



Zlatko JURINA, dipl. ing.
Zlatko ŠTOREK

UTJECAJ VENTILACIJSKE NAPE NA ISPRAVNO ODVOĐENJE PRODUKATA IZGARANJA PRI RADU PLINSKIH TROŠILA



Zlatko ŠTOREK
El-plin, Zagreb

Rođen je 21.10.1962. godine u Zagrebu gdje je završio strojarsko-tehničku školu, a potom upisao Višu tehničku školu (strojarski smjer), na kojoj je došao do apsolutnog stupnja. Sa Zlatkom Jurinom suvlasnik je obrta El-plin osnovanog 1990. godine, a s njim surađuje od 1985. godine, od kada su zajedno radili na razvoju plinskih uređaja u Institutu 'Rade Končar' gdje su stekli mnoga saznanja o plinu kao energentu, konstrukciji trošila, propisima, normama itd.

Nemili tragični događaji trovanja ugljičnim monoksidom koji su se dogodili protekle zime u Zagrebu postavili su pred stručne osobe koje se bave problematikom plina (instalatore, servisere, dimnjačare, projektante itd) niz pitanja o uzrocima nesreća. Stjecajem okolnosti, kao ovlašteni Vaillantov servis na poziv Vaillantovog Predstavništva Zagreb bili smo prisutni policijskom očevidu na dva tragična slučaja (Sesvete i Dubec). U oba je slučaja utvrđeno da uređaji rade ispravno i da su dimnjaci ispravni te da smetnje u odvodu dimnih plinova nastaju isključivo nakon uključivanja ventilacijske nape u kuhinji. Nape su imale izveden odvod u atmosferu. Budući da je jedan od uređaja bio novijeg tipa, tj. s osjetnikom dimnih plinova, logično se postavlja pitanje: 'Kako je moguće trovanje ugljičnim monoksidom uz osjetnik?' Odgovor na to pitanje potražili smo u ispitivanjima koje smo proveli na dva uređaja za koje smo imali dojavu da je bilo problema s odvodom dimnih plinova pri uključenoj ventilacijskoj napi. Želja je bila doći do nekih novih saznanja i zakonitosti koje se javljaju u tim uvjetima kako bi se unaprijed moglo preventivno djelovati i spriječiti eventualne buduće nesreće.

Poznato je da u dimnjacima postoje tri vrste strujanja:

- uzlazno ili uzgonsko strujanje: dimni plinovi zbog uzgona normalno struje prema gore i odlaze kroz dimnjak slobodno u atmosferu
- zastoj strujanja: dimni plinovi ne struje prema gore, već 'stoje' u dimnjaku pa nadolazeći dimni plinovi nemaju kuda ići, nego se vraćaju preko osigurača strujanja dimnih plinova u prostoriju u kojoj je smješten uređaj
- povratno strujanje: dimni plinovi zbog udara vjetra ili nekog drugog razloga ne ulaze u dimnjak, već se odmah vraćaju u prostoriju.

Ugljični monoksid, kao najopasniji sastojak dimnih plinova, karakterističan je po tome što je plin bez boje, okusa, mirisa i nešto lakši od zraka, a ljudska osjetila ne mogu osjetiti njegovu prisutnost. Udisanjem zraka onečišćenog s CO djeluje se na središnji živčani i kardiovaskularni sustav, na krv i pluća. U krvi se CO lakše od kisika veže s hemoglobinom i na taj način sprječava prijenos kisika kroz organizam. Tipični znaci trovanja



Ilustracija 1
Mjerenje temperature i sastava dimnih plinova uređajem Testo 325M

Ilustracija 2
Mjerenje temperatura univerzalnim mjernim instrumentima

su glavobolja, vrtoglavica, pospanost, mučnina i povraćanje. Nesvjestica nastupa ako je 50% hemoglobina vezano s CO. Opasne koncentracije pojavljuju se najčešće ako su uređaji neredovito održavani, ako dimnjaci ne odvedu dimne plinove, ako je dovod zraka nedovoljan itd:

- 200 ppm: blaga glavobolja, umor, vrtoglavica i mučnina nakon 2 - 3 h boravka
- 400 ppm: čeona glavobolja nakon 1 - 2 h, ugrožavanje života nakon 3 h
- 800 ppm: vrtoglavica, mučnina i grčevi unutar 45 min, nesvjestica za 2 h, smrt unutar 2 - 3 h
- 1600 ppm: glavobolja, vrtoglavica i mučnina za 20 min, smrt unutar 1 h
- 6400 ppm: glavobolja, vrtoglavica i mučnina unutar 1 - 2 min, smrt za 10 - 15 min.

Prema Pravilniku o maksimalno dopuštenim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima (NN 92/93), najviša dopuštena koncentracija CO iznosi 30 ppm.

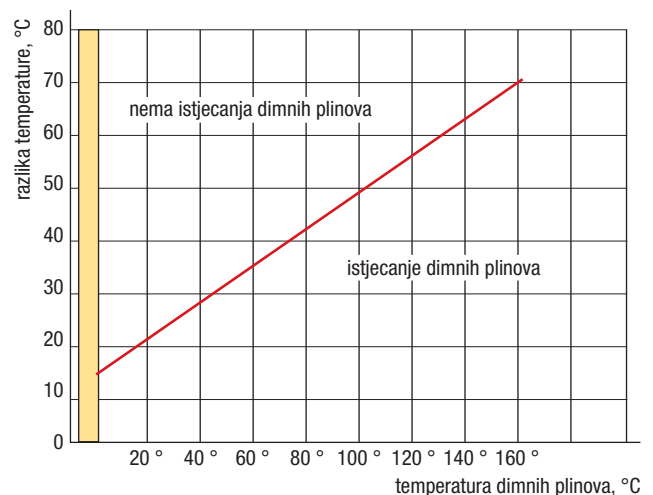
Današnji osjetnici dimnih plinova izvedeni su na dva načina. Kod elektroničkih uređaja (kombi-bojleri) mjeri se temperatura u struji dimnog plina i vani na osiguraču strujanja. Dok postoji određena razlika temperature, uređaj radi normalno. Čim dolazi do istjecanja dimnih plinova smanjuje se ta razlika temperature na mjernim mjestima i kada je ona oko 60 °C, uređaj se sam zaustavlja i određenim signalom javlja korisniku što se dogodilo. Pokretanje uređaja može obaviti jedino korisnik. Ako uređaj nije priključen na struju (protočni uređaji za pripremu potrošne tople vode), osjetnik je izveden u obliku kapilarnog temperaturnog graničnika i smješten tako da mjeri samo temperaturu na vanjskom dijelu osigurača strujanja. Pri istjecanju dimnih plinova u prostoriju dolazi do zagrijavanja sonde osjetnika i, ako se prijeđe granična temperatura oko 70 °C, osjetnik prekida dovod plina do pripalnog plamenika ili nekog drugog sigurnosnog dijela, a na uređaju se istodobno gasi glavni plamenik. Takvi su se sustavi u praksi do sada pokazali dosta učinkovitim i sigurnim u slučajevima povratnog strujanja ili zastoja strujanja u dimnjaku.

MJERENJA

Problem koji je uočen tijekom očevida sastoji se u tome da kod uključene ventilacijske nape ili ventilatora za odsis zraka iz prostorije dolazi do velikih problema u odvodu dimnih plinova u dimnjak. Zbog toga su provedena mjerenja na dva Vaillantova kombinirana uređaja za centralno grijanje i pripremu PTV-a (VGV i VUW) i to pri sljedećim uvjetima:



Ilustracija 3
Dijagram osjetnika dimnih plinova na uređajima Vaillant VUW i VGV



- u normalnim uvjetima (bez ventilacijske nape)
- s djelomično začepljenom dimovodnom cijevi (oko 50%)
- s uključenom ventilacijskom napom u kuhinji (dvije brzine ventilatora).

Pri tome su mjereni sljedeći parametri:

- mjesto 1 - temperatura uz vanjsku sondu osjetnika dimnih plinova
- mjesto 2 - temperatura u procjepu osigurača strujanja (ispod vanjske sonde)



- koncentracija CO u prostoriji na visini oko 850 mm od poda (instrument Dräger Multiwarn 2)
- sastav i temperatura dimnih plinova (instrument Testo 325 M)
- analiza rada uređaja (samo za VUW) prijenosnim računalom pomoću dijagnostičkog programa Vrdialog.

Pregledom uređaja prije mjerenja utvrđeno je sljedeće:

- uređaji su pravilno instalirani i redovito servisirani
- dimnjaci nisu bili začepljeni
- osjetnici dimnih plinova su električno bili ispravni
- dovod svježeg zraka za ispravan rad uređaja izveden je prema propisu HSUP-P 600.

Normalni uvjeti

Uređaji su tijekom ispitivanja radili besprijekorno. Kroz dozračne otvore strujala je dovoljna količina svježeg zraka za rad uređaja i nije bilo povrata dimnih plinova. Razlika mjerenih temperatura na mjestima sonde osjetnika dimnih plinova bila je dovoljno velika za ispravan rad.

Dimovodna cijev djelomično začepljena

Dimovodna cijev umjetno je začepljena tako da je oko 50% presjeka cijevi zapriječeno novinama. U vrlo kratkom vremenu pojavio se povrat dimnih plinova. Na mjernim točkama 1 i 2 opaža se povećanje temperature i to posebno na mjestu vanjske

sonde. Nakon oko 3 min rada uređaj se isključio. Pri razlici temperature između vanjske sonde i unutarnje sonde oko 60 °C (mjereno uređajem Vrdialog) sigurnosni sustav je isključio uređaj. To je razlika kod koje se, prema podacima proizvođača, uređaj treba isključiti. Takvom simulacijom strujanja dokazano je da sigurnosni elementi na uređaju normalno funkcioniraju, a time i ono najvažnije: da je korisnik uređaja zaštićen od trovanja CO.

Rad s uključenom ventilacijskom napom

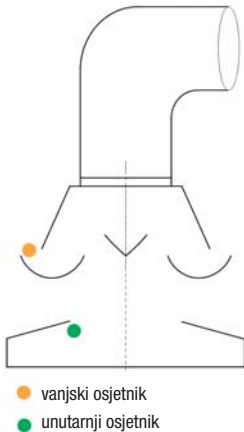
Uređaj je krenuo u rad pri normalnim uvjetima rada. Nakon toga je uključena ventilacijska napa na položaju manje brzine ventilatora. Ubrzo nakon uključivanja dolazi do malih povećanja temperatura na mjernim mjestima 1 i 2, što pokazuje da su se pojavili poremećaji u odvođenju dimnih plinova. Razlika temperatura se polagano smanjuje. Istodobno je na uređaju za mjerenje koncentracije CO registriran porast njegovog udjela u zraku u prostoriji i ona nakon oko 5 min rada prelazi minimalnu dopuštenu koncentraciju od 30 ppm.

Prebacivanjem ventilatora nape na veću brzinu koncentracija CO se povećava velikom brzinom i stanje u prostoriji postaje opasno za život. Temperatura na vanjskoj sondi (mjerno mjesto 1) pada sa 65 na 27 °C u vrlo kratkom vremenu oko 200 s. Istodobno temperatura na mjernoj točki 2 u procjepu osigurača strujanja za 25 s naraste s 55 na 67 °C i tada počinje ponovno padati da bi za 180 s pala na 58 °C. U tih oko 200 s koncentracija CO u prostoriji je porasla na više od 1500 ppm. To je već tako opasna koncentracija kod koje se u vrlo kratkom vremenu gubi svijest. Uređaj i dalje radi stvarajući još veću količinu CO i, ako je osoba u nesvijesti, neminovno dolazi do tragedije, odnosno do smrti!

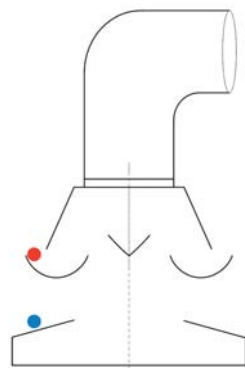
Pri radu ventilacijske nape koja je spojena s odvodom zraka u atmosferu dolazi do isisavanja zraka iz prostorija i u njima nastaje podtlak. Ako nema dovođenja zraka izvana (kod plastične stolarije, dobro zabrtvljenih prozora i vrata) ili ako nisu otvoreni prozori ili vrata, dolazi do povlačenja zraka iz atmosfere kroz dimnjak u prostoriju u kojoj radi uređaj. Budući da se u dimnjaku nalaze dimni plinovi, oni se prvi vraćaju u prostoriju. Daljnjim radom ventilacijske nape dimni plinovi više uopće ne odlaze u dimnjak, već izlaze odmah kroz procjep na osiguraču strujanja u prostoriju, a kroz dimnjak ulazi zrak iz atmosfere. Dokaz tome je povećanje temperature na procjepu osigurača strujanja, dok se na mjernom mjestu 1 temperatura smanjuje. Na tom je mjestu već počelo miješanje dimnih plinova i svježeg zraka koji dolazi iz atmosfere.

Kroz cijeli taj proces rada uređaja tri puta je mjerena sastav plinova koji struje kroz dimovodnu cijev. Mjerna točka se nalazila

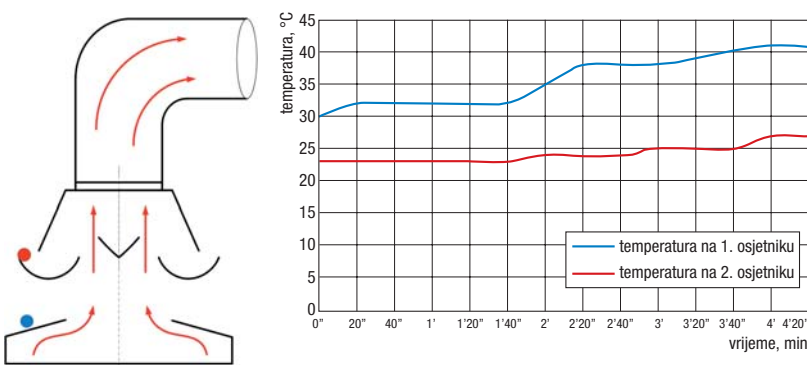
Ilustracija 4
Smještaj osjetnika s obzirom na osigurač strujanja



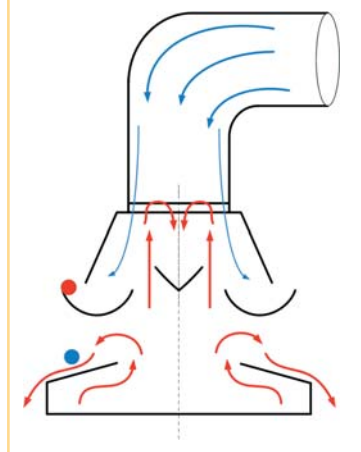
Ilustracija 5
Točke mjerenja temperatura na osiguraču strujanja



Ilustracija 6
Kretanje temperatura na osiguraču strujanja pri normalnim uvjetima



Ilustracija 7
Shema rada osigurača strujanja i dimovodne cijevi s uključenom napom





10 cm od spoja dimovodne cijevi i vrha bojlera. Prvo mjerenje obavljeno je tijekom rada uređaja pri manjoj brzini ventilatora i vidljivo je da je sastav plinova u granicama normale. Posebno se to odnosi na udio kisika od 2,2%, stupanj iskoristivost 97,8%, a temperatura dimnih plinova je 83,1°C. Na drugom mjerenju, koje je bilo neposredno nakon uključivanja ventilatora na veću brzinu, dolazi do bitnih promjena. Udio kisika raste na 17,3%, temperatura pada na 35,5 °C, a stupanj iskoristivosti više uopće nije relevantan podatak. Treće mjerenje obavljeno je oko 2 min nakon drugog. Udio kisika je narastao na 19,1% i temperatura je pala na 25,4 °C, što praktično znači da se kroz dimnjak usisava svjež zrak, a svi dimni plinovi nastali izgaranjem plina odlaze u prostoriju.

Koliko je opasan utjecaj ventilacijske nape, pokazuje i to što je uređaj koji registrira prisutnost dimnih plinova reagirao u drugoj prostoriji na strujanje plinova koje je napa isisavala kroz dozračne otvore na vratima kupaonice. To je strujanje bilo toliko jako da plamen upaljača nije mogao gorjeti na udaljenosti 30 cm od tih dozračnih otvora.

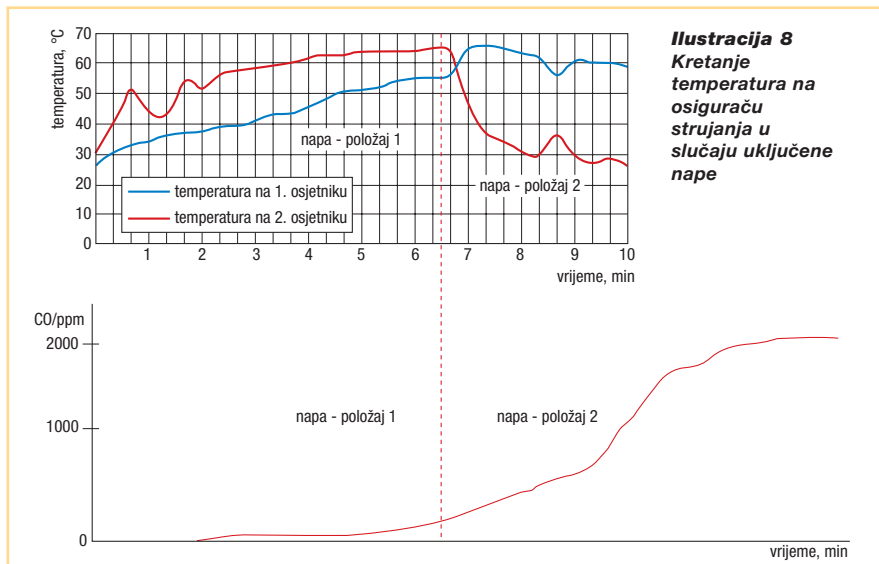
ZAKLJUČAK

Provedenim se ispitivanjima željelo saznati nešto više o utjecaju rada ventilacijske nape na odvođenje dimnih plinova u dimnjak kako bi se pojasnile okolnosti koje mogu dovesti do nesreća kakvim smo, na žalost, bili svjedoci tijekom protekle sezone grijanja. Nepobitno je ustanovljeno da je utjecaj nape toliko snažan da u vrlo kratkom vremenu može izazvati nesreću s vrlo teškim posljedicama. Važno je naglasiti da su se kod oba

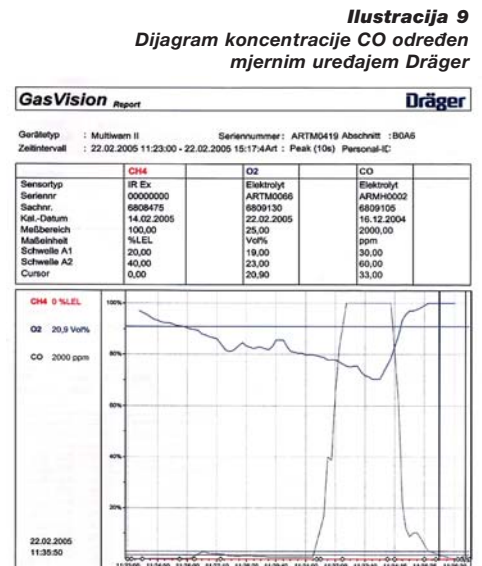
uređaja javile iste smetnje, samo u različitim vremenima djelovanja. Na prvom je uređaju do bitne pojave pojačane koncentracije došlo tek nakon 35 min rada, dok je kod drugog za 15 min koncentracija CO narasla na opasnih 436 ppm, a u sljedeće 3 - 4 min pri većoj brzini ventilatora na smrtonosnih 2000 ppm s tendencijom daljnjeg rasta! Iz svega toga je vidljivo da uz rad ventilacijske nape postoje još neki čimbenici koji u većoj ili manjoj mjeri utječu na odvod dimnih plinova, a to su:

- jačina ventilatora nape
- zabrtvljenost prostorija, odnosno dovoda svježeg zraka iz atmosfere u prostorije
- kvaliteta dimnjaka
- atmosferski uvjeti
- toplinsko opterećenje uređaja
- redovni servis uređaja itd.

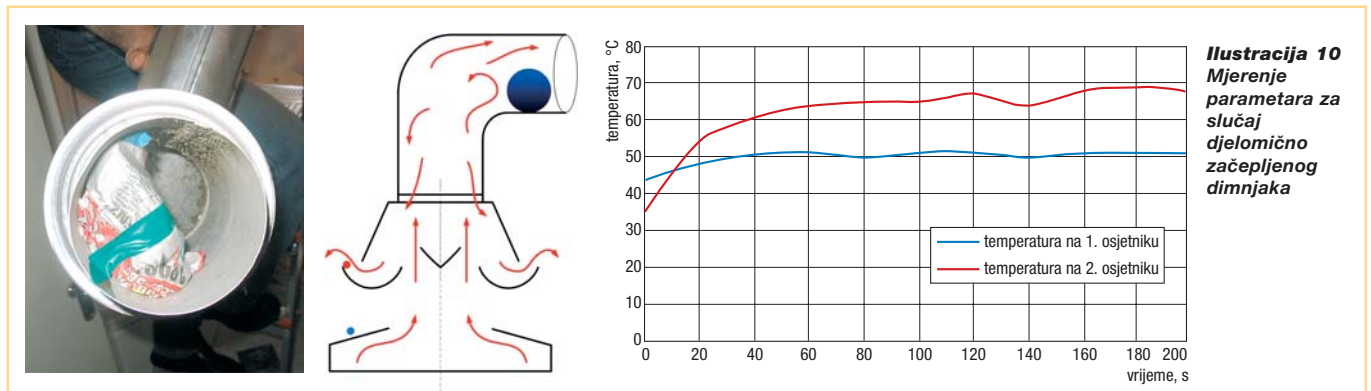
Do tragičnih događaja, na žalost, dolazi kroz splet svih tih čimbenika. Projektanti, dimnjačari, instalateri, serviseri i svi ostali koji se bave plinskim uređajima posebnu bi pozornost trebali obratiti na spomenute utjecaje i njihova preklapanja, a zanemarivanje bilo kojeg od njih može dovesti do tragičnih događaja. Jako je bitno korisnika uređaja pri puštanju u rad upoznati s načelima rada i svim spomenutim utjecajima. To se posebno odnosi na redovitost servisiranja uređaja i njegovo održavanje u ispravnom stanju te na eventualne promjene građevinskih uvjeta (veličina prostorije, promjena stolarije, ugradnja nape, ventilacije itd).



Ilustracija 8
Kretanje temperatura na osiguraču strujanja u slučaju uključene nape



Ilustracija 9
Dijagram koncentracije CO određen mjernim uređajem Dräger



Ilustracija 10
Mjerenje parametara za slučaj djelomično začepljenog dimnjaka