

# A légfüggönyök alkalmazása üzemcsarnokok, hűtőházak kapuinál

Dr. Lajos Tamás egyetemi tanár  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Áramlástan Tanszék  
www.ara.bme.hu

## 1. A légfüggönyök alkalmazásának célja, működésük

Üzemcsarnokok, raktárak és hűtőházak áruszállítás miatt nyitott kapuin keresztül levegő áramlik be a védett térbe. Ez a beáramlás a külső és belső nyomás különbségének hatására jön létre, amelynek oka a belső és külső levegő hőmérsékletének (sűrűségének) eltérése, a szél, valamint a mesterséges szellőzés lehet. Ez a beáramlás üzemcsarnok esetén igen jelentős hőveszteséget, hűtőháznál felmelegedést, helyi ködképződést és deresedést okoz, és mindkét esetben jelentősen csökkenti az igénybe vehető munka- és raktározási területet. Esetenként hátrányos lehet a külső levegőben lebegő szennyeződés beáramlása a védett térbe.

A védett térbe beáramló külső levegő térfogatáram és a hőveszteség mértékére egy jellemző példa: adva egy üzemcsarnok, amely ablakainak átlagos magassága 4,5 m. Az áruszállítás miatt nyitott, 3m magas és 4m széles kapun 20°C belső, – 5°C külső hőmérséklet, valamint 2,8 m/s kapura merőleges szélső sebesség komponens esetén a védett térbe beáramló levegő térfogatárama 20 m<sup>3</sup>/s. A hideg levegő kapun keresztül történő beáramlása miatti hőveszteség teljesítmény 646 kW. Egy hűtőház 2m×2m keresztmetszetű kapujának felső részén 20°C külső és –15°C belső hőmérséklet esetén beáramló 1,5 m<sup>3</sup>/s térfogatáramú külső melegebb levegő által bevitt hő miatt 64 kW hűtőteli teljesítmény növelésre van szükség, ha a belső hőmérsékletet tartani kívánjuk.

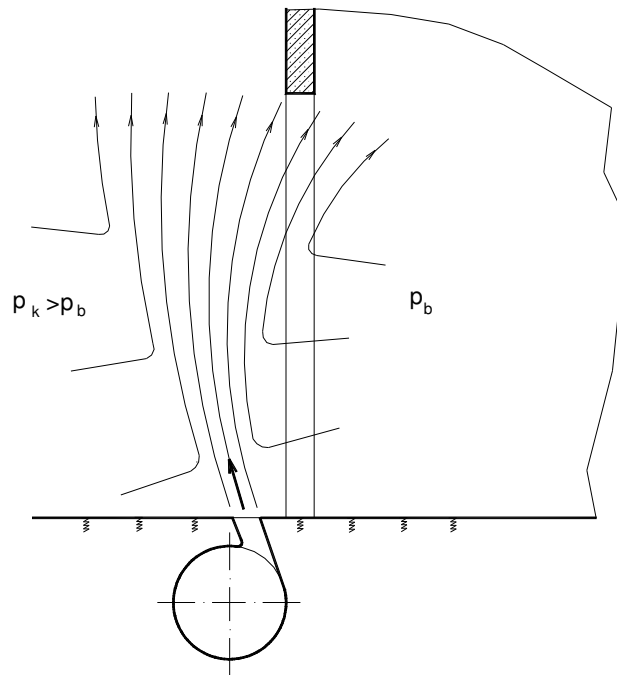
Ha a nyitott keresztmetszet nyílászáróval való lezárása az áruszállítás, a személy- vagy járműforgalom (vagy valamely berendezés esetén a technológiai folyamat elvégzése) miatt nem lehetséges, a beáramlás és az ebből adódó kedvezőtlen hatások az áruszállítás, a forgalom, vagy a technológia akadályozása nélkül igen hatékonyan csökkenthetők légfüggöny alkalmazásával. A légfüggöny egy, a védett teret a külső térrel összekötő nyílás egyik oldalán elhelyezett résből kilépő szabadsugar, amely megakadályozza a nyíláson keresztül történő átáramlást. Az ipari légfüggönyök általában külső levegővel működnek.

Az **1. ábrán** a TROGES Air-Technik Kft. által gyártott és forgalmazott alsó befúvású légfüggöny berendezés látható. A talajba süllyesztett elosztócsövön és a kapu síkjában lévő résen keresztül a külső tér felé adott szöggel kiáramló levegő sík levegősugarat hoz létre. A jól méretezett légfüggöny szabadsugara a külső és belső nyomás közötti különbség hatására ráhajol a kapura, lezárja azt, és a kapun keresztül történő közlekedés, áruszállítás zavarása nélkül megszünteti a külső levegő beáramlását.



1. ábra Alsó befúvású üzemcsarnok légfüggöny (TROGES Air-Technik Kft.)

A szabadsugár mindkét oldalán levegőt ragad magával: a belső térből meleg, a külső térből hideg levegőt. Optimális esetben a légfüggöny levegősugara által a védett térből magával ragadott levegő a szabadsugárban lejátszódó turbulens keveredés miatt kissé lehűlve tér vissza a kapu felső részén a védett térbe (ld. **2. ábra**). Ezért a légfüggöny a hővesztéséget, a hőátvitelt nem szünteti meg teljesen, hanem igen jelentősen, 85-90%-kal csökkenti. (Ugyanez vonatkozik a hűtőházak esetén a levegő nedvességtartalmára.)



2. ábra Áramvonalak a légfüggöny levegősugarában

A légfüggönyöket előállító ventilátorok energiaigénye töredéke a hőveszteségnek (ill. szükségessé váló hőelvonás növekedésének): üzemcsarnokoknál a szokásos viszonyok között a ventilátor teljesítmény a lezárt nyílás  $1\text{m}^2$  keresztmetszetére vonatkoztatva  $100\text{-}500\text{ W/m}^2$ , azaz az előző példánk esetén a ventilátor felvett teljesítménye kb.  $2\text{ kW}$ , ami a  $85\%$ -os hőveszteség csökkenést feltételezésével adódó  $550\text{ kW}$  hőteljesítmény megtakarításhoz képest elhanyagolható. Hűtőházi légfüggöny berendezéseknél a lezárt nyílás  $1\text{ m}^2$  keresztmetszetére vonatkoztatott teljesítmény az üzemcsarnok légfüggönyök hasonló értékénél sokkal kisebb, és a berendezés felvett teljesítménye a megtakarított hűtőteljesítményhez képest még kisebb.

## 2. A légfüggönyök méretezése

A légfüggönyök méretezésénél elméletileg és kísérletekkel megalapozott, a gyakorlati alkalmazásban jól bevált módszerek állnak rendelkezésre [1] - [5]. Eltérő méretezési módszert kell alkalmazni az üzemcsarnokoknál (amelyeknek a falain nyílászárók vannak, amelyek résein keresztül mindkét irányban áramolhat levegő), és a hűtőházaknál, amelyeknél a védett teret határoló felületek teljesen zártnak tekinthetők.

**Üzemcsarnok légfüggönyök** estén a kapu geometriája mellett a méretezés alapvető adata a hideg levegő beáramlását okozó, a tervezett légfüggöny levegősugarát terhelő nyomáskülönbség. Ez a nyomáskülönbség meglévő létesítmény esetén jellemző külső és belső hőmérsékletek, szélviszonyok és mesterséges szellőzés mellett mikromanométerrel megmérhető. Ha erre nincs lehetőség a méretezési nyomáskülönbség a külső és belső hőmérséklet, a nyílászárók magassága, a mesterséges szellőzés okozta nyomáskülönbség és a kapura merőleges szélesség komponens alapján biztonsággal meghatározható. A méretezési nyomáskülönbség általában  $5 - 25\text{ Pa}$  közötti érték. Ebből és alsó befúvású légfüggöny esetén a kapu magasságából meghatározható egy felvett résmérethez tartozó kifúvási sebesség. Miután a külső hőmérséklet és a

szélviszonyok jelentősen változhatnak célszerű olyan megoldások alkalmazása, amelyeknél a kifúvási sebesség a ventilátor fordulatszámának változtatásával módosítható. A légfüggöny szabadsugar kifúvási sebességét érdemesebb a szükségesnél nagyobbra, mint kisebbre választani. „Túlméretezés” esetén ugyanis kisebb mértékben nő a hőátadás, mint a szükségesnél kisebb kifúvási sebesség esetén, amikor a légfüggöny sugara behajlik a védett térbe. (A légfüggöny által okozott hőveszteség csökkenés még ebben az utóbbi, kedvezőtlen esetben is jelentős, 60-70%-os.)

**Hűtőházi légfüggönyök** méretezésénél csak a kapu magassága és a védett tér hőmérsékletéhez viszonyított hőmérséklet különbséget kell ismernünk, amiből meghatározható egy felvett résmérethez tartozó kifúvási sebesség. Itt a levegősugar kifúvási sebességét (eltérően az üzemcsarnok légfüggönyöktől) nem célszerű „túlméretezni”, mert túl nagy kifúvó sebesség esetén a légfüggöny a kapun keresztül történő hőátadást az eredetihez képest akár meg is növelheti.

### **3. Néhány konstrukciós kérdés**

A légfüggöny szabadsugarának létesítéséhez egy ventilátorból, zajcsillapítóból, elosztócsőből és kifúvórésből álló berendezést telepítünk a védett teret a külső térrel összekötő nyílás elé (ld. **1. ábra**).

Az alsó befúvás az oldalsó befúváshoz képest előnyös, mert pl. üzemcsarnok kapu esetén a levegősugar ott, a talaj közelében zárja le biztosan a beáramló levegő útját, ahol legnagyobb a külső és belső nyomás különbsége, és ahol a betörő hideg levegő leginkább csökkentené az igénybe vehető munkaterületet. Üzemcsarnok légfüggönyöknél 30° körüli kifúvási szög stabil működést eredményez. Hűtőházaknál a levegősugarat a kapu síkjával párhuzamosan fújjuk, vagy 10-15°-os szögben a külső tér fel ki, azaz a kifúvási szög értéke 0°.

Üzemcsarnokoknál 30° körüli kifúvási iránynál a görbült szabadsugar és a fal között keletkező nyílást a kapu két oldalán egy-egy, a kapu síkjára merőleges, a kapu magasságával megegyező magasságú és kb. 0,6 - 0,8 m széles függőleges lemezzel lezárjuk. E lemez nélkül is működik a légfüggöny, de a hőveszteség csökkentő hatás kisebb lesz. (Ha ilyen lemez elhelyezésére nincs lehetőség, akkor érdemes a kifúvási szöget 15° - 20°-ra csökkenteni.) A lemezek előnyösek lehetnek a szél kedvezőtlen hatásának csökkentésére, ezért szélnek kitett hűtőház kapuk esetén is célszerű (de – eltérően az üzemcsarnokoktól – nem szükséges) alkalmazásuk.

### **Hivatkozott szakirodalom**

- [1] Lajos, T. - Preszler, L. (1975) 'Untersuchung von Torluftschleieranlagen' Teil 1.2. Zeitschrift der Heizung, Lüftung, Klimatechnik, Haustechnik 26. 5. 171-176., 6. 226-235
- [2] Lajos T. (1975) 'Kapulégfüggönyök méretezésének és alkalmazásának egyes kérdései' Épületgépészet XXIV. 5. 227-237.
- [3] Lajos, T.(1992) 'Interactions of Air Curtain and the Protected Room' Proceedings of International Symposium Air Flow in Multizone Structures, Budapest, 1-13.
- [4] Tamás Lajos (2000) 'Design and application of air curtains' Gépészet 2000 Konferencia, Budapesti Műszaki Egyetem, 388-492.
- [5] Lajos Tamás (2004) 'Az áramlástan alapjai' Tankönyv, Műegyetemi Kiadó, 1-600.

