

D. Belas*

SIGURNOST PLINSKIH APARATA KOJI UZROKUJU TROVANJA UGLJIČNIM MONOKSIDOM

UDK 613.632.4:621.02
PRIMLJENO: 6.6.2011.
PRIHVAĆENO: 10.4.2012.

SAŽETAK: Plinski aparati koji se upotrebljavaju u kućanstvima, restoranima i drugim javnim prostorima predstavljaju izvor ugljičnog monoksida koji može uzrokovati trovanje korisnika i zaposlenih. U ovom radu su obrađeni čimbenici koji utječu na sigurnost plinskih aparata i dovede do povrata ili prekomjernog nakupljanja dimnih plinova i posljedično trovanja ugljičnim monoksidom, kao i podaci o broju stradalih osoba.

Podaci za rad sakupljeni su iz 82 nalaza vještaka Centra za vještačenja, napisanih nakon očevidi i vještačenja provedenih kako bi se utvrdili uzroci trovanja ugljičnim monoksidom.

Iz obrađenih podataka proizlazi da jedna trećina otrovanih ugljičnim monoksidom umire, da je u 50 % slučajeva uzrok trovanja bila neispravnost dimnjaka, u 28 % uzrok je bila neispravna ventilacija, u 12 % slučajeva uzrok je bio neispravan plinski aparat i u 10 % slučajeva uzrok je bio nevezan za plinski aparat i plinsku instalaciju.

Na smanjenje trovanja ugljičnim monoksidom bitno bi utjecalo saniranje dimnjaka i zamjena plinskih aparata tipa B aparatima tipa C.

Ključne riječi: plinski aparat, trovanje ugljičnim monoksidom

UVOD

Trovanje ugljičnim monoksidom ozbiljan je problem kojem se ne pridaje dovoljna pozornost mjerodavnih državnih i lokalnih institucija, već je problem prepušten korisnicima, dimnjačarima, plinoserviserima i plinoinstalaterima. Trovanje ugljičnim monoksidom događa se u kućanstvima, restoranima (kuhinje), pogonima, uredima, na plovilima, tj. gotovo u svim radnim i životnim prostorima. Kada se dogodi trovanje ugljičnim monoksidom, policija po službenoj dužnosti mora utvrditi okolnosti koje su uzrokovale trovanje jer se trovanje ugljičnim monoksidom tretira

kao nasilna smrt. Kako je utvrđivanje izvora ugljičnoga monoksida tehnički vrlo složen zadatak, policijskoj ekipi za očevide pridružuju se vještaci Centra za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ Ministarstva unutarnjih poslova. Nalaz vještaka omogućava djelatnicima kriminalističke policije da utvrde postojanje elemenata kaznenog djela koje je uzrokovalo trovanje. Vještaci-eksperti koji rade u Centru na utvrđivanju uzroka trovanja ugljičnim monoksidom su strojarski inženjeri.

Centar se sustavno bavi problematikom trovanja ugljičnim monoksidom od 2001. godine i na toj problematici je u navedenom razdoblju radio samo jedan stručnjak za područje cijele Republike Hrvatske.

*Davor Belas, dipl. ing. stroj. (dbelas@mup.hr), Centar za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“ MUP-a RH, Ilica 335, 10000 Zagreb.

O zaštiti životnih i radnih prostora od izvora ugljičnog monoksida, pa samim time i trovanja, trebalo bi voditi računa u fazi projektiranja i izvođenja tih prostora na način da se primjenjuju tehnička rješenja kod kojih nije moguće da ugljični monoksid dospije u životni ili radni prostor.

Što se tiče mjera zaštite, odnosno prevencije trovanja ugljičnim monoksidom, u postojećim prostorima s ugrađenim plinskim aparatima potrebno je redovito održavati dimnjake i plinske aparate prema uputama proizvođača. Ako dimnjačar tijekom pregleda zaključi da je dimnjak neispravan i izda negativan nalaz, potrošači bi trebali pristupiti rekonstrukciji kojom bi se izvršilo usklađivanje ložište-dimnjak. Rekonstrukciju usklađenosti ložište-dimnjak trebalo bi provesti na način da se primijene najnovija tehnička rješenja i postojeći plinski aparati (tip B) zamijene suvremenim aparatima (tip C). Budući da takve rekonstrukcije iziskuju velika materijalna sredstva, jedinice lokalne samouprave mogle bi takve projekte sufinancirati, možda iz EU fondova. Naime, suvremeni plinski aparati tipa C energetski su učinkovitiji od plinskih aparata tipa B.

UGLJIČNI MONOKSID

Ugljični monoksid je otrovni plin bez boje, okusa i mirisa (*Uhlik, 2000., Duraković i sur., 2000.*), tako da osoba ne može na vrijeme osjetiti njegovo postojanje u prostoru, kao niti mjesto izvora plina. Na sobnoj temperaturi je lakši od zraka (*Uhlik, 2000., Duraković i sur., 2000.*) te se stoga prvo nakuplja pod stropom prostorije, a zatim se spušta u niže slojeve prostorije. Budući da nastaje tijekom izgaranja, ima višu temperaturu od okolnog zraka te se lako može proširiti prostorom. Stoga su trovanja ugljičnim monoksidom moguća i u prostorijama koje su udaljene od samog izvora monoksida. Ugljični monoksid nastaje tijekom nepotpunog izgaranja ugljikovodika. U realnim uvjetima, npr.

izgaranjem zemnog plina na plinskom plameniku, nije moguće stvoriti uvjete za potpuno izgaranje plina tako da uvijek nastaje određena količina ugljičnog monoksida.

Ugljični monoksid je kemijski aktivan plin koji se u plućima veže za hemoglobin u crvenim krvnim zrnima tako da u njima nastane kemijski spoj koji se naziva karboksihemoglobin (COHb); (*Uhlik, 2000., Duraković i sur., 2000.*). Karboksihemoglobin blokira vezivanje kisika za hemoglobin čime je onemogućena opskrba stanica organizma kisikom.

VRSTE PLINSKIH APARATA

Svi plinski aparati u osnovi se sastoje od instalacije za dotok plina, miješališta plina (energenta) i zraka te plamenika na kojem izgara plinska smjesa zraka i goriva. Na našem području postoje tri osnovne vrste (skupine) plinskih aparata koje se međusobno razlikuju prema konstrukciji, ali i stupnju opasnosti koju predstavljaju za korisnike. Plinski aparati kategorizirani su u Pravilniku za izvođenje unutarnjih plinskih instalacija PI 600 (dalje u tekstu: Pravilnik) koji je 2001. godine izdala Hrvatska stručna udruga za plin. Oznake plinskih trošila sastoje se od slovne i brojčane oznake u indeksu. Slovne oznake trošila (aparata) su A, B i C i označavaju vrstu aparata propisanu Pravilnikom. Navedene vrste plinskih aparata dijele se na niz podvrsta koje se označavaju brojkama, npr. plinski aparat vrste B11.

Plinski aparati tipa A

Plinski aparati tipa A su plinski aparati koji zrak za izgaranje uzimaju iz prostorije u koju su smješteni, a produkte izgaranja izbacuju, također, u prostoriju u koju su smješteni. Drugim riječima, nemaju posebno izveden sustav za odvod produkata izgaranja prema Pravilniku. Tipičan primjer plinskog aparata tipa A je plinski štednjak.



Slika 1. Plinsko kolo štednjaka, primjer plinskog aparata tipa A

Figure 1. Gas stove burner, type A gas appliance

Plinski aparati tipa B

Plinski aparati tipa B su plinska trošila koja zrak za izgaranje uzimaju iz prostorije u koju su smješteni i opremljeni su sustavom za odvod produkata izgaranja. U nas su plinski aparati tipa B (slika 2); najčešće plinski bojleri i kotlovi propisani Pravilnikom.

Plinski aparati tipa C

Plinski aparati tipa C su plinska trošila koja zrak za izgaranje uzimaju dozračnim cjevovodom iz okoliša i opremljeni su sustavom za odvod produkata izgaranja u okoliš propisanim prema Pravilniku (slika 3); (*Tehnika dimnjaka, 2004.*). Kod nas su aparati tipa C najčešće plinske peći i bojleri, a nešto rjeđe kotlovi. U nas plinske aparate tipa C nazivaju „fasadni“, a razlog tome je što se sustav za dovod zraka i odvod dimnih plinova može izvesti na fasadi objekta (zgrade, kuće ili sl.). Ovakvo tehničko rješenje nije najbolje, jer kod višestambenih zgrada (zbog loše montaže) postoji opasnost da dimni plinovi s nižih etaža ulaze u stanove na višim etažama.

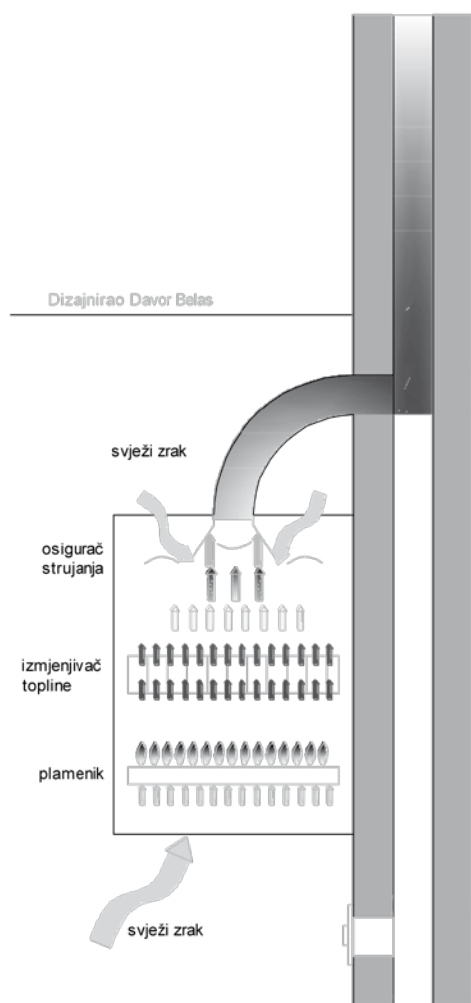
STATISTIKA TROVANJA UGLJIČNIM MONOKSIDOM

U Centru za vještačenja MUP-a problematikom trovanja ugljičnim monoksidom od 2001. godine bavi se jedan vještak strojarske struke za područje cijele Republike Hrvatske. Vještak Centra je od 2001. godine do zaključenja članka sudjelovao na oko 70 % očevida trovanja ugljičnim monoksidom koji su se dogodili na području RH. Stoga statistika Centra ne govori o ukupnom broju trovanja i stradalih osoba, ali može poslužiti kao pokazatelj uzroka trovanja ugljičnim monoksidom.

Ukupan broj trovanja ugljičnim monoksidom za navedeno razdoblje na području Hrvatske nalazi se u evidencijama MUP-a. Međutim, očevidi trovanja u kojima nije sudjelovao vještak Centra nisu predmet ovoga članka jer podaci iz tih slučajeva nisu bili na raspolaganju.

Stručnjaci koji se bave problematikom trovanja ugljičnim monoksidom, naročito dimnjačari, govore da pored poznatih slučajeva trovanja postoji i skrivena brojka ljudi otrovanih ugljičnim monoksidom. Radi se o situacijama da se mnogi ljudi godinama truju ugljičnim monoksidom, a da toga nisu svjesni. Moguće je da neki i umru od posljedica trovanja ugljičnim monoksidom, a da to nije otkriveno jer nije provedena obdukcija. Naime, simptomi trovanja ugljičnim monoksidom slični su simptomima drugih bolesti (glavobolja, opća slabost, problemi sa srcem i sl.), pa zapravo ljudi bivaju liječeni od bolesti od kojih ne boluju, a da se ne otkrije da se truju ugljičnim monoksidom.

Na temelju podataka prikupljenih u Centru za vještačenja MUP-a od 2001. do 2011. godine napravljena je statistička obrada.



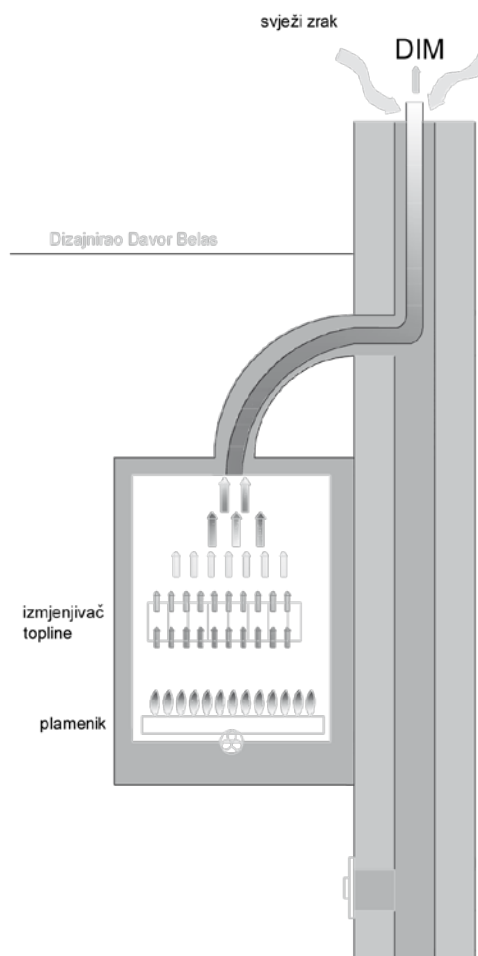
Slika 2. Plinski aparat tipa B
Figure 2. Type B gas appliance

Broj očevida i broj stradalih osoba

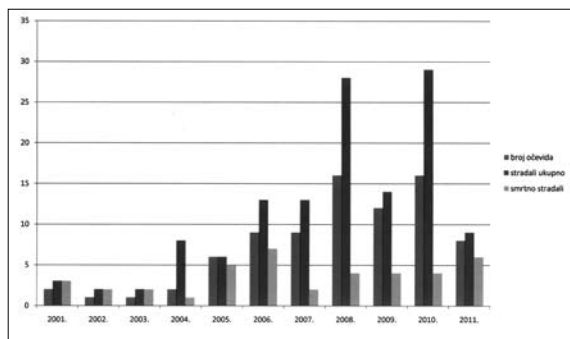
Ukupan broj očevida trovanja ugljičnim monoksidom na kojima je sudjelovao vještak Centra za navedeno razdoblje je 82. U tim događajima je stradalo (otrovano) ukupno 127 osoba, od toga je umrlo 40. Prosječno godišnje vještak Centra izađe na oko 7 očevida trovanja ugljičnim monoksidom. Od ukupno stradalih osoba, u navedenim događajima 32 % je umrlo zbog trovanja ugljičnim monoksidom. Broj stradalih, a

naročito broj umrlih osoba jasno govori koliko je trovanje ugljičnim monoksidom opasno za ljudski život. To znači da nadležne službe moraju posvetiti znatno više pozornosti ovome problemu, naročito u kontekstu širenja plinskog sustava na području Republike Hrvatske.

Analizom uzroka koji su doveli do povrata ugljičnog monoksida proizlazi da je u 50 % slučajeva uzrok povrata bila neispravnost dimnjaka, u 28 % uzrok je bila neispravna ventilacija, u 12 % slučajeva uzrok je bio neispravan plinski aparat i u 10% slučajeva uzrok je bio nevezan za plinski aparat i plinsku instalaciju.



Slika 3. Plinski aparat tipa C
Figure 3. Type C gas appliance



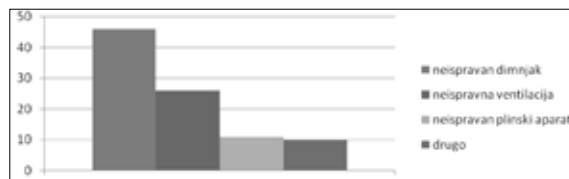
Grafikon 1. Broj očevida, broj stradalih osoba i izdvojeno broj umrlih osoba od 2001. do 2011.

Chart 1. Number of on-spot investigations, number of injured persons and deaths from 2001 to 2011

Uzroci povrata ugljičnog monoksida

Zakon o komunalnom gospodarstvu definira dimnjačarsku službu kao komunalnu djelatnost i u opis poslova dimnjačara stavlja kontrolu dimnjaka i ložišta. Iz analiziranih podataka proizlazi da je dimnjačarska služba iznimno bitna za smanjenje rizika od trovanja ugljičnim monoksidom jer u 78 % slučajeva trovanja ugljičnim monoksidom uzroci koji su doveli do povrata ugljičnog monoksida bili su u djelokrugu dimnjačara. Redovna i temeljita kontrola dimnjaka i ložišta od kvalificiranoga dimnjačara je vrlo bitan segment komunalne djelatnosti koji može bitno utjecati na smanjenje stradavanja od ugljičnog monoksida. Dimnjačari se na terenu susreću s problemom da korisnici plinskih aparata nisu kooperativni, tj. da ne žele pregled dimnjaka i plinskih instalacija od dimnjačara. Također, postoji i problem da određene jedinice lokalne uprave u čijem djelokrugu je raspisivanje natječaja za dimnjačarsku koncesiju na svojem području jednostavno ne raspišu koncesiju, pa dimnjačara za neka područja u Hrvatskoj uopće nema.

U druge uzroke koji su uzrokovali stradavanja od ugljičnog monoksida pripadaju trovanja zbog udisanja ispušnih plinova automobila u zatvorenom prostoru, loženja vatre u otvorenom ložištu u kući bez dimnjaka i sl.



Grafikon 2. Uzroci povrata ugljičnog monoksida

Chart 2. Causes of carbon monoxide return

Neispravan dimnjak

Za pravilno funkcioniranje plinskih aparata tipa B i C presudno je važno da budu priključeni na ispravne dimnjake.

Što se tiče plinskih aparata tipa B, ispravan dimnjak je dimnjak koji zadovoljava uvjet minimalne djelotvorne visine i uvjet kvalitete površine unutarnje stijenke dimnjaka (stijenka mora biti glatka). Minimalna djelotvorna visina dimnjaka proizlazi iz tehničkih karakteristika ložišta, točnije vrste goriva koje upotrebljava za loženje, snage ložišta, temperature dimnih plinova na izlazu iz ložišta i konstrukcije ložišta.

Plinski aparati koji nemaju ventilator, a zrak za izgaranje uzimaju iz prostora u koji su smješteni i produkte izgaranja izbacuju u okoliš kroz dimnjak (plinski aparati oznake B) najčešće se nalaze u upotrebi kod nas.

Prilikom očevida i vještačenja zbog trovanja ugljičnim monoksidom na terenu se sreću situacije da je plinski aparat tipa B spojen na neispravan dimnjak. Različite su vrste neispravnosti dimnjaka: prenizak dimnjak, dimnjak koji ne postiže radnu temperaturu ili hrapava stijenka dimnjaka. U starijim zgradama koje imaju dimnjake namijenjene ložištima na kruta goriva pojavljuje se problem da su stijenke dimnjaka hrapave, pa kod zamjene ložišta na kruta goriva plinskim ložištem stijenka dimnjaka stvara veliki otpor za istrujavanje dimnih plinova iz plinskog ložišta te može nastati opasni povrat dimnih plinova. Razlog tome je što plinski aparati imaju nižu temperaturu dimnih plinova od ložišta na kruta goriva, te prelaskom s krutog goriva na plin takav dimnjak teže postiže

radnu temperaturu (57 °C), pri čemu je i uzgonska sila koja tjera dimne plinove kroz dimnjak za plinske aparate manja, stoga su oni osjetljiviji na stanje, tj. kvalitetu stijenke dimnjaka.

Ventilacija

Dovod zraka na mjesto izgaranja (ventilacija) je pored dimnjaka presudan čimbenik pravilnog rada plinskih aparata, a u kontekstu trovanja ugljičnim monoksidom naročito se to odnosi na plinske aparate tipa B. Plinski aparat snage 22 kW troši oko 55 m³/h zraka, a taj potrošeni zrak mora biti nadoknađen ventilacijom.

Postoje dva tipa ventilacije prostora: prirodna i prisilna. Prirodna ventilacija ostvaruje se preko fuga i raspora na vratima i prozorima, ventilacijskim rešetkama na vratima i/ili preko ventilacijskih kanala koji prolaze kroz prostoriju. Prisilna ventilacija ostvaruje se pomoću ventilatora koji može biti ugrađen na vanjski zid ili biti dio ventilacijskog ili klimatizacijskog sustava.

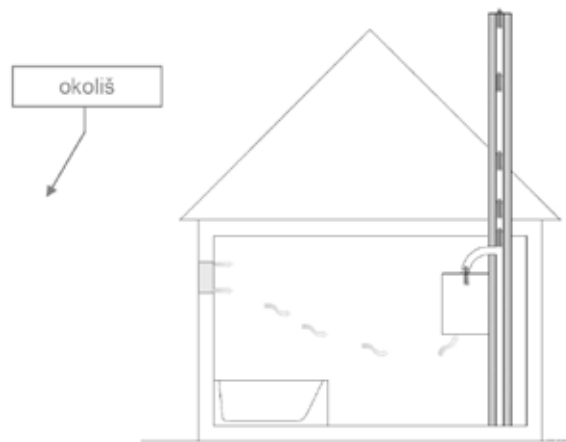
Ventilacija ima dvije uloge kod funkcije plinskoga aparata tipa B, a to su dobava dovoljne količine svježega zraka u ložište i omogućavanje pravilne funkcije dimnjaka. Da bi dimnjak pravilno funkcionirao, tlak u njemu mora biti niži od okolišnog tlaka, a taj podtlak omogućava pravilno izvedena ventilacija.

Problemi vezani za nepravilno izvedenu ventilaciju koji se pronalaze tijekom očevida su:

1. Ugradnja odsisnih ventilacijskih uređaja u stambeni prostor u kojem se nalazi plinski aparat tipa B (napa, kupaonski ventilator i sl.). Problem kod rada odsisnih ventilacijskih uređaja je što stvaraju podtlak u prostoru u koji su smješteni i time narušavaju pravilan rad dimnjaka jer stvaraju niži tlak u prostoru nego što je tlak u dimnjaku te time uzrokuju povrat dimnih plinova u prostor. Prema tome, ako je plinski aparat opremljen senzorom povrata dimnih plinova, uključeni ventilator može staviti senzor povrata dimnih izvan funkcije što će uzrokovati trovanje ugljičnim monoksidom;
2. Zamjena klasične stolarije, tzv. izo stolarijom (danas najčešće izrađene od polivinilklorida (PVC-a), pa se kolokvijalno naziva

PVC stolarija). Klasična stolarija, preko raspora, osigurava prostoru 4 izmjene volumena zraka na sat, dok PVC stolarija osigurava jednu ili manje od jedne izmjenene volumena zraka na sat. Manja dobava svježeg zraka kod PVC stolarije blokira rad dimnjaka i nastaje povrat dimnih plinova, a razlog tome je što dimnjak može izbaciti više zraka nego što kroz PVC stolariju uđe u prostoriju. Probleme u radu dimnjaka zbog PVC stolarije će senzori na suvremenim plinskim aparatima tipa B prepoznati i ugasiti ih, dok će aparati tipa B bez senzora nastaviti normalno raditi što će uzrokovati trovanje ugljičnim monoksidom;

3. Ugradnja plinskih aparata u prostorije koje nemaju nikakav ventilacijski otvor ili je ventilacijski otvor premalen da bi osigurao dovoljnu količinu svježega zraka za pravilan rad plinskoga aparata.



Slika 4. Funkcioniranje plinskog aparata s otvorenim ložištem u prostoriji s pravilno izvedenom dobavom svježeg zraka

Figure 4. Open-burner gas appliance in a room with proper fresh air supply

Plinski aparat

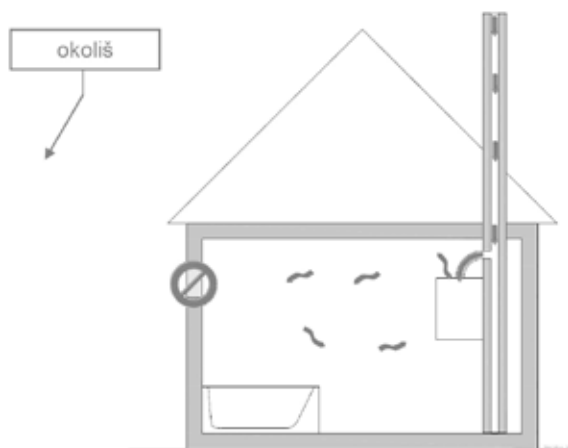
Plinski aparati pojavljuju se kao uzrok trovanja ugljičnim monoksidom u 12 % slučajeva. U većini tih slučajeva korisnici nisu održavali plinske aparate prema uputama proizvođača, već su ti plinski aparati bili krajnje zapušteni i prljavi. Zbog zapuštenosti plinskih aparata tipa B dio di-

mnih plinova nije iz ložišta plinskih aparata ulazio u dimnjak, već je direktno iz ložišta ulazio u prostor u kojem je bio smješten plinski aparat.

Na temelju dostupnih podataka, samo u jednom slučaju trovanja ugljičnim monoksidom radilo se o plinskom aparatu kojem je serviser isključio senzor povrata dimnih plinova nakon pritužbe korisnika da se bojler učestalo gasi. Vještačenje je pokazalo da je uzrok učestalog gašenja bojlera bio neispravn dimnjak, što je uzrokovalo aktiviranje senzora i gašenje bojlera. Nakon što je serviser isključio senzor, kada je zbog neispravnog dimnjaka došlo do povrata dimnih plinova u kupaonicu, senzor kojim je bojler bio opremljen nije mogao isključiti plinski aparat. Posljedica je bila jedan izgubljen ljudski život.

Drugi uzroci trovanja ugljičnim monoksidom

Pod drugim uzrocima trovanja ugljičnim monoksidom podrazumijevaju se trovanja zbog pojave ugljičnog monoksida koji nije nastao u plinskim aparatima. Radi se o trovanjima koja su nastala zbog rada motora s unutarnjim izgaranjem u zatvorenom prostoru ili loženja otvorenog plamena u zatvorenom prostoru.

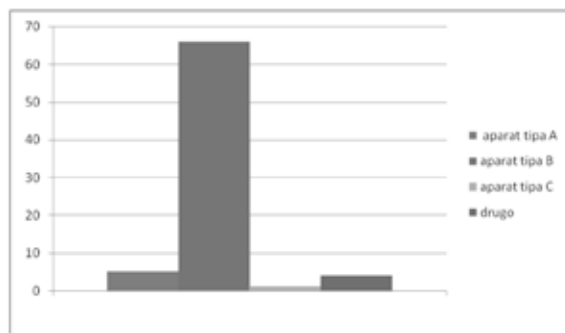


Slika 5. Funkcioniranje plinskog aparata s otvorenim ložištem u prostoriji s nepravilno izvedenom dobavom svježeg zraka zbog ugradnje PVC stolarije

Figure 5. Open-burner gas appliance in a room with improper fresh air supply due to PVC windows and doors

Vrste plinskih aparata

Analizom podataka o trovanju ugljičnim monoksidom utvrđeno je da su plinski aparati tipa B bili u prostorima u kojima su se dogodila trovanja u 86,8 % slučajeva, aparati tipa A u 6,58 %, aparati tipa C u 1,32 %, a u 5,3 % slučajeva trovanja su se dogodila, a da u prostoru nije bilo plinskih aparata ili izvor monoksida nije bio vezan uz rad plinskoga aparata.



Grafikon 3. Vrste plinskih aparata kod kojih je došlo do trovanja ugljičnim monoksidom

Chart 3. Types of gas appliances that caused carbon monoxide poisoning

Plinski aparati tipa A

Opasnost trovanja ugljičnim monoksidom kojeg je izvor plinski aparat tipa A jest u konstrukciji plinskih aparata tipa A (plinski štednjaci i sl.). Takvi plinski aparati, koji su kod nas najdulje u upotrebi, su plinski štednjaci, protočni bojleri, plinski roštilji i sl. Unazad nekoliko godina u nas se više ne prodaju plinski aparati tipa A (protočni bojleri) snage veće od 5 kW koji se mogu upotrebljavati u stambenim prostorima ili manjim poslovnim prostorima. Razlog tome je što je njihova uporaba ograničena na maksimalno 10 minuta po satu. No, unatoč tome pravilu (propisanom od distributera plina), zapravo je na korisniku kako će upotrebljavati takav plinski aparat. Plinski bojleri tipa A još su zastupljeni u našim kućanstvima ili manjim lokalima. Ako se ovakav plinski bojler snage 10 kW ili više upotrebljava i dulje od 10 minuta na sat (npr. u frizerskim salonima tijekom pranja kose), može doći do trovanja ugljičnim monoksidom jer takvi bojleri nisu spojeni na dimnjak, već dimni plinovi bivaju emitirani izravno u prostor u koji je bojler smješten.

Plinski aparati tipa B

Plinski aparati tipa B su plinski aparati snage veće od aparata tipa A. Takvi plinski aparati su u nas prvo bili u uporabi kao protočni bojler za pripremu tople sanitarne vode u kupaonicama i kuhinjama ili poslovnim prostorima. Nakon II. svjetskog rata, razvojem automatike, plinski bojleri tipa B počeli su se upotrebljavati i za centralno grijanje. Plinski bojleri tipa B proizvode se u rasponu toplinske snage 16-32 kW.

Suvremeni plinski aparati tipa B opremljeni su s jednim ili dva senzora (osjetnika) povrata dimnih plinova, dok plinski aparati tipa B starije generacije nemaju senzore povrata dimnih plinova. Senzori povrata dimnih plinova pokazali su se dobrim kada se pojavljuje problem u radu s dimnjakom ili je na otvore stambenog prostora postavljena PVC stolarija koja smanjuje dotok svježeg zraka u prostor. Međutim, senzori povrata dimnih plinova pokazali su se neučinkoviti kada se dogodi povrat dimnih plinova uzrokovani radom kuhinjske nape ili kupaonskoga ventilatora, ako je položaj senzora na plinskom aparatu takav da struja povrata dimnih plinova koju stvara napa ili ventilator prolazi samo s jedne strane plinskog aparata na kojoj nema senzora. Naime senzori povrata dimnih plinova postavljaju se samo sa jedne strane osigurača strujanja plinskog aparata.

Statistika Centra pokazuje da su plinski aparati tipa B najčešći izvor povrata dimnih plinova koji je uzrokovao trovanje ugljičnim monoksidom. Razlog tome je njihova konstrukcija, toplinska snaga i velika rasprostranjenost u nas u odnosu na druge tipove plinskih aparata. Naime, da bi plinski aparat tipa B radio sigurno, potrebno je uskladiti sustav za dovod zraka, stanje aparata i dimnjak. Što se samih aparata tiče, kod njih može doći do povrata dimnih plinova iz više razloga. Prvi i najčešći je krajnja zapuštenost i neodržavanje plinskog aparata, a drugi je kad serviser podešava plinski aparat na znatno veću (obično oko 50 %) snagu od nominalne. Povećavanjem snage plinskog aparata za 50 % od nominalne stvara se i 50 % više dimnih plinova koji ne mogu proći kroz dimnovodnu instalaciju u cijelosti, pa dio završi u stambenom prostoru.

Općenito se može reći da se tijekom rada plinskih aparata tipa B kod osobito nepovoljnih uvjeta rada, kao što su npr. uključenje plinskoga aparata tipa B kad je dimnjak hladan, jačih udara vjetra koji mogu privremeno blokirati rad dimnjaka, kvara na aparatu, visokoga podtlaka u prostoriji s aparatom i sl. ne može isključiti da na osiguraču strujanja plinskoga aparata kratkotrajno u prostoriju ne izlaze dimni plinovi. Budući da su plinovi izgaranja lakši od zraka u prostoriji, oni se nakupljaju pod stropom prostorije. U malim prostorima dimni plinovi brzo dostižu visinu odakle plinski aparat uzima zrak iz prostorije te se plinovi izgaranja usisavaju zajedno sa zrakom za izgaranje, te se tako naglo pospješuje nepotpuno izgaranje zbog nastalog manjka kisika. U takvome kružnom procesu, koji se stalno ubrzava, porast ugljičnog monoksida je tako brz da u kratkom vremenu može nastati opasna koncentracija CO. Zbog otežanih uvjeta rada svi proizvođači plinskih aparata očekuju da u početku može nastati povrat dimnih plinova dok dimnjak ne „povuče“, stoga senzore moraju podesiti tako da isključuju plinski aparat nakon 2-5 minuta od početka blokade dimnjaka tijekom rada bojlera. Ako dimnjak proradi unutar prve četiri minute, senzor neće blokirati rad bojlera i obrnuto. U protivnom bi senzori povrata odmah kada dođe do povrata isključili bojler, a plinske aparate tipa B bilo bi nemoguće uključiti.

Budući da su plinski aparati tipa B najčešći izvor ugljičnoga monoksida koji dovodi do trovanja, unatoč ugrađenim sensorima povrata, u razvijenim zemljama se više ne ugrađuju, dok se u nas još nalaze u prodaji.

Plinski aparati tipa C

Plinski aparati tipa C su se kod nas pojavili iza Drugog svjetskog rata, i to kao plinske peći za grijanje prostorija (jedna peć za jednu prostoriju). Kasnije, razvojem plinske tehnike pojavili su se i plinski bojleri i kotlovi za centralno grijanje i grijanje tople sanitarne vode. Danas su to najsuremeniji plinski aparati koji se upotrebljavaju i tzv. kondenzacijska tehnika, koja im daje visok stupanj korisnog djelovanja. Plinski aparati tipa C zrak za izgaranje uzimaju preko posebno

izvedenog cjevovoda iz okoliša, a dimne plinove izbacuju u okoliš kroz dimnjak (slika 3). Zbog takve izvedbe plinski aparati tipa C su najsigurniji za korisnike. Drugim riječima, za razliku od plinskih aparata tipa A i B koji imaju otvoreno ložište, plinski aparati tipa C imaju zatvoreno ložište iz kojega dimni plinovi ne mogu ulaziti u prostor u kojem se plinski aparat nalazi.

Od 2001. do 2011. godine u RH zabilježen je jedan slučaj trovanja ugljičnim monoksidom kojem je izvor bio plinski aparat tipa C, a uzrok je bio pogrešna montaža cijevi dimnjaka iz kojega je dim ulazio u stambeni prostor i uzrokovao trovanje ugljičnim monoksidom.

PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE

Rezultati analize podataka u ovome radu pokazuju da je većina trovanja ugljičnim monoksidom bila uzrokovana neispravnim dimnjakom, ložištem plinskog aparata ili neispravnom ventilacijom. Glavna preventivna mjera koja može smanjiti opasnost od trovanja ugljičnim monoksidom je redoviti pregled dimnjaka i plinskih aparata tipa B od ovlaštenoga dimnjačara i servisera. Dimnjačar ima zadatak prema Zakonu o komunalnom gospodarstvu pregledavati dimnjake i ložišta, a dinamiku pregleda definiraju propisi jedinica lokalne samouprave. Ako tijekom pregleda dimnjačar uoči neke nepravilnosti, korisnici bi nedostatke morali otkloniti u zadanome roku.

Danas se često klasična stolarija zamjenjuje tzv. PVC stolarijom, što može bitno utjecati na kvalitetu rada plinskih aparata tipa A i B. Stoga bi prije zamjene stolarije, ovlaštenu projektanta trebao napraviti procjenu kvalitete dobave svježeg zraka kako bi se prevenirala opasnost od povrata dimnih plinova i trovanja ugljičnim monoksidom (slike 4 i 5).

Također, sve više se ugrađuju odsisni ventilacijski uređaji (nape i tzv. kupaonski ventilatori). Prije ugradnje takvih uređaja trebalo bi zatražiti mišljenje dimnjačara koji mora utvrditi kako će ventilacijski uređaj utjecati na rad dimnjaka na koji je priključen plinski aparat tipa B.

Najbolji način prevencije trovanja ugljičnim monoksidom u postojećim životnim i radnim prostorima opremljenima plinskim aparatima tipa B je zamjena plinskog aparata tipa B aparatom tipa C uz rekonstrukciju dimnjaka. Ova mjera otklanja opasnost od trovanja ugljičnim monoksidom i smanjuje potrošnju energije jer su najsvremeniji plinski aparati tipa C energetski najučinkovitiji plinski aparati momentalno na tržištu. Ova mjera, također, omogućava ugradnju PVC stolarije, jer takva stolarija ne utječe na rad plinskih aparata tipa C, također odsisni ventilacijski uređaji neće utjecati na rad aparata tipa C. Ugradnja PVC stolarije u kombinaciji s najsvremenijim aparatima tipa C dodatno će smanjiti potrošnju energije. Na taj način se postiže dvostruka korist, smanjenje potrošnje energije i zaštita od trovanja ugljičnim monoksidom.

Zaštitna mjera može biti i ugradnja neovisnog senzora ugljičnoga monoksida u životne i radne prostore u kojima se upotrebljavaju plinski aparati tipa A ili B. Međutim, neovisni senzor ugljičnog monoksida samo javlja da se u prostoru nakupila određena količina monoksida, ali ne može zaustaviti rad plinskog aparata i spriječiti nakupljanje opasne koncentracije ugljičnog monoksida.

Kod novih objekata najbolja preventiva trovanja ugljičnim monoksidom je primjena najsvremenijih rješenja u plinskoj tehnici koja mogućnost pojave ugljičnog monoksida u radnom ili životnom prostoru u potpunosti isključuje.

ZAKLJUČAK

Najčešći uzroci trovanja ugljičnim monoksidom u Hrvatskoj su neispravni dimnjaci na koje su spojeni plinski aparati tipa B. U trećini slučajeva je ishod trovanja bila smrt osobe. Do bitnih promjena u vezi trovanja ugljičnim monoksidom će doći kada se zabrani prodaja plinskih aparata tipa B, što je to već provedeno u razvijenim zemljama i zamjenom postojećih plinskih aparata tipa B plinskim aparatima tipa C uz potrebne sanacije dimnjaka.

LITERATURA

Duraković, Z. i sur.: *Klinička toksikologija*, Grafos, Zagreb, 2000.

Pravilnik za izvođenje unutarnjih plinskih instalacija PI 600, Gradska plinara, Zagreb, 1992.

Strelec, V.: *Plinarski priručnik*, šesto izdanje, Energetika marketing, Zagreb, 2001.

Tehnika dimnjaka, treće izdanje, Schiedel Proizvodnja dimnjaka d.o.o., Golubovec, 2004.

Uhlik, B.: *Požarno opasne, toksične i reaktivne tvari 1 i 2*, HDKI, Zagreb, 2000.

Zakon o komunalnom gospodarstvu, N.N., br. 26/03.

SAFETY OF GAS APPLIANCES AS CAUSES OF CARBON MONOXIDE POISONING

SUMMARY: Gas appliances used in households, restaurants and other public places are sources of carbon monoxide that may cause poisoning in users and employees. The paper discusses factors that diminish the safety of gas appliances, causing fumes return or excess fumes which potentially lead to carbon monoxide poisoning. Furthermore, the statistics of injured persons is supplied.

The examined data was gathered from 82 expert reports on the causes of carbon monoxide poisoning supplied by the Centre for Expert Assessment. The reports show that one third of the persons who suffered carbon monoxide poisoning died. In 50% of all cases the cause of poisoning was a faulty chimney, in 28% poor ventilation was responsible for the poisoning, in 12% the cause was a fault in the gas appliance, and in 10% of all cases the cause was unrelated to the gas appliance or gas installations.

The incidence of carbon monoxide poisoning would greatly drop if adequate chimney repairs were undertaken and if type B gas appliances were replaced with type C.

Key words: *gas appliance, carbon monoxide poisoning*

*Professional paper
Received: 2011-06-06
Accepted: 2012-04-10*