

# Zakaj dimnik »potegne«?



JOŽE RAKOVEC

→ Ljudje radi opazujemo ogenj, gledamo rumene in oranžne plamene, kako se zvijajo in vrtinčijo na tisoče načinov. Zato ima marsikdo tudi v stanovanju s centralnim ogrevanjem v sobi peč ali kamin s steklenimi vrati, da lahko opazuje to lepoto.



SLIKA 1.

Kovinske peči imajo po navadi priključek za dimnik na vrhu in zato vsaj nekaj kovinskega dimnika kot priključek vanj tudi v zidu sobe – tako, kot pri peči na levi sliki. Odvod dimnih plinov se potem nadaljuje skozi zidan dimnik navzgor nad streho hiše, včasih pa tudi kar skozi kovinsko cev.

Peč na sliki 1 ima spodaj dovod zraka, ki ga je mogoče uravnavati. Dokler se ogenj še ne razžari, mora biti ta povsem odprt, potem pa se dovod zraka primerno zmanjša. Na zadnji steni namreč skozi luknjice v peč vstopajo dodatni curki zraka. Ko pogledamo sliko ognja v peči podrobno (zgornji izrez), vi-



dimo, da ti curki zraka povzročijo, da se plameni uvijajo okrog njih. Še dosti bolje to vidimo na video posnetku ([www.presek.si/49/video.mp4](http://www.presek.si/49/video.mp4)). Opazimo tudi, da plameni nad curki še nekoliko svetleje zagorijo v dodatnem zraku.

Dimnik »potegne« navzgor, ker je vzgon segretyh plinov navzgor v njem večji od njihove teže navzdol. Potem se pojavi še sila trenja, ki zavira tok dimnih plinov. Tlak pri peči v sobi je približno enak kot je tlak na isti višini zunaj hiše. No, če peč, v kateri kurimo, zajema zrak za gorenje iz sobe, je v resnici v sobi nekaj podtlaka in prepriha. Kolikor se dimnih plinov dvigne skozi dimnik, toliko zraka mora od zunaj prihajati v sobo; torej je zaradi vleka skozi dimnik v sobi res nekaj malega podtlaka in »prepiha«. Celo obvezno je, da preprih zagotovimo: pri pečeh, ki nimajo posebnega dovoda zraka (kar je za novogradnje sicer obvezno), mora imeti soba zaradi varnosti zračnik s premerom najmanj 150 cm<sup>2</sup> ([www.szpv.si/wp-content/uploads/SZPV-407.pdf](http://www.szpv.si/wp-content/uploads/SZPV-407.pdf)). Kolikor dimnih plinov skozi dimnik ven, toliko zraka noter skozi zračnik!

Strojniki se s pridobivanjem toplote z izgorevanjem zelo resno ukvarjajo predvsem zaradi čim boljših izkoristkov, seveda pa tudi zaradi varnosti. Na ljubljanski Fakulteti za strojništvo na katedri za energetska strojništvo [lab.fs.uni-lj.si/kes/](http://lab.fs.uni-lj.si/kes/) proučujejo peči in kotle, prenose toplote iz peči v vodo v kotlih ali v okolico peči, izračunavajo, kakšni morajo





biti dimniki glede na moč kurišč. Kako izračunajo, kakšen mora biti dimnik, si lahko ogledamo na [lab.fs.uni-lj.si/kes/generatorji\\_toplote/gt-v07-preracun\\_dimnika.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/kes/generatorji_toplote/gt-v07-preracun_dimnika.pdf). Mi poskusimo bolj preprosto odgovoriti na vprašanje, zakaj dimnik včasih močno »vleče«, drugič pa ne. Naš razmislek bo upošteval le malo podrobnosti in rezultat bodo le nateralne ugotovitve.

Ko se dimni plini dvigajo skozi dimnik, jih navzgor potiska razlika med silo vzgona navzgor in težo navzdol ter silo upora pri toku skozi dimnik, ki zavira; torej imata tako upor kot teža smer navzdol.

Kaj je teža, vemo: vsaka masa  $m$  ima v polju zemeljske težnosti težo  $mg$ . V zunanjem zraku je gostota zraka okrog  $1 \text{ kg/m}^3$  in torej masa zraka v enem kubičnem metru okrog  $1 \text{ kg}$ . Če je bolj mraz, je gostota večja, če je topleje, manjša. Po nižinah, kjer je zračni tlak višji, je zrak gostejši, v višinah pa redkejši. Gostota plinov je namreč sorazmerna tlaku  $p$  in obratno sorazmerna temperaturi  $T$ , nanjo pa vpliva tudi sestava plina, kar predstavlja specifična plinska konstanta  $R$ :  $\rho = p/RT$ ; za zrak, ki je mešanica predvsem dušika in kisika, je  $R = 287 \text{ J/kgK}$ . Torej je masa  $1 \text{ m}^3$  zraka ponavadi okrog  $1 \text{ kg}$ , pozimi, ko je mraz, pa tudi kaj več kot  $1,2 \text{ kg}$ . Teža pa je enaka masi, pomnoženi z  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

Tudi upor  $F_u$  bolj ali manj poznamo: čim višja je hitrost skozi dimnik, tem večji je; čim ožji in čim bolj hrapav je dimnik, večji je upor.

Kaj pa vzgon? Kot je ugotovil že Arhimed več kot 200 let pr. n. št., je vzgon enak teži izpodrinjene tekočine. Zakaj? Najprej povejmo, da v tekočinah (kapljevinah in plinih) tlak z globino narašča oz. z višino pada. In zakaj je npr. zračni tlak višje v ozračju manjši? Na tla pritiska na enoto ploskve tal  $S$  sila teže vsega zraka nad to ploskvijo od tal do vrha ozračja. Če pa se dvignemo za  $\Delta z$ , pa smo pod seboj pustili en del mase zraka s težo  $\Delta mg = \rho S \Delta z g$ . Zato je na tej višini nad nami manj zraka in sila za  $\Delta p S$  manjša:  $\Delta p S = -\rho S \Delta z g$  oz.  $\Delta p = -\rho \Delta z g$ . Ta enačba  $\Delta p = -\rho g \Delta z$  velja za hidrostatične tlake za vse tekočine – kapljevine in pline. V nestisljivi vodi je gostota konstantna in tlak zato z globino enakomerno narašča. V plinih pa je treba upoštevati, da se z višino (oz. globino) spreminja tudi gostota: v zraku pri tleh, kjer je gostota večja, pada z višino bolj, kot v višinah, kjer je zrak redkejši. Sedaj si zamislimo volumen zraka v ozračju z osnovno ploskvijo  $S$  in vi-

šino  $\Delta z$ :  $\Delta V = S \Delta z$ . Ta zrak ima gostoto  $\rho$  in torej težo  $\Delta mg = \rho S \Delta z g$ . Če kljub svoji teži ne »pade ne tla«, ampak lebdi v okolišnjem zraku, očitno sili njegove teže navzdol drži ravnotežje neka enako velika sila – vzgon  $F_{vzg}$  navzgor. Zračni tlak pod delom zraka povzroča silo na spodnjo ploskev ki je velika  $pS$ , nad njim pa je tlak za  $\Delta p$  manjši in zato sila na zgornjo ploskev navzdol tudi manjša za  $\Delta p S$  – in razlika obeh je vzgon.

Vrnimo se k dimnim plinom v dimniku. Tako zrak okrog dimnika kot dimni plini v dimniku so plini. Kadar dim ni povsem prozoren, so v njem še kaki delci pepela ali saj. V našem primeru je razlika temperatur dosti, dosti večja od razlik tlakov in lastnosti zraka ter dimnih plinov, zato za  $p$  in za  $R$  privzamemo, da sta za v zraku in v dimnih plinih približno enaka. Razlika gostot je zato  $\rho_{zr} - \rho_{dim} \approx \frac{p}{R} \left( \frac{1}{T_{zr}} - \frac{1}{T_{dim}} \right)$ .

Torej je razlika med vzgonom in težo – čisti vzgon

$$\begin{aligned} \blacksquare F_{net} &= \Delta \rho g S \Delta z = \frac{p}{R} \left( \frac{1}{T_{zr}} - \frac{1}{T_{dim}} \right) g S \Delta z \\ &= \frac{p g S \Delta z}{R T_{dim} T_{zr}} (T_{dim} - T_{zr}). \end{aligned}$$

Vzemimo, da je povprečna temperatura dimnih plinov skozi dimnik okrog  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ , zunaj hiše pa okrog  $0$  stopinj. Razlika temperatur je okrog  $400$  stopinj; dimnik močno vleče navzgor! Kolikšen pa je čisti vzgon? Ker sta masa  $m_{dim} \approx \frac{p S \Delta z}{R T_{dim}}$  in teža dimnih plinov tem večja, čim večji (širši in višji) je dimnik ( $S \Delta z$ ), je smiselno oceniti čisti vzgon na masno enoto  $\frac{F_{neto}}{m_{dim}} = g \frac{T_{dim} - T_{zr}}{T_{zr}} \approx 0,7 g$ . Torej je vzgon precejšen.

Goriva goriijo v ogljikov dioksid  $\text{CO}_2$  in v vodo  $\text{H}_2\text{O}$  (oba sta toplogredna plina). Vodna para  $\text{H}_2\text{O}$ , ki je je v dimnih plinih veliko, se v dimniku ne sme utekočiniti v tekočo vodo, saj bi dimnik to poškodovalo. Tudi zato je treba kuriti tako, da je temperatura dovolj visoka. S tem pa je tudi izkoristek kurjenja večji.

Ali ste že kdaj poskusili zakuriti v peči ali štedilniku na drva? Kadar je zunaj toplo, nikakor noče dobro zagoreti in dim sili vse naokrog po kuhinji ali sobi. Kadar pa je zunaj zares mraz, pa takoj, ko odprete vratca, začutite, da »potegne«, še preden ste pritaknili vžigalico – že sam toplejši zrak v hiši zado- stuje za nekaj začetnega vleka. Ko pa zares zagori, pa tako vleče, da je morda dotok zraka v peč celo treba pripirati.

× × ×