

Kitorkollás módosító szerkezetek vizsgálata

Dr. Lajos Tamás⁽¹⁾ – Dr. Barna Lajos⁽²⁾ – Ambrózi Gergely⁽³⁾

Operation of chimneys can be affected significantly during windy periods by the design of the chimney outlet. In Hungary, for the removal of flue gas that is produced by gas appliances connected to chimneys, usually a Meidinger-hood is placed on top of the outlet in order to protect the outlet from the wind effects. In practice we can find several designs of this device.

The introduced investigation had the aim to show the behaviour of chimney outlet corrective devices for altering wind directions.

A kémény kitorkollás kialakítása szél esetén jelentős mértékben befolyásolhatja a kémény működését. Hazánkban a kéménybe kötött gázfogyasztó készülékek égéstermék-elvezetésénél a kémény kitorkolláson szokásosan Meidinger-tárcsát helyeznek el, amelynek feladata a kitorkollás védelme a szél hatásától. Ennek a kitorkollás-módosító szerkezetnek többféle kialakításával találkozunk a gyakorlatban. Egy kéményballesztel összefüggésben olyan megoldással találkoztunk, ahol a kitorkollás síkjában egy sík tárcsát („gallért”) helyeztek el, és efölé magasodik a szokásos kialakítású Meidinger-tárcsa. A bemutatott vizsgálat célja az volt, hogy megmutassa a különböző kitorkollás módosító szerkezetek viselkedését a szélirány változása esetén.

Bevezetés

A kéményekben a kitorkollás előtt kialakuló nyomást a szél a kitorkollás kivitelétől, valamint a kémény közelében uralkodó széliránytól és szélsébségtől függő mértékben befolyásolja. A kémények közelében lévő szélirány jelentős mértékben függ az adott kéménnyel rendelkező épület és a környező épületek, a növényzet és a domborzat jellemzőitől. Általánosságban megállapíthatjuk, hogy egy épület a rááramló levegőt felfelé tereli, ezért általában arra kell számítani, hogy a megfúvási irány nem vízszintes, hanem a kémény tengelyével hegyesszöget zár be.

A BME Áramlástan Tanszék szélcsatornájában egy kéménybalesettel összefüggésben végzett modellkísérletek eredménye azt mutatja, hogy az épület hatására folyamatosan emelkedő áramvonal figyelhető meg egy házsor egyik épületének kéménye előtt (**1. ábra**).

Más esetben a szomszéd épület hatására az áramvonal kémény tengelyével bezárt szöge meghaladja a derékszöveget, ún. bukószél jöhet létre (**2. ábra**).

⁽¹⁾ egyetemi tanár, BME Áramlástan Tanszék

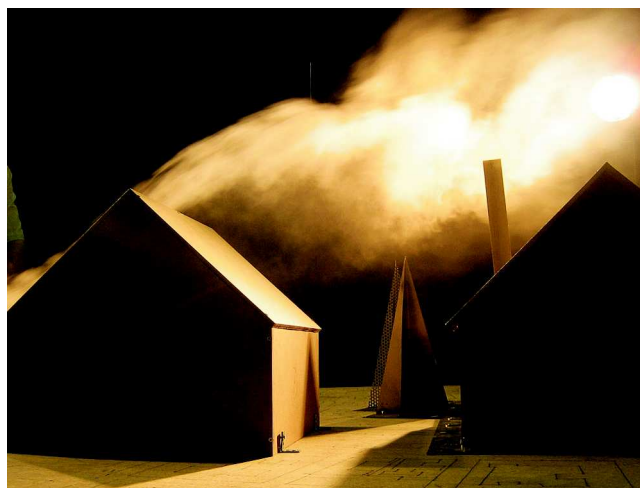
⁽²⁾ egyetemi docens, BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

⁽³⁾ okleveles gépészmérnök, Chemitechnik-Pharma Mérnöki Iroda Kft.



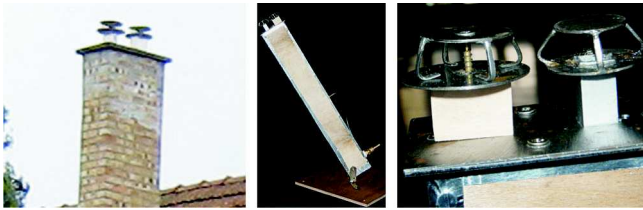
1. ábra. A kémény ferde megfúvása az épületek áramlást fékező hatására

Az adott baleset helyszínén egy sajátos kémény kitorkollást figyelhettünk meg, amelynél a szokásos kialakítású Meidinger-tárcsa alatt a kitorkollás síkjában egy „gallért” alkalmaztak. A kitorkollás és szélcsatorna modellje a következő oldalon bemutatott **3. ábrán** látható).



2. ábra. „Bukószél” jöhet létre a kémény közelében, a szomszédos ház hatására

A kéményben különböző megfúvási irányoknál kialakuló nyomás szélcsatorna mérése figyelemre méltó eredményt hozott: míg a kémény tengelyére merőleges (vízszintes) széliránynál a kéményben jelentős depressziót okozott a szél, addig az 1. és 2. ábrán látható mindkét megfúvási irány esetén a 20°-30°-os szögeltérés ezt a de-



3. ábra. A „gallérral” ellátott kitorcollás és annak szélcsatorna mérésekhez készült 1:10 léptékű, dönthető modellje

pressziót gyakorlatilag megszüntette. Másrészt a szélcsatorna vizsgálat azt is megmutatta, hogy amíg a szél hatására az épület nyílászárói közelében jelentős depresszió alakult ki, a kéményben – feltevésünk szerint a kitorcollás kivitele és a ferde megfűvás miatt – nem jött létre elégséges depresszió, amely hatások együtt tragikus balesetet okoztak.

Ez a tapasztalat készítetett bennünket arra, hogy egy diplomaterv feladat kidolgozása keretében [1] létrehozzunk egy szabványos kitorcollás-mérő berendezést és annak felhasználásával vizsgáljuk meg, hogy szélben, különböző kitorcollás-módosító szerkezetek és megfűvási irányok esetén a külső nyomáshoz képest milyen nyomás jön létre a kéményben, a kitorcollás közelében.

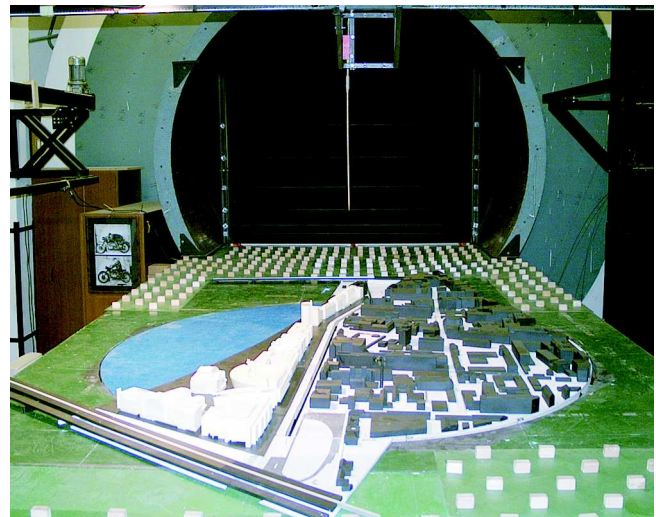
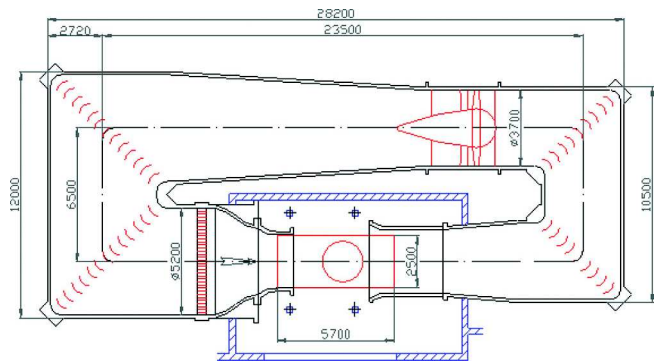
A mérőberendezés és a mérési módszer

A kitorcollás-méréseket az MSZ EN 1859 számú szabványnak [2] megfelelően végeztük. Ennek 4.11. pontja határozza meg a kémény kitorcollások mérésére szolgáló berendezés paramétereit és a mérés menetét (Aerodynamic behaviour of terminal under wind conditions).

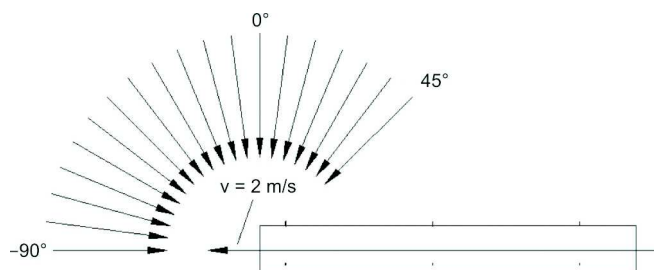
A hivatkozott szabvány a következő paramétereket írja elő a szélcsatorna teljesítménye vonatkozásában: a szélcsatorna keresztmetszetének legalább ötször akkora kell lennie, mint a kitorcollás keresztmetszete, de legalább 1 m^2 legyen, a szélsősebességet pedig $0,25 \text{ m/s}$ és 10 m/s között lehessen változtatni. Ezeket a paramétereket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Áramlástan Tanszéke Kármán Tódor Szélcsatorna Laboratóriumának nagy vízszintes, recirkulációs szélcsatornája (4. ábra) biztonságosan kielégíti: a mérőtér keresztmetszete 5 m^2 , a maximális sebesség 70 m/s .

A kitorcollás mérésére vonatkozó szabvány előírja, hogy a kitorcollás-módosítót a kémény átmérőjének (esetünkben 130 mm) legalább hatszorosát kitevő hosszúságú csőhöz kell rögzíteni, amelyben uralkodó nyomást a kitorcollástól három csőátmérőnyi távolságban körvezetékkel kell mérni. A kéményt modellező csövet és rajta a vizsgált kitorcollás-módosító szerkezetet a szélirányhoz képest 45° (ferdén felfelé irányuló áramlás) és -90° (függőlegesen lefelé fújó szél) megfűvási irány között $7,5^\circ$ -os lépcsőben kell beállítani (ld. az 5. ábrát), miközben a csőben $2 \pm 0,05 \text{ m/s}$ átlagsebességgű kiáramlást kell tartani.

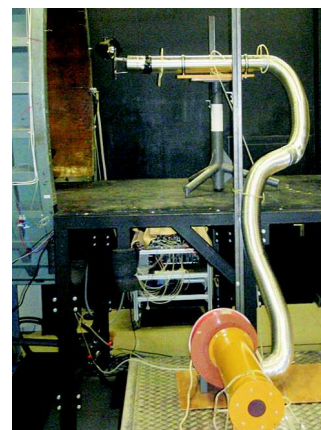
Ezeket a feltételeket a szélcsatorna mérőterében felállított, a 6. ábrán látható mérőberendezéssel biztosítottuk, amely a kitorcollás modelljéből, a modellt rögzítő és függőleges forgatását lehetővé tevő állványból, a szélsősebességgel (a 6. ábrán balról jobbra) különböző szögeket (az ábrán -90° -ot) bezáró



4. ábra. A szélcsatorna mérőtere a talajt modellező asztallal



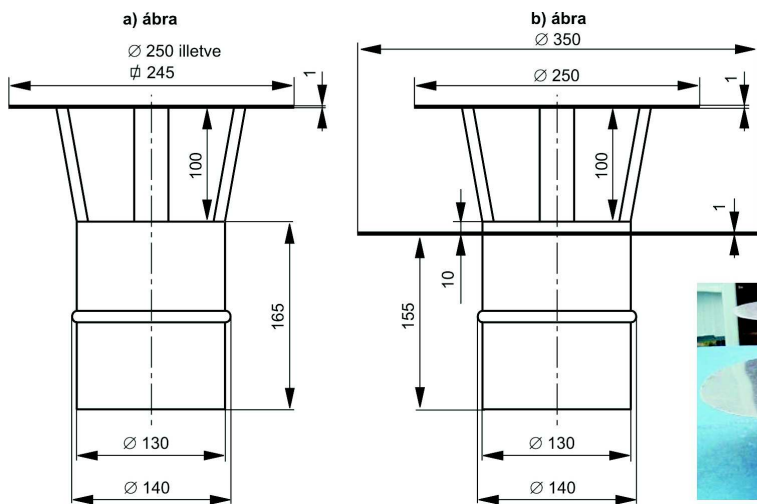
5. ábra. A vizsgált szélirányok



6. ábra. Kitorcollás-mérő berendezés a szélcsatorna mérőterében

kémény modellt a ventilátorral összekötő flexibilis csőből és ventilátorból állt. A kitorcolláson kiáramló térfogatáramot a ventilátor szívócsonkján elhelyezett beszívó mérőperemmel mértük, és a ventilátor motor fordulatszámának változtatásával állítottuk be.

A vizsgált kitorcollás-módosítókat a következő oldalon látható 7. ábrán mutatjuk be. A bal oldalon egy szokásos kivitelű Meidinger-tárcsa látható, ahol a fedőlap kör, il-



7. ábra. A vizsgált kitorcollás-módosító szerkezetek: a) Meidinger-tárcsa kör, illetve négyzet alakú fedőlappal, b) Meidinger-tárcsa a kitorcollás síkjában lévő „gallérral”

letve négyzet alakú, a jobb oldalon a 3. ábra bal oldalán már bemutatott, „gallérral” és Meidinger tárcsával ellátott kitorcollás-módosító látható.

A mérési eredmények

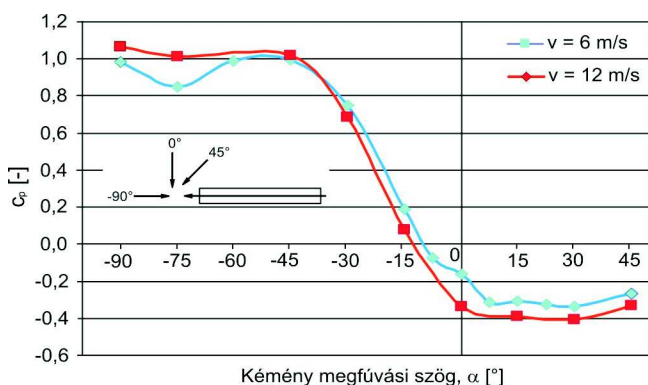
Kitorcollás-módosító szerkezettel fel nem szerelt kéményjárat, valamint a 7. ábrán látható 3 kitorcollás-módosítóval ellátott járat esetében 6 m/s és 12 m/s szélességnél mértük a kéményben lévő nyomás és a zavartalan áramláshoz tartozó statikus nyomás különbségét:

$$\Delta p = p_k - p_\infty \text{ [Pa].}$$

Annak érdekében, hogy a diagramok egymással jobban összevethetők legyenek, ezt a nyomáskülönbséget osztottuk a zavartalan megfűvási sebességgel (v_∞ [m/s]) és az áramló levegő ρ [kg/m³] sűrűségével számolt dinamikus nyomással, és így a

$$c_p = \frac{p_k - p_\infty}{\frac{\rho}{2} v_\infty^2}$$

nyomástényezőt kaptuk (A nyomástényezővel kapcsolatban bővebb ismeretanyag a [3] jelű irodalomban található).



8a. ábra. A c_p nyomástényező alakulása kitorcollás-módosító nélküli végződés esetén

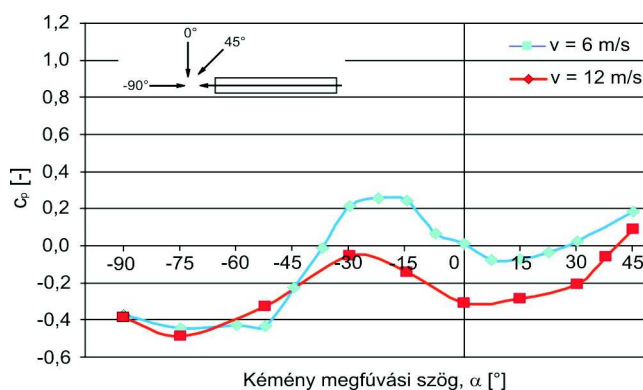


A nyomástényező megfűvási iránytól való függését a 8. ábra mutatja, mégpedig

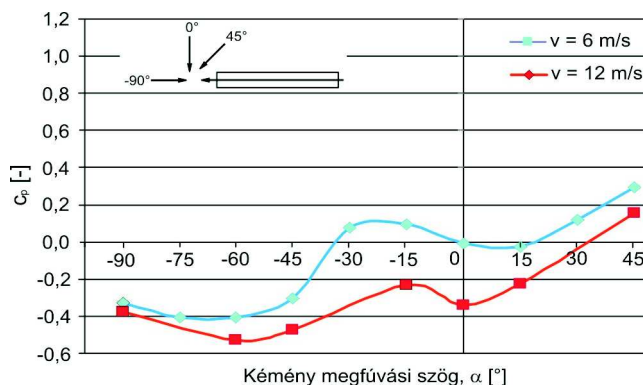
- az a) jelű diagram a kitorcollás-módosító nélküli járat végződésnél,
- a b) diagram kör alakú,
- a c) diagram négyzet alakú Meidinger-tárcsa, végül
- a d) diagram a „gallérral” ellátott Meidinger-tárcsa esetében.

A c_p nyomástényező pozitív értéke esetén a kémény belsejében a külső nyomáshoz képest túlnyomás van, vagyis a kéményhuzatot csökkenti a szél, míg negatív nyomástényező esetén növeli. Következésképpen azoknak a kitorcollás-módosítóknak az alkalmazása célszerű, amelyek a kitorcollás-

módosító nélküli esethez képest csökkentik a nyomástényező értékét. Itt jegyezzük meg, hogy a $v = 6$ m/s és 12 m/s szélességnél kapott görbék azért térnek el jelentősen, mert a

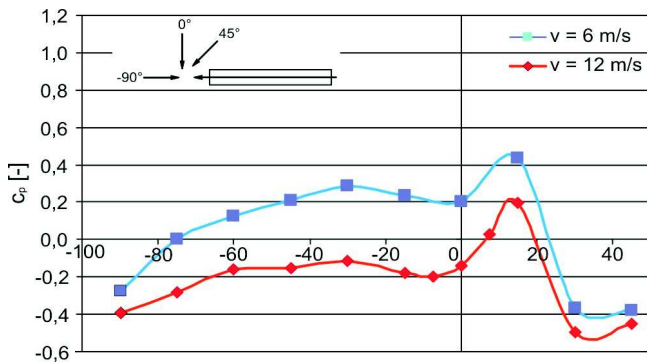


8b. ábra. A c_p nyomástényező alakulása kör alakú Meidinger-tárcsa esetében



8c. ábra. A c_p nyomástényező alakulása négyzet alakú Meidinger-tárcsa esetében

8. ábra. A kéményben lévő nyomásra jellemző nyomástényező változása a kémény megfűvási szög függvényében, négyféle kitorcollásnál és két megfűvási sebességnél



8c. ábra. A c_p nyomástényező alakulása „gallérral” ellátott Meidinger-tárcsa esetében

kéményben – a vonatkozó szabványnak megfelelően – mindkét megfűvási sebességnél azonos, 2 m/s átlagsebességet tartottunk. (Ha azt is arányosan csökkentjük, akkor közel egybevágó dimenziótlan görbék adódnak.)

A 8. ábra diagramjai alapján megállapítható, hogy a bemutatott kitorcollás-módosítók jelentősen befolyásolják a nyomást a kémény belsejében. A kitorcollás-módosító nélküli elrendezés esetén a negatív megfűvási szögeknél (a bukószeleknél) nagy túlnyomás (pl. 10 m/s szélesebbségnél és 1,2 kg/m³ levegősűrűségénél, $c_p = 1$ nyomástényező érték mellett 60 Pa) alakul ki a kéményben a kitorcollás közelében. 0°-nál nagyobb szögek esetén ugyanilyen szélesebbség esetén a depresszió –20 Pa körüli érték.

Kör, vagy négyzet alakú Meidinger-tárcsát alkalmazva 10°-nál kisebb megfűvási szögek esetén jelentős javulást, a kéményben uralkodó nyomás csökkenését tapasztalhatjuk, 10°-nál nagyobb megfűvási szögek esetén (ld. 1. ábra) viszont a Meidinger-tárcsa kedvezőtlen hatást fejt ki: a kitorcollás-módosító nélküli esethez képest a kémény kitorcollásában nő a nyomás. Az is megfigyelhető, hogy a szélesebbség hatása is jelentős: a vizsgált kisebb szélesebbségnél –30°-ot meghaladó megfűvási szög esetén túlnyomás alakulhat ki a kémény kitorcollásában.

A négyzet alakú Meidinger-tárcsa alkalmazása esetén kedvezőbb eredményeket kaptunk, mint a kör alakúnál.

A Meidinger-tárcsát „gallérral” kombinálva a nyomástényező függvénye lényegesen megváltozik. Nagyobb szélesebbségnél már 0°-nál kisebb szögek esetén is túlnyomás alakulhat ki a kitorcollásban. A gyakran előforduló 20°-os megfűvási szög (ld. 1. ábra) körül a „gallér” jelentős nyomásnövekedést okoz. Ezzel szemben 20°-nál nagyobb szögek esetén nagy nyomáscsökkenés tapasztalható a „gallér” nélküli esethez képest.

Összefoglalás

A szélcsatorna-vizsgálatok megmutatták, hogy a kémény kitorcollásban a szél okozta nyomást erősen befolyásolják a kitorcollás közelében lévő más épületek és a nagyméretű növényzet, amelyek megváltoztatják a szél irányát.

A kitorcollás-módosítók vizsgálatának eredményei szemléltetik, hogy a kör és négyzög fedőlappal kialakított Meidinger-tárcsák kedvezően befolyásolják a szél hatását, azon-

ban a tető felülete miatt kialakuló, alulról felfelé mutató szélirány esetén a kitorcollásban már kisebb szélesebbségnél is túlnyomást okozhatnak, megakadályozva ezzel az égéstermék kiáramlását. Kisebb szélesebbségnél a vízszinteshez közeli irányokban (–30° és a vízszintes között) is létrejöhet túlnyomás.

A Meidinger-tárcsával párhuzamos lap – „gallér” – erősen megváltoztatja a kitorcollásban kialakuló nyomásviszonyokat: nagyobb szélesebbség esetén a kéménybe befelé mutató szélirányok mellett túlnyomást okozhat, ezzel szemben alulról felfelé mutató, a vízszintessel 20°-nál nagyobb szöget bezáró szélirány esetén a kéményjáratot a keletkező depresszió „megszívhatja”.

A mérési tapasztalatok felhívták a figyelmet magának a kéménynek az áramlásmódosító hatására is. Emiatt a kitorcollás módosítók szabványos méréséből akkor vonható le helyes következtetés, ha a kémény geometriája a mérési feltételeknek megfelel: 4 – 6 átmérőnyi hosszban kinyúlik a tető síkjából. Természetesen a szabványos mérés eredményei – különösen a bukószél esetén, ahol a beépítés hatása kisebb –, jól használhatók. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy szükséges lenne hasonló mérések elvégzésére szokványos kémény kitorcollás beépítési feltételek mellett.

Irodalom

1. Ambrózi Gergely: Kémény kitorcollás geometriája és a környező épületek hatására szél esetén kialakuló nyomásviszonyok nyitott égésterű, kéménybe kötött gázfogyasztó készülékek égéstermék-elvezetésére gyakorolt hatásának kísérleti vizsgálata. Diplomaterv, készült a BME Gépészmérnöki Kar Áramlástan Tanszékén, 2009-ben.
Konzulensek: dr. Lajos Tamás és dr. Barna Lajos
2. MSZ EN 1859 Égéstermék-elvezető berendezések. Fém égéstermék-elvezető berendezések, Vizsgálati módszerek
3. Lajos T.: Az áramlástan alapjai.
4. átdolgozott és bővített kiadás, Budapest, 2008