

Tippek és trükkök tervezőprogramokhoz

Atmoszferikus égőjű kazánok kéményének méretezése

Az atmoszferikus égőjű kazánok méretezésénél az új MSZ EN 13384 szabvány használatánál a korábban megszokotthoz képest gyakran nagyobb keresztmetszetű és magasságú kémények adódnak, mint amihez a korábbi tapasztalat alapján hozzászoktunk. A cikkben arra szeretnék magyarázatokat keresni, hogy mi ennek az oka.

a kémények méretezésénél a teljes áramkört (1. ábra) kell vizsgálni. A jelenséget bármelyik elem önállóan is okozhatja. Nézzük meg, hogy az áramkör mely eleme lehet a „bűnös”.

- Elképzelhető, hogy a légbevezetés méretezésénél kell a probléma okát keresnünk?
- Esetleg a bekötővezeték és kémény méretezésénél alkalmazott biztonsági tényezők okozzák ezt gondot?
- Netán a készüléknél és annak adatainál kell keresnünk a megoldást?

A légbevezetés ellenállása

A légbevezető elemek korábban is ismert, de talán kisebb számban alkalmazott szerkezetek voltak. A tömören záró nyílászárók egyre gyakoribb alkalmazásával azonban egyre gyakrabban megjelenik az a probléma, hogy a nyílászárók az égési levegő utánpótlására nem alkalmasak, más megoldást kell alkalmazni. Az elégtelen légellátás sok esetben a balesetek oka. Erre a kérdésre az engedélyező szervek, az illetékes gázszolgáltató és kéményseprő cégek ezért hangsúlyozottan odafigyelnek.

A légbevezetők számításaival a sorozat előző cikke részletesen foglalkozott, ezért erre a kérdésre itt nem kívánok kitérni.

A számítások során szerzett tapasztalatok azt igazolják, hogy a légbevezetés ellenállása időnként markánsan befolyásolja a kéményméretezés eredményét. Ettől függetlenül azért azt gondolom, hogy ebből a szempontból arról lehet beszélni, hogy ez a kér-

dés nem az MSZ EN 13384 szabvány megjelenésével felbukkanó új probléma, hanem ez korábban is fennálló, legfeljebb a kéményméretezésnél nem olyan részletesen vizsgált kérdés volt. Korábban elfogadott gyakorlat volt, hogy a levegő ellátására kb. 4-5 Pa nyomásigénnyel számoltunk. A légbevezetés szakszerű kialakításával ennél nagyobb értékek ma sem adódnak, ezért ez nem befolyásolja számottevően a végeredményt. Másol kell keresni a bevezetőben felvázolt probléma okát.

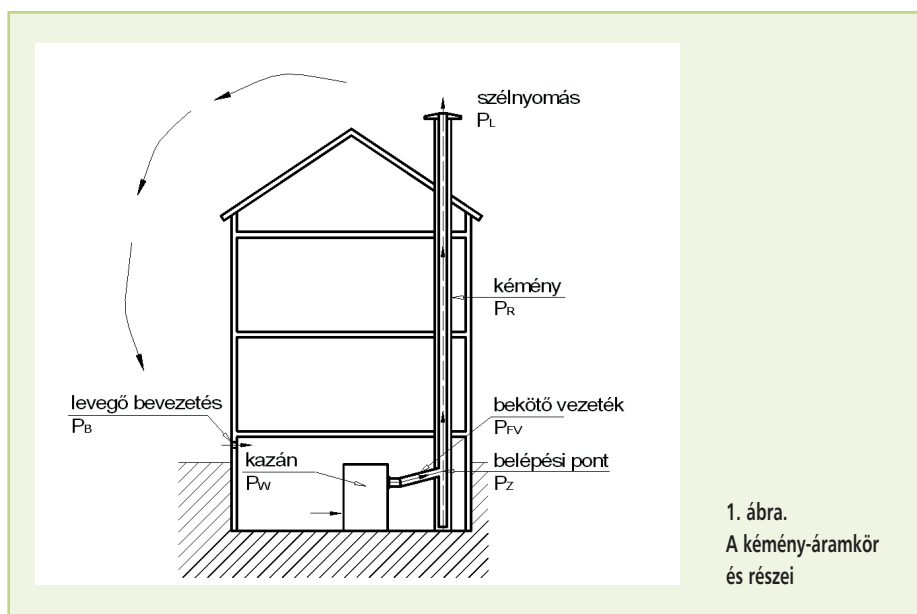
A biztonsági tényezők szerepe

Az MSZ EN 13384 szabvány két új fogalmat, két biztonsági, módosító tényezőt vezet be.

A szabvány 5.7.7. pontja definiálja a nem állandósult hőmérsékletek miatt figyelembe veendő SH módosító tényezőt, és értékét 0,5-re kell felvenni. Mi ennek a tényezőnek a szerepe, és milyen befolyása van az eredményekre?

A kémény méretezése igazából egy állandósult állapotot tételez fel. Azt az állapotot, amikor a hőmérsékletek is állandósultak már. Ez azonban azt tételezi fel, hogy a tüzelőberendezés hosszabb ideig folyamatosan működik, mert csak így tud a hőmérséklet állandósulni. Gyakran előfordul azonban olyan eset, amikor például átfolyós vízmelegítők kapcsolódnak a kéményre, és ezekre tipikusan néhány perces üzemidő jellemző. Ez olyan szakaszos üzem, amelynek során egy nagyobb hőkapacitású kéménynél biztosan nem alakul még ki az állandósult állapothoz tartozó belső felületi hőmérséklet, annál alacsonyabb értékek fordulnak elő, ezért az égéstermék is nagyobb mértékben hűl.

A módosító tényező a szerkezetek



1. ábra.
A kémény-áramkör és részei

hőátbocsátási tényezőjének számítási összefüggésében alkalmazandó, és hatása pontosan az, hogy alkalmazásával rosszabb hőátbocsátási tényező adódik, illetve nagyobb mértékű a számított lehűlés. Nem állandósult hőmérsékleteknél a hőátbocsátási tényező számítására szolgáló összefüggés az alábbi:

$$k_b = \frac{1}{\alpha_i + S_H \cdot \left[\left(\frac{1}{\Lambda} \right) + \frac{D_h}{D_{ha} \cdot \alpha_a} \right]} \quad [W/m^2K] \quad (1)$$

ahol:

- α_i a belső hőátadási tényező [W/m²K],
- α_a a külső hőátadási tényező [W/m²K],
- (1/Λ) a falszerkezet hővezetési ellenállása [m²K/W],
- D_h a hidraulikai egyenértékű belső átmérő [m],
- D_{ha} a hidraulikai egyenértékű külső átmérő [m],
- S_H a nem állandósult hőmérsékletek miatti módosító tényező [-].

Ezt a módosító tényezőt a nyomásfeltételek vizsgálatánál kell alkalmazni. A szabvány nem írja elő kötelezően a mindenkori használatot, a tervezőnek kell eldöntenie, hogy az éppen vizsgált eset ebből a szempontból veszélyeztetett-e vagy sem. Jellemzően az is elmondható, használata ugyan hatással van a végeredményre, de nem olyan mértékű, hogy ezt kellene okként megnevezni.

A szabvány 5.7.8. pontja szól az áramlástechnikai biztonsági tényezőről. Depressziós üzemmódú égéstermék elvezető rendszereknél, tehát az atmoszferikus égőjű kazánoknál is, ezt $SE = 1,5$ értékkel kell alkalmazni. A biztonsági tényezőt a bekötő vezeték és a kémény áramlási ellenállásának számításánál kell alkalmazni:

(2)

$$P_R = S_E \cdot P_E + S_{EG} \cdot P_G \quad [Pa]$$

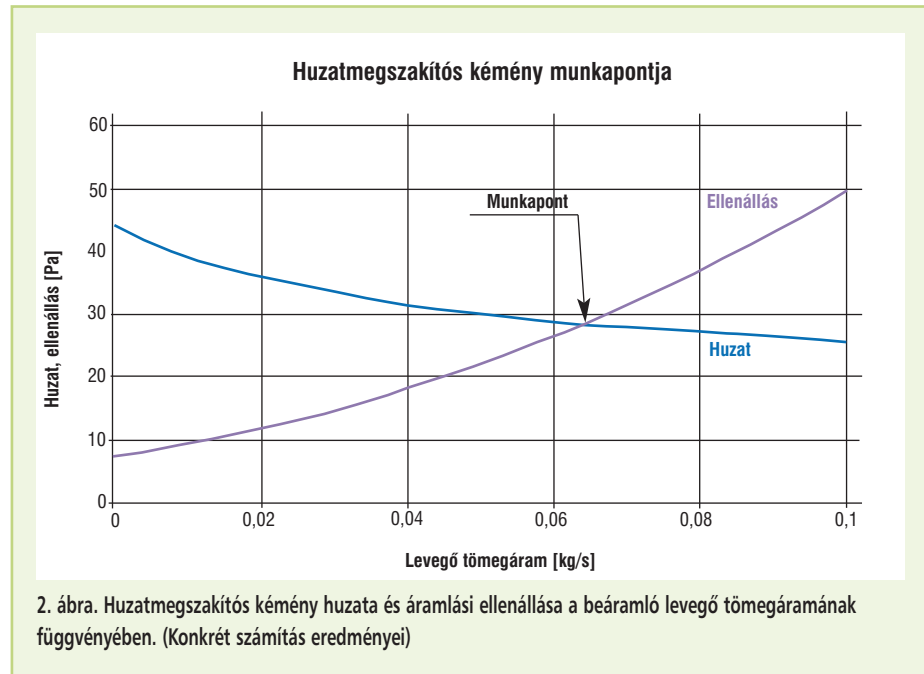
$$P_R = S_E \cdot \left(\psi \cdot \frac{L}{D_h} + \sum_n \zeta_n \right) \cdot \frac{\rho_m \cdot w_m^2}{2} + S_{EG} \cdot P_G \quad [Pa]$$

$$ha \quad P_G \geq 0 \quad S_{EG} = S_E$$

$$ha \quad P_G < 0 \quad S_{EG} = 1,0$$

ahol:

- D_h a hidraulikai egyenértékű belső átmérő [m],
- L a szakasz hossza [m],



2. ábra. Huzatmegszakítás kémény huzata és áramlási ellenállása a beáramló levegő tömegáramának függvényében. (Konkrét számítás eredményei)

- P_E a szakasz csősúrlódásból és alak ellenállásokból származó áramlási ellenállása [Pa],
- P_G a sebességváltozásból eredő nyomásváltozás [Pa],
- S_E az áramlástechnikai biztonsági tényező [-],
- S_{EG} a sebességváltozásból eredő áramlástechnikai biztonsági tényező [-],
- W_m az égéstermék közepes sebessége [m/s],
- ρ_m az égéstermék közepes sűrűsége [kg/m³],
- ψ a csősúrlódási tényező [-].

A szabvány magyarázatoként a készítői az alábbi problémákat fogalmazzák meg az áramlástechnikai biztonsági tényező indokaként:

- a hőtermelő nem tervezett túlterhelése,
- a szokásosnál nagyobb légfelesleg-tényező az égésnél,
- falszevegő belépés a bekötő vezetékben vagy a kéményben,
- a számításokban figyelembe vett felületi érdességtől való eltérés,
- a kémény hőátbocsátási tényezőjének eltérése a tervezettől,
- méreteltérések,
- nem kívánatos légköri viszonyok.

A felsorolt hatások közül az 1. helyen álló túlterhelés tényleges veszélyt jelent, hisz 20%-nyi túlterhelés az égéstermék tömegáramának is 20%-os növekedését eredményezi, ami viszont az áramlási ellenállás több mint 40%-os emelkedését jelenti.

Hasonló a hatása a légfelesleg-tényező növekedésének. Ez más típusú tüzelőberendezéseknél lehet reális probléma, de a következő fejezetben kiderül, hogy az atmoszferikus égőjű berendezéseknél eleve túlzott értékkel vették figyelembe a légfelesleget.

A nem kívánatos légköri viszonyok hatása indokolja a biztonsági tényező alkalmazását, de a többi hatás véleményem szerint általában nem jelent túl nagy befolyást.

A tüzelőberendezések adatai

A készülékek tüzeléstechnikai paramétereinek szempontjából az atmoszferikus égőjű készülékek kissé eltérnek a többitől. Ez annak köszönhető, hogy itt nem csupán a tüzelőberendezésen keresztül áramló égéstermék jelenik meg a kéményben, hanem a huzatmegszakítón át is áramlik be levegő. A beáramló levegő mennyisége a fizika törvényeinek megfelelően éppen annyi, hogy a kéményben keletkező huzat és az áramlási ellenállások egyensúlyba kerüljenek.

Ha a huzatmegszakítón keresztül egyáltalán nem áramlana be levegő, akkor a szokásos kéménykialakításoknál a kémény huzata lényegesen nagyobb lenne az áramlási ellenállásoknál. Minél nagyobb a huzatmegszakítón beáramló levegő mennyisége, annál inkább hűti az égéstermékét. Mivel

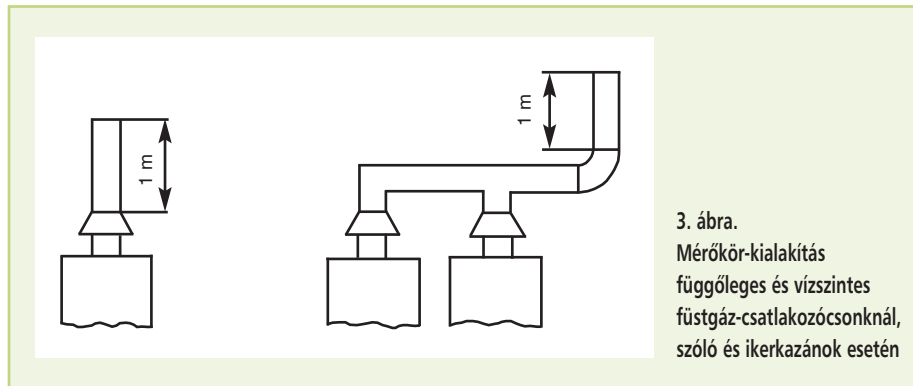
az égéstermék-levegő keverék hőmérséklete csökken, ezért csökken a kémény huzata. A levegő mennyiségének növekedésével növekszik az áramló mennyiség, tehát az áramlási ellenállás is. Ezekből adódik, hogy található egy olyan levegőmennyiség, amely mellett a két jellemző megegyezik egymással, ez a kialakuló munkapont (2. ábra).

A kéményméretezés során ezt a munkapontot kell megkeresni. A munkapont mindig létezik, kivéve azt a ritkán előforduló esetet, ha a kémény keresztmetszete annyira kicsi, hogy az ellenállása akkor is nagyobb a huzatnál, amikor még semmi levegő sem áramlott be.

Mivel a munkapont szinte mindig létezik, ezért a kémény jóságát más szempontok alapján lehet megítélni. A kéményseprő szakemberek tapasztalata szerint akkor lehet arról beszélni, hogy égéstermék-visszáramlás nem várható, ha állandósult állapotban a bekeveredő levegő mennyisége meghaladja az égéstermék tömegáramának 30-50%-át.

Az MSZ EN 13384 szabvány 1. kötete előírásai szerint ennél a készüléknél is hasonlóan kell a kémény megfelelőségét ellenőrizni, mint a többi készüléktípusnál. A számítást egyszerűsítendő, nem kell iterációval megkeresni a munkapontot. Elegendő ellenőrizni, hogy a gyártó adataival számolva a rendszerben keletkező huzat meghaladja-e az áramlási ellenállások összegét. Ha ez teljesül, akkor elmondható, hogy a készülék huzatmegszakítóján a valóságban legfeljebb több levegő fog beáramolni. Mivel ez az égéstermék-visszáramlás valószínűségét csökkenti, ezért a számítotthoz képest kedvezőbb állapot alakul ki. Tehát ez az egyszerűbb számítás ugyan nem ad információt a kialakuló munkapontra, de arra elegendő, hogy a megbízható működést eldöntsük.

A szabvány 5.5.1. pontját idézve: „A hőmérséklet- és nyomásértékek kiszámításához meg kell határozni a tüzelőberendezésre jellemző égéstermék-adatokat, így az égéstermék tömegáramát, az égéstermék hőmérsékletét és a tüzelőberendezés által igényelt legkisebb huzatot vagy a tüzelőberendezés legnagyobb nyomáskülönbségét. Rögzíteni kell továbbá a tüzelőanyag fajtáját, az égéstermékben levő szén-dioxid térfogat-koncentrációját és az összekötő



3. ábra.
Mérőkör-kialakítás
függőleges és vízszintes
füstgáz-csatlakozócsomagnál,
szóló és ikerkazanok esetén

elem geometriai méreteit.” Az 5.5.4. pont a szükséges legkisebb huzattal kapcsolatosan azt írja elő: „Ha a CR 1749 szerinti B1 típusú gázüzemű berendezés esetén a gyártó nem adja meg az áramlásbiztosítóra vonatkozó adatokat, akkor a szükséges huzat értékét 3 Pa-ra, minden más, áramlásbiztosítóval ellátott gázüzemű tüzelőberendezés esetén 10 Pa értékre kell felvenni.”

A DIN 4702 3. rész pedig azt írja elő, hogy a készülék jellemzőinek mérését laboratóriumban kell elvégezni úgy, hogy a készülékre 1 m hosszúságú szigetetlen, függőleges füstcsövet kell építeni (l.: 3. ábra). A jellemzőket a füstcső végén kell mérni, a huzatigény a füstcsőben kialakuló huzattal egyezik meg. A mérés közben a huzatmegszakítón keresztül jelentős mennyiségű levegő keveredik be, ezért ezek a paraméterek jelentősen eltérhetnek a hígítatlan égéstermék paramétereitől.

Ha az egyes készülékek gyári adatait megnézzük, akkor névleges teljesítményen a jellemző szén-dioxid-koncentráció 5-6 % körüli, részteljesítményen 3% körüli. Ez tehát azt jelenti, hogy így a készülékek adatai névleges teljesítménynél kb. 2-es, míg részterhelésen kb. 4-es légsúlyszorzó tényezőnél vannak megadva. Ezek feleslegesen magas égéstermék tömegáramot jelentenek. Különösen akkor, ha figyelembe vesszük, hogy az áramlástechnikai biztonságtechnikai tényező is viszonylag magas értékkel szerepel, többek közt a tervezetnél magasabb légsúlyszorzó miatt.

A kérdéssel kapcsolatosan megkérdeztem Dr.-Ing. Dieter Stehmeier urat, aki Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks (A Német Kéményseprő Iparszövetség) műszaki vezetője, és a szabványt kidolgozó CEN munkabizottság tagja, hogy mi a véleménye erről a kérdésről. Ő email-ben a következőket

válaszolta: „Nekem is az a véleményem, hogy a tüzelőberendezések gyártók által megadott adatai általában magas értékek. Ezt már többször jeleztem a készülék gyártók képviselőinek és a mérőlaboroknak is, de eddig minden értékelhető eredmény nélkül.”

Összefoglalás

Az új MSZ EN szabvány magasabb biztonságtechnikai követelményeket tartalmaz, ami önmagában is arra kényszerít bennünket, hogy átértékeljük eddigi gyakorlatunkat.

Az atmoszferikus kazánok esetében azonban több tényező hatásának köszönhetően túlságosan nagy ez a biztonsági tényező. Véleményem szerint ezért nem követ el hibát az a tervező, aki a készülékgyártók által megadott szén-dioxid-koncentrációnál magasabb értékkel számol. Az így figyelembe vett égéstermék-adatoknál még mindig a biztonság javára való tévedést jelent az, ha nem emeljük ezzel együtt az égéstermék hőmérsékletét is.

Többek kívánságára a CHM-BAU32 programban olyan változtatást tettünk, amely a felhasználó számára azt a lehetőséget nyújtja, hogy egy kapcsoló bekapcsolásával kérhető: a program határozza meg az atmoszferikus készülékeknél kialakuló munkapontot. Ezzel is szeretnénk azt a lehetőséget biztosítani, hogy a kémények méretezése minél részletesebben megtörténhessen.



BAUMANN MIHÁLY
Okl. épületgépész mérnök