



# Légtechnikai tervezési segédlet

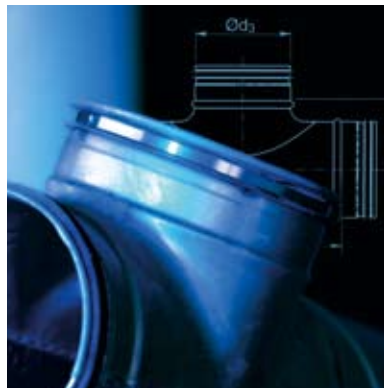
A Magyar Szabványügyi Testület jóváhagyásával az MSZ CR 1752:2000 alapján

# Termékeink

## Air Duct Systems

### Légcsatornák

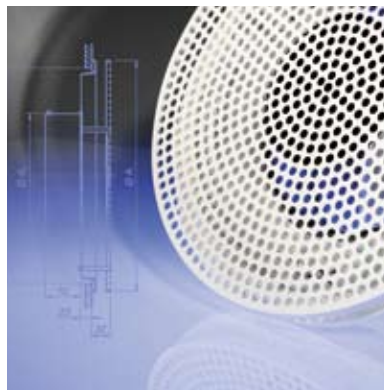
A Lindab Air Duct Systems (ADS) legtöbb megoldása magában foglalja az egyedülálló, szabadalommal és védjeggyel ellátott Lindab Safe termékeket. Ezeket a termékeket az egyszerű szerelés, tömített és halk rendszer jellemzi.



## Comfort Air Systems

### Befúvók/elszívók

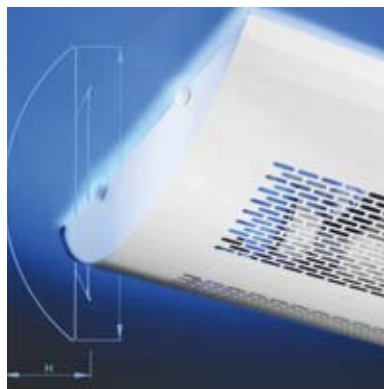
A Lindab Comfort Air Systems a piac egyik legteljesebb termékkáláját kínálja a befúvó- és elszívóberendezések, valamint az elárasztásos (alacsony sebességű) befúvók terén.



## Comfort Water Systems

### Hűtőgerendák

A Lindab Comfort Water Systems hűtőgerendákat, indukciós rendszereket és mennyezeti fűtést kínál a legmodernebb technológia alkalmazásával.



## ITline

### CADvent

A Lindab IT Center saját fejlesztésű szoftvereket készít a termékek kiválasztásának megkönnyítésére. A programok segítik a tervezők munkáját a kiválasztástól a teljes dokumentáció elkészítéséig.





## Tartalomjegyzék:

A.1. Légcsatorna rendszerrel szemben támasztott minőségi követelmények .....	3
A.1.1. Légtömör zárás .....	4
A.1.1.1. A légtömör zárás műszaki kritériumai .....	5
A.1.2. Frisslevegő pótlása a helyiségekben .....	7
A.1.3. Tűzvédelmi tulajdonságok és képességek .....	8
A.1.4. Zajcsillapítás .....	9
A.1.5. Korrózió elleni védelem .....	12
A.1.6. Könnyű szerelhetőség .....	12
A.1.7. Szilárdság, öntartósság, szerkezeti stabilitás .....	13
A.1.8. Hőszigetelés .....	13
A.1.9. A kis áramlási ellenállás .....	14
A.1.10. Alacsony beruházási és üzemeltetési költség .....	15
A.1.11. Komplex tervezhetőség .....	15
A.1.12. Felhasználóbarát rendszerkialakítás .....	17
A.2. A légcsatorna rendszerre vonatkozó európai és nemzeti szabványok .....	17
A.2.1. Európai Unió szabványosítási módszere a légtechnika területén .....	17
A.2.2. Az Európai Unió légtechnikai szabványai .....	18
A.3. A légtömörségre vonatkozó nemzeti szabványok (MSZ EN) áttekintése .....	20
A.3.1. Az MSZ EN 12599:2003 számú nemzeti szabvány .....	21
A.3.2. Az MSZ EN 12237:2003 számú nemzeti szabvány .....	21
A.3.3. Az MSZ EN 13403:2003 számú nemzeti szabvány .....	23
B.1. A helyiség adatai .....	24
B.2. Frisslevegő-igény meghatározása .....	24
B.2.1. Alapterület alapján .....	24
B.2.2. Benn tartózkodók száma alapján .....	24
B.2.3. Szükséges szellőző levegő térfogatáram a komfortérzet alapján .....	26
B.2.4. Szükséges szellőző levegő .....	27
B.2.5. A szükséges frisslevegő mennyisége .....	27
B.3. A szellőző levegő térfogatárama .....	28
B.4. A nyári üzemállapotra vonatkozó irányjelző .....	28
B.5. A terem légvezetési rendszere .....	28
B.6. A légvezetési rendszer alapján anemosztátok kiválasztása .....	30
B.7. A huzat kritérium meghatározása .....	30
B.8. Hőérzeti méretezés lépésről lépésre .....	30
B.8.1. A benttartózkodók aktivitása .....	30
B.8.2. A ruházat szigetelőképesége .....	31
B.8.3. Optimális operatív hőmérséklet .....	31
B.8.4. A megfelelő PPD alapján a légsebesség meghatározása .....	31
B.8.5. Megengedhető függőleges hőmérsékletkülönbségek .....	32
B.8.6. Megengedhető padlőhőmérsékletek .....	33
B.8.7. Megengedhető sugárzási aszimmetria .....	33
B.9. Szivárgás .....	34

A segédlet „A” részében az új szabványok kapcsán felmerülő követelményeket részletezzük, a „B” részben pedig egy tervezési példát mutatunk be a. A példában az MSZ CR 1752:2000-es szabvány tervezési lépéseit követtük.



## Előszó

A XX. század utolsó évtizedeiben világjelenséggé vált a légtechnikai rendszerek és ezen belül a klimatechnikai rendszerek robbanásszerű elterjedése. Ennek okát a szakemberek az újonnan alkalmazott épület konstrukciókban, illetve a megváltozott makroklíma viszonyokban látják. Valamint annak a törvényszerűségnek a felismerésében, hogy a munka termelékenység, vagy a munkából való kiesés és a tartózkodási zónák mikroklímája között szoros összefüggés áll fenn.

Mind a komfort-, mind az ipari légtechnikai rendszerek fontos feladatot látnak el. Segítségükkel az épületek helyiségeiben olyan légállapotot hoznak létre, mellyel biztosítható a benttartózkodó személyek kellemes hőérzete, vagy a telepített technológia problémamentes működtetése. Fontosságukra és jelentőségükre jellemző az a becslés, mely szerint az EU energiaigényének mintegy negyede jelenik meg az épületek légtechnikájával kapcsolatosan. (1999. évi adat) Következésképpen, egyre nagyobb hangsúlyt kap a légtechnikai rendszerek alapvető egységeinek energiatakarékos tervezése és üzemeltetése. Ilyen, alapvető egységek: a szellőző gépházak, a légszűrő hálózatok és a kiszolgált, vagy szellőztetett terek.

A légtechnikai rendszerek fejlődésük során egyre magasabb követelményeket elégítenek ki, következésképpen a légszűrő hálózatokkal szemben támasztott követelmények is egyre fokozódnak. Például, komfort rendszerek esetén nem elegendő célkitűzés az, hogy a légszűrő elfogadható ellenállás mellett szállítsa el a kezelt levegőt a szellőző gépházból a kiszolgált helyiségekbe és vissza. Egyre inkább hangsúlyt kap az, hogy milyen módon valósul meg a levegő szállítása.

Energetikai- és klimatechnikai szempontból vizsgálva, egyes esetekben döntő jelentőségű lehet a légszűrő légzömörése, vagy annak hőszigetelése, amellyel biztosítjuk a kezelt levegő mennyiségének és állapotának megfelelőségét a helyiségbe történő bevezetéskor. De, nem lehet közömbös az sem, hogy a légszűrőben áramló levegő mekkora hangteljesítményt sugároz le a környezetének. Kivitelezési szempontból alapvető követelmény a légszűrő elemek gyors, biztonságos, légzömör szerelhetősége. Ugyanakkor az elemek megfelelő szilárdsággal is kell hogy rendelkezzenek. Nem deformálódhatnak sem szállításkor, sem szereléskor, vagy azt követően.

A felsoroltak miatt az Európai Unió megfelelő szakbizottságai is kiemelten foglalkoznak a légszűrő hálózatok követelményeivel. Új szabványok készítésével, konferenciák szervezésével hívják fel a szakmai körök figyelmét a légszűrő hálózatok megváltozott követelményeire. Mivel az uniós szabványok hazai bevezetése az elmúlt években megtörtént, illetve folyamatban van, szükségét érzi a LINDAB annak, hogy segítséget nyújtson a tervezőknek és a téma iránt érdeklődő szakembereknek egy tervezési segédlet megjelentetésével.

Jelen tervezési segédlet célja: légtechnikai tervezők figyelmének felkeltése a vonatkozó új MSZ EN szabványokra, a légszűrő hálózatok tervezésének megváltozott követelményeire, a légzömör szabványosított jellemzőire, illetve tájékoztatás a tartózkodási zónák légtechnikai méretezésének új módszereiről.

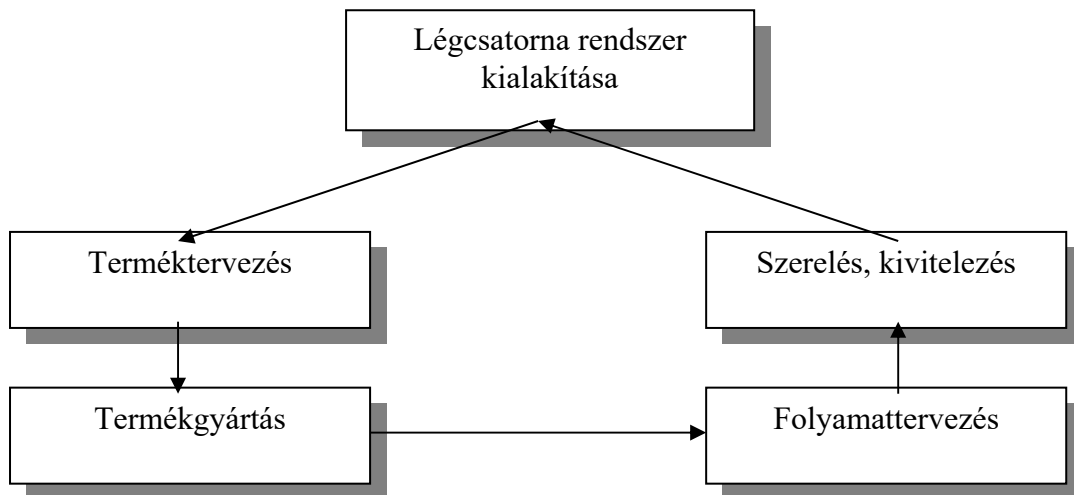
Budapest, 2004. augusztus 24.

Dr. Magyar Tamás



## A.1. Légszűrő rendszerrel szemben támasztott minőségi követelmények.

A légszűrő rendszerekkel szemben támasztott követelmények elsősorban, annak kifogástalan működtetéséhez kapcsolhatók. Egy ilyen rendszer megalkotása terméktervezést, gyártást, folyamattervezést és kivitelezést foglal magába. (Ld. A.1.ábra.)



A.1. ábra. A légszűrő rendszer létrehozásának fázisai.

Mint ismeretes, minden rendszer elemekből építhető fel. Az egyes elemek terméktervezéssel és az azt követő gyártással készülnek el. Már itt érvényesíteni kell azokat a minőségi követelményeket, melyeket a folyamattervezéskor megkövetelünk. Nem lehet alacsonyabb követelményeket támasztani a termék gyártásakor, mint a rendszer tervezésekor, vagy a légszűrő hálózat kivitelezése során. E tény az oka annak, hogy az EU már a terméktervezés irányvonalaiban rögzítette a légszűrő rendszer alapvető követelményeit. Eszerint, a légszűrő rendszer és annak elemei az alábbi követelményeknek tegyenek eleget:

- A higiénia, egészségügyi és környezetvédelmi előírásoknak,
- A tűzvédelmi előírásoknak,
- A zajvédelmi előírásoknak,
- A biztonságos használatnak,
- Mechanikai szempontból ellenálló legyen,
- Energiatakarékos kialakítású legyen,
- Beruházása és üzemeltetése költség kímélő legyen,
- Alkalmas legyen a felhasználási célra.

Ahhoz, hogy a felsorolt követelményeket kielégítse a légszűrő rendszer, szükségesnek látszik néhány szempont érvényesítése mind a terméktervezése, mind a rendszer folyamattervezése kapcsán.



### A.1. Táblázat.

Sorszám	Követelmények	Tervezési szempontok
1	higiénia, egészségügyi és környezetvédelmi	Légtömör zárás, Frisslevegő pótlás
2	tűzvédelmi	Tűzvédelmi tulajdonságok és képességek. Tűzállóság, tűzgátlóság.
3	zajvédelmi	Légtömör zárás, zajcsillapítás
4	biztonságos használat	Korrózió elleni védelem, Könnyű szerelhetőség
5	mechanikai ellenállóság	Szilárdság, öntartóság, szerkezeti stabilitás
6	energiatakarékosság	Légtömör zárás, Hőszigetelés, Kis áramlási ellenállás
7	költség kímélőség	Alacsony beruházási és üzemeltetési költség
8	alkalmasság, a felhasználási célra	Komplex tervezhetőség, Felhasználóbarát rendszerkialakítás.

Az A.1. táblázat szemlélteti a követelmények és a tervezési szempontok közötti összefüggést.

#### A.1.1. Légtömör zárás.

Az A.1. táblázatban foglaltak szerint, három követelmény elérésében közvetlen szerepet játszik a légtömörség. Mind az elemek lemezről történő összeépítésekor, mind a már kész elemek kapcsolódásakor rés keletkezik, melyet szükséges tömíteni. A nem kellő hatékonysággal szigetelt réseken, a légcatornában uralkodó nyomáskülönbség hatására levegő szivárgás jön létre. Ha ennek a szivárgási térfogatáramnak nem szabunk határt, akkor tervezhetetlenné válik a légcatorna hálózat.

A levegő szivárgás közvetlenül befolyásolja a higiénés és egészségügyi követelmények teljesíthetőségét. A légcatorna rendszerbe a szivárgás miatt bejutó, vagy onnan kikerülő szennyeződések rontják a helyiségek tartózkodási zónáinak egészségügyi megítélését és komfort szintjét. A helytelenül szerelt és tömített légcatorna nem képes a tervezett szellőző levegő mennyiséget az adott helyiségbe elszállítani. Ennek következménye a helyiség tartózkodási zónájának komfort szint csökkenése.

Zajvédelmi követelményeket nem lehet kielégíteni hézagosan összekapcsolt elemekből álló légcatorna hálózattal. A levegő szivárgás okozta leválások nyomás pulzációval járnak, melyek természetes kísérője a hangeffektus. A rések, különösen a nagynyomású légcatornáknak másodlagos zajforrásként szerepelnek.

A tömítetlen légcatorna, a szivárgási térfogatáram növekedése miatt, csak térfogatáram veszteséggel tudja továbbítani a kezelt levegőt. Ez közvetlenül energia pazarlással jár, másrészt levegő elosztási problémát okoz. A levegő szivárgása következtében lecsökken a statikus nyomás, a légcatornában. Így, a jobban tömített légcatorna ág nagyobb ellenállást jelent az áramló levegőnek, mint a kevésbé légtömör. Ugyanakkor tervezetthez képest mérséklődő nyomáskülönbség csökkenő szellőző levegő mennyiséget áramoltat át az anemosztátokon, a helyiségbe. Az említett jelenségek felboríthatják a helyiségek tervezett légmennyiség mérlegét.



### A.1.1.1. A légtömör zárás műszaki kritériumai.

Az Európában kialakult gyakorlat szerint a követelmények megállapításakor, részben a magasabb hatáskörű szabványok előírásai (ISO), részben a már meglévő és a gyakorlatban bizonyítottan használható irányelvek a mértékadók. Ez utóbbira példa az EUROVENT (légkezelőket és klímaberendezéseket gyártók európai bizottsága) műszaki előírásai, ajánlásai. [4]

A légtömörség tekintetében, számos európai tagállam átvette a nemzeti szabványába az EUROVENT 2/2 dokumentumának ajánlásait. Ebben, többek között olyan műszaki paraméterek szerepelnek, melyek jellemzőek a légszűrő szivárgására, vagy annak szigetelési osztályba sorolására. [4]

Például, a szivárgási faktor jellemző a tömítetlen légszűrő térfogatáram vesztesége. Egy olyan fajlagos, négyzetméter felületre vonatkozó térfogatáramot jelöl, mely adott statikus nyomáskülönbség hatására ki- vagy beszívárog a légszűrő rendszerbe.

Jele:  $f$ ,  $\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$ .

$$f_{ref} = \frac{V_r}{A}$$

Ahol:

$V_r$ , a szivárgási térfogatáram,  $\text{m}^3/\text{s}$ .

$f_{ref}$ , a szivárgási faktor,  $\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$ .

$A$ , a légszűrő felületének területe,  $\text{m}^2$

A szivárgási faktor értéke függ a szivárgási áramlás mérésénél alkalmazott nyomáskülönbségtől. ( $\Delta p_{ref}$ ) következésképpen, meg kell határozni a légszűrőben uralkodó statikus nyomás nagyságát a külső környezeti nyomáshoz képest. Azonban, a vizsgált légszűrő szakaszon maximális és minimális érték között változhat a statikus nyomás értéke. A számításkor, annak számtani középértékét veszik figyelembe.

$$\Delta p_{köz} = \frac{(\Delta p_{max} + \Delta p_{min})}{2}$$

Ahol:

$\Delta p_{max}$ , Pa; a légszűrő hossza mentén jelentkező legnagyobb statikus túlnyomás,

$\Delta p_{min}$ , Pa; a légszűrő hossza mentén jelentkező legkisebb statikus túlnyomás,

A szivárgási faktornak akkor van értelme, ha segítségével szigetelési osztályba sorolhatók a légszűrő hálózatok.

Azonban, a szivárgási faktor ebben a formában még nem alkalmas erre a feladatra. Ennek oka egyrészt az, hogy a faktor nyomásfüggő, és ezért nem általánosítható annak abszolút értéke. Másrészt, határértékek szerint osztályokat kell felállítani, légtömörség szempontjából.

Ezt a problémát az EUROVENT 2/2 úgy oldja meg, hogy A, B és C osztályokba sorolja a légmentes lezárást. Az osztályozás alapjául egy tovább finomított szivárgási együtthatót



választ. Az így kimunkált szivárgási együttható értéke szerint sorolja be a légszatóna rendszereket. [4]

A szivárgási együttható jele:  $K$ ,  $\text{m}^3 / \text{s m}^2 \text{ Pa}^{0.65}$ ; számítási összefüggése az alábbi:

$$K = \frac{f_{ref}}{(\Delta p_{ref})^{0.65}}$$

Ahol:

$K$ ,  $\text{m}^3 / \text{s m}^2 \text{ Pa}^{0.65}$ ; szivárgási együttható,

$f_{ref}$   $\text{m}^3 / \text{s m}^2$ ; a szivárgási faktor értéke, adott referenciaryomás mellett;

Az EUROVENT 2/2 irányelvekben meghatározott légtömörsegi osztályokat a szivárgási együttható alapján a következőként sorolják be.

A.2.táblázat

Légtömörsegi osztály	Szivárgási együttható* $K \times 10^{-3}$	Mértékegység
A	0,027	$\text{m}^3 / \text{s m}^2 \text{ Pa}^{0.65}$
B	0,009	
C	0,003	

\*légszatónaák laboratóriumi vizsgálatakor ezeket az értékeket kettővel kell osztani.

A szivárgási együttható számítási összefüggése alkalmas arra is, hogy rögzített  $K$  érték esetén folyamatos függvényül is szolgáljon.

$$f = K \cdot (\Delta p)^{0.65}$$

Egy alkalmasan megválasztott koordináta rendszerben, mint például  $f - \Delta p$ , a három osztálynak (A, B és C) megfelelő függvények ábrázolhatók. Ezáltal egyszerűen megállapítható az, hogy adott közepes statikus nyomás esetén, mennyi a várható fajlagos szivárgási térfogatáram.

Mivel, külön problémát jelent a vizsgálat kiterjesztésének volumene, ezért az ajánlásban rögzítették azt. A kör keresztmetszetű légszatónaáknál a teljes felület legalább a 10 %-át, a négyszögletes keresztmetszetű légszatónaáknál a teljes felület legalább 20 %-át kell megvizsgálni. A vizsgált terület minden esetben legalább  $10 \text{ m}^2$ .

Ha a szivárgási együttható értéke nem felel meg az adott osztályban érvényes követelményeknek, akkor a vizsgálatot ki kell terjeszteni a teljes felület további részeire. Ha túl nagy a rendszer szivárgása, akkor a teljes felületet kell megvizsgálni.

Természetesen, nem mindegy az, hogy milyen nagyságú vizsgálati nyomást alkalmaznak. A vizsgálati nyomás nem lehet a tervezett üzemeleési nyomásnál kisebb.

Az A és a B osztályban a vizsgálati nyomás nem haladhatja meg az  $1000 \text{ Pa}$  vagy a tervezett statikus nyomás értékét. Minden esetben, az alacsonyabb értéket kell figyelembe venni. A C osztályú légszatónaáknál a statikus nyomás  $2000 \text{ Pa}$ -ig emelkedhet. [4] [5]





## A.3. táblázat.

Légtömörégi osztály	Maximális szivárgási Faktor $m^3 / s m^2 \times 10^{-3}$	Vizsgálati statikus nyomáskülönbség Pa			
		2000	1000	400	200
A	$f_A$	-	2.4	1.32	0.84
B	$f_B$	-	0.8	0.44	0.28
C	$f_C$	0.42	0.28	0.15	-

(forrás: EUROVENT 2/2)

A táblázat tartalmazza a szivárgási térfogatáram felső határértékeit három osztályban, a jellemzően alkalmazott vizsgálati nyomás mellett.

**A.1.2. Frisslevegő pótlása a helyiségekben.**

A tervezett szellőzéstechnikai rendszerek egyik fontos célja a helyiségek frisslevegővel történő ellátása. A szellőző levegő mennyiségét a helyiségek hő-, nedvesség és szennyezőanyag terhelése határozza meg. A szellőző levegő térfogatáramának bizonyos hányada friss (külső) levegő, melyet megfelelő elosztásban kell eljuttatni a kiszolgált terek tartózkodási zónáiba. [6]

## A.4.táblázat

Tervezési Kategória	Érzékelhető levegő minőség	
	Elégedetlenek aránya, PD%	Belső levegő minőség $C_b, dp$
A	10	0,6
A*	15	1,0
B	20	1,4
C	30	2,5

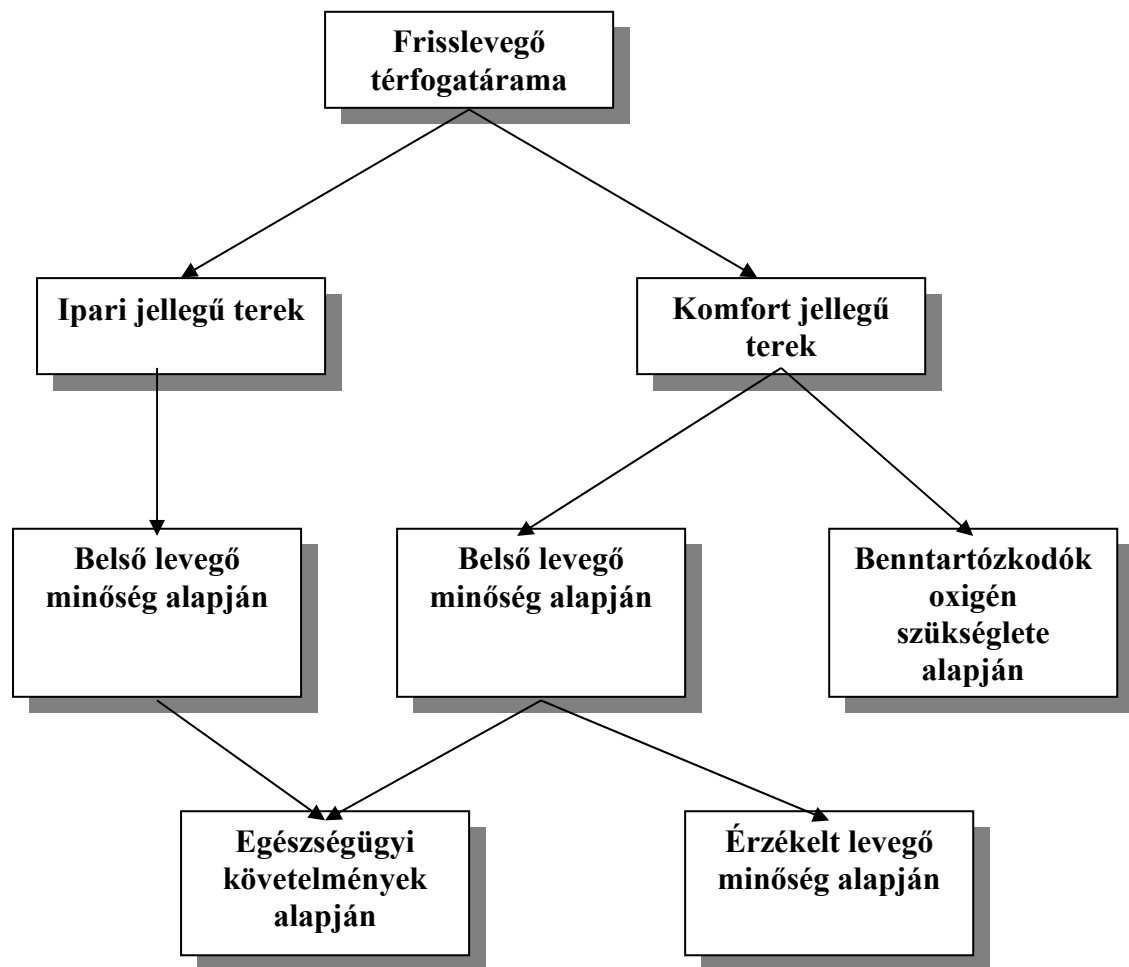
**Megjegyzés:** \* CR 1752 szerint.

A zárt terek (épületek helyiségei) belső levegő minőségét (BLM) elsősorban a friss levegő mennyisége befolyásolja. Az A.4 táblázat második oszlopa mutatja a belső levegő minőségével elégedetlenek maximális százalékos arányát. A harmadik oszlop az érzékelhető belső levegő minőség jellemzőjét ( $C_b$ ) és annak maximális mértékét mutatja, decipol-ban. Minél kevesebb a szellőző levegő és ezen belül a frisslevegő hányad annál magasabb a BLM-vel elégedetlenek számaránya. Következésképpen, annál nehezebb tartani az A.4 táblázatban szemléltetett határértékeket. (CEN CR 1752) [8]

A A.2. ábra mutatja be a frisslevegő térfogatáramának tervezési módszereit. [6] Eszerint, komfort terek esetében a frisslevegő mennyiségét háromféle úton határozhatjuk meg:

- A benttartózkodók oxigén szükséglete
- Az érzékelhető belső levegő minőség (BLM)
- Az egészségügyi határértékek

alapján. Tehát, lényeges azt kiemelni, hogy a frisslevegő térfogatáramának számítása a mindenkori tervezési feladat elidegeníthetetlen része. A helyesen számított térfogatáram feltétele a tartózkodási zónák jó megítélésének. Következésképpen, fontos követelmény a légszűrő hálózattal szemben az, hogy a tervezett frisslevegő hányadot továbbítsa a helyiségek felé.



A.2. ábra. A szellőző levegő frisslevegő hányadának megállapítási módszerei.

Nem engedhető meg olyan anyagok használata, melyek szennyeződések bocsátanak ki a szállított levegőbe. Nyilván, ugyanez vonatkozik a légszűrő gyártásakor és szerelésük felhasznált egyéb segédanyagokra is. (tömítő anyagok, gyártási segédanyagok, stb.)

Sem a légszűrő anyaga, sem a légszűrő hálózat nyomvonala nem segítheti elő mikroorganizmusok megtelepedését és elszaporodását. A nyomvonal tervezését úgy szabad kialakítani, hogy a légszűrő tisztíthatósága könnyen megoldható legyen. A tisztítási folyamat során alkalmazott eszközök és vegyszerek nem károsíthatják a légszűrő rendszert. [1]

A szellőző levegő légszűrőn történő áthaladása során nem vehet fel szennyeződést és nem keveredhet távozó (kidobott) levegővel.

### A.1.3. Tűzvédelmi tulajdonságok és képességek.

Tűzvédelmi követelmény alapja az, hogy a tűz által sújtott szakaszokba beépített épületgépészeti felszerelések, mint például a légszűrő, nem ronthatják az épületszerkezet



tűz elleni védelmi tulajdonságait és képességeit. Tehát annak a falnak, amelyen légcsatorna halad át, ugyanolyan tűzállónak kell lennie, mint amilyen tűzálló lenne maga a fal a légcsatorna nélkül.

Az épületszerkezetek tűz elleni védelmi minőségét, általában osztályokba sorolják. Az épületszerkezetek égési tulajdonságait tűzállósági határértékkel jelölik. Ez a határérték az a legkisebb időtartam ameddig az épületszerkezet a meghatározott tűzvédelmi feltételeket kielégíti. Amennyiben 60 percig megfelel a tűzvédelmi kritériumnak, akkor a besorolása tűzgátló, míg 90 perctől tűzálló minősítésnek felel meg. [8]

A szerkezetek láng és füstlezárási képességét „E” betű kóddal jelölik. Ha a szerkezet tűzálló, akkor azt „I” betű kóddal látják el. Jelen esetben az „I” betű kód azt jelenti, hogy az épületszerkezet a tűz terjedésének olyan mértékben képes ellenállni, hogy a védett oldalon nem emelkedik a hőmérséklet a gyulladási hőmérséklet fölé és ezzel nem keletkezik új tűzfészek.

A légcsatornák esetében különös figyelmet kell fordítani a hő hatására bekövetkező méret változásra. A hőtágulás acéllemez légcsatornák esetében 100K hőmérséklet különbség esetén:  
 $1,10\text{mm/m}, 100\text{K} < \Delta l < 1,60\text{mm/m}, 100\text{K}$

ahol:

$\Delta l$ , mm/m100K a hő hatására bekövetkező hossz -változás.

ez azt jelenti, hogy a vezeték tágulás hatására a légcsatorna egyre növekvő mechanikai igénybe vételnek van kitéve. Az említett hatás fokozottan jelentkezik a légcsatorna elemek kötéseinél, a felfüggesztéseknél és a fix megfogású konzoloknál. A hőtágulás hatására bekövetkező mechanikai igénybevétellel szembeni ellenálló képességet „R” betű kóddal jelölik. Az acéllemez légcsatornák teljes károsodása akkor várható, ha annak hőmérséklete 700 °C fok fölé emelkedik.

Több lehetőség kínálkozik ahhoz, hogy az épületszerkezet - áthaladó légcsatornával ugyanolyan tűzvédelmi képességgel rendelkezzen, mint anélkül.

- A fém alapanyagú légcsatorna szigetelése oly módon, hogy megakadályozza a tűz áthatolását a csatorna falán és ezzel átjutását az épületszerkezet másik oldalára:
  1. Lemez légcsatorna szigetelése szigetelő paplannal,
  2. Lemez légcsatorna szigetelése szigetelő lemezekkel,
- Önhordó szigetelőlemezekből (szilikát lemez) épített légcsatorna,
- Tűzvédelmi szempontból osztályba sorolt falakból és födémekből épített légcsatorna,
- Tűzvédelmi csappantyú beépítése falba, vagy födém szerkezetbe,
- Tűzvédelmi szempontból szakaszolt épület tűzhatárainál a légcsatornába szerelhető tűzvédelmi csappantyúk beépítése.

A légcsatorna hálózatok nyomvonalának tervezésekor alapvető szempontként kezelendő az, hogy a légcsatornák minél kevesebb tűzszakasz határt képező fal- illetve födém szerkezeten haladjanak át.



#### A.1.4. Zajcsillapítás.

A fogalmak használatával kapcsolatosan szükségesnek látszik rögzíteni azt, hogy a továbbiakban az akusztikai fogalmakat a vonatkozó nemzetközi szabványokban leírtak szerint használjuk.

Tehát, a zaj fogalma alatt minden olyan hangeffektus értendő, mely az embert tevékenysége során zavarja. A hangeffektus, mint fizikai jelenség: a rugalmas közeg állapotának elemi ingadozása, amely hullám formájában terjed a élő közegben. Következésképpen minden zaj egyben hangeffektus, de fordítva ez az ekvivalencia nem áll fenn. [7]

Zajvédelmi szempontból, a légszatórna hálózzattal szembeni követelmény kettős:

- minimálisra kell csökkenteni a légszatórna rendszerben terjedő, primér zajforrásokból származó zaj hangintenzitás szintjét.
- mérsékelni kell a szekunder zajforrásokból származó zaj hangteljesítmény szintjét.

A Légtechnikai rendszer zajforrásait, azok eredete szerint két csoportba oszthatjuk:

- primér-,
- szekunder zajforrások.

Primér zajforrások ott keletkeznek, ahol a rendszerbe külső energiabevitel történik. Ilyenek például a ventilátorok, kompresszorok, szivattyúk, gázégők (hő-légfűvóknál) stb. A légtechnikai rendszerek primér zajforrása, az esetek többségében a ventilátor.

A primér zajforrásokból eredő hanghullámok kétféle úton terjedhetnek a légszatórna hálózzatban:

- léghangokként,
- testhangokként.

A léghang, a primér zajforrásból kilépve közvetlenül a légszatórnában áramló levegőben terjed tovább. A hullámfront terjedési sebessége elsősorban a közeg sűrűségi és rugalmassági tulajdonságaitól függ.

Ha a közeg összenyomható, akkor a sűrűségének megváltozása nagy, így a hangterjedés sebessége kisebb lesz, mint összenyomhatatlan közegben. A légszatórnában szállított levegőben, izentrópikus állapotot feltételezve, a hanghullám terjedése az abszolút hőmérséklet értékével (nem lineárisan) arányos, tehát csakis a hőmérséklettől függ. (Pl: 20C-os levegőben a hanghullám terjedési sebessége: 343,2 m/s.) Ebből a szempontból nem mérvadó a levegő áramlásának iránya.

A légszatórnában terjedő léghangokat kétféle módon lehet korlátozni. Az egyik a légszatórna elemek természetes csillapításával, a másik a hangcsillapító anyagok és szerkezetek beépítésével.

A léghangok terjedésének szempontjából, a légszatórnák lényeges tulajdonsága a természetes csillapítás. Mind az egyenes légszatórna, mind annak elemei (idomok) csökkentik a léghang hangintenzitás szintjét. Ezekben az elemekben a csillapítás - a hangenergia csökkenése - azért következik be, mert:



- vagy a légszatóna falán keresztül távozik az energia egy része;
- vagy a szerkezetbe bejutó hangenergia hővé alakul a sűrűlódás útján;
- vagy frekvencia függő reflexió következik be, az anemosztátok síkjában.

A hosszirányú csillapító hatás a légszatónák anyagának hanggátló tulajdonságával kapcsolatos. A vékony falú lemez légszatóna rezgésbe jön a léghang hatására. Ez a jelenség energiát von el és hosszanti csillapítást eredményez. Természetesen, a rezgésbe hozott légszatóna felülete lesugározza az elvont energia nagy részét a környezetbe. Így, a hosszanti csillapítás függ a légszatóna merevségétől és ezzel a hanggátló képességétől. Azaz, a csekély hanggátlású lemezcsatóna - hanglesugárzása révén - relatíve kisebb hossz-irányú csillapítással rendelkezik. Ugyanez nem mondható el az épített, beton csatónák esetében, ahol a hanggátlás rendkívül magas értékű.

Az egyenes légszatónák esetében a hosszirányú csillapítás frekvencia függő. Az előzőekben leírtak miatt az alacsony frekvenciákon nagyobbak a csillapítási értékek, mint a magas frekvenciákon. Ugyancsak a hanggátlással kapcsolatos az is, hogy a kör keresztmetszetű légszatónák hossz-irányú csillapítása kisebb, mint a négyzög keresztmetszetűeké. A hosszanti csillapítás értékét fajlagos adatként 1m-re vonatkoztatva adják meg. [7] Hasonlóképpen frekvencia függő a légszatóna rendszer többi eleme is, kivételt képez a két idom:

- az áramlat szétválasztó idom;
- a hirtelen keresztmetszet változás eleme.

Mindkét légszatóna elem esetében a csillapítás csak a geometriai méretek függvénye.

Gyakran előforduló eset az, amikor egy légszatóna sorosan kapcsolt helyiségeket szolgál ki. Ilyenkor fennáll annak a veszélye, hogy a lég- és testhang légszatónán keresztül továbbításra kerül a másik helyiség felé. Ennek a jelenségnek egyenes következménye, a helyiségek közötti falszerkezetek hanggátló képességének drasztikus csökkenése. Mivel a falak, födémekek hanggátlási számát az építési előírások rögzítik, ezért a légszatóna hangátvitelét kell elkerülni. Ilyen esetekben az áthallási hangcsillapítók beépítése elkerülhetetlen.

Testhang kialakulásához vezet, ha a fémlemez légszatónák különböző rezgések vivőközegeivé válnak. Ezekben a szerkezetekben azok geometriai tulajdonságától, ill. a gerjesztés módjától és irányától függően, különböző hullámfajták jöhetnek létre, úgymint tágulási, nyírási és hajlítási hullámok.

Fém vivőközeg esetén a Hooke-törvény érvényesül. Azaz, fémekben a tágulási hullám terjedési sebessége az anyag sűrűségének és rugalmassági modulusának függvénye.

(Például: vaslemez esetében, a terjedés sebessége 5170 m/s értékre adódik, amely nagyságrenddel nagyobb a levegőben számolt értéknél.)

A nem végtelen kiterjedésű lemezeknél, mint például légszatóna oldalfalán, fellépnek a hajlítási hullámok. Ilyenkor a rezgések hatására, a szilárd test részecskéi elmozdulnak a felület normális irányában. A transzverzális rezgések hajlítási hullámmozgásba mennek át. Az így kialakuló hajlítási hullám a léghang forrásává válik, és a hangenergiát szétszórja a térben. (diszperzió)

A testhang terjedését alapvetően rezgés csillapító elemek betervezésével lehet megakadályozni. Rezgés csillapítók alkalmazásával leválaszthatók a primér zajforrások a légszatóna rendszerről. Ugyanakkor, tekintettel kell lenni a kerülő utakon érkező



rezgéshullámokra is, melyek a gépalapok – épületszerkezetek - felfüggesztések révén elérhetik a légszűrőt. Ilyenkor célszerűnek látszik testhang szigetelők alkalmazása.

Szekunder zajforrások ott keletkeznek, ahol a levegő áramlása nyomásingadozást okoz. Ez tulajdonképpen a kinetikus energia átalakulása hangenergiává. A légszűrő hálózat és a szellőző gépház minden olyan elemén, amelyen levegő áramlik át hangeffektus keletkezik. A kérdés csak az, hogy annak hangteljesítmény szintje milyen nagyságú, összemérhető-e a levegőben terjedő hanghullám teljesítmény szintjével vagy esetleg meg is haladja azt az adott helyen.

Ez a kérdés elsősorban rendszertervezési (folyamattervezési) jellegű. A légszűrő hálózat nyomvonal tervezésekor, illetve a rendszer összeállításakor kerülni kell az olyan elemek beépítését, melyek leválásokkal, sebességingadozásokkal, örvény képződésekkel járnak, vagy túl magas légsebességet okoznak.

#### **A.1.5. Korrózió elleni védelem.**

Azokban a légszűrő hálózatokban, ahol a szállított közeg korróziót okozhat, ott elengedhetetlenül fontos a légszűrő helyes anyagmegválasztása. A helytelen anyag megválasztás korrózió okozta károsodáshoz vezet. Az így előálló korrózió egyenes következménye a levegő szivárgás és a mechanikai szempontból meggyengült légszűrő instabilitása. Mindez pedig drasztikusan csökkenti az élettartamot. [1]

Az ipari létesítményekben felszerelendő légszűrő rendszereknél megkülönböztetett figyelmet kell fordítani a légszűrő külső korróziójára. Az agresszív környezetben telepített légszűrőnek a normálistól eltérő külső bevonatot igényelnek.

A légszűrő hálózatok korróziója szoros összefüggésben áll a rendszer várható élettartamával. A valóban korrózióálló anyagok alkalmazása általában alacsonyabb életciklus-költséget jelentenek még akkor is, ha azok beruházási költségei magasabbak. A jobb minőségű anyag felhasználásának egyéb környezetvédelmi előnye is van. A hosszabb élettartamú rendszereket, kevesebbszer kell rekonstrukció alá vonni, következésképpen csökken az elbontásból származó hulladék és takarékosabb az alapanyag felhasználás.

A bizonyos idő elteltével korrodált légszűrő hálózat nem tudja kielégíteni az előzőekben felsorolt követelmények döntő többségét. [2]

#### **A.1.6. Könnyű szerelhetőség.**

A légszűrő rendszer jó minőségű szerelése alapvetően befolyásolja a kialakított légszűrő hálózat használhatóságát és a tervezett légtechnikai értékek teljesülését. A nehezen szerelhető rendszer hibás kivitelezéshez vezethet, melynek értékromboló hatása már a műszaki átadás folyamán nyilvánvalóvá válik.

A könnyű szerelhetőség a helyes terméktervezés következménye lehet. Olyan légszűrő elemeket célszerű tervezni, melyek könnyen és gyorsan pozícionálhatók a helyszínen és biztos csököttést adnak. A korrekt módon csatlakoztatott elemek a légtömör zárás előfeltételei. Már folyamattervezés során célszerű úgy kiválasztani a légszűrő hálózat elemeit, hogy azokkal a kívánt tömörségi osztály tartható legyen.



### **A.1.7. Szilárdság, öntartósság, szerkezeti stabilitás.**

A légszatórna elemek mechanikai behatásokkal szembeni ellenállása, alapvető funkcionális követelmény. Ennek az elvárásnak csak akkor képesek eleget tenni, ha mind önmagukban, mind rendszerbe szerelve kellő szilárdsággal rendelkeznek.

Az egyes elemeket közvetlenül már a gyártást követően mechanikai behatások érhetik, mint például az anyagmozgatás során. De, a helyszínre történő kiszállításkor is fizikailag károsodhat a légszatórna elem, ha nem rendelkezik kellő szilárdsággal. Ez a károsodás megnyilvánulhat a méret- és alaktartásban, illetve az esetleges folytonossági hiányban is. Mindezek a következmények alkalmatlanná teszik a gyártmányt a biztonságos felszerelhetőségre. [2], [3]

Később, az üzemelés vagy a rendszeren végzett más munkák során is érheti a légszatórnát károsodás, ha nem megfelelő a szilárdsága. Sőt, rendszerbe szerelve biztosítani kell az egész légvezeték stabilitását. A felfüggesztések közötti távolságban a légszatórnának el kell viselnie a saját önsúlyát, illetve az ezen felül jelentkező pontterheléseket is. (1 kN-os pontterhelés érheti) Tehát, a szatórnahálózat ellenálló legyen az üzemelés közben jelentkező mechanikai igénybevételekkel szemben. Mindez vonatkozik a légszatórna hálózat kiegészítő elemeire is, mint például a függesztő elemekre, vagy a konzolokra. [1]

A szatórnahálózat falát nyomáskülönbség terheli. Üzemszerű működtetés során ez a nyomáskülönbség statikus jellegű és időben állandó. Azonban felléphetnek nem üzemszerű viszonyok is, amikor a nyomásingadozás terheli a légszatórnát. Mindkét esetben a rendszernek el kell viselnie a pozitív és negatív nyomásváltozásokat. Az erre vonatkozó adatokat a gyártó a felhasználó rendelkezésére bocsátja.

### **A.1.8. Hőszigetelés.**

A légszatórna rendszerek, kiterjedésüktől függően nagy felülettel rendelkeznek. A fémlemezből készült légszatórnák hőleadása, vagy felvétele számottevő értéket érhet el, annak kismértékű hőellenállása miatt. (magas a hővezetési tényező!)

Mind az osztó, mind a gyűjtő légszatórna hálózat esetében energia pazarlást jelent a szigeteletlen felület. Az osztó légszatórnáknál, nem a tervezett légállapotú levegő érkezik meg a helyiségbe, mint szellőző levegő. Nyilván, így nem képes felvenni a helyiség hő- és nedvesség terhelését. Tehát, további energiát kell fordítani a levegő kezelésére, amely a szállítás folyamán veszteségként jelentkezik.

A gyűjtő légszatórnák esetében, általában a távozó levegő entalpiája magas, vagy annak nedvesség tartalma. Ezért, célszerűnek látszik – különösen téli állapotban- a távozó levegő hőtartalmának kinyerése. Nyilvánvaló, hogy ha a levegő szállítása során - a fokozott hőleadás miatt - a visszanyerhető hőenergia elvész, akkor a tervezett hővisszanyerés nem jöhet létre.

Hasonlóan kérdéses a magas nedvességtartalmú távozó levegő elszállítása, szigeteletlen légszatórnában. A fémlemez légszatórna belső oldali falhőmérséklete tart a környezeti hőmérséklet felé. Ha eléri a távozó levegő harmatponti hőmérsékletét, akkor megkezdődik a



páralecsapódás a légszatórna belső falán. A nedvesség kiválás káros, nem kívánt folyamat. A következmény: a korrózió, a mikroorganizmusok megtelepedése, elszaporodása, a berendezés állagromlása és a működésbeli zavar lesz.

A káros hatások elkerülése érdekében szükséges a légszatórna hálózatok hőszigetelése. A komplex tervezhetőség egyik eleme, a légszatórna hálózatok optimális szigetelésének méretezése. [6]

#### **A.1.9. A kis áramlási ellenállás.**

Energiatakarékosság miatt törekedni kell a légszatórna hálózatok ellenállásának leszorítására, vagy alacsony értéken tartására.

A légszatórna rendszeren átáramló levegő energiájának egy része átalakul hőenergiává. Ez a folyamat az áramló levegő össznyomásának csökkenésében jut kifejeződésre. Az össznyomás csökkenés az elemek súrlódási- és alaki ellenállásával egyenlő, ha az áramló közeg belső súrlódását (disszipációt) elhanyagoljuk. Ahhoz, hogy a levegő áramlását folyamatosan fenntartsuk, a ventilátornál állandó energiabevitelre van szükség. A bevitt energia arányos a szállított térfogatárammal és a létrejött össznyomás csökkenéssel.

A cél az, hogy az adott térfogatáramú szellőző levegőt minél kisebb energiabevittel szállítsuk el a kívánt helyre, illetve onnan a távozó levegőt hasonlóan kis energia befektetéssel szállítsuk el. Ez a cél akkor valósítható meg, ha a légszatórna hálózat és a légkezelők súrlódási- és alaki ellenállását minimumra korlátozzuk.

Mint ismeretes, a levegő térfogatáramát kör keresztmetszetű légszatórnával lehet a legkisebb ellenállással (nyomáscsökkenéssel) elszállítani. Lényegesen nagyobb áramlási ellenállást képvisel a négyzet szelvényű és a téglalap keresztmetszetű légszatórna. Ennek oka az, hogy a légszatórna ellenállása és annak hidraulikai sugara között fordított arány van. Minél nagyobb a hidraulikai sugár annál kisebb a légszatórna súrlódási ellenállása. A legkisebb hidraulikai sugara a téglalap keresztmetszetű légszatórnának van.

A különböző alakú keresztmetszetek összehasonlításához általában viszonyszámot (un. relatív hidraulikai sugarat) használnak. Ez a viszonyszám olyan hányados, melynek a számlálójában a tetszőleges alakú légszatórna hidraulikai sugara szerepel, míg nevezőjében a kör alakú légszatórnáé. Minél kisebb ez a viszonyszám annál nagyobb ellenállással kell számolni a nem kör keresztmetszetű légszatórnáknál.

A rendszer optimális ellenállásának meghatározásához célszerű számítógépes programot használni. Ehhez azonban az szükséges, hogy a légszatórna elemeinek ellenállás tényezői, valamint az egyenes légszatórna súrlódási tényezőjét a gyártó garantálja. A garancia alapját az elemek laboratóriumi mérésekből számított jellemzői adják. Következésképpen szükséges az összes fajtájú és méretű idom és egyenes légszatórna méréses vizsgálata és annak dokumentálása.





### **A.1.10. Alacsony beruházási és üzemeltetési költség.**

Korábban, illetve napjainkban is élő gyakorlat az, hogy a légtechnikai rendszerek tervezésére és kivitelezésére kiírt tender pályázatok elbírálásának fő szempontja a beruházási költség. A nemzetközi gyakorlatban egyre nagyobb teret hódít az energiatakarékos üzemvitel és a minőségbiztosítás.

Ugyanis a beruházási költség leszorításának egyik módja a járulékos költségek elhagyása (szigetelés minimalizálása, beszabályozási munka korlátozása stb.) a silány minőségű anyag felhasználás, a nem célszerű elemek beépítése. Mindezek növelik az energia felhasználást és gazdaságtalan üzemvitel felé sodorják a rendszer üzemeltetését.

A nem kívánt jelenség visszaszorítása érdekében un. „életciklus-költség” szempontot próbálnak figyelembe venni a tenderek elbírálásakor. Ennek lényege az, hogy a beruházási és üzemeltetési költségeket együttesen veszik figyelembe, a berendezés (rendszer) teljes működési (tervezett használati) időtartamára. Az üzemeltetési költségek tartalmazzák a levegő kezelésének energia költségeit, az üzemben tartási és kezelési költségeket, az állagmegóvási költségeket és a tőkéhez (annuitási) költségeket. Ebben az esetben a minőségbiztosítás és az energiatakarékos üzemvitel nagyobb súllyal jelentkezik, mint a beruházási költség kizárólagos alkalmazásakor.

Különösen fontos ennek a szemléletmódnak az elterjedése, mivel a közeljövőben előtérbe kerülnek:

- az „alacsony energia felhasználású épületek”
- a „szuper alacsony energia felhasználású épületek” és
- a „passzív épületek”

iránti igények.

Továbbá, a statisztikai adatok azt bizonyítják, hogy az országban egyre szélesebb körben alkalmazzák az otthonok és a középületek aktív hűtését. Ezeknél az épületeknél jelentősen megnő a szellőzés részaránya a teljes energia felhasználásban. Következésképpen, a tömítetlen légcsatorna rendszereknél fokozottan növekszik az energia pazarlás.

Hasonló problémával kell számolni az utólagosan hőszigeteléssel ellátott épületek üzemeltetésekor is. Ebben az esetben a szellőzés energia szükséglete relatívan nagyobb hányadot képvisel az épület teljes gépészeti rendszerének energia felhasználásában.

### **A.1.11. Komplex tervezhetőség.**

Az A.1. táblázatban összefoglalt tervezési szempontokat egy adott tervezéskor nehezen lehet egyforma súllyal érvényesíteni. A folyamattervezésre ad egyfajta eligazítást a légcsatorna hálózatok komplex tervezése. [6]

A komplex tervezés két fő részből áll, úgy mint,

- Nyomvonalterv készítése és áramlási (homlok) keresztmetszetek meghatározása,
- Légcsatorna méretezéseinek elkészítése.



A nyomvonalterv, az épület adottságai és az építésügyi szabványok ajánlásai alapján kerül kialakításra. Az áramlási keresztmetszetek megállapításakor a tervezésnek a következő rendszer tervezési szempontjai lehetnek:

- A fajlagos súrlódási nyomásesés állandó értéken tartása a hálózat hossza mentén,
- A légszatórnán belüli statikus nyomás állandóságának biztosítása a hossz mentén,
- A légsebesség szakaszonkénti állandó értéken tartása.

A választható áramlási keresztmetszetek alakját befolyásolhatja a rendelkezésre álló hely alakja. Abban az esetben, ha a nyomvonal mentén négyszög keresztmetszet áll rendelkezésre, akkor választható a kevésbé kis ellenállású téglalap keresztmetszetű légszatórna. Azonban, ha négyzet alakú a kitölthető hely akkor mérlegelendő a kör- és négyzet keresztmetszet.

További megfontolást igényel a légszatórna anyagszükséglete és tömege. A lemez légszatórnák anyagszükséglete és tömege gyakorlatilag azok területével arányosak. Ha, az azonos homloklfelületű, de eltérő alakú keresztmetszettel bíró légszatórnák területét összehasonlítjuk, akkor a következő sorrend állítható fel. A kör alakú légszatórna területét 100 %-nak véve, a négyzet alakú 113 %, az 1:3 oldal arányú négyszögletű 130 % lesz. Tehát, az anyagfelhasználás és a beépítési tömeg szempontjából a kör alakú légszatórna a legkedvezőbb, míg a négyszög alakú az oldal arány függvényében meghaladhatja a 30%-ot is.

Tehát, a gyártott légszatórna elemekből olyan széles méret- és alakválasztékkal kell rendelkezni, hogy biztosítható legyen a - fentiekben felsorolt méretezési módszerrel - a tervezés.

A nyomvonalterv szinten elkészült és előzetes méretekekkel rendelkező légszatórna hálózaton a következő méretezéseket célszerű megvalósítani:

- Áramlástechnikai méretezés,
- Akusztikai méretezés,
- Hőtechnikai méretezés,
- Szilárdságtani méretezés.

Az áramlástechnikai méretezés célja a légszatórna hálózat ellenállásának meghatározása és a nyomásdiagramjának elkészítése. Ehhez szükséges, a légszatórna elemeinek gyártó által garantált alaki ellenállás tényezői, valamint az egyenes légszatórna súrlódási tényezője.

Az akusztikai méretezés, az áramlástechnikai méretezésbe van integrálva. Az egyik méretezés kimenő adatai a másik méretezés bemenő adata és fordítva. Mindkét méretezés feltételezi a légtömör zárását a légszatórna hálózat hossza mentén. [7]

A hőtechnikai méretezés az optimális szigetelési vastagság meghatározására irányul. A szigetetlen osztó-, és gyűjtő-légszatórna hálózat energiapazarlást jelent. Továbbá, megkérdőjelezheti az alkalmasságot, mivel a helyiségekbe nem a tervezett légállapotú levegő érkezik meg. A szellőző levegő tervezett állapotának szállítás közbeni megváltozása nem csak a rendszer hőtechnikai egyensúlyát veszélyezteti, hanem egy sor mellékhatás uralkodóvá válását is elősegítheti. Például, a páralecsapódások miatti korróziót, állagromlást, egészségügyi problémákat, vagy az energia visszanyerés hatásosságának csökkentését, stb.

A szilárdságtani méretezésnek ott van létjogosultsága ahol, a gyakorlattól eltérő kényszer megoldásokat alkalmaznak. Például: az elemekből összeépített rendszer felfüggesztései nem helyezhetők el a kívánt helyen, vagy egyedi gyártású idomok kerülnek beépítésre, vagy a



légkezelő berendezések környékén olyan rezgés hullámok alakulnak ki, melyek a rendszer rezonáns frekvenciája közelében vannak.

#### **A.1.12. Felhasználóbarát rendszerkialakítás.**

A légszűrő rendszert úgy célszerű megtervezni és kivitelezni, hogy annak üzembe helyezése és karbantartása egyszerű legyen. A követelmény teljesíthetőségének feltétele olyan légszűrő elemek legyártása és beépítése, melyekkel megkönnyíthetők ezek a munkafázisok.

A rendszerek üzembe helyezésének fontos állomása, a használatbavétel előtti műszaki átvételi vizsgálat. Az átvételi vizsgálat célja: annak megállapítása, hogy a létesítmény légtechnikai rendszere a rendeltetésszerű használatra alkalmas-e?

A vizsgálat magába foglalja:  
a próbaüzemet és  
a műszaki átadás-átvételt.

Ezeknek a folyamatok alapja a beszabályozási terv és a műszeres beszabályozás. Az eljárással bizonyítandó mindazoknak a jellemzőknek az értéke, melyek alapján megítélhető a rendszer alkalmassága a rendeltetésszerű használatra. A műszeres beszabályozás szükséges feltétele a rendszer meghatározott pontjain mérési lehetőségek kialakítása. [4]

Nagymértékben megkönnyíti a méréses vizsgálatot, ha a légszűrő hálózat gerinc- és ágvezetékeibe térfogatáram mérő elemeket szerelnek. Mind az üzembe helyezéskor, mind a későbbi teljesítmény vizsgálatkor felhasználhatók a beépített elemek, mivel csak csatlakoztatni kell a mérőműszert a mérőelemek nyomás csomójára. A mérési eredményeket jegyzőkönyvbe rögzítik és ezek a dokumentumok részei a műszaki átadásnak.

A használatbavétel utáni karbantartást megkönnyítheti a megfelelő helyeken kialakított tisztító nyílások.

### **A.2. A légszűrő rendszerre vonatkozó európai és nemzeti szabványok.**

#### **A.2.1. Európai Unió szabványosítási módszere a légtechnika területén.**

Az Európai Unió szabványainak létrehozásáért az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) felelős. A CEN kompetenciájába tartozik a szabványok megfogalmazása, összeállítása és elfogadtatása. Minden szabványterületnek megvan a műszaki bizottsága és a bizottságon belül a munkacsoportja.

A légtechnikai szabványok a CEN 156. számú műszaki bizottságához tartoznak. Ez a bizottság foglalkozik az épületek szellőztetésével. A bizottságon belül 9 munkacsoportban dolgozzák fel a teljes légtechnikai témakört:

- terminológia;
- lakások szellőztetése;
- légszűrő rendszerek;
- légszűrő elemek;



- légkezelő berendezések;
- belső klíma;
- légtechnikai rendszerek teljesítményei;
- szerelések, szerelvények;
- tűzvédelem.

Az új szabványok közzététele előtt a tagországok külön-külön szavazással hagyják jóvá, illetve fogadják el az előzetes szabványban (prEN) foglaltakat. Azonban az említett eljárás nem jelenti a szabvány kötelező alkalmazását, a tagállamok társadalmi és gazdasági, illetve műszaki csoportjai önkéntesen vállalják a szabványokban foglaltak alkalmazását.

A törvény (2001. évi CXII tv. 6.§.) szerint a nemzeti szabvány alkalmazása nem kötelező, hanem önkéntes. Ezért, a nemzeti szabványok kötelező alkalmazását előíró jogszabályokat a jogalkotók megszüntették. (2283/2001(X.5.) kormányrendelet.)

Az új szabályozás a következő eredményekkel járt:

1. a szabvány új értelmezése;
2. az EU jog harmonizációja;
3. a műszaki fejlődés akadálytalanná tétele;
4. tervezői felelősség megnövekedése;

Az új szabályozás lényege összhangban van az európai szabványok alkalmazását előíró törvényekkel. A jogszabályok hivatkozhatnak „a nemzeti szabványokban foglaltakra, vagy azzal egyenértékű műszaki megoldásokra”, de nem kötelező érvénnyel.

### A.2.2. Az Európai Unió légtechnikai szabványai.

Az Európai Szabványügyi Bizottság az épületgépészettel foglalkozó szabványokat három nagy csoportba sorolta:

- fűtőrendszerek,
- szellőző és légkondicionáló rendszerek,
- vezérlési- automatikai rendszerek,



A.3.ábra. Az épületek szellőztetésével foglalkozó szabványok elhelyezkedése. [8]



A szellőző és légkondicionáló rendszerek tartalmazzák a légkezelő egységeket, a szellőző légszűrő hálózatot és az egyéb kapcsolódó felszereléseket.

A szellőző légszűrő hálózatra vonatkozó szabványokat és azok helyét az alábbi táblázat szemlélteti. (forrás: EN12097/1997) [8]

A.5.táblázat.

<b>Légszűrő hálózatok</b>			
Fémlemez, kör keresztmetszetű. Méretezés.	Fémlemez, kör keresztmetszetű. Szilárdság és szivárgás.	Fémlemez, négyszög keresztmetszetű. Szilárdság és szivárgás.	Támaszok és felfüggesztések.
Fémlemez, négyszög keresztmetszetű. Méretezés.	Légszűrő felület mérése.	Követelmények a rendszer elemeivel szemben, a karbantartás megkönnyítése miatt.	Csatlakozások és peremek.
Meghatározások.	Rugalmas, flexibilis légszűrők.	Mechanikus energiavesztés meghatározása.	Szigetelő anyagból készített légszűrők

A légszűrő hálózatokkal foglalkozó szabványok részterületi. [8]

A légszűrők légtömörségével és az azzal összefüggő témakörrel foglalkozó szabványok az A.5. táblázat közép mezőjében találhatóak. A légszűrő témakörbe tartozó konkrét szabványokból a fontosabbakat, az A.6 táblázat tartalmazza.



A.6. táblázat. [8]

Sorszám	Hivatkozási szám	Szabvány megnevezés (magyar nyelvre fordított címe)
1	EN 1505	Épületek szellőztetése. Fémlemezből készült négyszögletes Légcsatornák és kötőelemek. Méretek
2	EN 1506	Épületek szellőztetése. Fémlemezes, kör keresztmetszetű légvezetékek és légvezeték-szerelvények. Méretek
3	prEN 1507	Épületek szellőztetése. Fémlemezes, kör keresztmetszetű légvezetékek és kötőelemek szilárdsága és szivárgása.
4	EN 112097	Épületek szellőztetése. Légvezetékek. Légvezetékek rendszerlemeinek követelményei a légvezetési rendszerek karbantartásának könnyítésére
5	EN 12220	Épületek szellőztetése. Légvezetékek. Kör keresztmetszetű karimák méretei általános szellőztetéshez
6	EN 12236	Épületek szellőztetése. Légvezetékek tartószerkezetei. Szilárdsági követelmények
7	EN 12237	Épületek szellőztetése. Légvezetékek. Kör keresztmetszetű fémvezetékek szilárdsága és tömörsége
8	EN 12238	Épületek szellőztetése. Légterminál eszközök. Kevert áram aerodinamikai vizsgálata és értékelése
9	EN 12239	Épületek szellőztetése. Légterminál eszközök. Légcserélők aerodinamikai vizsgálata és értékelése
10	EN 12589	Épületek szellőztetése. Légterminál-berendezések. Állandó és változó légáramú terminálok aerodinamikai vizsgálata és értékelése
11	EN 12599	Épületek szellőztetése. Mérés és mérési metódus a Szellőztető és klímaberendezések helyszíni mérésére.
12	EN 125792	Épületek szellőztetése. Jelölések és terminológia.
13	EN 13053	Épületek szellőztetése. Légtechnikai készülékek. Az eszközök és részegységeik értékelése és jellemzőinek megadása
14	EN 13180	Épületek szellőztetése. Rugalmas csatornák méretezése és mechanikai követelményei.
15	EN 13264	Épületek szellőztetése. Nemfémes csatornák. Szigetelőlapokkal burkolt légvezetékek
16	EN 13403	Épületek szellőztetése. Nemfémes csatornák. Szigetelőlapokkal burkolt légvezetékek

### A.3. A légtömörségre vonatkozó nemzeti szabványok (MSZ EN) áttekintése.

A légtömörségre vonatkozó szabványok [8] közül, a jegyzékes jóváhagyó közleménnyel, az alábbi uniós szabványok kerültek közzétételre:

MSZ EN 12599:2003 Épületek szellőztetése. Mérés és mérési metódus a szellőztető és klímaberendezések helyszíni mérésére.

MSZ EN 12237:2003 Épületek szellőztetése. Légvezetékek. Kör keresztmetszetű fémvezetékek szilárdsága és tömörsége

MSZ EN 13403:2003 Épületek szellőztetése. Nemfémes csatornák. Szigetelőlapokkal burkolt légvezetékek.



### A.3.1. Az MSZ EN 12599:2003 számú nemzeti szabvány:

a kivitelezett szellőző- és légkondicionáló rendszerek üzembe helyezési és bemérési eljárásaival és mérési módszereivel foglalkozik.

Egy táblázatban összefoglalja azokat az ellenőrző méréseket, melyeket szellőztető, félklíma- és teljes klímarendszereknél végre kell hajtani. Előírja azokat a speciális méréseket is, amelyeket kizárólag kérésre és külön megállapodás alapján kell elvégezni. Hivatkozik azokra az EN és ISO szabványokra, melyek a méréses vizsgálatok alapját jelentik.

A légtömörség méréses vizsgálatával, az F mellékletben (F.3.8. pont) foglalkozik. Ott, utalás történik a prEN 1507 és a EN 12237 szabványokra. [8] Külön meghatározza, a beállítandó vizsgálati nyomás értékét, amely: 200Pa, 400Pa vagy 1000 Pa lehet. A választást az befolyásolja, hogy a rendszer üzemi nyomása melyik nyomáslépcsőt közelíti meg jobban. Az üzemi nyomáson bekövetkező légtérfogatáram szivárgást az alábbi összefüggéssel számolják át.

$$\frac{V_1}{V_2} = \left[ \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \right]^{0,65}$$

Ahol:

$V_1$ , Szivárgási térfogatáram, a vizsgálati nyomás mellett;

$V_2$ , Szivárgási térfogatáram, az üzemi nyomás mellett;

$\Delta p$ , nyomáskülönbség, a légsatorna belső statikus nyomása és a környezet atmoszférikus nyomása között.

Az MSZ EN 12599:2003 számú szabvány bevezetésével, visszavonásra került a korábbi hasonló témájú MSZ 04 135/1 és 2 szabvány.

### A.3.2. MSZ EN 12237:2003 számú nemzeti szabvány:

A kör keresztmetszetű fémlémezből készült légsatornák szilárdságával és légtömörségével foglalkozik.

A szabvány elsősorban ezekhez a légsatornákhöz adja meg a szilárdsági és légtömörégi követelményeket, valamint mérésükhöz a laboratóriumi vizsgálat módszereit. Előírja a szerelt légsatorna elemek tömörtelenségének (légszivárgásának) és adott felfüggesztési távolság melletti behajlásának méréses vizsgálatát. (a szabvány 5. és 7. pontja)

A légszigetelési osztályok meghatározása azonos az EUROVENT 2/2 irányelvekben alkalmazottakkal. [4] A szivárgási faktor határértéke adja az egyes tömörégi osztályok intervallumát. Az A.7 táblázat foglalja össze a szivárgási együtthatók határértékeit a statikus nyomás és légtömörégi osztályok függvényében.



A.7. táblázat[8]

Légtömorségi osztály	Statikus nyomás határértéke (Pa)		Szivárgási faktor határértéke $f_{max}$ ( $m^3 / s m^2$ )
	pozitív	negatív	
A	500	500	$0,027 \times \Delta p^{0.65} \times 10^{-3}$
B	1000	750	$0,009 \times \Delta p^{0.65} \times 10^{-3}$
C	2000	750	$0,003 \times \Delta p^{0.65} \times 10^{-3}$
D	2000	750	$0,001 \times \Delta p^{0.65} \times 10^{-3}$

A szabvány részletesen ismerteti a méréses vizsgálat módját, körülményeit és leírja a felhasználható vizsgálati berendezést, illetve műszereket.

A vizsgálati nyomást az egyensúlyi állapot eléréséig fenn kell tartani. Ekkor kerül sor a szivárgási térfogatáram regisztrálására. A levegő szivárgását, szivárgási faktorként adjuk meg. A számításban, a szivárgási térfogatáramot osztjuk a légcatornafelület területével:

$$f = \frac{V_r}{A}$$

Ahol:

$V_r$ , a szivárgási térfogatáram,  $m^3/s$ .

$f$ , a szivárgási faktor,  $m^3/m^2s$ .

$A$ , a légcatorna felületének területe,  $m^2$

A mérés útján kapott szivárgási térfogatáramot a hőmérséklettel és atmoszferikus nyomással korrigálni kell.

$$V_r = V_{r\text{mért}} \cdot \frac{273}{(273 + t)} \cdot \frac{p_a}{101325}$$

Ahol:

$p_a$ , Pa; a környezeti nyomás a vizsgálat alatt,

$t$ , °C; a levegő hőmérséklete,

A vizsgálati jelentésnek az alábbi információkat kell tartalmaznia [8]:

- A mérés helyét és időpontját,
- A mérést végző személyt és végzettségét,
- A mérőberendezés specifikációját, a műszerek kalibrációját és annak időpontját,
- A levegő hőmérsékletét és nyomását a mérés alatt,
- A mérés tárgyának specifikációját, (projekt, vagy épület)
- A légcatorna elemek és a hálózat tervezett geometriai adatait,
- Az előírt légtömorségi osztályt és a tervezett üzemi statikus nyomást a légcatorna hálózatban,





- h.) Légszűrő elemek gyártási adatait,
- i.) A légszűrő elemek gyártóját.
- j.) A mérési vizsgálat adatait:
  - légszűrő keresztmetszetét, felületét (A)
  - a teljes hosszát, (L)
  - az alkalmazott statikus nyomást,
  - a szivárgási térfogatáramot ( $V_r$ ), hőmérsékletre és nyomásra korrigálva,
  - a nyomás fenntartásának idejét,
  - a vizsgálat alatti esetleges deformációt,
- k.) a mérésekből számított értékeket:
  - szivárgási faktort (f),
  - a vizsgálati nyomáshoz tartozó szivárgási faktor határértékét ( $f_{max}$ )
- l.) a légtömörégi osztályba sorolást.

A felsorolásból is látszik, hogy a mérési vizsgálat elvégzése, csak megfelelő felszereléssel és felkészültséggel lehetséges. Annak ellenére, hogy az előzetes szabványt csak laboratóriumi mérésekre vonatkoztatták, a 2003-ban megjelent véglegesített változat alkalmazható üzemi és félüzemi mérésekre is.

### **A.3.3. Az MSZ EN 13403:2003 számú nemzeti szabvány:**

Tartalmazza a komfort szellőzéstechnikai és légkondicionáló rendszerekben felhasznált, szigetelő lemezekből gyártott légszűrőkkel szemben támasztott alapvető követelményeket.

A légszűrő lemeze szigetelőanyaggal kombinált merev lemez, egyik vagy mindkét oldalon burkolt. Az így készített légszűrők lehetnek négyszögletes vagy többoldalú keresztmetszetűek. A külső burkolat általában párazáró, amelyről feltételezhető, hogy légmentesen lezárja a szűrőt.

A szabvány követelményeket tartalmaz a legnagyobb légáramlási sebességgel, a nyomásállósággal, a légszigeteléssel, stb. szemben. A légmentes zárással kapcsolatosan ugyanazokat a követelményeket tartalmazza, mint az MSZ EN 12237.



## „B” Tervezési példa

### B.1. A helyiség adatai

Szélessége:	$a = 5 \text{ m}$
Hossza:	$b = 10 \text{ m}$
Magassága:	$H = 3 \text{ m}$
Alapterülete:	$A = a \cdot b = 5 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$
Térfogata:	$V = A \cdot H = 50 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m} = 150 \text{ m}^3$
Benn tartózkodó személyek száma:	3 fő (nagyterű iroda)
Helyiség funkciója:	<b>új építésű iroda (B kategória), városi jó levegő, dohányzás nem megengedett</b>

### A B.1 táblázatból kiválasztjuk a helyiség tervezési kritériumait.

Aktivitás:	1,2 met
Sűrűség:	0,07 fő / m <sup>2</sup>
Operatív hőmérséklet:	nyári: $24,5 \pm 1,5 \text{ °C}$ (léghőmérséklet: $24 \text{ °C}$ ) téli: $22,0 \pm 2,0 \text{ °C}$ (léghőmérséklet: $22 \text{ °C}$ )
Légsebesség:	nyári: $0,22 \text{ m/s}$ téli: $0,18 \text{ m/s}$
Hangnyomásszint:	40 dB(A)
Szükséges szellőztetés:	$1,2 \text{ l/s/m}^2$ ( $4,32 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$ )
Plusz szellőztetés, ha a dohányzás megengedett:	$0,5 \text{ l/s/m}^2$ ( $1,8 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$ )

### A helyiségre felvett illetve számolt értékek:

Téli transzmissziós hővesztés (felvett érték):	$\dot{Q}_{tr} = 2950 \text{ W}$
Nyári transzmissziós hőterhelés (felvett érték):	$\dot{Q}_{tr} = 1500 \text{ W}$
Világítás (helyi megvilágítás):	$\dot{Q}_v = 50 \cdot 10 = 500 \text{ W}$
Emberi hőleadás (személyenként 116 W, ülő munka):	$\dot{Q}_e = 116 \cdot 3 = 348 \text{ W}$
Számítógépek (gépenként átlagosan 200 W):	$\dot{Q}_t = 200 \cdot 3 = 600 \text{ W}$

### B.2. Frisslevegő-igény meghatározása

A frisslevegő mennyiségét meghatározhatjuk:

- Helyiség alapterülete alapján (B.2.1.)
- Helyiségben tartózkodók alapján (B.2.2.)
- Belső levegő minőség alapján (B.2.3.)

#### **B.2.1 A B.1. táblázat alapján:**

$$\dot{V}_{\text{Friss}} = 1,2 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \cdot 50 \text{ m}^2 = 60 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 216 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ (B kategóriás iroda)}$$

#### **B.2.2. Az MSZ CR 1752:2000, 11. oldal táblázata alapján:**

$$\dot{V}_{\text{Friss}} = 7 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{fő}} \cdot 3 \text{ fő} = 21 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 76 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{ (B kategória, nincs dohányzás)}$$

A kategória esetén 10, B esetén 7, C esetén 4 l/s friss levegőre van szükség személyenként. 20 % dohányzás esetén kétszeres, 40 % dohányzás esetén háromszoros szorzót kell alkalmazni.



Épület/tér típusa	Aktivitási szint met	Benntartózkodók száma fő/m <sup>2</sup>	Kategória	Operatív hőmérséklet °C		Átlagos levegősebesség m/s		Hangnyomás-szint dB(A)	Szellőző levegő 1/s·m <sup>2</sup>	Szellőző levegő pótlék dohányzás esetén 1/s·m <sup>2</sup>
				Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)	Nyári (hűtés)	Téli (fűtés)			
Kis iroda	1,2	0,1	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	2,0	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	1,4	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	0,8	-
Nagyterű iroda	1,2	0,07	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	1,7	0,7
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	40	1,2	0,5
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	45	0,7	0,3
Tárgyaló terem	1,2	0,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	6,0	5,0
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	4,2	3,6
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,4	2,0
Előadóterem	1,2	1,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30	16	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	33	11,2	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	35	6,4	-
Kávézó vagy étterem	1,2	0,7	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35	8,0	-
			B	24,5±2,0	22,0±2,5	0,22	0,18	45	5,6	5,0
			C	24,5±2,5	22,0±3,5	0,25	0,21	50	3,2	2,8
Tanterem	1,2	0,5	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	30	6,0	-
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35	4,2	-
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40	2,4	-
Óvoda	1,4	0,5	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,16	0,13	30	7,1	-
			B	23,5±2,0	20,0±2,5	0,20	0,16	40	4,9	-
			C	23,5±2,5	20,0±3,5	0,24	0,19	45	2,8	-
Áruház, raktár	1,6	0,15	A	23,0±1,0	19,0±1,5	0,16	0,13	40	4,2	-
			B	23,0±2,0	19,0±3,0	0,20	0,15	45	3,0	-
			C	23,0±3,0	19,0±4,0	0,23	0,18	50	1,6	-

Operatív hőmérséklet definícióját lásd a 8. oldalon

B.1 Táblázat Forrás: MSZ CR 1752:2000, 10. oldal



## Frisslevegőigény meghatározása belső levegő minőség (BLM) alapján

### B.2.3. Szükséges szellőző levegő térfogatáram a komfortérzet alapján:

#### B.2.3.1. A helyiségben tartózkodók számának meghatározása és az emberek által kibocsátott szennyezés meghatározása

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 26. oldalán található táblázatból kiválasztjuk a nem dohányzó irodában, ülő helyzetben lévő ember személyenkénti szennyezőanyag-kibocsátását. (aktivitás: 1-1,2 met)

forráserősség: 1 olf/fő  
 CO<sub>2</sub> 19 l/h/fő  
 Nedvesség: 50 g/h/fő

*1 olf a szennyezőanyag forráserőssége egy átlagos embernek ülő helyzetben, nyugalmi fizikai állapotban, kellemes termikus hőegyensúlyt biztosító környezetben, átlagos tisztálkodási feltételek (0,7 fürdés naponta) esetén. [9]*

$$G_{\text{emberi}} = 1 \text{ olf/fő} \cdot 3 \text{ fő} = 3 \text{ olf}$$

#### B.2.3.2. Az épület által kibocsátott szennyezőanyagok forráserősségének meghatározása

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 27. oldalán található táblázatból kiválasztjuk az iroda szennyezőanyag kibocsátását.

Új építésű irodában: 0,2 olf/m<sup>2</sup> padló

$$G_{\text{terem}} = 0,2 \text{ olf/m}^2 \text{ padló} \cdot 50 \text{ m}^2 = 10 \text{ olf}$$

#### B.2.3.3. Teljes forráserősség a helyiségben

A B.2.3.1-es és B.2.3.2-es pont összege:

$$G_{\text{összes}} = G_{\text{emberi}} + G_{\text{terem}} = 3 + 10 = 13 \text{ olf}$$

#### B.2.3.4. Megkövetelt levegő minőség

B.2. táblázatból a B kategóriás helyiség követelményei:

Elégedetlenség: 20 %  
 Érzékelhető levegőminőség: 1,4 dp  
 Szükséges szellőzés: 7 olf · l/s

*Az érzékelhető levegőminőség mértékegysége a decipol. 1 decipol a levegő minősége tökéletes keveredés esetén a komforttérben, ha 1 olf a szennyezőanyag forráserőssége és a szellőző levegő térfogatárama 10 l/sec, azaz 36 m<sup>3</sup>/h. [9]*

Kategória	Észlelt levegő minőség		Minimális szellőzés mértéke 1/s·olf
	Százalék %	dp	
A	15	1,0	10
B	20	1,4	7
C	30	2,5	4

**B.2. táblázat Három kategória fedett helyiségben észlelt levegő minőségére  
(Forrás: MSZ CR 1752:2000, 23. oldal)**



### B.2.3.5. Külső levegő minőség meghatározása

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 27. oldalán található táblázatból kiválasztjuk a külső levegő szennyezettségi adatait.

Városi, jó levegő esetén:

Érzékelt levegő minőség:	<0,1 dp
CO <sub>2</sub>	700 mg/m <sup>3</sup>
CO	1-2 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	5-20 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	5-20 µg/m <sup>3</sup>
Porszemcsék	40-70 µg/m <sup>3</sup>

### Szellőzés hatásossága:

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 70. oldala alapján meghatározzuk a szellőzés hatásosságát. A hatásosság függ a befűvés és elszívás helyétől illetve a belső léghőmérséklet és a befűjt levegő hőmérsékletétől (felső befűvést és felső elszívást feltételezve):

$\varepsilon = 1$ , mert  $t_{\text{szellőző}} < t_{\text{belső}}$  (a szellőzés hatásosságát ellenőrizni kell a kiválasztott légvezetési rendszer alapján)

A szükséges frisslevegő mennyisége:

$$\dot{V}_{\text{friss}} = 10 \cdot \frac{G_{\text{összes}}}{c_{\text{belső}} - c_{\text{külső}}} \cdot \frac{1}{\varepsilon} = 10 \cdot \frac{13}{1,4 - 0,1} \cdot \frac{1}{1} = 100 \frac{1}{s} = 360 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ahol:

- G - forráserősség olfban
- c - szennyezőanyag koncentrációja decipolban

### **B.2.4. Szükséges szellőző levegő térfogatáram az egészségügyi határértékek alapján:**

A kritikus szennyezőanyagok felszabadulása miatti szellőző levegő számítására iroda esetében nincs szükség. A felszabaduló káros anyagokat a négyzetméterre eső olf értékben figyelembe vesszük. Az ipari létesítmények szellőzésénél szükséges az alábbi méretezés.

#### B.2.4.1. A kritikus anyag(ok) azonosítása, a szennyezettség meghatározása a térben

#### B.2.4.2. Kritikus határértékek kiválasztása

MSZ CR 1752:2000, 57-68. oldala alapján (E melléklet)

#### B.2.4.3. Szükséges térfogatáram számítása:

$$\dot{V}_{\text{friss}} = \frac{G}{c_{\text{hatért}} - c_{\text{külső}}} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$$

Ahol:

- $\varepsilon$  - szellőzés hatásossága
- G - szennyezőanyag forráserőssége µg/s-ban
- $c_{\text{hatért}}$  - szennyezőanyag koncentrációjának határértéke µg/l-ben
- $c_{\text{külső}}$  - külső levegő szennyezőanyag koncentrációja µg/l-ben

### **B.2.5. A szükséges frisslevegő mennyisége**

A B.2.1., B.2.2 és a B.2.3.5. pontban számított frisslevegő mennyiségek közül a legnagyobbat kell alkalmazni. Ipari létesítmény esetén, ha kritikus szennyezőanyag szabadulhat fel, a B.2.4-es pont alapján kell a méretezést elvégezni.



### **B.3. A szellőző levegő térfogatáramának meghatározása**

**Az iroda hőigénye téli állapotban:**

$$\dot{Q}_o = -\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = -2,95 + 0,5 + 0,348 + 0,6 \approx -1,5 \text{ kW}$$

**Az iroda hőnyeresége nyári méretezési állapotban:**

$$\dot{Q}_o = +\dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_v + \dot{Q}_e + \dot{Q}_t = 1,5 + 0,5 + 0,348 + 0,6 = 2,948 \text{ kW}$$

**Nedvességterhelés méretezési állapotban:**

A B.2.3.1-es pont szerint:

$$\Sigma \dot{m}_v = 50 \cdot 3 = 150 \frac{\text{g}}{\text{h}} = 0,15 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 4,16 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

### **B.4. A nyári üzemállapotra vonatkozó irányjelző meghatározása:**

$$\left( \frac{\Delta h}{\Delta x} \right)_{\text{Nyári, üzem}} = \left( \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Sigma \dot{m}_v} \right)_{\text{Nyári, üzem}} = \frac{2,948}{4,16 \cdot 10^{-5}} = +70752 \text{ kJ/kg}$$

Felső befűvást és felső elszívást feltételezve; h-x diagramról leolvasott értékek:

<i>Szellőző levegő hőmérséklete:</i>	20 °C
<i>Belső levegő hőmérséklete:</i>	24 °C (nem egyenlő az operatív hőmérséklettel!)
<i>Távozó levegő hőmérséklete:</i>	26 °C
<i>Belső levegő relatív páratartalma:</i>	50 %
<i>Szellőző levegő entalpiája:</i>	44 kJ/kg
<i>Belső levegő entalpiája:</i>	48 kJ/kg
<i>Távozó levegő entalpiája:</i>	50 kJ/kg

A hőmérsékletkülönbség tapasztalat alapján felvett érték.

A szükséges szellőző térfogatáram nyári állapotra:

$$\dot{V}_{sz, \text{Nyár}} = \frac{\Sigma \dot{Q}}{\Delta h \cdot \rho_{sz}} = \frac{2,948}{(50 - 44) \cdot 1,18} = 0,4163 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

**Szellőző levegő térfogatárama:**

$$\dot{V}_{sz} = 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} > \dot{V}_{friss} = 360 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}, \text{ tehát a számított szellőző térfogatáram megfelelő.}$$

**A helyiség légcsereszáma:**

$$n = \frac{\dot{V}_{sz}}{V_H} = \frac{1500}{150} = 10 \frac{1}{\text{h}} \text{ Téli és nyári esetben is azonos a légmennyiség!}$$

A számítást téli méretezési állapotra is el kell végezni!

### **B.5. A terem légvezetési rendszerének meghatározása**

*A helyiségbe bevezetett levegő a helyiség levegőjét jól meghatározható, karakterisztikus mozgásra kényszeríti (primér és szekunder mozgások), ezek összességét a helyiség légvezetési rendszerének (LVR) nevezzük. [6]*



A légvezetési rendszer kiválasztásához az Archimedesi szám meghatározására van szükség.

**A teremre vonatkoztatott Archimedesi szám meghatározása [6]:**

$$Ar_T = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left( \frac{\Phi}{H^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{n^3} \right)$$

Ahol:

- g - gravitációs gyorsulás (= 9,81 m/s<sup>2</sup>)
- T<sub>1</sub> - szellőző levegő hőmérséklete (nyáron 293 K; télen 297 K)
- ρ - levegő sűrűsége (= 1,19 kg/m<sup>3</sup> 20 °C-on)
- H - a terem magassága (3 m)
- n - légcsereszám (1/s)

*Fajlagos hőáram számítása:*

Télen:  $\Phi_T = \frac{\Sigma \Phi}{\Sigma A} = \frac{1500}{50} = 30 \text{ W/m}^2$

Nyáron:  $\Phi_{Ny} = \frac{\Sigma \Phi}{\Sigma A} = \frac{2948}{50} = 58,96 \text{ W/m}^2$

*Közepes izobár fajhő (c<sub>pkev</sub>) számítása:*

$$c_{pkev} = c_{p,Nyár} + c_{pvg} \cdot x = 1,0132 + 1,86 \cdot 0,009 = 1,02994 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} = 1030 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

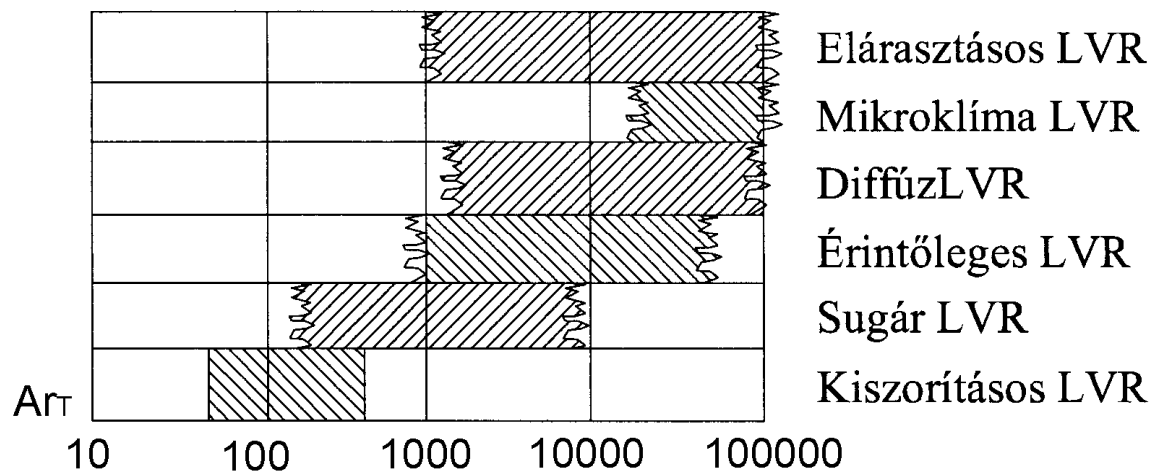
**Archimedesi szám nyári esetben:**

$$Ar_T = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left( \frac{\Phi}{H^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{n^3} \right) = 9,81 \cdot \frac{1}{293 \cdot 1,19 \cdot 1030} \cdot \frac{58,96}{3^2} \cdot \frac{1}{\left( \frac{10}{3600} \right)^3} \approx 8350$$

**Archimedesi szám téli esetben:**

$$Ar_T = g \cdot \frac{1}{T_1 \cdot \rho \cdot c_{pkev}} \cdot \left( \frac{\Phi}{H^2} \right) \cdot \left( \frac{1}{n^3} \right) = 9,81 \cdot \frac{1}{297 \cdot 1,19 \cdot 1030} \cdot \frac{30}{3^2} \cdot \frac{1}{\left( \frac{10}{3600} \right)^3} \approx 4190$$

**Légvezetési rendszer kiválasztása az alábbi diagramból:**



B.1. diagram [6]



A diagram alapján a **diffúz légvezetési rendszert** választottuk. A LVR alapján iterálni kell a befűjt és elszívott levegő hőmérsékletét. (B.4-es ponttól megismételni).

### **B.6 A légvezetési rendszer alapján anemosztátok kiválasztása**

$$\dot{V}_{sz} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ha 3 db LINDAB RKA 0-600 anemosztátot választunk,

$$\dot{V}_{sz1} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ha 5 db LINDAB RKA 0-500 anemosztátot választunk,

$$\dot{V}_{sz1} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$



Jelmagyarázat:

- RKA - rotációs anemosztát, négyszög frontlappal
- 0 - befűvás
- 600 - méret

A befűvők egyéb adataid lásd a LINDAB COMFORT 2002 katalógusban.

### **B.7 A huzat kritérium meghatározása:**

$$DR = (34 - t_a) \cdot (v - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot v \cdot Tu + 3,14)$$

Ahol:

- $t_a$  - levegő hőmérséklete °C-ban
- $v$  - levegő sebessége m/s-ban
- $Tu$  - levegő turbulenciája (40 %-ot feltételezve)

Légsebesség meghatározása 3 db RKA-0-600 befűvő esetében (figyelembe véve a kritikus vetőtávolságot a fal felé és két anemosztát között is, a tartózkodási zóna magasságában). A tartózkodási zóna 1,8 m magasságban.

$$v = 0,19 \text{ m/s} \text{ (nyáron)}$$

Huzat kritérium:

$$DR = (34 - 21,5) \cdot (0,19 - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot 0,19 \cdot 40 + 3,14) = 16,71 < 20 \%$$

Tehát a választott befűvővel biztosítani lehet a megfelelő huzat kritériumot.

### **B.8. Hőérzeti méretezés lépésről lépésre**

#### **B.8.1. A benntartózkodók aktivitásának meghatározása**

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 53. oldalán található táblázatból meghatározzuk ülés, irodai munka esetére a metabolikus értéket.

Metabolikus érték  $70 \text{ W/m}^2$ ; 1,2 met

*A különböző munkavégzések hőegyenértékének meghatározására a nemzetközi gyakorlatban a „met” egységet használják (1 met =  $58 \text{ W/m}^2$ ) [9]*





**B.8.2. A ruházat szigetelőképességének meghatározása téli és nyári esetre**

Az MSZ CR 1752:2000 szabvány 54. oldalán található táblázatból meghatározzuk általános irodai viseletre a ruházat szigetelőképességét.

Télen:  $I_{cl} = 1 \text{ clo}$ ;  $0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  (hosszúujjú ing, nadrág, zakó, zokni, cipő)

Nyáron:  $I_{cl} = 0,5 \text{ clo}$ ;  $0,08 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  (rövidujjú ing, nadrág, zokni, cipő)

*A clo egységet a ruházat hőszigetelő képességének meghatározására használják ( $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{C/W}$ ) [9]*

**B.8.3. Optimális operatív hőmérséklet meghatározása**

*Az operatív hőmérséklet a levegő és a környezet közepes sugárzási hőmérsékletének értékét egyaránt figyelembe veszi.*

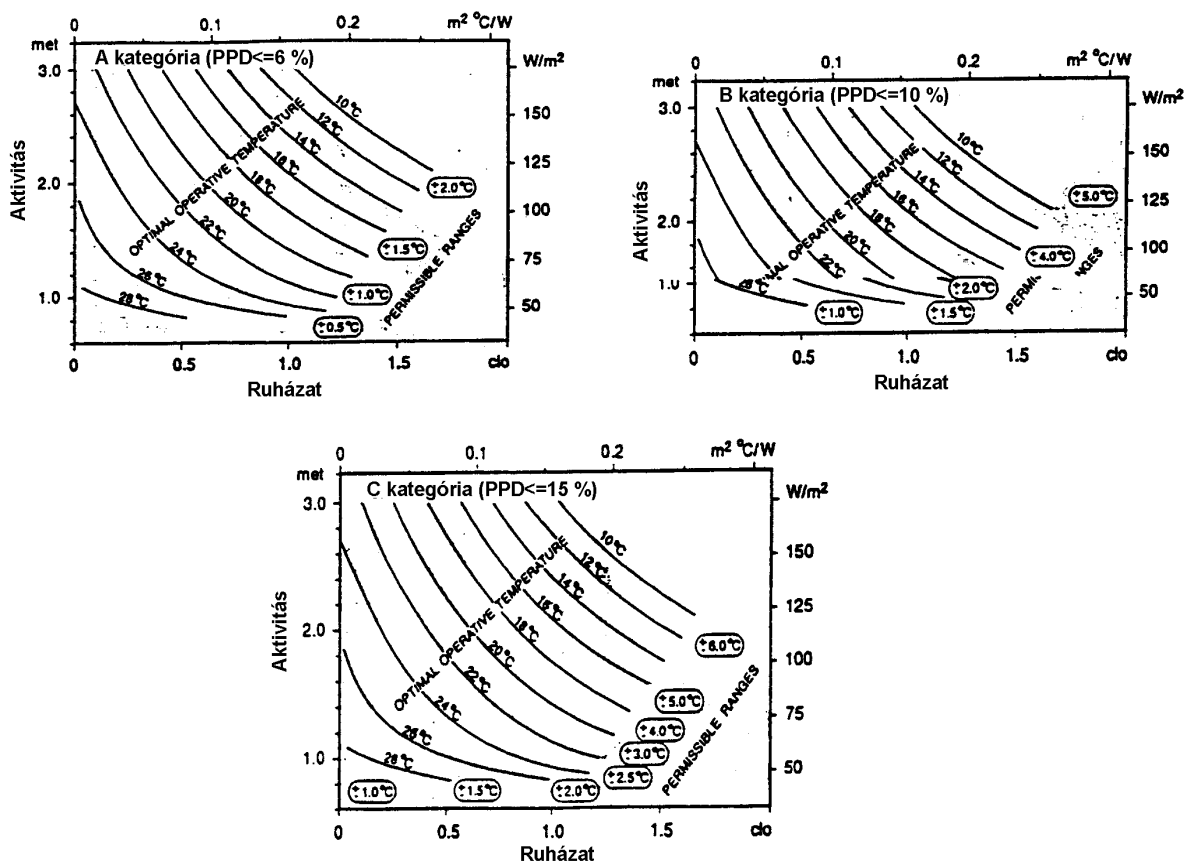
B.2 diagramból leolvasott érték:

B kategória,  $\text{PPD} \leq 10 \%$  (B.3. táblázat)

Adott aktivitás és ruházat mellett télen:  $t_{op} = 22 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

Nyáron:  $t_{op} = 24,5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$

*A PPD (predicted percentage of dissatisfied) az elégedetlenek százalékos értéke.*



B.2. diagram Forrás: MSZ CR 1752:2000, 16. oldal

(Megjegyzés: a „B” diagram a szabványban is hibásan szerepel)

**B.8.4. A megfelelő PPD alapján a légsebesség meghatározása**

B.3 táblázat és B.3. diagramból meghatározzuk a megengedett légsebességet.

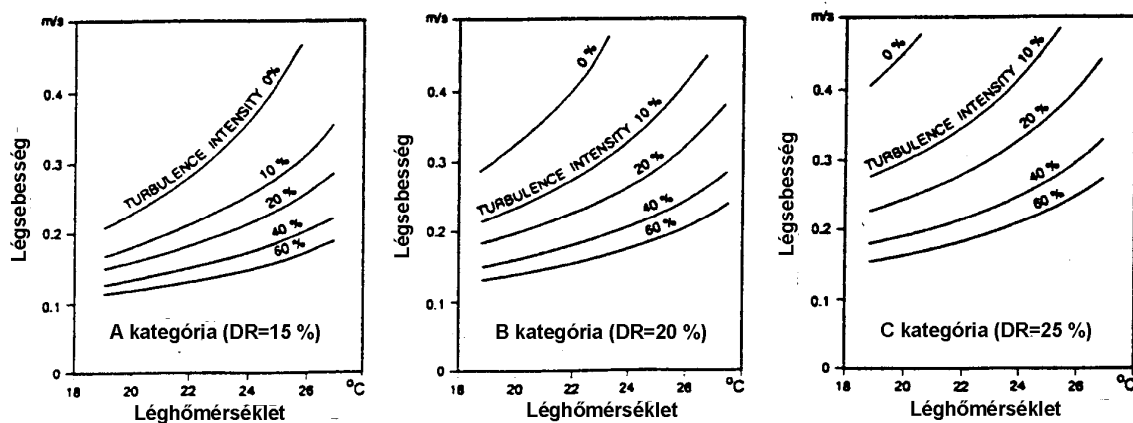
Télen:  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  és 40 %-os feltételezett turbulencia esetén  $v = 0,18 \text{ m/s}$



Nyáron: 24 °C és 40 %-os feltételezett turbulencia esetén  $v = 0,2 \text{ m/s}$

Kategória	Az egész test hőállapota		Helyi diszkomfort			
	Az elégedetlenek százalékos értéke	Várható hőérzeti érték	Az elégedetlenek százalékos értéke huzat esetében	Függőleges hőmérséklet különbség esetén	Meleg/hideg padló esetén	Sugárzási aszimmetria következtében
	PPD %	PMV	DR %	%	%	%
<b>A</b>	<6	-0,2<PMV<+0,2	<15	<3	<10	<5
<b>B</b>	<10	-0,5<PMV<+0,5	<20	<5	<10	<5
<b>C</b>	<15	-0,7<PMV<+0,7	<25	<10	<15	<10

B.3. táblázat: Termikus környezet három kategóriája (Forrás: MSZ CR 1752:2000, 14. oldal)

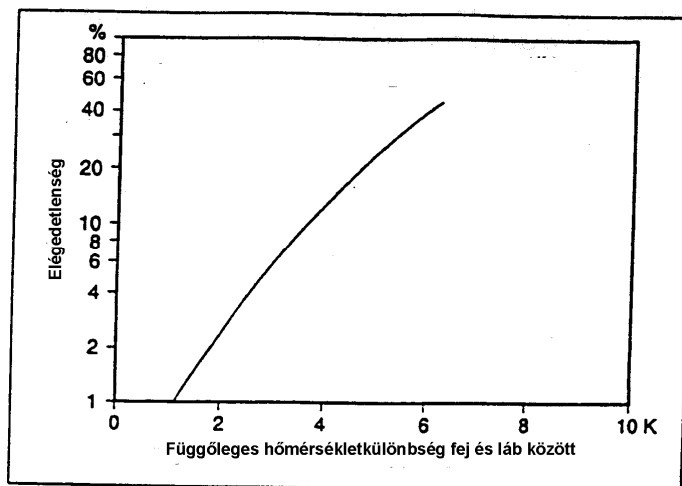


B.3. diagram Forrás: MSZ CR 1752:2000, 17. oldal

B.8.5. A megengedhető elégedetlenség és a megengedhető függőleges hőmérsékletkülönbségek meghatározása

B.3. táblázat és B.4. diagramból leolvasott érték:

5 %-os elégedetlenség esetén a legnagyobb különbség 3 K lehet.

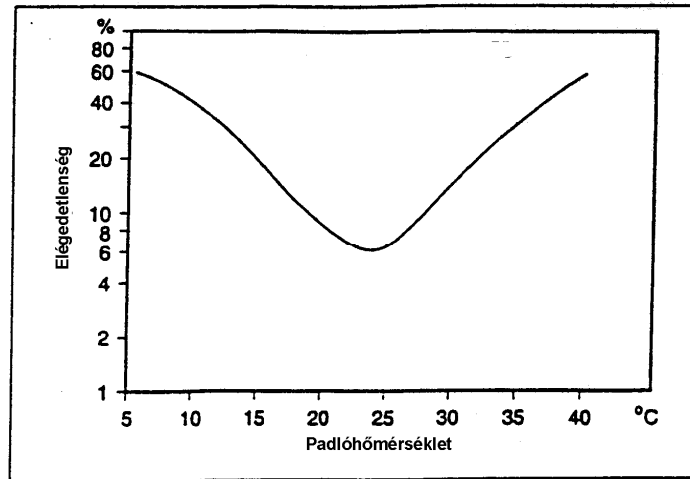


B.4. diagram Forrás: MSZ CR 1752:2000, 18. oldal



B.8.6. A megengedhető elégedetlenség és a megengedhető padlőhőmérsékletek meghatározása

B.3. táblázat és B.5. diagramból leolvasott értékek:  
10 %-os elégedetlenség esetén 19-28 °C

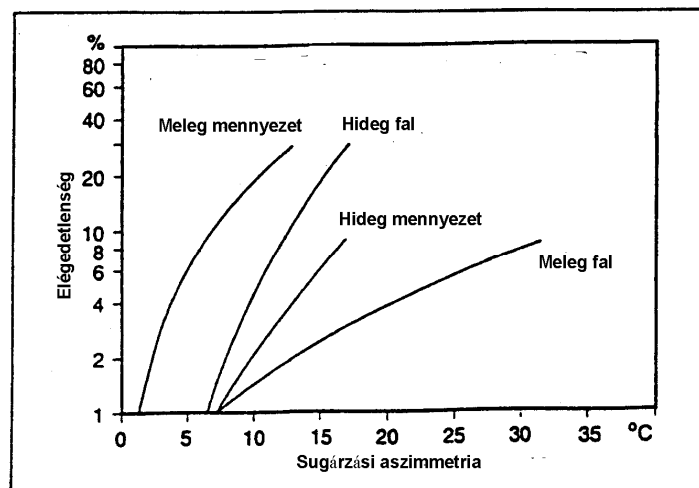


B.5. diagram Forrás: MSZ CR 1752:2000, 19. oldal

B.8.7. A megengedhető elégedetlenség és a megengedhető sugárzási aszimmetria meghatározása

B.3. táblázat és B.6. diagramból leolvasott értékek:  
5 %-os elégedetlenség esetén

- Meleg padló: < 4 °C
- Hideg fal: < 10 °C
- Hideg mennyezet: < 14 °C
- Meleg fal: < 23 °C



B.6. diagram Forrás: MSZ CR 1752:2000, 20. oldal

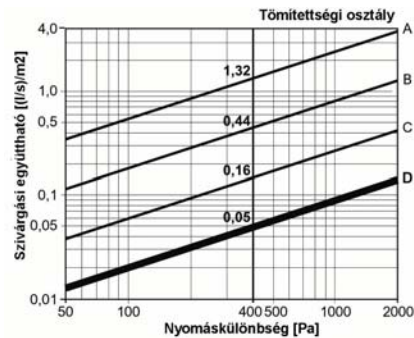


## B.9. Szivárgás

A következő példában bemutatjuk, hogy milyen különbségek adódhatnak a különböző légtömörségű légcatornák használata esetén.

A négy kategória számértékei 400 Pa-os próbanyomás esetére:

Kategória	l/s/m <sup>2</sup>
A	1,32
B	0,44
C	0,16
D	0,05



B.7. diagram Szivárgási faktor meghatározása  
[Lindab Ventiláció katalógus]

Az épületben 20 db a tervezési példában szereplő iroda található.

A rendszer teljes térfogatárama:

$$\dot{V}_{\text{összes}} = 20 \cdot 1500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 30000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A rendszer teljes felülete: 1000 m<sup>2</sup>  
A rendszer nyomása: 100 Pa  
Próbanyomás: 400 Pa

Az üzemi nyomáson bekövetkező légtérfogatáram-szivárgást a következő összefüggéssel számíthatjuk át:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \left[ \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \right]^{0,65} \Rightarrow \dot{V}_1 = \dot{V}_2 \cdot \left[ \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \right]^{0,65}$$

(MSZ EN 12599:2003 szabvány szerint)

„A” légtömörégi osztály esetén:

$$\dot{V}_{\text{szivárgás,A}} = 1000 \text{ m}^2 \cdot 1,32 \frac{\text{l/s}}{\text{m}^2} = 1320 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 4752 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

„A” kategóriás légcatorna alkalmazása esetén a szivárgás:

$$\dot{V}_{1,A} = 4752 \cdot \left[ \frac{100}{400} \right]^{0,65} = 1930 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow \text{egy helyiségre: } \dot{V}_1 = \frac{1930}{20} = 96,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A tényleges hőmennyiség egy helyiségre számítva (rögzített hőfoklépcső mellett)

$$\dot{Q}_{\text{tényleges}} = c \cdot \rho \cdot \dot{V} \cdot \Delta t = 1 \cdot 1,18 \cdot \frac{(1500 - 96,5)}{3600} \cdot 6 = 2,76 \text{ kW} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_{\text{tényleges}}}{\dot{Q}_{\text{elméleti}}} = \frac{2,76}{2,948} \cdot 100\% = 93,6\%$$

A veszteség 6,4 %.



„C” légtömorségi osztály esetén:

$$\dot{V}_{\text{szivárgás,C}} = 1000 \text{ m}^2 \cdot 0,16 \text{ l/s/m}^2 = 160 \text{ l/s} = 576 \text{ m}^3/\text{h}$$

„C” kategóriás légszűrő alkalmazása esetén a szivárgás:

$$\dot{V}_{\text{I,C}} = 576 \cdot \left[ \frac{100}{400} \right]^{0,65} = 234 \text{ m}^3/\text{h}$$

A tényleges hőáram egy helyiségre számítva:

$$\dot{Q}_{\text{tényleges}} = 1 \cdot 6 \cdot 1,18 \cdot \frac{1}{3600} \cdot \left( 1500 - \frac{234}{20} \right) = 2,927 \text{ kW} \Rightarrow \frac{\dot{Q}_{\text{tényleges}}}{\dot{Q}_{\text{elméleti}}} = \frac{2,927}{2,948} \cdot 100\% = 99,3\%$$

A veszteség 0,7 %.

A számításokból látható, hogy nem megfelelő légtömorségű légszűrő alkalmazásával a hálózat vesztesége többszöröse a „C” légtömorségi osztályú légszűrőnek veszteségeinek. A légtechnikai rendszer tervezhetetlenné válik, ha nem tudjuk kontrollálni a levegő szivárgását.

A szivárgás mennyiségétől függően a megfelelő térfogatáram biztosításához több friss levegőt kell felhasználni. Több friss levegő megfelelő hőmérsékletre fűtéséhez vagy hűtéséhez több energiára van szükség.

A teljes épületre számítva a friss levegő és a visszakevert levegő mennyisége.

$$\dot{V}_{\text{friss}} = 360 \cdot 20 = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{\text{recirk}} = 30000 - 7200 = 22800 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Nyáron:

A számítás során 30 °C-os külső hőmérsékletet feltételezve, a befűtés és elszívás hőmérséklete megegyezik az 5. oldalon megadottal.

Tehát a  $t_{\text{be}} = 20,5 \text{ °C}$ ;  $t_{\text{el}} = 26,5 \text{ °C}$

„A” légtömorségi osztály esetén:

$$\dot{V}_{\text{friss,teljes}} = \dot{V}_{\text{friss}} + \dot{V}_{\text{szivárgás}} = 7200 + 1930 = 9130 \text{ m}^3/\text{h}$$

h-x diagram szerkesztett adataiból:

$$\dot{Q}_A = \rho \cdot \dot{V} \cdot (h_{\text{keverék}} - h_{\text{sz}}) = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{31930 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (54 - 44) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 106,4 \text{ kW}$$



„C” légtömorségi osztály esetén:

$$\dot{V}_{\text{friss, teljes}} = \dot{V}_{\text{friss}} + \dot{V}_{\text{szivárgás}} = 7200 + 234 = 7434 \text{ m}^3/\text{h}$$

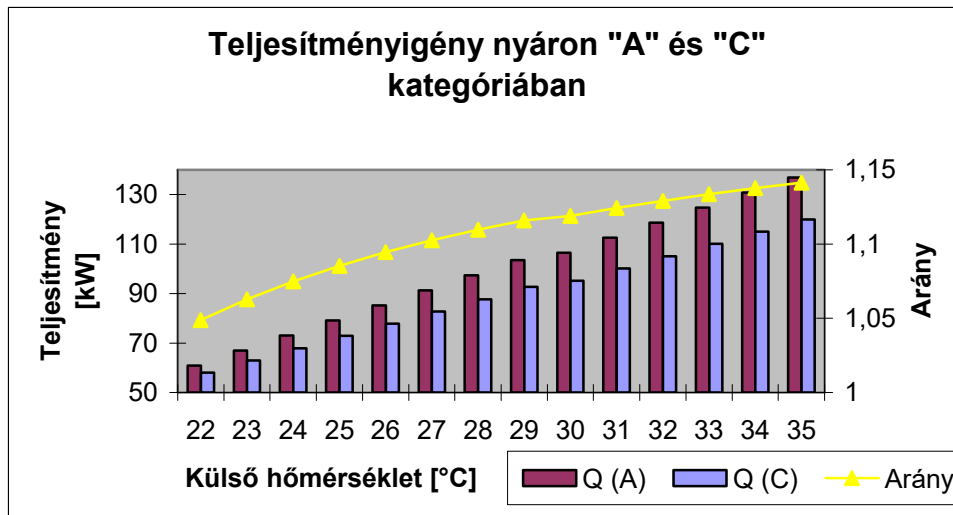
h-x diagram szerkesztett adataiból:

$$\dot{Q}_C = \rho \cdot \dot{V} \cdot (h_{\text{keverék}} - h_{\text{sz}}) = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{30234 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (54 - 44) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 100,8 \text{ kW}$$

$$\frac{\dot{Q}_A}{\dot{Q}_C} = \frac{106,4}{100,8} = 1,056, \text{ tehát } 5,6 \text{ \% -kal nagyobb energiát kell felhasználnunk „A” légtömorségű}$$

csatorna esetén, mint „C” légtömorségű esetén. A különbség abszolút értékben 5,6 kW.

Az alábbi diagramban látható, hogy a külső hőmérséklet emelkedése hogyan befolyásolja az „A” és „C” légtömorségű légeszatornáknál felhasznált energiát. A diagram tartalmazza az „A” és „C” kategória arányát is.



A számítás során nem vettük figyelembe a külső hőmérséklet változásából adódóan a transzmissziós hőnyereség változását.

### Télen:

Ugyanez a számítás téli esetre:

A számítás során  $t_{sz} - t_r = 3 \text{ °C}$ -szal számolva a következő értékeket kaptuk:

h-x diagram szerkesztett adataiból:

$$\dot{Q}_A = \dot{Q}_{\text{friss}} + \dot{Q}_{\text{recirk}} = \rho \cdot \dot{V}_{\text{friss}} \cdot \Delta h_1 + \rho \cdot \dot{V}_{\text{teljes}} \cdot \Delta h_2 = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{9130 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (13 - (-10)) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} +$$

$$+ 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{31930 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (41 - 31) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 75,2 + 106,4 = 181,6 \text{ kW}$$

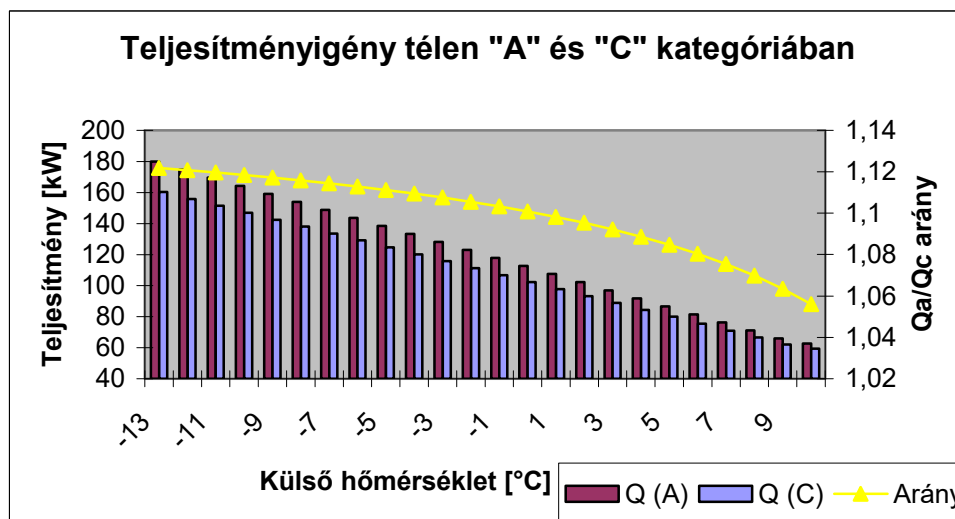


h-x diagram szerkesztett adataiból:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_C &= \dot{Q}_{\text{friss}} + \dot{Q}_{\text{recirk}} = \rho \cdot \dot{V}_{\text{friss}} \cdot \Delta h_1 + \rho \cdot \dot{V}_{\text{teljes}} \cdot \Delta h_2 = 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{7434 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (13 - (-10)) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + \\ &+ 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{30234 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} \cdot (41 - 31) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 61,3 + 100,8 = 162,1 \text{ kW} \end{aligned}$$

$\frac{\dot{Q}_A}{\dot{Q}_C} = \frac{181,6}{162,1} = 1,12$ , tehát 12 %-kal nagyobb energiát kell felhasználnunk „A” légtömörségű csatorna esetén, mint „C” légtömörségű esetén. A különbség abszolút értékben 19,5 kW.

Az alábbi diagramban látható, hogy a külső hőmérséklet emelkedése hogyan befolyásolja az „A” és „C” légtömörségű légszűrőknél felhasznált energiát. A diagram tartalmazza az „A” és „C” kategória arányát is.



A diagramokon jól látható a különbség az „A” és „C” légtömörségű osztályú légszűrőknél felhasználásakor szükséges kalorifer teljesítmények között, illetve láthatjuk azok arányát is.

Meg kell még említeni, hogy a nagyobb légmennyiség megmozgatásához nagyobb ventilátor teljesítményre is szükség van, ami a villamos oldalon felvett energiát is növeli. A ventilátor teljesítménye köbösen növekszik, így a különbség „A” légtömörség esetén elérheti a 21 %-ot, „C” légtömörség esetén pedig mindössze 2-3 %-ot. Azt sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a térfogatáram megváltozásával a rendszer nyomásvesztése is változik. Így, ha a rendszer statikus nyomása növekszik, a szivárgás is nőni fog. Nagyobb légmennyiség esetén a légszűrő keresztmetszetének is nagyobbak kell lennie.



## **B.10. Akusztikai környezet**

Épület típusa	Hely típusa	Kategória dB(A)		
		A	B	C
Gyerekekkel foglalkozó intézet	Óvoda	30	40	45
	Bölcsőde	30	40	45
Közösségi helyek	Előadótermek	30	33	35
	Könyvtárak	30	33	35
	Mozik	30	33	35
	Bírósági tárgyalótermek	30	35	40
Kereskedelem	Kiskereskedések	35	40	50
	Raktárak	40	45	50
	Szupermarketek	40	45	50
	Computer szobák, nagy	40	50	60
	Computer szobák, kicsi	40	45	50
Kórházak	Folyosók	35	40	45
	Műtők	35	40	45
	Kórtermek	25	30	35
Hotelek	Előcsarnokok	35	40	45
	Recepciószobák	35	40	45
	Hotel szobák (éjjel)	25	30	35
	Hotel szobák (napközben)	30	35	40
Irodák	Kis irodák	30	35	40
	Konferenciatermek	30	35	40
	Nagyterű irodák	35	40	45
	Irodai fülkék	35	40	45
Éttermek	Kávézók	35	40	50
	Éttermek	35	45	50
	Konyhák	40	55	60
Iskolák	Tantermek	30	35	40
	Folyosók	40	45	50
	Tornatermek	35	40	45
	Tanári szobák	30	35	40
Sport	Fedett stadion	35	45	50
	Uszodák	40	45	50
Általános	Mosdók	40	45	50
	Szekrényes öltözők	40	45	50

**B.4. táblázat Helyiségek akusztikai követelményei kategóriák szerint  
(Forrás: MSZ CR 1752:2000, 33. oldal)**





- [1] Az F.R. Carrié - J. Andersson - P. Wouters: Szellőzőcsatorna-hálózatok tömítettebb levegő-elosztó rendszerek. Kézikönyv. Energy Conservation in Buildings Community Systems Programme.1999.
- [2] HVCA. DW/143. Gyakorlati útmutató szellőzőcsatornák szivárgási vizsgálatához. Heating and Ventilating Contractor's Association. London, UK. Copyright 1983.
- [3] HVCA. DW/144. Fémlemezből készült csatorna-hálózatok specifikációi. Heating and Ventilating Contractor's Association. London, UK. Copyright 1998.
- [4] EUROVENT 2/2. A szivárgó levegő mennyisége fémlemez légelosztó rendszerekben. EUROVENT / CECOMAF. 1996.
- [5] DIN V 24194. Szellőző-berendezések csatorna-elemei. Tömítettség. A szellőzőcsatorna-rendszerek tömítettségi osztályai. 1995.
- [6] Dr. Magyar Tamás: Épületgépészet a gyakorlatban. Légtechnika. Budapest, Verlag Dashöfer 6. fejezet)
- [7] Dr. Magyar Tamás: Légtechnikai tervezés akusztikai problémái. Budapest, Szakmai konferencia, 2001. Szakmai Szeminárium Kiadvány 1-32 old.
- [8] MSZ szabványok
- [9] Dr. Bánhidi László – dr. Kajtár László: Komfortelmélet (Műegyetemi Kiadó, 2000)

Szerkesztette:

Vigh Gellért

Lindab Kft. Ventiláció üzletág

Szerző:

„A” rész

dr. Magyar Tamás

egyetemi adjunktus

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

I. Épületgépészeti Tanszék

„B” rész

Vigh Gellért

Lindab Kft. Ventiláció üzletág

CADvent tervezői tanácsadó



## **Jegyzetek:**

# ITline

## Épületgépészeti tervező szoftver

A rajzolástól a dokumentálásig minden egyetlen programmal!

**CADvent - légtechnikai hálózatok**

**DIMcomfort - anemosztátok kiválasztása**

**DIMsilencer - hangcsillapítók kiválasztása**

Internetről letölthető!



Tanfolyamok folyamatosan!

E-mail: [cadvent@lindab.hu](mailto:cadvent@lindab.hu)

Honlap: [www.lindab.hu](http://www.lindab.hu)



Lindab Kft. Ventiláció üzletág  
2051 Biatorbágy, Állomás u. 1/A  
Tel: 06-23-531-100  
Fax: 06-23-311-878  
E-mail: info.vent@lindab.hu



[www.lindab.hu](http://www.lindab.hu)