

A helyiség szén-monoxid-tartalmának vizsgálata B₁₁ típusú gázkészülék üzeme esetén

Karácson László¹ – Dr. Szűcs István²

Hazánkban az elmúlt 5-10 évben évente átlagosan 25 – 30 halálos szén-monoxid-mérgezés történt. Ez a szám 2002-ben 30, 2003-2004, illetve 2004-2005 telén 50 fölé emelkedett. A statisztika leginkább a halálos kimenetelű szén-monoxid-mérgezéseket tartja nyilván. E számoknak több százszorosra lehet az enyhébb mérgezés, még ennél is lényegesen több az észlelés nélküli, időszakos égéstermék-visszaáramlás. Akár súlyosabb tragédia, akár enyhébb szén-monoxid-mérgezés következik be, a gázszolgáltató társaságok nem tehetik meg, hogy szó nélkül elmenjenek az események mellett. A közelmúlt teleinek történéseiből kiindulva merült fel a Miskolci Egyetem Gázmérnöki Tanszékén szervezett gázszolgáltatói szakmérnöki szakon készített diplomamunka [1] témájaként a lakosság körében bekövetkezett szén-monoxid-mérgezések körülményeinek vizsgálata.

A balesetek bekövetkezésének döntő többségében – ha sok esetben nem is elsődleges tényezőként –, szerepet játszik a nyílt égésterű fűtőkészülékek levegőellátásának elégtelensége, ezáltal az égés tökéletlensége. A levegőellátás eltérő körülményeinek modellezéséhez terveztük meg és végeztük el a következőkben ismertetett méréseket.

A vizsgált rendszer leírása

A vizsgált rendszer egy 110 m²-es magánház földgáz üzemű fűtési és használati melegvíz ellátását biztosítja, „B” típusú kombi falikazánnal. A helyiségekben felszerelt fűtőtestek acéllemez radiátorok 2,1-3,4 kW teljesítménnyel. A földszinti hidegburkolatú helyiségekben, üzemel ezen kívül egy padlófűtés kör, kb. 50 méter csőhosszal. A használati melegvíz-vételezési helyek száma 6 db.

A gázfogyasztó készülék egy kéményes kivitelű, 24 kW-os, SAVIO Micropiu 524A típusú (kombinált) falikazán, elektromos gyújtással, ionizációs lángörzéssel. A készülékhez csatlakozó égéstermék-elvezető határos magassága 4 m, átmérője 150 mm, a bélelt elem merev falú alumíniumcső.

A gázkészülék egy 8,134 m³ térfogatú helyiségben üzemel, amelynek külső nyílászárója fokozott légzárású, 0,54 m² felületű. A helyiség a létesítéskor érvényes műszaki szabályozásnak megfelelően [2] a szomszédos helyiséggel 2 db, egyenként 150 cm² szabad nyílású, alsó-felső szellőző révén légtér-összeköttetésben van.

A mérésorozat előtt sor került a kémény felülvizsgálatára, valamint a készülék karbantartására, egyébként a rendszer hat éve problémamentesen üzemel.

A mérések megtervezésének, kialakításának fő oka az volt, hogy a helyszín egy teljesen „hétköznapi” lakóház, amely a lakosság körében bekövetkezett, szén-monoxid-mérgezéses balesetknél igen gyakran előfordul.

1 – gázsakmérnök, DÉGÁZ Rt. 2 – egyetemi tanár, Miskolci Egyetem Tüzeléstani és Hőenergetikai Tanszék

A mérés eszközei

A méréshez 2 db Dräger MultiWarn II BEP típusú, hordozható, egyszerre 4 különböző gáz érzékelésére is alkalmas készüléket használtunk. A készülék 1 db katalitikus elven működő Cat-Ex szenzort (minden robbanásveszélyes gázra, vagy gőzre), illetve kialakítástól függően 2-3 elektrokémiai (EC) szenzort tartalmaz. A szóban forgó eszközök kialakítása metán, szén-monoxid- és oxigén-koncentráció mérését teszi lehetővé.

A kazán huzatmegszakítójánál visszaáramló égéstermék méréséhez 1 db TESTO 325/S füstgázelemző műszert használtunk, amely többféle tüzelőanyag füstgázjellemzőinek meghatározására alkalmas. A TESTO 325/S a füstgázszonda hőelemével közvetlenül mér füstgáz hőmérsékletet, külön hőmérsékletérzékelővel égési levegő hőmérsékletet, CO, valamint O₂-térfogat százalékot, illetve számítással határozza meg a CO₂ koncentrációt.

A rendszert az alábbi három üzemi állapotban vizsgáltuk:

1. Megfelelő levegőellátással, a kémény állandósult állapotú üzeméig.
2. A vizsgált helyiséget légtömören lezárva, a kazán füstgáz-visszaáramlás-érzékelőjének letiltásáig.
3. A füstgázvisszaáramlás-érzékelő kiiktatásával, az intenzív szén-monoxid-képződés megindulásáig.

A mintavételi helyek mindhárom mérésnél azonosak voltak. Szén-monoxid-koncentrációmérésre egyszerre három helyen került sor, mégpedig:

- a padlószint felett 0,1 méterrel,
- a kazán alatt, az égőhöz áramló levegő útjában, 1,0 méteres magasságban, valamint
- a huzatmegszakító felett 5 cm-re, 2,05 méteres magasságban.



Az égőhöz áramló levegő oxigéntartalmát 1,0 méteres magasságban mértük.

A mérés összeállítását szemléltető fényképet az **1. ábrán** mutatjuk be.

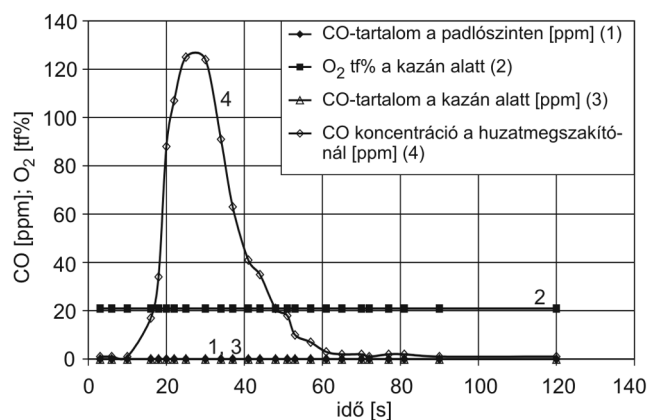
1. ábra. A mért gázkészülék a mérőműszerekkel

A mérések időpontja: 2006. július 11-én a déli órákban, 11-14 óra között, amikor a külső hőmérséklet 31,5 °C volt, mérsékelt szél fújt, a helyiség levegőjének hőmérséklete 29 °C, a légköri nyomás 99 850 Pa volt.

1. A helyiség levegőjében mért CO- és O₂-koncentráció, megfelelő légellátás biztosításakor

A mérés ideje alatt a lakótérrel légtér-összeköttetést biztosító szellőzők szabadok, a helyiség ajtaja – ahogyan az lenni szokott – résnyire nyitva volt. Az égéshez szükséges, valamint a huzatmegszakítón belépő hígítólevegő utánpótlását a lakás többi része felől biztosítottuk.

A normál üzemi körülmények között lezajlott mérés időtartama két perc volt. A kazán használati melegvíztermelő üzemmódban működött, a helyiségben lévő egyik csapoló megnyitásával. A mért adatokból szerkesztett diagramot a **2. ábra** mutatja.



2. ábra. A gázkészülék helyiségének levegőjében mért CO- és O₂-koncentráció megfelelő légellátás esetén, a füstgázáramlás állandóságáig eltelt idő függvényében

A diagramból látható, hogy a mérés kezdeti szakaszában a huzatmegszakító felett 5 cm-rel, 2,05 méter magasságban intenzív szén-monoxid-képződés volt tapasztalható. Kb. 25 másodperc elteltével a koncentráció elérte a csúcserőértéket (125 ppm), majd egy enyhébb lefolyású görbe mentén, 40 s alatt lecsökkent 2 ppm értékre. További 60 másodperces vizsgálat után tapasztalható volt, hogy a szén-monoxid-koncentráció a huzatmegszakítónál 1-2 ppm között stabilizálódott, tehát a kéményben az áramlás megindult.

A készülék hőterhelése a mérés során elhasznált gázmenyiségéből számítva 11,5 kW volt. A mérés eredményeiből, illetve a számításból megállapítható volt, hogy a kifejezetten meleg nyári állapotban, még a készülék közepes terhelése mellett is, biztonsággal megindult az égéstermék áramlása a kéményben.

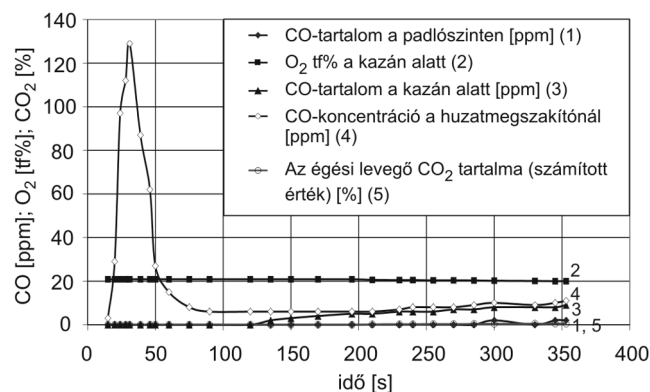
2. CO-koncentráció légtömören lezárt helyiségben, a füstgázvisszáramlás-érzékelő szabályos működésekor

A gázkészülék megfelelő üzeméhez szükséges, légtér-összeköttetést biztosító szellőzők eltakarása sajnos gyakran elő-

fordul. Ha emellett a beépített belső ajtó is légzáró kivitelű, a készülék levegőellátása gyakorlatilag megszűnik. A balesetek során gyakran tapasztalható ellentmondásos tény, miszerint a szénmonoxid-mérgezés annak ellenére következik be, hogy az adott fűtőberendezés rendelkezik füstgázvisszáramlás-érzékelővel.

A fenti körülmények – a légellátási gondok – modellezése céljából a légtér-összeköttetést biztosító szellőzőket lezártuk, valamint a helyiség ajtajának nyílásait, réseit ragasztószalaggal körberagasztottuk. Az égéshez szükséges, valamint a huzatmegszakítón belépő hígítólevegő utánpótlása így csak a helyiség légtéréből volt biztosítható. Erre az üzemállapotra a CHM-BAU szofverrel végzett előzetes számítás szerint valószínűsíthető volt, hogy a füstgáz állandósult áramlása el sem indul, mivel a $P_z \geq P_{ze}$ nyomásfeltétel nem fog teljesülni.

A fenti üzemi körülmények között a mérés 5 perc 53 másodpercig tartott. A kazán eközben használati melegvíz üzemmódban működött, a helyiségben lévő két melegvíz csapoló megnyitásával. A mért értékekből szerkesztett diagramot a **3. ábrán** láthatjuk.



3. ábra. A gázkészülék légtömören zárt helyiségének levegőjében mért CO-, O₂- és számított CO₂-koncentráció, a kazán füstgáz visszaáramlás érzékelőjének letiltásáig eltelt idő függvényében

A 3. számú ábrából megállapítható, hogy a levegő utánpótlás megszüntetésével, 21,6 kW hőterhelés mellett, a kazán védelmi rendszere 5 perc 53 másodperc elteltével az üzemelet le tiltotta. A tüztérbe áramló levegő útjában elhelyezett műszer 3,5 percen keresztül a helyiség levegőjének 20,9 tf%-os O₂ tartalmát jelezte, ezután megindult az oxigénkoncentráció fokozatos csökkenése. Az üzemelés tiltásakor az O₂-tartalom 20,0 tf%-on állt, majd – vélhetőleg a helyiség belső légáramlatai miatt – további 20 másodperc alatt 19,9 tf%-ra csökkent.

A kazán alatti zónában 2 perc 15 másodperc múlva, a padlósínt pedig az üzemelés utolsó pillanataiban, 5 perc 45 másodperc elteltével jelent meg a szén-monoxid gáz.

A huzatmegszakító feletti térben a begyűjtést követő kezdeti időszakban lezajló intenzív szén-monoxid-képződés szinte teljesen megegyezett a normál üzemi körülményeknél tapasztalt, az állandósult áramlás beindulásáig lejátszódó jelenséggel. Az előző méréshez hasonlóan kialakult a kéményben az állandósult áramlás, amely mellett most a huzatmegszakítónál mérhető szén-monoxid-tartalom a 1,5–3,5 perc

közi időtartamban 6 ppm értéken stabilizálódott, majd megindult az értékek lassú emelkedése.

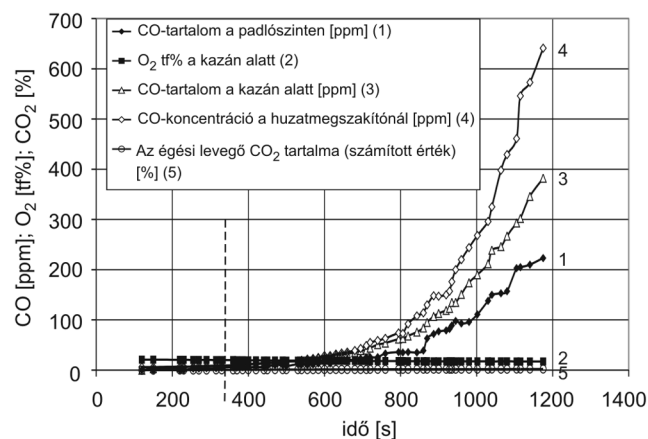
Az égési levegő vizsgálati zónájában mért O_2 -tartalomból számított szén-dioxid-koncentráció elérte a 0,5 tf%-ot. A füstgázelemző műszer által a huzatmegszakítónál regisztrált legnagyobb CO_2 -érték 1,2% volt, a legkisebb O_2 -koncentráció 18,9 tf%-ra adódott.

A fenti kísérletből megállapítható, hogy a fűtőberendezés védelmi rendszere, amennyiben a füstgáz át tud jutni a készülék hőcserélőjén és a huzatmegszakítónál áramlik vissza, jóval az egészségügyi határértékek alatt megszünteti az üzemelést.

3. A CO koncentrációja légtömören lezárt helyiségben, hibásan működő füstgázvisszáramlás-érzékelő esetén

A mérés körülményei és a levegő-mintavétel elrendezése megegyezett a második mérésnél bemutatottakkal, az egyedüli lényeges eltérés a kazán füstgázvisszáramlás-érzékelő jeladójának kiiktatása volt, amit úgy oldottunk meg, hogy az érzékelőt szigetelőanyagba burkoltuk.

A kazán ennél a mérésnél is használati melegvíz üzemmódban, a helyiségben lévő két használati melegvíz csapoló megnyitásával üzemeltettük. A mérési adatokból szerkesztett diagram a 4. ábrán látható.



4. ábra. A légtömören zárt helyiség levegőjében mért CO - és O_2 -koncentráció, illetve számított CO_2 -koncentráció, hibás füstgázvisszáramlás-érzékelő esetén

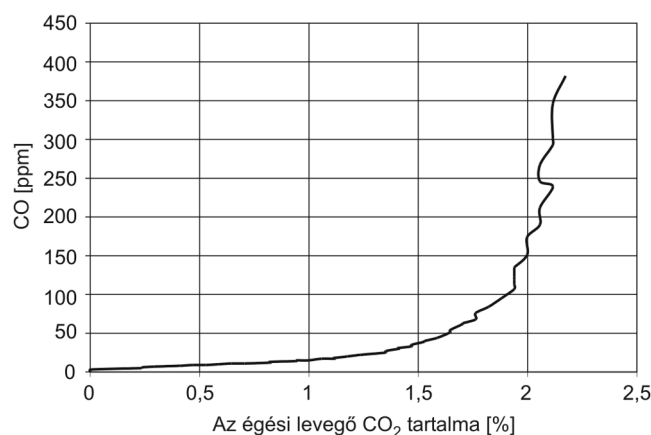
A mért értékeket a második perctől kezdve rögzítettük. A begyűjtéstől eltelt első két perc jellemzői megegyeztek a 2. számú mérésben leírtakkal. A huzatmegszakítónál ekkor regisztrált szén-monoxid-koncentráció szintén 6 ppm volt. A 4. ábrán azt az időpontot, amikor az előző mérésben a füstgázvisszáramlás-érzékelő letiltotta a készülék működését szaggatott vonal jelzi. Ebben az időintervallumban az összes mért érték – néhány másodperc eltéréssel – megegyezett az előző mérés adataival.

A mérés második szakaszában az oxigénkoncentráció közelítőleg egyenletes ütemben csökkent 17,6 tf% értékig (14 perc 47 másodperc), majd e szinttől kezdve a csökkenés intenzitása mérséklődött. 18 perc 35 másodperctől az égés pulzálóvá vált, hangjelenségek (apró durranások) kíséretében

ben ütemes lángleszakadások voltak megfigyelhetők. A kazán leállításakor – az indítást követő 19 perc 35 másodpercor – a helyiség levegőjének oxigénkoncentrációja 17,2 tf% volt.

Az égési levegő oxigéntartalmából számított szén-dioxid-koncentráció legnagyobb értéke elérte a 2,17 tf%-ot [3].

A továbbiakban megvizsgáltuk, hogy az égési levegő széndioxid-tartalma hogyan befolyásolja a helyiség levegőjének szénmonoxid-tartalmát. Az adatokból szerkesztett diagramot az 5. ábrán mutatjuk be.



5. ábra. A helyiség levegőjének szén-monoxid-koncentrációja az égési levegő CO_2 -tartalmának függvényében

Az 5. ábrán látható diagram az 1,0 méteres magasságban mért szén-monoxid-, valamint ugyanazon magasságban regisztrált oxigéntartalomból számított szén-dioxid-koncentráció értékek alapján készült. A mérés szerint 1,5-2,0 tf% szén-dioxid-koncentráció körüli értékénél indult meg az erőteljes szén-monoxidképződés. A mért adatokból szerkesztett diagram jellegét tekintve jól közelíti a szakirodalomban (például [4], [5]) közlőket.

Összefoglalás

Vizsgálataink valós élethelyzetben kialakuló folyamatok bemutatását célozták. Mérési adataink szerint bebizonyosodott, hogy a hanyagságból előálló rossz légellátás és hibásan működő füstgázvisszáramlás-érzékelő esetén a helyiség levegőjében a szénmonoxid-tartalom néhány percen belül veszélyesen nagy lehet. Az eredmények támpontokat adhatnak a napi gázszolgáltatói gyakorlatban előforduló, visszaáramlott égéstermék okozta balesetek vizsgálatához.

Irodalom

1. Karácson L.: Lakosság körében bekövetkezett szén-monoxid-mérgeзések vizsgálata. Szakmérnöki diplomamunka, Miskolci Egyetem, 2006. szeptember
2. Gáz- és Olajipari Műszaki Biztonsági Szabályzat, az 1/1977 (IV. 6.) NIM rendelet 2. sz. melléklete
3. TESTO 325/S füstgázelemző kezelési leírása
4. Barna L.: Épületgépészet 2000, 1. kötet, Fűtéstechika, szerk.: Homonnay Györgyné, 11. fejezet: Gázellátás. Épületgépészet Kiadó Kft. 2001
5. Barna L.: Súlyos gázfogyasztói balesetek tanulságai, DUNAGÁZ Szakmai Napok, 2002, p. 133