pripravil inštitut. V merilno posodo je bil speljan vroč plin (nad 300 °C), kjer se je ohladil na sobno temperaturo zraka in s tem na stene posode izločil katrane in kondenzno vodo. Prva posoda je bila postavljena za uplinjalnikom, druga pa za katalizatorjem. Količina plina, ki je tekla skozi posodi, se je merila, prav tako so se jemali vzorci plina iz nje. Merilna posoda za uplinjalnikom je bila vedno močno sajasta in prekrita s katranom, posoda za katalizatorjem pa popolnoma čista. Po končanih testih je Kemijski inštitut izdal zaključno poročilo, ki je na spletu zapisano z zelo majhnimi črkami, smatram torej, da ga še skrivajo pred širšo javnostjo.



Slika 20: Shema delovanja hladne plazme za filtracijo dimnih plinov malih kurilnih naprav [24].

Tak sistem se mi zdi obetaven, a preveč kompliciran in najverjetneje predrag za individualnega uporabnika. Potrebujemo preprostejšo rešitev.



### 8.1.2 Primer 2<sup>6</sup>

"OekoTube" je elektrostatični filter, ki bistveno zmanjšuje emisije drobnega prahu iz malih kurilnih naprav, krušnih peči, odprtih kaminov ter samostoječih peči na trda goriva, pelete ali biomaso.

Filter trdnih delcev OekoTube je primeren za vse peči z močjo do 40 kW in ga je mogoče enostavno namestiti tako na nove kot obstoječe ogrevalne sisteme. Ker je filter nameščen zunaj stavbe na vrhu dimnika, dodatne adaptacije hiše niso potrebne.

Na osnovi uradnih laboratorijskih testov je elektrostatični filter OekoTube izredno učinkovit, saj uspešno odstrani do 95 % trdnih delcev iz dima malih kurilnih naprav.



Slika 21: Filtri švicarskega podjetja OEKO SOLVE AG v Sloveniji [25].

Nameščanje:

Elektrostatski filter OekoTube je mogoče enostavno namestiti skozi odprtino na vrhu dimnika tik pod pokrovom le-tega. Montaža filtra nima negativnega vpliva na vlek dimnika.

OekoTube je na voljo za dimnike z zračno cevjo velikosti s premerom med 130 in 400 mm.

Za montažo omenjenega elektrostatskega filtra mora dimnik z vrha potekati vsaj 2 m

navpično navzdol. OekoTube se priključi na napajanje iz električnega omrežja (230 V AC) in mora biti neposredno na voljo.

Enostavno in neproblematično čiščenje.

<sup>6</sup> [www.ekozrak.si](http://www.ekozrak.si)

V času letnega pregleda dimnikar poleg gorilnika in čiščenja zračne cevi dimnika opravi tudi pregled in čiščenje elektrostatskega filtra OekoTube.

Čiščenje se izvaja na tradicionalen način s ščetko in ne predstavlja nikakršnega zdravstvenega tveganja za dimnikarja.

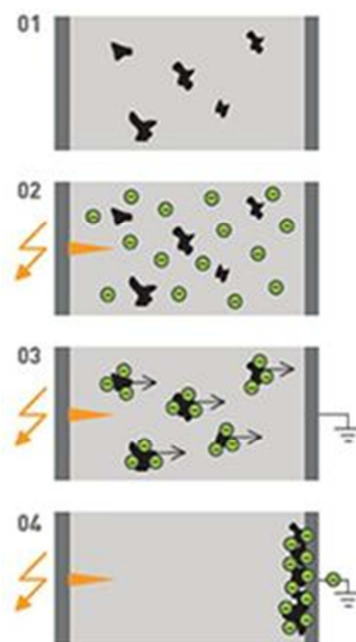
Ocenjujem, da je ta opcija tržno sprejemljiva, na fotografijah vidimo, da gre za majhno napravo, ki je univerzalna.

Shema predstavlja delovanje filtra.

1. Mikrodcelci prahu se skupaj z dimom pomikajo po zračni cevi dimnika navzgor.
2. Zaradi visoke napetosti na elektrodi le ta emitira elektrone v zračno cev dimnika, v katerem se nahajajo trdni delci.
3. Zaradi elektrostatične sile, stene dimnika privlačijo elektrostatično polarizirane trdne delce prahu.
4. Trdni delci prahu se vežejo na notranjo stran dimnika, kjer se sčasoma naložijo v večje kosmiče. Slednje nato ob letnem pregledu odstrani dimnikar.

OekoTube se samodejno vklopi po prižigu ognja v peči in se preklopi v stanje pripravljenosti, potem ko je ogenj ugasnil.

Stanje delovanja elektrostatskega filtra OekoTube se prikazuje z LED lučko na zunanji strani naprave. Med samim delovanjem naprava porabi manj kot 30 W. [25]



Slika 22: delovanje elektrostatskega filtra [25].

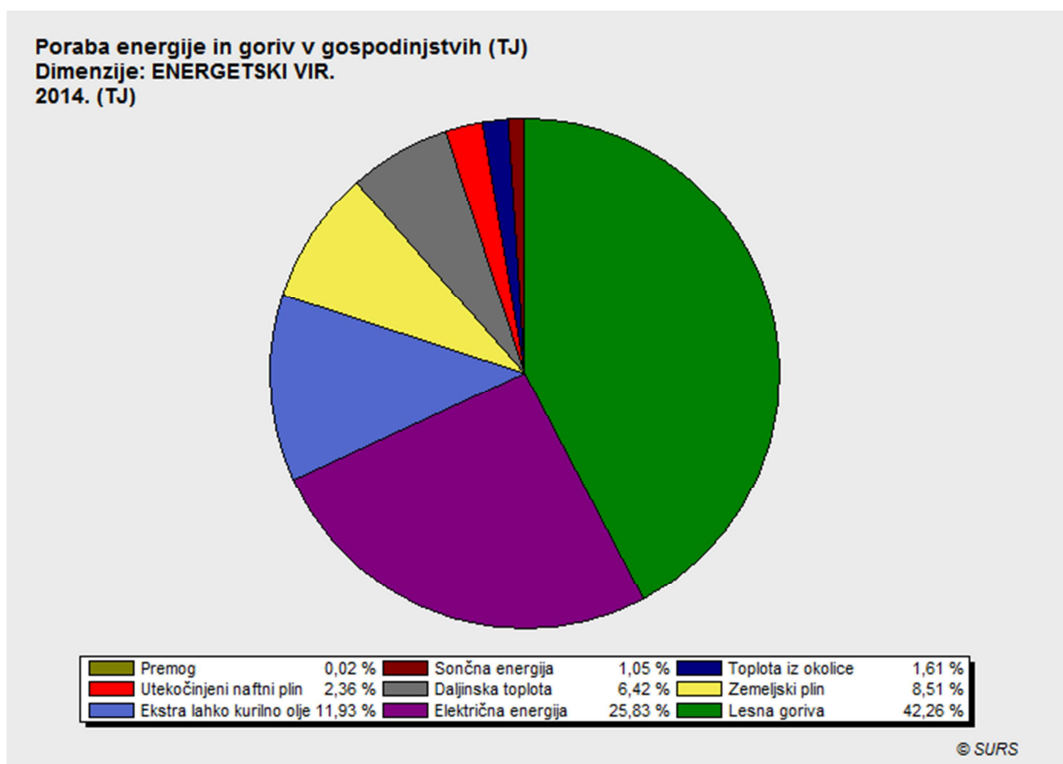
## 8.2 Rešitve

Po dolgotrajnem iskanju in prebiranju svetovnega spleta sem na slovenskih straneh presenetljivo našel dva odlična primera za reševanje problematike izpustov dimnih plinov in drobnega prahu iz malih (hišnih) kurilnih naprav. Na veliko veselje ob tem spoznanju lahko z optimizmom zremo naprej, da okoljski standardi ne bodo povozili slovenske tradicije lončenih peči, ki so vendarle močno zasidrane v naši kulturni dediščini. Gre pa za problematiko izjemno finih, drobnih delcev in je treba delovanje predlaganih rešitev preveriti na terenu.

## 9 ALTERNATIVNI VIRI OGREVANJA

### 9.1 Splošno

Uporaba fosilnih goriv (nafta, premog in naravni plini) je za okolje strupena. Ogljik, ki se že dolga leta kopiči globoko pod zemljo, se v velikih količinah hipno sprosti in močno preobremeni zrak, zemlja ter njena flora in favna ga ne moreta sprejeti enakomerno njegovi sprostitvi, zato se kopiči v prostem okolju in škoduje zdravju. Ljudje smo o tem vedno bolj ozaveščeni. Tako se iščejo novi, okolju prijaznejši viri energije. S tem so države začele namenjati denar za raziskave obnovljivih energentov. In ni jih malo. Delovanje planeta deluje vzajemno, pretakanje energije (toplota sonca, dnevna termika, delovanje gravitacije na morje in posledični pojav plime in oseke, termalna energija, biogoriva itd). Tem energentom pravimo alternativni. Med alternativne (nadomestne) vire smo do nedavnega uvrščali tudi lesno biomaso, kar je pravzaprav žalostno, saj bi po logičnem sklepanju ta energent moral biti osnovnen in bistven, goriva fosilnega izvora pa alternativa. Očitno so nam veliki koncerni vcepili uporabo fosilnih goriv kot edini možni, edini učinkovit, edini moderni način. S tem je tudi v Sloveniji uporaba lesa kot energent v drugi polovici 20. stoletja močno upadla. Razvoj lončenih peči se je upočasnil.



Slika 23: Lesna goriva zavzamejo 42,26 % delež, fosilna goriva še vedno 22,82%. [26]

Na sliki 23 vidimo, da je direktne uporabe fosilnih goriv še vedno 22,82 %. Posredno pa se uporabljajo tudi v proizvodnji električne energije, premog je še vedno glavni energent TEŠ-a 6. A veseli dejstvo, da uporaba okolju neprijaznih goriv pada.

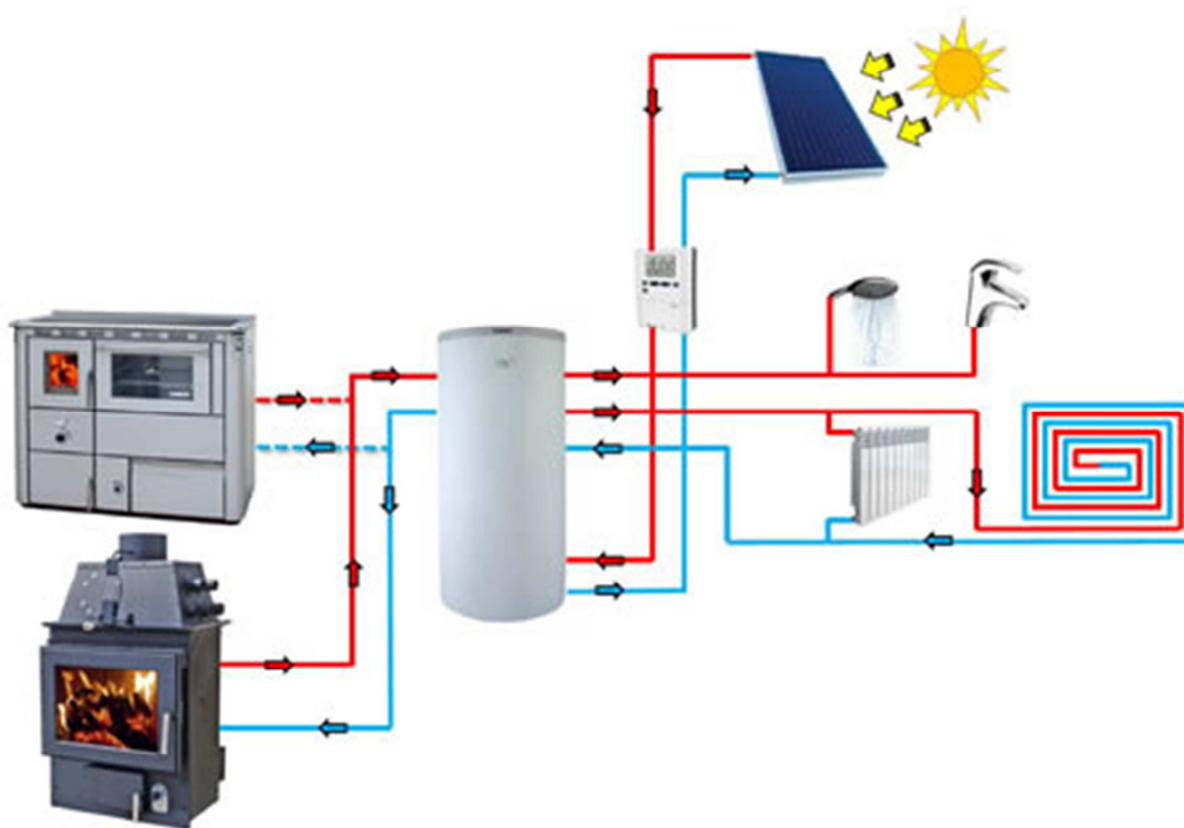
## 9.2 Kaj pa nadomestni vir lončeni peči?

Vedno moramo narediti plan B. V našem primeru je potreben premislek, s čim se bomo greli, če nam zmanjka drv, če nas dlje časa ne bo doma, zunaj pa pritiska ostra zima.

Med izborom ekološko prijaznih virov izberem sprejemnike sončne energije. Za primer bom vzel "Ploščati sprejemnik sončne energije SI-SOL", ki ga namestimo na streho stavbe. Pri tehničnih podatkih beležijo učinkovitost  $700 \text{ W/m}^2$  [27]. Z enačbo (28) tako pridemo do potrebnih površin solarnih sprejemnikov.

$$8 \text{ kW} / 0,7 \text{ kW/m}^2 = 11,43 \text{ m}^2 \quad (28)$$

Ob predpostavljenih 8 kW toplotnih izgubah stavbe in učinkovitosti solarnega sistema  $0,7 \text{ kW/m}^2$  na streho namestimo sprejemnike površine  $12 \text{ m}^2$ . Če je investicija za bodočega uporabnika predraga, to možnost opustimo in zalogovnik vode enostavno priklopimo na vir javnega elektro-omrežja.



Slika 24: Primer sheme kako ogrevati vodo za ogrevanje in sanitarno vodo [5].

Slika 26 poenostavljeno prikazuje delovanje učinkovitega sistema, ki ga opisujem tekom diplomskega dela. Na spletu nisem našel boljše slike, da bi kaminski vložek nadomestila lončena peč, razen sliko 14, ki pa ne vključuje sončnega kolektorja. A tu je pomemben predvsem prikaz, kako se enostanovanjska hiša lahko ogreva izključno z lončeno pečjo. V poglavju 5.2 z izračunom v enačbah (2) do (20) dokažemo, da dovolj velika lončena peč že sama ogreje enostanovanjsko stavbo (planinski dom). V kombinaciji s prenosnikom toplote pa še toliko lažje. Pogoji so samo, da se kombinirano peč kuri dlje časa, saj moramo vnesti v sistem več energije, saj se pojavijo dodatne toplotne izgube zaradi večjega sistema in ker ogrevamo še sanitarno vodo. Shema prikazuje tudi sprejemnik sončne energije, ki nam vseskozi pomaga pri ogrevanju. Posebej se izkaže, ko nas ni doma.

Na shemi je še prikaz kako iz zalogovnika vode poteka razvod sanitarne vode in tehnične za ogrevanje prostorov (talno gretje, radiatorji).

## 10 ZAKLJUČEK

Ogrevanje bivalnih prostorov je na območju Slovenije neizogibno. Kurilna sezona v povprečju traja do 7 mesecev, kar je povprečno 220 dni. To zahteva resno obravnavo ogrevanja, izolativnosti in prezračevanja objekta. Osebna odločitev investitorja oz. končnega uporabnika je, kateri tip ogrevanja bo izbral. Trg ponuja široko paleto rešitev. Od ogrevanja na fosilna goriva (premog, kurilno olje, zemeljski plin) do toplotnih črpalk, solarnih sistemov, lastnih elektrarn, pa vse tja do preizkušene tehnologije ogrevanja z lončeno pečjo.

V diplomskem delu sem kot glavni vir ogrevanja predpostavil prav lončeno peč, velikost bivalne enote pa enostanovanjsko dvoetažno hišo skupne tlorisne površine 140 m<sup>2</sup>. Poznamo tri izvedbe lončenih peči, težko, srednje težko in lahko. Poimenujemo jo glede na debelino obodnih sten. Za intenziteto je boljša lahka izvedba, saj se pečnice hitreje in močnejše segrejejo. Ima pa slabšo akumulacijo, zato jo kurimo dvakrat na dan. Specifična toplotna moč lahke izvedbe lončene peči je 0.9 kW/m<sup>2</sup>. Predpostavili smo, da za naš primer rabimo grelno napravo nazivne moči 8 kW. Sama lončena peč, ki zadostuje tej porabi, ima 194 pečnic dimenzije 22 x 25 [cm]. Gre za zelo veliko peč s predpostavljenim izkoristkom 78 %. Da ni potrebno zgraditi tako velike peči, nad kurišče ali v dimnik vgradimo prenosnik toplote, ki ogreva vodo v zalogovniku. Ta se po ceveh talne ali stenske napeljave distribuira v bolj oddaljene sobe. Glede toplotnih izgub distribucijskega sistema tople vode, velikosti zalogovnika vode, stroškov investicije, emisij med samo proizvodnjo izdelkov v tem zaključnem delu ni namenjeno nič prostora. Nakazane so rešitve, ki delujejo tudi v praksi, in napisano služi kot platforma za bodoče študente, raziskovalce. Res jih večina že služi v praksi, a z lončenimi pečmi, ki so tradicija alpskih narodov, ni napisanega veliko. Na to kaže tudi dejstvo, da sem na spletu v dveh mesecih iskanja komajda našel shemo vgrajenega prenosnika toplote v lončeni peči. Pa še to samo eno. Večina shem vključuje kaminski vložek ali klasično peč centralne kurjave na ekstra lahko kurilno olje. Da iz naprave dobimo skupno moč 8 kW, si pomagamo še na dva načina. Z razvodom toplega zraka, ki ga v aluminijasti cevi premera 14 cm ogrejemo tik ob kurišču in ga nato peljemo v oddaljene sobe, kjer izstopi 2,50 m nad tlemi. Nato se ohlajen vrne vertikalno pod točko izstopa, ravno tako skozi rešetko in skozi cevovod nazaj do kurišča. Tu nam pomagajo nastavljive rešetke, ki regulirajo prepustnost odprtin in ventilatorji, ki pomagajo, da topel zrak doseže najbolj odročne izhode. Zadnja varianta pa je dodatna naprava, locirana etažo višje, tik nad kuriščem. Predpogoj je dovolj visoka temperatura dimnih plinov na mestu druge lončene peči. Dodatna loputa v dimniku (etažo višje) nam omogoči, da topel zrak speljemo skozi dodatno peč. Vsem kombinacijam je skupno, da moramo paziti, da ne pride do kondenzacije dimnih plinov.

Eden od povodov, da je to diplomsko delo nastalo, je članek Marjete Kralj, objavljen v Dnevniku 8. julija 2016. Tako problematika izkoristka lončenih peči kot raba domačega energenta in vpliv zgorevanja lesa na okolje me že dlje časa zanima. Članek je očitno objavljen ravno pravi čas in mi je služil kot vodilo v celotnem diplomskem delu. Tudi zato v drugem delu diplomskega dela (poglavja 6, 7 in 8) namenjam prostor razlagi problemov prašnih delcev in njihovi filtraciji oz. zmanjšanju celotnih emisij dimnih plinov. Prihodnost uporabe energenta lesa v lončenih pečeh je svetla. Spletne strani ekozrak.si ponujajo enostavne rešitve z elektrostatskimi filtri. So novost in potrebne bodo še analize in trdo delo, da zadostimo zahtevam okolja. Vsekakor pa je eden mojih zaključkov, da je na tem področju led prebit in lahko z optimizmom zremo naprej. Nenazadnje, v gozdu puščamo zgniti preveč lesa, ki z razkrajanjem tako ali tako v zrak sprošča CO<sub>2</sub>. Zato njegova poraba za zgorevanje v lončenih pečeh ni sporna. Filtri so oz. bodo le dodana vrednost. Tudi druge inovacije slovenskih podjetij obetajo. Pametna naprava Florian podjetja ATech naj bi z regulacijo vleka v dimovodu izkoristke peči dvigala za 20 %. Razvijajo se novi prenosniki toplote, ki bodo še učinkoviteje ogrevali sanitarno vodo in medij (vodo ali zrak) za ogrevanje bivalnih prostorov.

Nazadnje naj, ob napredku tehnologije, bogatih izkušnjah pečarskih mojstrov in znanju akademske stroke, zaradi lesa (nizkoogljična energenta), ki ga imamo na dosegu roke in zaradi tradicije ogrevanja v alpskem prostoru, zaključim: »Kaminov, štedilnikov in lončenih peči iz stanovanj ne bo treba metati.«

## 11 VIRI

- [1], **European committee for standardization**. European standard, SIST EN 15544:2009. Bruselj
- [2] **SLONEP**, dom in nepremičnine, Internet Media d.o.o. [Elektronski]  
[http://www.slonep.net/?view=anketa&id\\_ankete=12](http://www.slonep.net/?view=anketa&id_ankete=12). [Pridobljeno: 5. avgust 2016.]
- [3] **Gozdovi Slovenije**, Zavod za Gozdove Slovenije. Delovna področja, lesna biomasa. [Elektronski]  
[http://www.zgs.si/slo/delovna\\_podrocja/lesna\\_biomasa/izracunajte\\_si\\_sami/energijski\\_ekvivalenti\\_med\\_razlicnimi\\_gorivi/index.html](http://www.zgs.si/slo/delovna_podrocja/lesna_biomasa/izracunajte_si_sami/energijski_ekvivalenti_med_razlicnimi_gorivi/index.html). [Pridobljeno: 21. avgust 2016.]
- [4] **Anton Bajec ... et. al.**, Slovar slovenskega knjižnega jezika. s.l. : DZS, 1994.
- [5] **www.reagil.com**, [Elektronski] <http://www.reagil.com/?p=50#jp-carousel-243>. [Pridobljeno: 5. avgust 2016]
- [6] **www.toobe8.com**. modern luxury living room interior furniture. [Elektronski]  
<https://www.toobe8.com/modern-luxury-living-room-interior-furniture/>. [Prid.: 10. avgust 2016.]
- [7] **SCHEIFFER, H. J., RASCHER, M.** Kamini in lončene peči. Koln, 1983.  
Prevod: Žitnik, D., za prevod Tehniška založba, Ljubljana, 1989, ISBN 86-365-0054-0.
- [8] **Odbor Pečarjev, sekcija gradbincev pri OZS**. Strokovna pravila za pečarska dela. s.l. : OZS, sekcija gradbincev, odbor pečarjev, Ljubljana, 2008.
- [9] **Pečarstvo Hrovat**, Info brošura o lončenih pečeh - Hrovat. [elektronski] <http://www.pecarstvo-hrovat.si/files/INFO-BROSURA-O-LONCENIH-PECEH-HROVAT.pdf> :
- [10] **Prenosnik toplote**, [elektronski], [www.toplotni-izmenjevalec.si](http://www.toplotni-izmenjevalec.si).
- [11] **Jonghi Lavarini, G.M., Magnani, F., Palazzeti, R.**, Ilustriran priročnik o kaminih, Porcia (Italija) 1995.
- [12] **Varčevanje nergije**. Ogravnje z lončeno pečjo., [Elektronski], <http://varcevanje-energije.si/kamini/ogrevanje-z-lonceno-pecjo.html>., [Pridobljeno: 20. avgust 2016.]
- [13] **Lončena peč s prenosnikom toplote**, [Elektronski], [www.ugodnagrada.com](http://www.ugodnagrada.com), [Pridobljeno: 17. avgust 2016.].
- [14] **Pavlin, B.**, dnevnik DELO, Od pametnih dimnikov do odsevnih kolesarskih ročajev., 2013, [elektronski], <http://www.delo.si/gospodarstvo/posel/od-pametnih-dimnikov-do-odsevnih-kolesarskih-rocajev.html>, gospodarstvo.
- [15] **Kaplar, J.**, Ministertvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. [Elektronski]  
[www.mkgp.gov.si/si/delovna\\_podrocja/gozdarstvo/navodila\\_za\\_pravilno\\_kurjenje\\_zgorevanje\\_lesa\\_v\\_malih\\_kurilnih\\_napravah](http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/gozdarstvo/navodila_za_pravilno_kurjenje_zgorevanje_lesa_v_malih_kurilnih_napravah). [Pridobljeno: 20. julij 2016.]
- [16] **Ekokrog**, [Elektronski] <http://www.ekokrog.org/wp-content/uploads/2012/06/pm10-primerjava.png>. [Pridobljeno: 17. avgust 2016.]
- [17] **Agencija Republike Slovenije za okolje**, ARSO, [Elektronski]  
<http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/031398-DELCI.pdf>. [Pridobljeno: 20. Avgust 2016.]
- [18] **Zavod za gozdove Slovenije**. [Elektronski]  
[http://www.zgs.si/slo/gozdovi\\_slovenije/o\\_gozdovih\\_slovenije/gozdnatost\\_in\\_pestrost/index.html](http://www.zgs.si/slo/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/gozdnatost_in_pestrost/index.html). [Pridobljeno: 22. julij 2016.]



- [19] **ZRMK**: Svetovanje: Publikacije. Ogrevanje z lesno biomaso. [Elektronski] vir: <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-08.htm>. [Pridobljeno: 20. julij 2016.]
- [20] **Cimperman, B., Butala, V.**, Energisistemi.si. PRIMERJAVA STROŠKOV OGREVANJA. [Elektronski] <http://www.energisistemi.si/images/pdf/energenti.pdf>. [Pridobljeno: 25. julij 2016.]
- [21] **Služba vlade za Podnebne Spremembe**, STRATEGIJA PREHODA SLOVENIJE V NIZKOOGLJIČNO DRUŽBO DO LETA 2060. iz leta 2012. [Elektronski] [http://www.arhiv.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/strat\\_12/Strategija\\_prehoda\\_v\\_NOD\\_2\\_osnutek\\_1\\_.pdf](http://www.arhiv.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/strat_12/Strategija_prehoda_v_NOD_2_osnutek_1_.pdf). [Pridobljeno: 5. avgust 2016.]
- [22] **Zaprta biološki krog lesa** - italijanščina [elektronski] <http://www.frstufte.it/#prettyPhoto/0/>. [Pridobljeno: 22. julij 2016.]
- [23] **Tikvič, D.** Alternativne oblike energije - alternativni eneregenti, diplomsko delo, mentor - Aberšek, B., Maribor, April 2011.
- [24] **Zens.si**. [Elektronski] <http://www.zens.si/dokumenti/clanki-informacija-o-filtraciji-dima.pdf>. [Pridobljeno: 17. avgust 2016.]
- [25] **Ekozrak**. [Elektronski] [www.ekozrak.com](http://www.ekozrak.com). [Pridobljeno: 18. avgust 2016.]
- [26] **RS, Statistični urad**. Energetika. [Elektronski] <http://www.stat.si/StatWeb/pregled-podrocja?idp=5&headerbar=4>. [Pridobljeno: 25. julij 2016.]
- [27] **Podjetje Hidria**, [Elektronski] [si.hidria.com/file/7630/si-sol-slo.pdf](http://si.hidria.com/file/7630/si-sol-slo.pdf). [katalog] 2016. [Pridobljeno: 18. avgust 2016.]
- [28] **RS, vlada**. [Elektronski] <https://www.uradni-list.si/1/content?id=36370>. [Pridobljeno: 31. julij 2016.]
- [30] **ZRMK**. [Elektronski] <http://gcs.gi-zrmk.si/Svetovanje/Publikacije.URE/URE1-12.htm>. [Pridobljeno: 20. avgust 2016.]
- [31] **Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo**. [Elektronski] [http://www3.fgg.uni-lj.si/fileadmin/user\\_upload/Razpis\\_tem\\_diplomskih\\_nalog\\_UNI\\_GR\\_s.l.\\_15-16.pdf](http://www3.fgg.uni-lj.si/fileadmin/user_upload/Razpis_tem_diplomskih_nalog_UNI_GR_s.l._15-16.pdf). [Pridobljeno: 31. julij 2016.]
- [32] **webgradnja.hr**. Sustavi centralnog grijanja s kaminom i s više toplinskih energenata. [Elektronski] [Pridobljeno: 17. avgust 2016.] <http://www.webgradnja.hr/clanci/sustavi-centralnog-grijanja-s-kaminom-i-s-vise-toplinskih-energenata/326/>. [Pridobljeno: 17. avgust 2016.]
- [33] **Prek, M.**, Izračun projektne toplotne moči za ogrevanje. (teoretične vaje - predloga). Izv. na spletu, v PDF obliki., Ljubljana : s.n., 2013.

## 12 PRILOGA

### Članek avtorice Marjete Kralj, objavljen v časniku Dnevnik z naslovom:

»Iz stanovanj bo treba zmetati neustrezne peči, kamine in štedilnike.«

Vlada je zaostriła pogoje za kurilne naprave v stanovanjih. Predpisala je obvezne meritve in najvišje dovoljene izpuste tudi za štedilnike, lončene peči in odprte kamine na drva. V neustrezne peči bo poslej treba vgraditi filtre ali jih ugasniti.

Zaradi štedilnikov, odprtih kaminov in lončenih peči na drva lastnikom doslej ni bilo treba odpirati vrat dimnikarjem in plačevati pregledov oziroma meritev izpustov iz teh naprav, kaj šele, da bi morali peči sanirati ali odstraniti. Včeraj pa je vlada na predlog ministrstva za okolje in prostor s spremembami uredbe o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav ukinila to olajšavo in tudi za najosnovnejše enosobne peči na trdno gorivo uvedla obvezne redne meritve. »Izvajanje meritev in posledično morebiti potrebna prilagoditev enosobne kurilne naprave mejnim vrednostim emisij – na primer z vgradnjo filtra – bosta pozitivno vplivala na kakovost zraka predvsem na degradiranih območjih zaradi onesnaženosti zraka z delci PM10, ki so razglašena v mestnih občinah Celje, Kranj, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto in Ljubljana ter v Zasavju,« so dodatno obremenitev gospodinjstev utemeljili na okoljskem ministrstvu.

### Če ni mogoče sanirati...

Toda v odprt kamin ni mogoče vgraditi filtra. V lončeni peč pa ni mogoče izmeriti dimnih plinov, ne da bi vanjo izvrtali luknjo, so nas opozorili v dimnikarskih vrstah. Če bi meritve izvajali, pa bi gospodinjstva zanje ob vsakem obisku dimnikarja morala odšteti celo več kot sto evrov, saj bi bila lahko cena zaradi daljšega časa meritev po opozorilih odbora pečarjev pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije tudi nekajkrat višja kot pri meritvah oljnih ali plinskih peči, ki stanejo okoli 30 evrov.

Povsem nelogična je za dimnikarje tudi predvidena izjema v uredbi, po kateri ljudem ne bo treba opraviti zahtevanih meritev in sanacijskih posegov, če bo kurilna naprava edini vir ogrevanja stanovanj ali bo stara več kot pol stoletja, ker je bila izdelana pred letom 1950. »Če bi v resnici šlo za nadzor prašnih delcev, bi verjetno morali meriti peč, ki redno obratuje, ker v sobi ni drugega vira ogrevanja, ne pa peči, ki ima ob sebi še drugo peč ali radiator in torej dela le občasno. Gre za različno obravnavo istega proizvoda,« je opozoril predsednik sekcije za dimnikarje pri Obrtno-podjetniški zbornici Slovenije (OZS) **Simon Dovrtel**.

### ... bo prepovedano

Ob tem po njegovih besedah nobena druga država razen Slovenije ne predpisuje meritev na sobnih pečeh. Merjenje izpustov iz njih pri današnjem stanju tehnike pač ni dovolj učinkovito oziroma rezultati meritev sploh niso realni, ugotovitve nemških in švicarskih kolegov izpostavljajo v OZS.

Takšne neuresničljive zahteve bi lahko pomenile, da želi ministrstvo v resnici vse sobne peči na les, ki niso edini vir ogrevanja gospodinjstev, prepovedati. Na prikrite namene uradnikov vsekakor kaže dejstvo, da ministrstvo v spremnem gradivu za vlado protestov stroke med prejetimi pripombami javnosti ni niti omenilo.

Na ministrstvu pa so nam potrdili, da bodo inšpekcijske službe na predlog dimnikarja prepovedale uporabo vsake kurilne naprave, katere izpustov ne bo mogoče prilagoditi predpisanim zahtevam. V tolažbo ljubiteljem odprtih kaminov so ob tem napovedali, da bodo dimnikarji meritve začeli izvajati šele po sprejetju posebne metodologije izvajanja meritev na sobnih pečeh. Izdelali naj bi jo najkasneje prihodnje leto.

### Dodatne zahteve tudi za nove peči

Medtem ko vlada s svojimi ne dovolj preišljenimi potezami ustvarja nove probleme, enega vendarle rešuje. Po našem januarskem razkritju, da trgovci v Sloveniji prodajajo vse vrste kurilnih naprav, tudi povsem neustrezne, je vlada v uredbi zdaj zaostriła tudi zahteve za nove peči. Doslej so morali njihovi proizvajalci upoštevati zgolj zgornjo dovoljeno mejo izpustov dušikovih oksidov, in še to le pri plinskih pečeh in pečeh na tekoče gorivo. Po novem pa bodo trgovci lahko prodajali

le tiste kurilne naprave na plinasto ali trdno gorivo, ki izpolnjujejo tudi predpise o najvišjih dovoljenih izpušnih celotnega prahu in ogljikovega monoksida.

Te kriterije morajo že zdaj izpolnjevati vse stare oziroma že nameščene kurilne naprave v stanovanjih, sicer inšpekcijske službe na podlagi dimnikarjeve prijave njihovo uporabo prepovejo. Zato je bilo naše januarsko razkritje, da za povsem nove peči v trgovinah te zahteve sploh ne veljajo, toliko bolj presenetljivo. »Verjetno bodo trgovci v prihodnje iz ponudbe izločili najcenejše kurilne naprave, ki ne ustrezajo emisijskim zahtevam,« zdaj napovedujejo na ministrstvu.  
Marjeta Kralj

### **Ugotovitve švicarskega združenja pečarjev in keramičarjev Feu Suisse (prej VHP):**

Rezultati meritev z različnimi merilnimi napravami se med seboj razlikujejo tudi za 40 odstotkov.

7 od skupno 35 preizkušanih novih kurilnih naprav ni izpolnilo minimalnih zahtev.

6 od skupno 28 preizkušanih starih peči ni izpolnilo minimalnih zahtev.

Meritve se lahko izvajajo samo v zimskem času.

Ena meritev ni nobena meritev.

Vremenske razmere, gorivo in način upravljanja peči najbolj vplivajo na kakovost in posledice kurjenja.