



Légtechnikai rendszerek

Új szabványok, légtömörség, légtömörségi mérés

Vigh Gellért

Okl. gépészmérnök



Előadás tematika

- Légcsatorna szabványok (alak, légtömörség, gyártási méretek) MSZ EN 1505, MSZ EN 1507
- Légtömörégi osztályok (MSZ EN 12237, MSZ EN 1506, új légtömörégi szabvány)
- 7/2006 TNM rendelet vonatkozó részei
- Négyzet és kör keresztmetszetű légcsatorna (előnyök, hátrányok)
- Légtömörégi mérés menete, alkalmazott szabványok



2030-as célok az Európai Unióban

Fő célok 2030-ig (bázisév 1990):

- Legalább **40 %-kal kisebb kibocsátás üvegházhatású gázok esetén**
- Legalább **32 %-os megújuló energiahányad**
- Legalább **32,5 %-os energiahatékonyság** növekedés

Forrás: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en



Épületek energiahatékonysága

2010/31/EU épületenergetikai irányelv módosított változata szerint:

- 2021-től minden új épület energiateljesítménye csak „közel nulla” lehet.
- 2012/27/EC energiahatékonysági irányelv alapján a központi tulajdonban lévő állami épületek nettó alapterületének 3%-át minden tagállamban évente fel kell újítani.

Az Európai unióban az energiatermelés 40 %-a az épületekben történik.

- Hőszigetelés.
- Korszerű, energiahatékony berendezések.
- Hővisszanyerős szellőztetés

Forrás: Mérnök újság 2014. március



Légcsatorna hálózatok kapcsolódó szabványok, rendeletek



Szabványok – légcsatorna méretek, légtömörség

	Méretek	Szivárgás
	MSZ EN 1506	MSZ EN 12237 (MSZ EN 16798-3)
	MSZ EN 1505	MSZ EN 1507 (MSZ EN 16798-3)
	MSZ EN 13180	MSZ EN 13180 (MSZ EN 16798-3)
	MSZ EN 13403	MSZ EN 13403 (MSZ EN 16798-3)



Légcsatorna szabványok

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 1506: Épületek szellőztetése. Fémlemezes, kör keresztmetszetű légvezetékek és légvezeték-szerelvények. Méretek
- MSZ EN 1505: Épületek szellőztetése. Fémlemezes, téglalap keresztmetszetű légvezetékek és légvezeték-szerelvények. Méretek
- MSZ EN 13180: Épületek szellőztetése. Légvezetés. Hajlékony légvezetékek méretei és mechanikai követelményei
- MSZ EN 13403: Épületek szellőztetése. Nemfémes csatornák. Szigetelőlapokkal burkolt légvezetékek

Hő- és füstelvezetés szabványok

- MSZ EN 1366-9: Épületgépészeti berendezések tűzállósági vizsgálata. 9. rész: Önálló tűzszakaszok füstelvezető csatornái

Karbantarthatóság

- MSZ EN 12097: Épületek szellőztetése. Légcsatornák. A légcsatorna részegységeinek követelményei a légcsatornarendszer karbantarthatóságának könnyítésére



Légcsatorna nyomásosztályok

DIN 24190 szabvány (már nem érvényes!) Helyette használjuk az MSZ EN 1505 szabványt!

Osztályok:

- 1/4 nyomásosztály, azaz + 1000 és -630 Pa között
- 2/5 nyomásosztály, azaz +2500 és -1000 Pa között
- 3/6 nyomásosztály, azaz +6300 és -2500 Pa között

Osztályok	1	2	3	4	5	6
	korcolt	korcolt vagy hegesztett	hegesztett	korcolt	korcolt vagy hegesztett	hegesztett
Nyomás (Pa)	+1000	+2500	+6300	-630	-1000	-2500



Légcsatorna nyomásosztályok

Légcsatornák megengedett deformációját adja meg az MSZ EN 1505 és 1506 szabvány

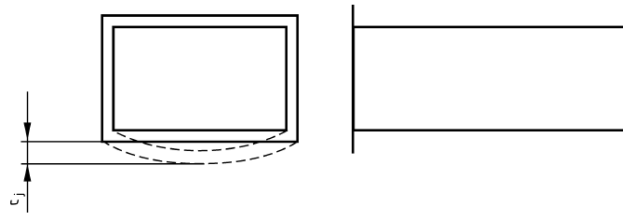


Bild 3 — Durchbiegung einer Verbindung

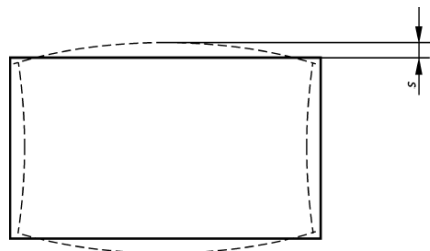
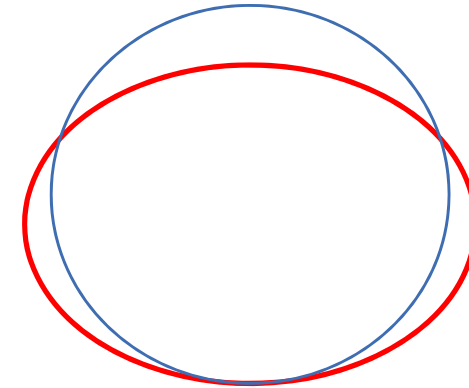
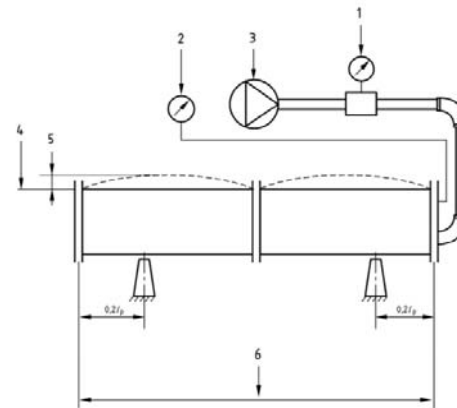


Bild 4 — Ausbeulen oder Eindrücken





Hő- és füstelvezető légcsatorna

Maximális méret szabvány szerint:

Négyszög keresztmetszet: max 1250 x 1000 mm

Kör keresztmetszet: max \varnothing 1000 mm

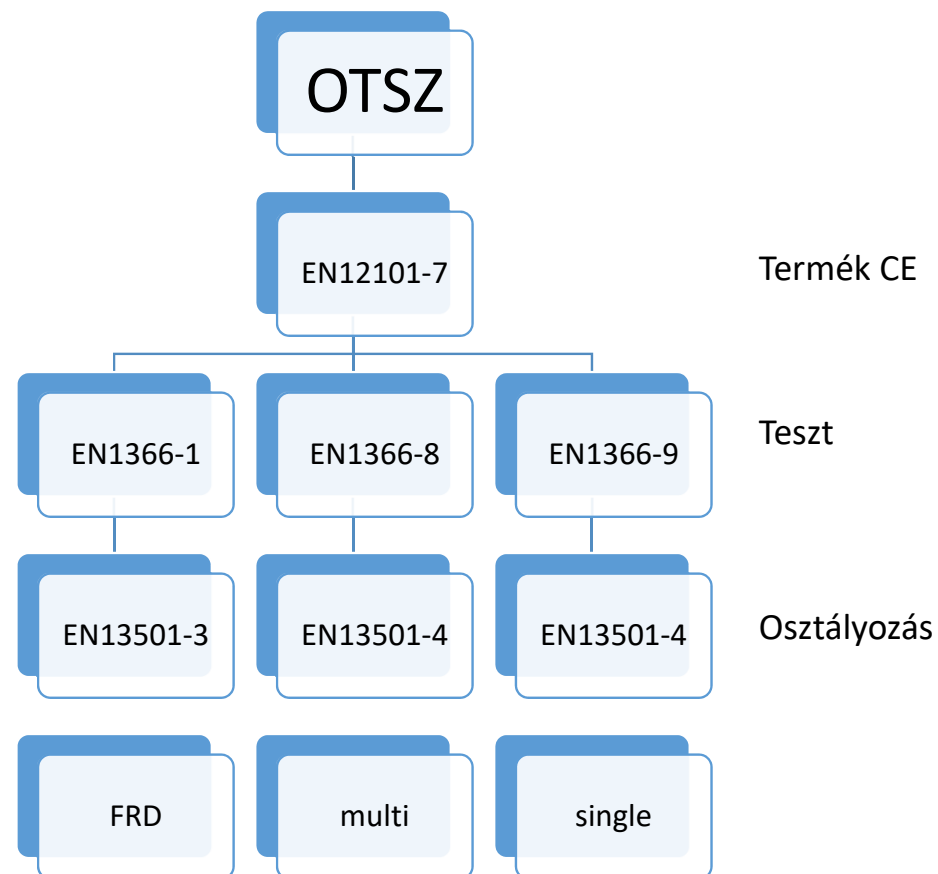
Szabványon kívül nagyobb méret tesztelhető!

Nyomásosztályok:

+500 és -500 Pa között

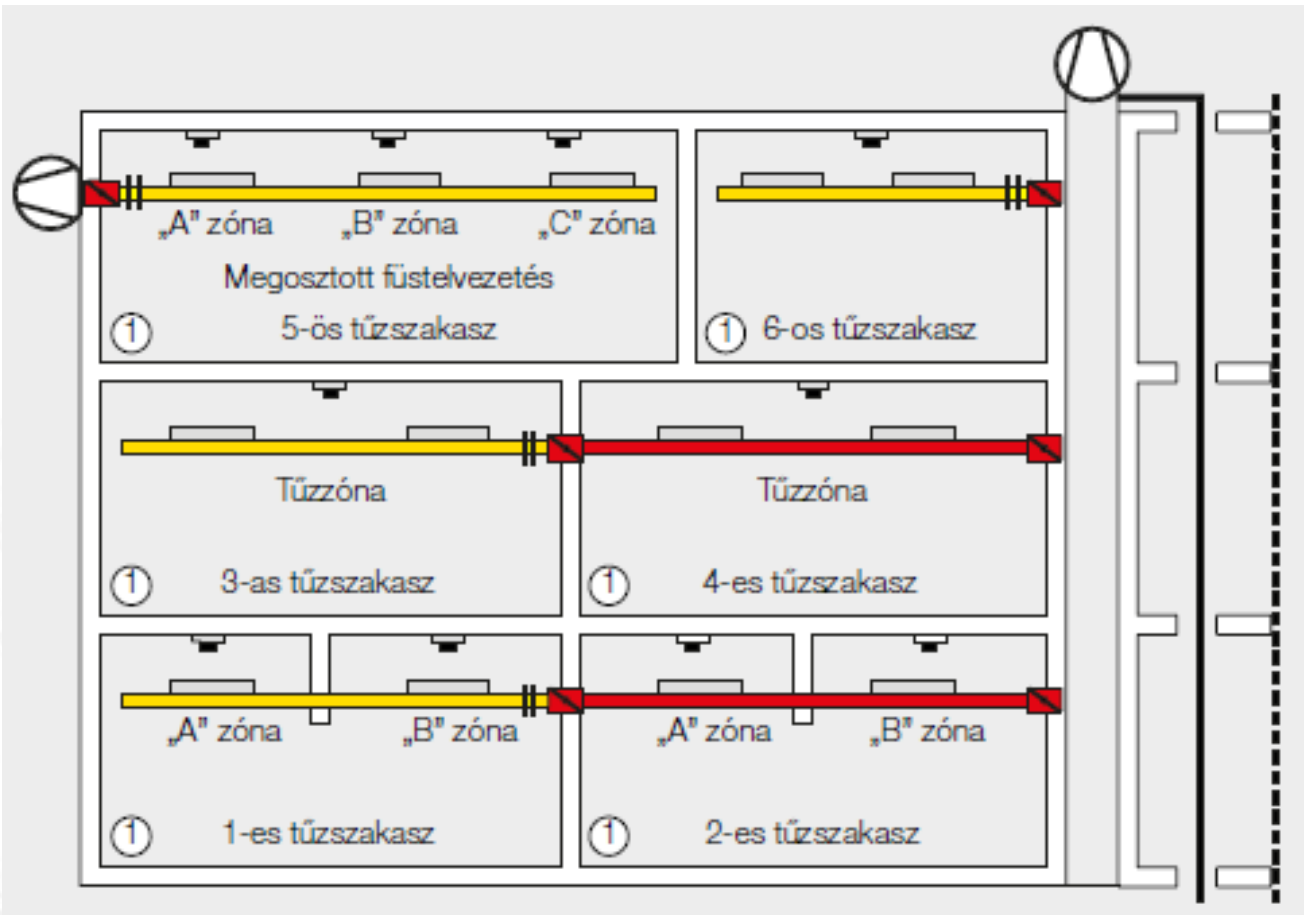
+500 és -1000 Pa között

+500 és -1500 Pa között





Hő- és füstelvezető légcsatorna



■ Önálló tűszakasz: hő- és füstelvezető légcsatorna, tesztelve, E600 120 ($v_e - h_o$)

■ Több tűszakasz: hő- és füstelvezető légcsatorna EI 120S, ($h, v \text{ i} < > o$) tűzállósággal tesztelve, kör vagy négyzetű légcsatorna. Szigetelés szükséges!

① Levegő befűvés

Forrás: Lindab Fire Protect brochure



Tűzvédelmi szabványok

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 12101-7: Füst- és hőszabályozó rendszerek.7. rész: Füstelvezetők
- MSZ EN 1366-1: Épületgépészeti berendezések tűzállósági vizsgálata. 1. rész: Szellőzővezetékek
- MSZ EN 1366-8: Épületgépészeti berendezések tűzállósági vizsgálata. 8. rész: Füstelvezető csővezetékek
- MSZ EN 1366-9: Épületgépészeti berendezések tűzállósági vizsgálata. 9. rész: Önálló tűszakaszok füstelvezető csatornái
- MSZ EN 13501-3: Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 3. rész: Osztályba sorolás az épületgépészeti rendszerekbe beépítendő termékek és elemek tűzállósági vizsgálati eredményeinek felhasználásával: tűzálló szellőzővezetékek és tűzgátló csappantyúk
- MSZ EN 13501-4: Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 4. rész: Osztályba sorolás a füstgátló rendszerek elemei tűzállósági vizsgálati eredményeinek felhasználásával



Hő- és füstelvezető légcsatorna légtömörsége

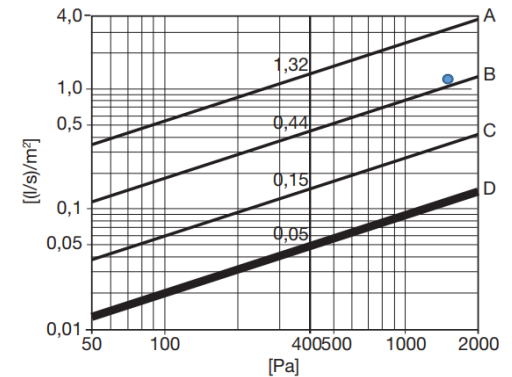
Hő- és füst elleni védelem TvMI 3.3: 2020.01.22

- 78. oldal

- E_{600 120}: integritási követelmény határideje percben (a tüztér hőmérséklete nem lépi túl a 600°C-ot);
- h₀: a vizsgált próbatest konfigurációja (h₀: vízszintes kialakítás);
- v_e: a vizsgált próbatest konfigurációja (v_e: függőleges kialakítás)
- S: füsttömörség (a csatorna belső felületének szivárgási sebessége óránként és négyzetméterenként nem érheti el az 5 m³-t); S hiányában ez az érték legfeljebb 10 m³ lehet, de ilyen légcsatorna Magyarországon nem használható hő- és füstelvezetésre);
- 500 vagy 1000 vagy 1500: a vizsgálat során alkalmazott depresszió mértéke (Pa) a próbatesten belül;
- egy (single): a csatorna kizárólag egy tűzszakaszon belül alkalmazható.

Megjegyzés:

A szellőző légcsatornák tűzgátló kialakításánál bemutatott (i ↔ o) jelölést nem használják, mert a tűzhatás automatikusan kétoldali (a próbatest nyitott a tüztérben és a csatorna tüztéren kívüli végén történik a forró gázok elszívása)!





Komfort hálózatok légtömörése



Légtömörséghez kapcsolódó szabványok

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 12599: Épületek szellőztetése. Vizsgálati és mérési módszerek beszerelt szellőztetési és légkondicionálási rendszerek átvételéhez
- MSZ EN 12237: Épületek szellőztetése. Légvezetékek. Kör keresztmetszetű fémvezetékek szilárdsága és tömörsége
- MSZ EN 1507: Épületek szellőztetése. Fémlemezes, négyszögletes keresztmetszetű légvezetékek. Tartóssági és szivárgási követelmények
- MSZ EN 14239: Épületek szellőztetése. Légvezetékek. A légvezetékek felületének mérése
- MSZ EN 16798-3: Épületek energetikai teljesítőképessége. Épületek szellőztetése. 3. rész: Nem lakóépületek szellőztetése. Helyiségek szellőztető- és légkondicionáló rendszereinek teljesítménykövetelményei (M5-1, M5-4 modul) (ÚJ!)
- MSZ EN 13180: Épületek szellőztetése. Légvezetés. Hajlékony légvezetékek méretei és mechanikai követelményei
- MSZ EN 13403: Épületek szellőztetése. Nemfémes csatornák. Szigetelőlapokkal burkolt légvezetékek



Légtömörséghez kapcsolódó szabványok

Korábban és jelenleg alkalmazott légtömörégi jelölések:

Table 19 — Classification of system air tightness class

Air tightness class		Air leakage limit (f_{max}) $m^3 s^{-1} \cdot m^{-2}$
Old	New	
	ATC 7	not classified
	ATC 6	$0,0675 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$
A	ATC 5	$0,027 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$
B	ATC 4	$0,009 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$
C	ATC 3	$0,003 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$
D	ATC 2	$0,001 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$
	ATC 1	$0,00033 \times p_r^{0,65} \times 10^{-3}$

EN12237 és
EN1507
szerint

EN16798-3
szerint

Amennyiben nincs kimérve a rendszer légtömörége, a számításokban az ATC6 osztályt kell alkalmazni!

Forrás: EN16798-3, 19-es táblázat



Légtömörséghez kapcsolódó szabványok

7/2006 (V.24) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

6.4 pont Légszűrőknél légtömörége

A légszűrőknél megengedett maximális levegő veszteségének ajánlott értékei a 4. táblázatból olvashatók ki, de megfelelő műszaki megoldás az MSZ EN 12237 szabvány előírásainak teljesítése is. A légtömöréget a szerelés után a szerelőcégnek kell tanúsítania.

Statikus nyomás[Pa]		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500	1800	2000
Levegő veszteség [l/s m ²] [m ³ /h.m ²]	A osztály	0.54 1.94	0.84 3.04												
	B osztály	0.18 0.65	0.28 1.01	0.37 1.32											
	C osztály	0.06 0.22	0.09 0.34	0.12 0.44	0.15 0.53	0.17 0.61									
	D osztály	0.02 0.07	0.03 0.11	0.04 0.15	0.05 0.18	0.06 0.20	0.06 0.23	0.07 0.25	0.08 0.28	0.08 0.30	0.09 0.32	0.01 0.36	0.12 0.42	0.13 0.47	0.14 0.50

ATC5

ATC4

ATC3

ATC2



Légtömörséghez kapcsolódó szabványok

7/2006 (V.24) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

6.4 pont Légcatornák légtömörége

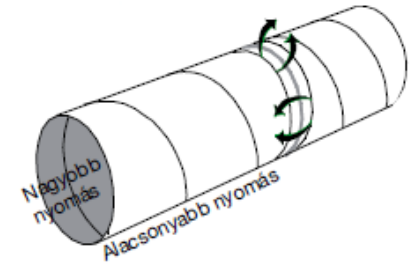
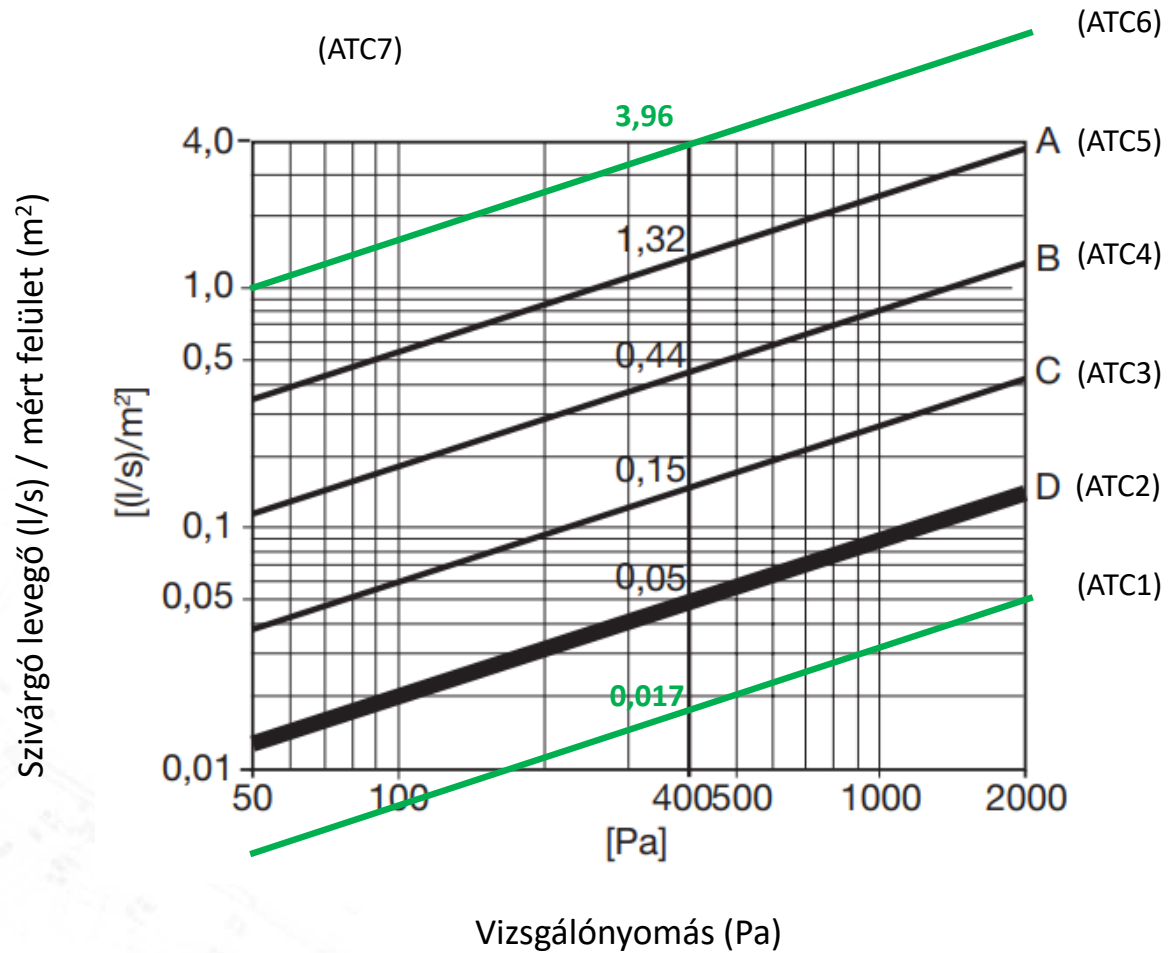
A légcatornák megengedett maximális levegő veszteségének ajánlott értékei a 4. táblázatból olvashatók ki, de megfelelő műszaki megoldás az MSZ EN 12237 szabvány előírásainak teljesítése is. A légtömöréget a szerelés után a szerelő cégnek kell tanúsítania.

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

Légtömörégi osztály	Statikus nyomás határértéke (Pa)		Szivárgási faktor határértéke f_{max} ($m^3/s m^2$)	
	pozitív	negatív		
A	500	500	$0,027 \times \Delta p^{0,65} \times 10^{-3}$	ATC5
B	1000	750	$0,009 \times \Delta p^{0,65} \times 10^{-3}$	ATC4
C	2000	750	$0,003 \times \Delta p^{0,65} \times 10^{-3}$	ATC3
D	2000	750	$0,001 \times \Delta p^{0,65} \times 10^{-3}$	ATC2



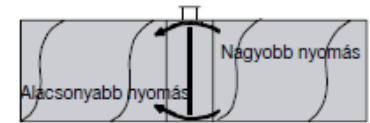
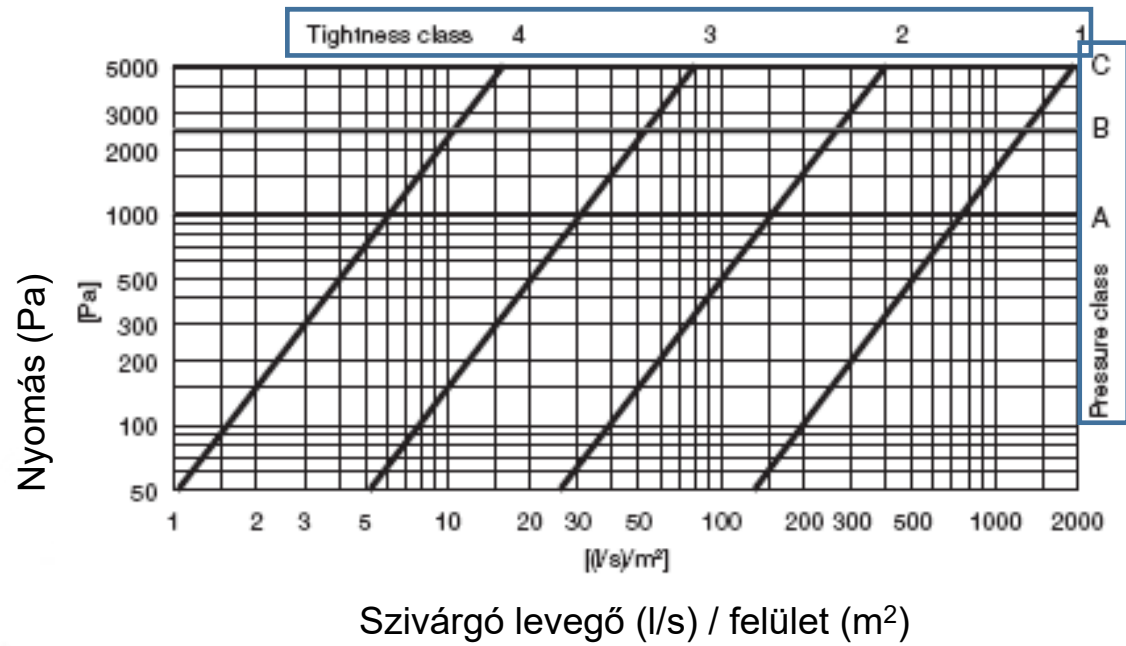
Rendszerek légtömörége



Forrás: Lindab AB



Szabályozók légtömörsege



Forrás: Lindab AB



7/2006 (V.24) TNM rendelet

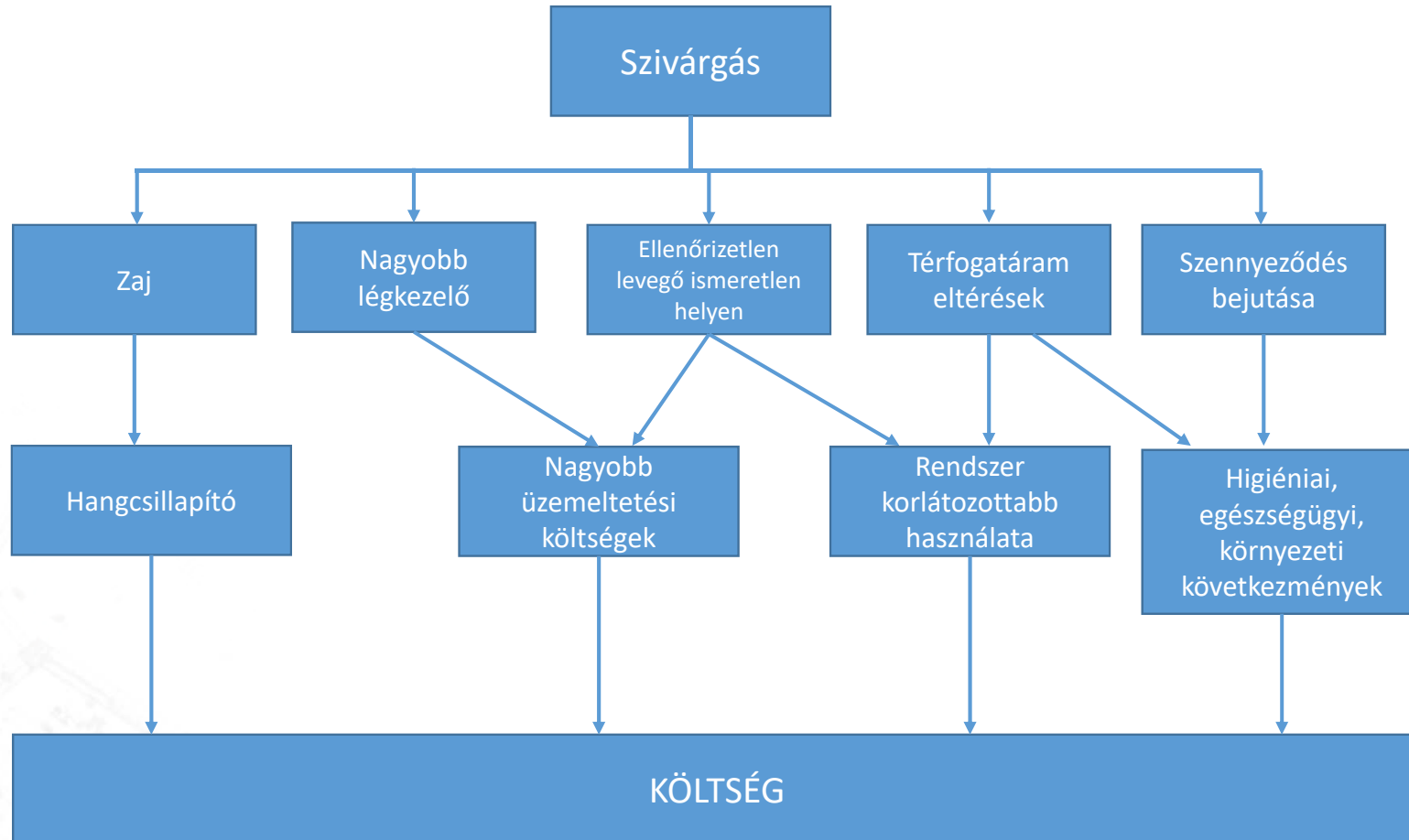
A ventilátor energiafogyasztásának csökkentése érdekében a légtechnikai elemek nyomásvesztését korlátozni kell. A légtechnikai elemek nyomásvesztése akkor megfelelő, ha nem nagyobb, mint a 3. táblázatban megadott érték. Megfelelő megoldás az MSZ EN 13779 szabvány „normál” előírásának teljesítése is. A „normál” kategória előírásánál nagyobb nyomásvesztésű elem is beépíthető, de ebben az esetben más légtechnikai elem(ek) nyomásvesztésének csökkentésével kell kompenzálni az eltérést.

3. táblázat: Légtechnikai elemek megengedett nyomásvesztése

Légtechnikai elem	Nyomásvesztés, Pa
Befúvó légesatorna	300
Elszívó légesatorna	200
Fűtő kalorifer	80
Hűtő kalorifer	140
Hővisszanyerő, H3*	150
Hővisszanyerő, H2-H1*	300
Nedvesítő	100
Mosókamra	200
Szűrő F5-F7**	150
Szűrő F8-F9**	250
HEPA szűrő	500
Gáz szűrő	150
Hangsillapító	50
Levegő bemenet, kimenet	50
*H1-H3 osztály az MSZ EN 13053:2006 szabvány alapján	
**Szűrőcsere előtti nyomásesés	



Egymásra hatások





Karbantarthatóság, tisztíthatóság

MSZ EN 12097 szabvány szerint (9. oldal, 4.4):

A légcsatorna rendszeren annyi tisztító fedélnek kell lenni, ami biztosítja, hogy egy szakaszon se legyen több mint:

- egy csőméret változás a legközelebbi tisztító fedélig,
- egy irányváltozás (45 ° felett) a legközelebbi tisztító fedélig,
- 7,5 m légcsatorna a legközelebbi tisztító fedélig.

Megjegyzés: a függőleges légcsatorna szakaszok alsó és felső végén célszerű tisztító nyílásokat kialakítani.

Javasolt tisztítási gyakoriság:

- egészségügyi rendszereknél félévente-évente
- általános komfort rendszereknél kétévente
- OTSZ 98. pont, 196.§ (5) pont

(5) A 14 méternél magasabban lévő legfelső használati szinttel rendelkező lakóépület központi szellőző rendszerét, valamint étterem konyhai szellőző (szagelszívó) rendszerét a gyártó által meghatározott rendszerességgel, annak hiányában lakóépületben 3 évente, étterem rendeltetés estében félévente tisztítani és annak elvégzését írásban igazolni kell.



Karbantarthatóság, tisztíthatóság

Tisztítást, hozzáférést biztosító elemek

- Tisztító sapkák
- Légcsatorna oldalára helyezhető nyílások
- Bontható (tisztítható) anemosztátok
- Nyitható szabályozók





Kör és négyszög keresztmetszetű rendszerek



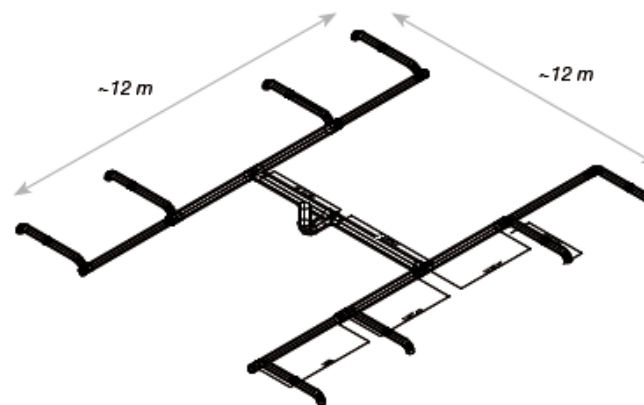
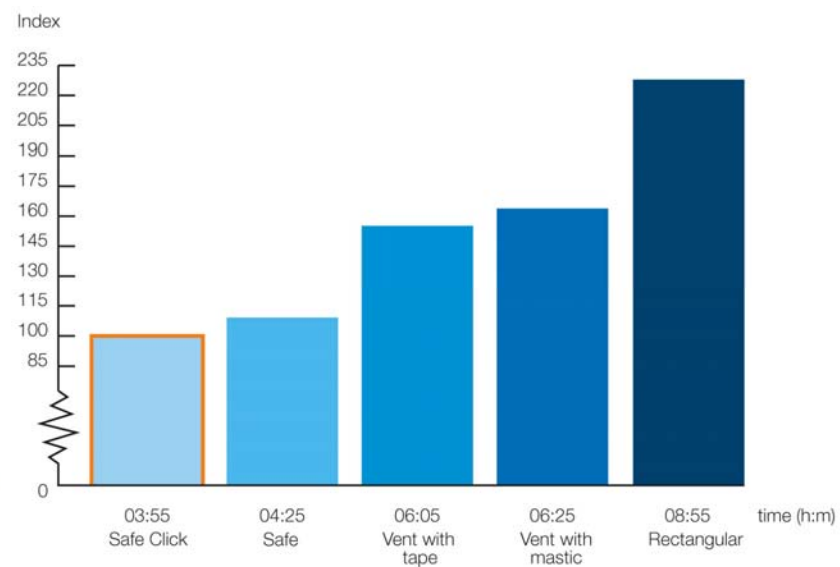
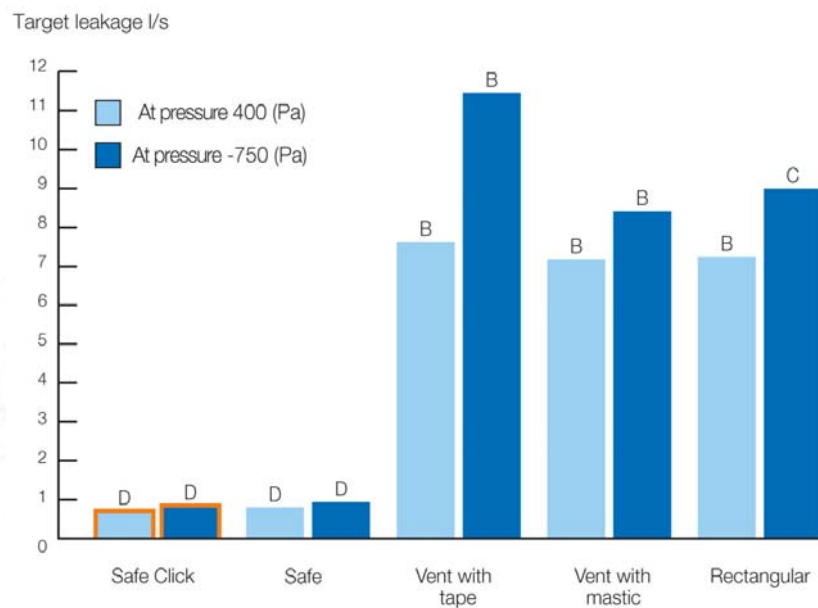
Négyszög vs. kör horganyzott acél légcsatorna

	Négyszög	Kör
Helyszükséglet épületben	+	-
Szállítás	-	+
Légtömörség	-	+
Gyárthatóság	-	+
Ár	-	+
Súly	-	+
Függesztés	-	+
Nyomásesés	-	+



TÜV teszt

Szivárgás és szerelési idő

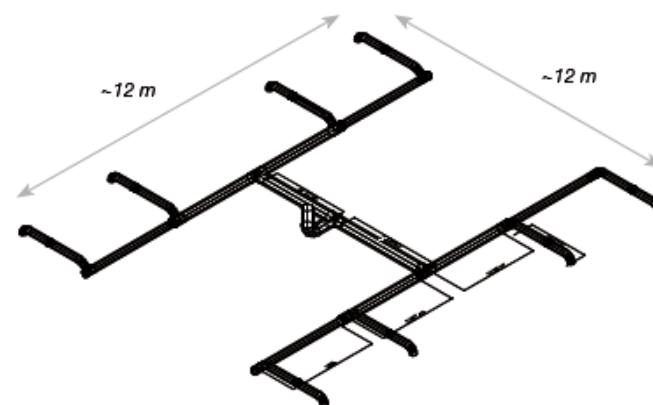
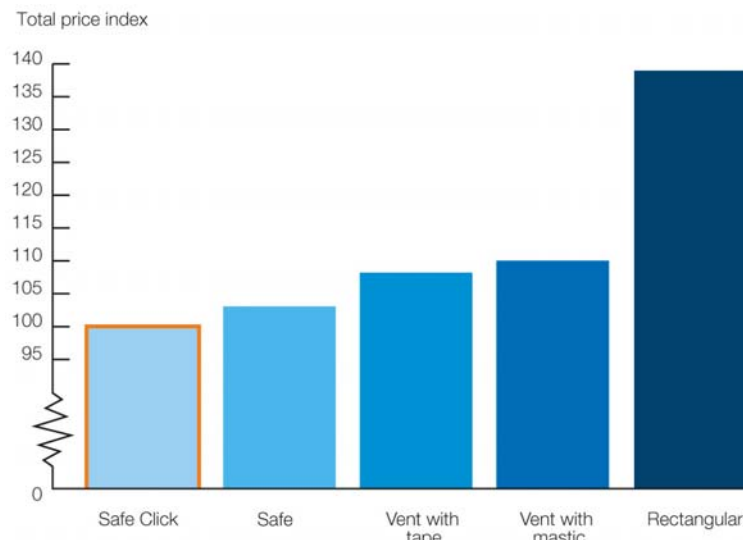
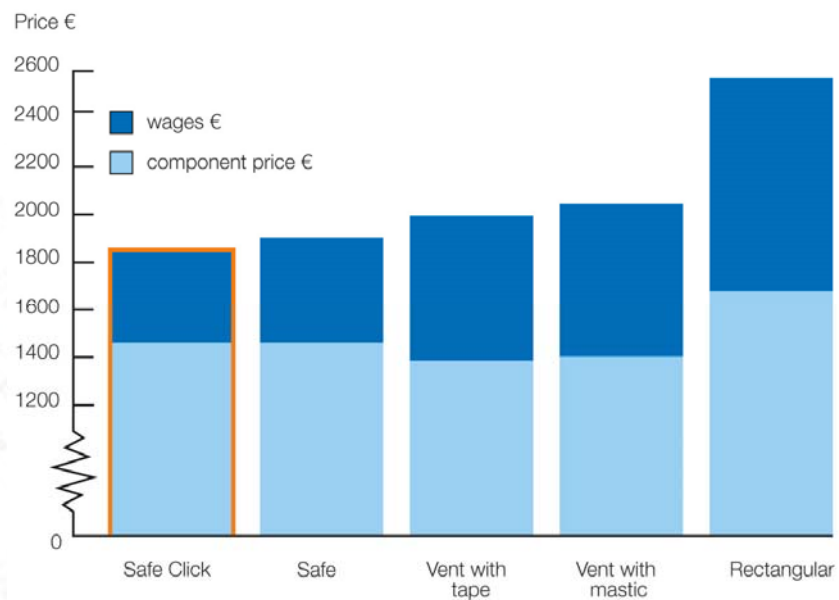


Forrás: TÜV 9986501 számú teszt



TÜV teszt

Költség



Forrás: TÜV 9986501 számú teszt



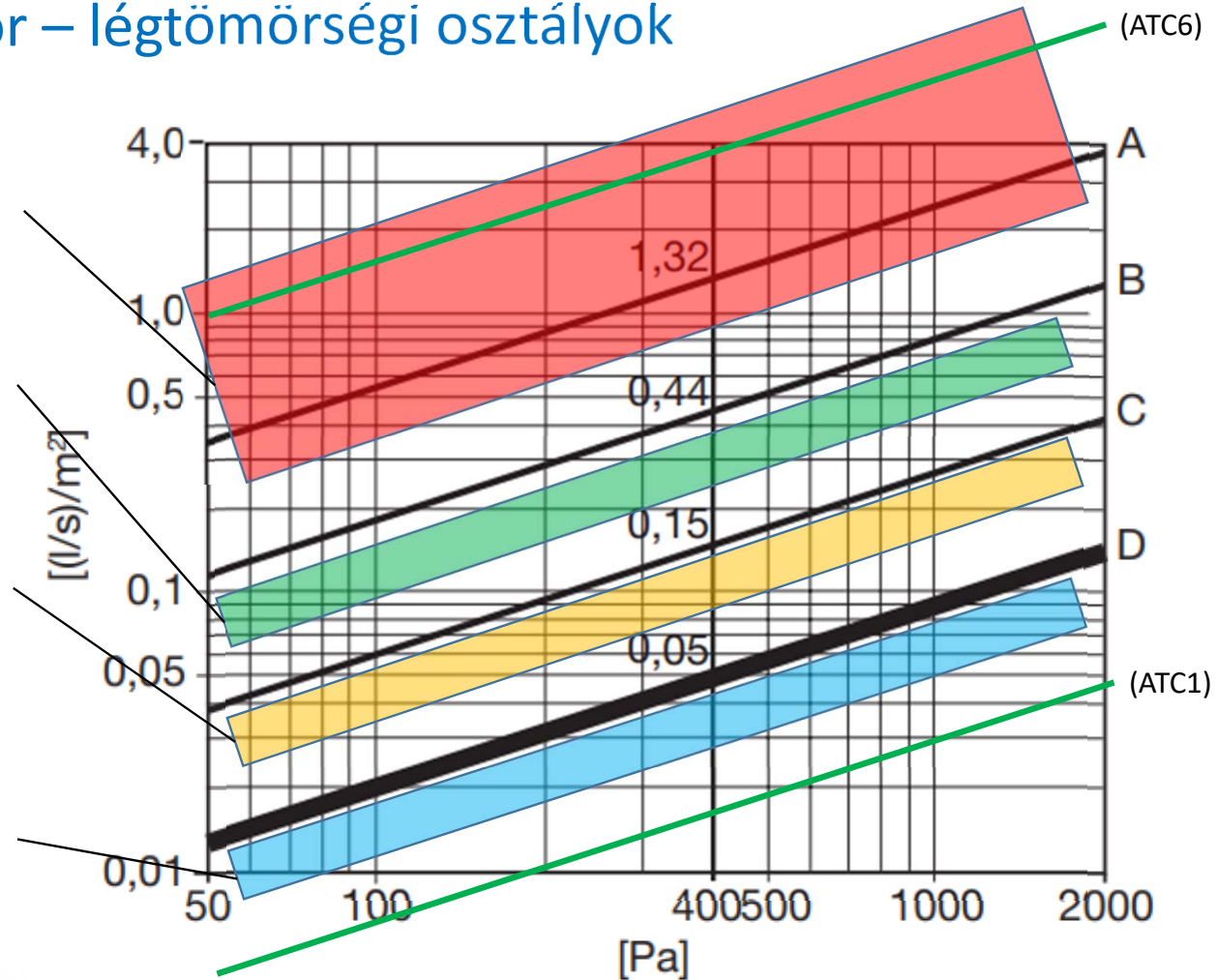
Négyszög vs. kör – légtömörési osztályok

Átlagos rendszer
~15-20%

Emelt légtömörégű
rendszer ~5-8%

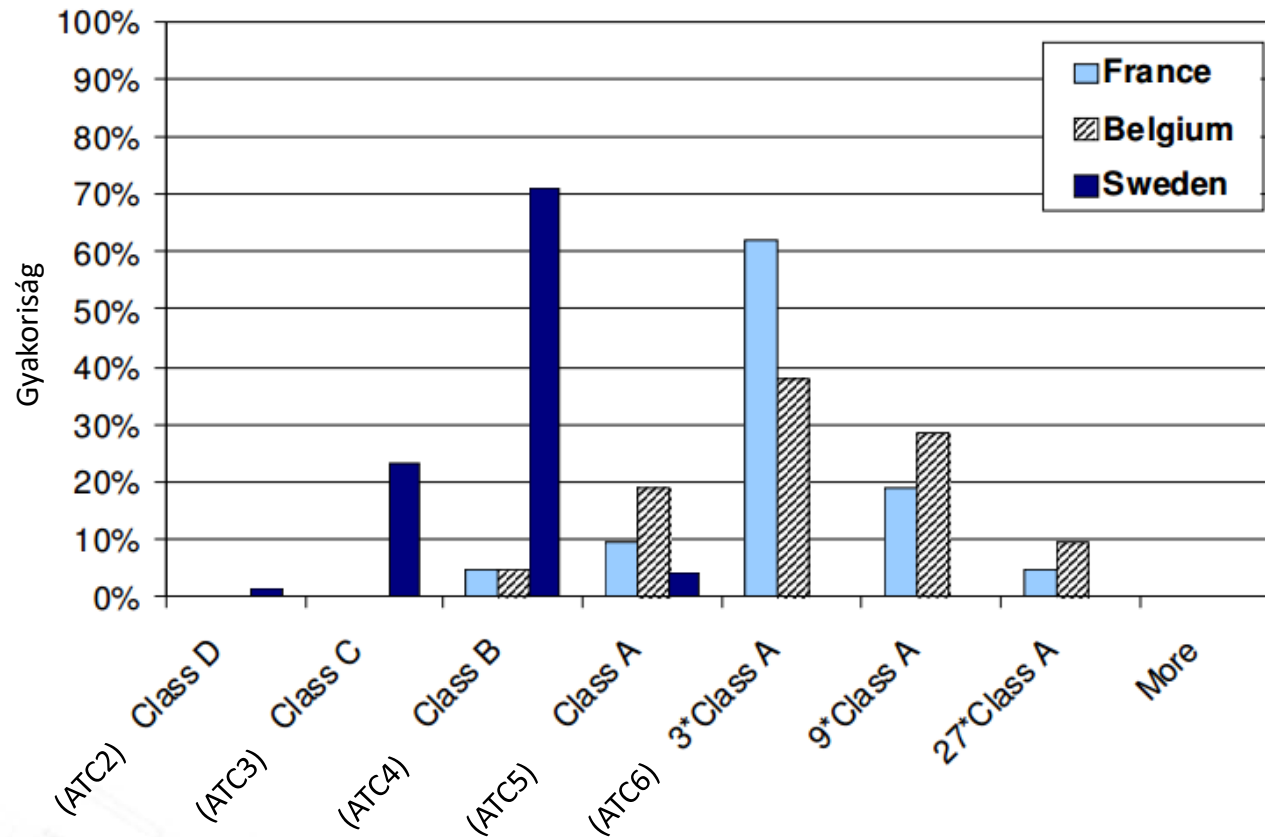
Egyperemű
gumitömítéses kör km-ű
rendszer ~1,5-3%
(pl. Spiro, Vento, Aldes)

Duplaperemű
gumitömítéses kör km-ű
rendszer ~0-1% (pl.
Lindab Safe, Fläkt)





Tesztelt rendszerek



Forrás: <http://tightvent.eu/wp-content/uploads/2012/02/TightVent-book2013-REHVA-TOC1.pdf>
Johnny Andersson (SE)



Négyszög vs. kör – gyártó és kivitelező hatásai

	Négyszög	Kör hagyományos szereléssel	Kör gumitömítéssel
Termék	GY	GY	GY
Tömítés	GY+K	GY+K	GY
Szállítás	K?	K?	K?
Rakodás	K	K	K
Tárolás	K	K	K
Szerelés	K	K	K

GY: gyártó hatása
K: kivitelező hatása



Mire figyeljünk oda jó légtömörségű rendszernél?

Tippek:

- Jó légtömörségű termékekkel dolgozzunk!
- A termékek szállításkor, tároláskor ne sérüljenek!
- Légtömör csavarokat/szegecseket alkalmazzunk!
- Bontott terméket ne alkalmazzunk! (egy-egy elem még furat tömítése után alkalmazható)
- Csavarozáskor ne fúrjuk át a tömítést!

- Legyen képzett szerelő személyzet!
- Használjunk tömegnek megfelelő függesztést!
- Tartsuk be a gyártói utasításokat!



Légtömörségi mérés



Légtömörégi mérés

MSZ EN 12237 és MSZ EN 1507

Légtömörégi mérés:

A mérés célja:

- A mérés célja a kiválasztott rendszerek, rendszer részek légtömörségének vizsgálata.
- A rendszer légtömörése energia megtakarítás, akusztikai problémák és a légtechnikai rendszer szabályozhatósága miatt fontos.

Mérendő felületek:

- Minimum 10 m².
- A rendszer legalább 10 %-a
- Olyan rendszer rész, ahol az L/A arány 1 és 1,5 közötti (ahol „L” a szivárgó illesztések m-ben, „A” a vizsgált szivárgó felület m²-ben).



Légtömörégi mérés menete

A mérés menete

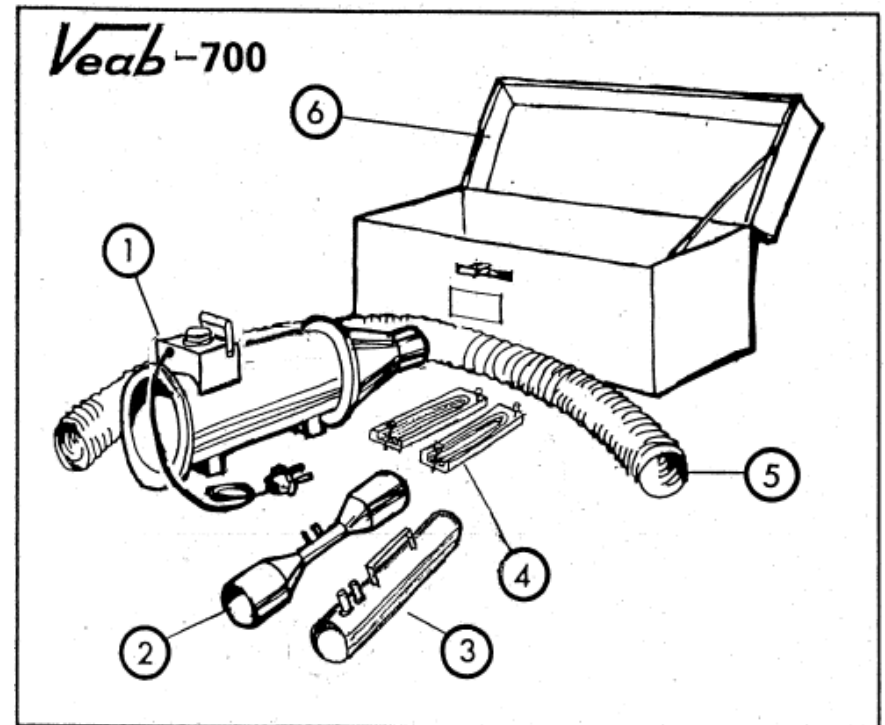
- **A rendszer előkészítése:** a nagy és komplex rendszereket részletekben célszerű mérni. Ahhoz, hogy egy szivárgó rendszeren tesztet tudjunk végrehajtani, a légtömörégi mérést úgy kell elvégezni, hogy a rendszer még felülvizsgálható legyen, pl. a rendszer szigetelése előtt.
- **A légcsatorna hálózat lezárása:** a vizsgált rendszer részt nagyon gondosan el kell határolni a rendszer többi részétől és a környezettől (pl. rácsok, bármilyen nyitott rész).
- **Vizsgálati nyomás megválasztása:** A légcsatorna hálózat nyomását, akár pozitív, akár negatív, a tervezett üzemi nyomásnak megfelelően célszerű megválasztani. A nyomást a szabványok szerinti értéken kell tartani legalább 300 másodpercig



Légtömörégi mérés

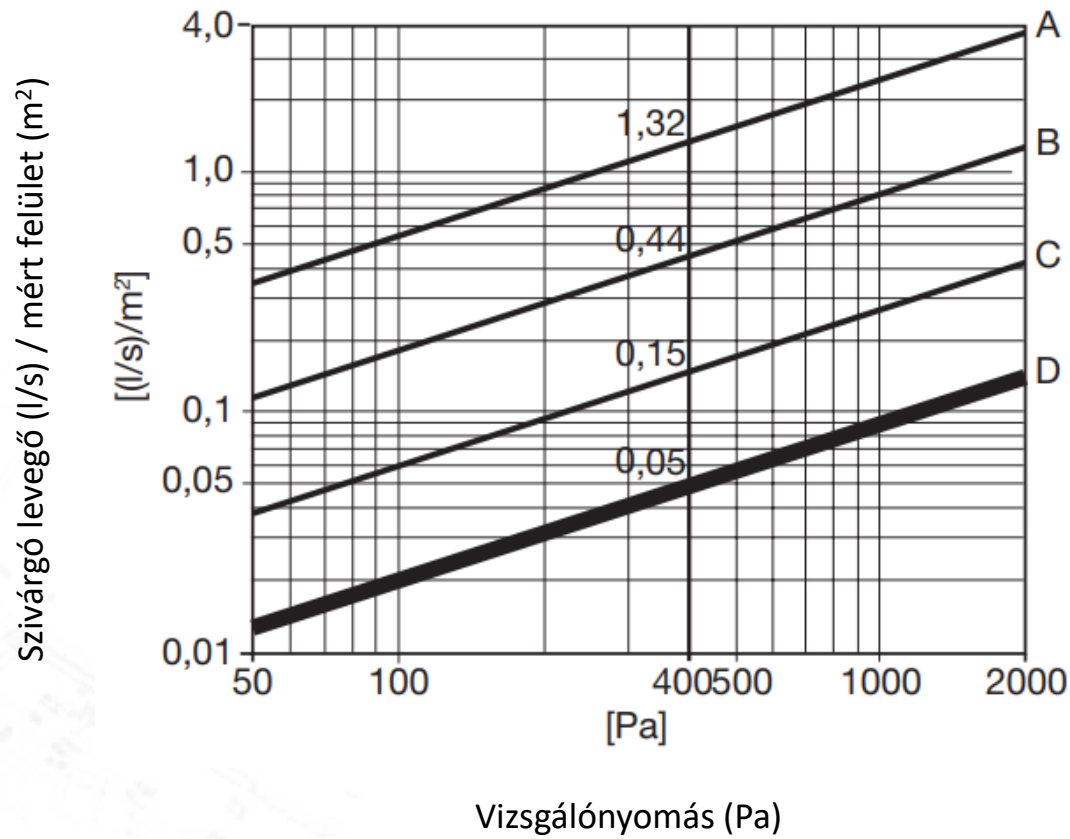
Alkalmazott eszközök:

- Kompakt tömörségmérő vagy
- Ventilátor
- Mérőperem
- Nyomásmérés

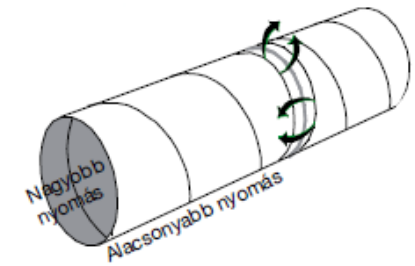




Rendszerek légtömörsége



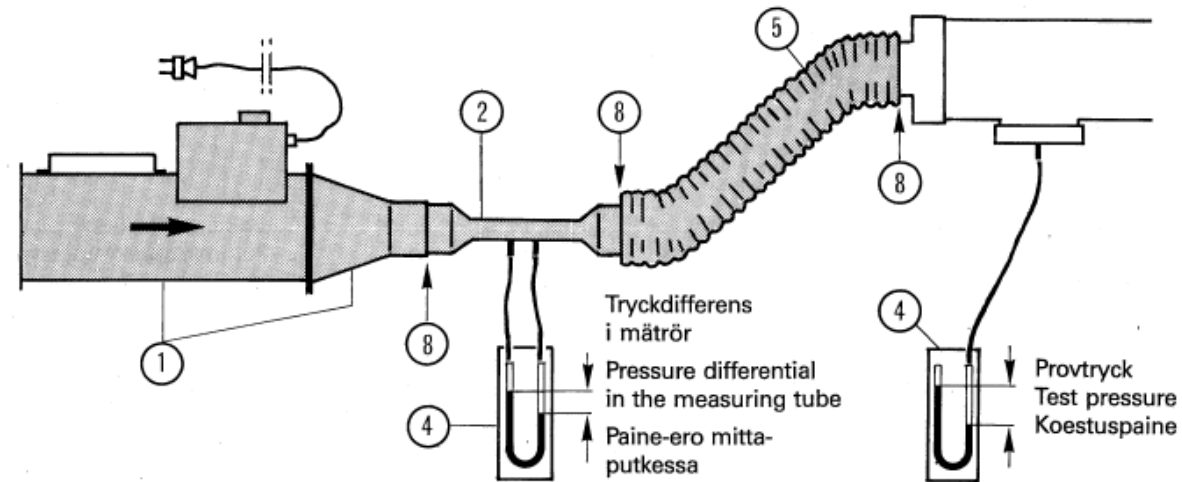
Forrás: Lindab AB





Légtömörségi mérés

Méréshez alkalmazott elemek:



Forrás: VEAB



Légtömörségi mérés

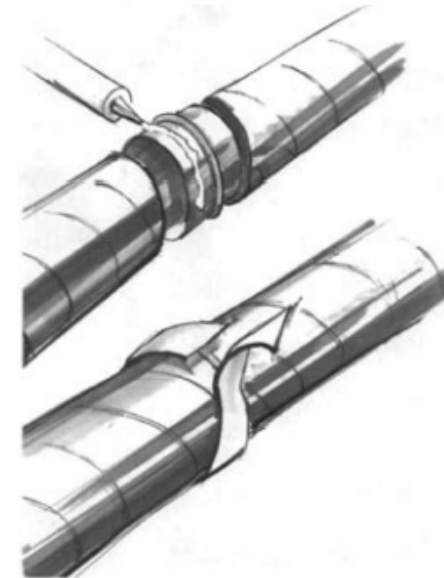
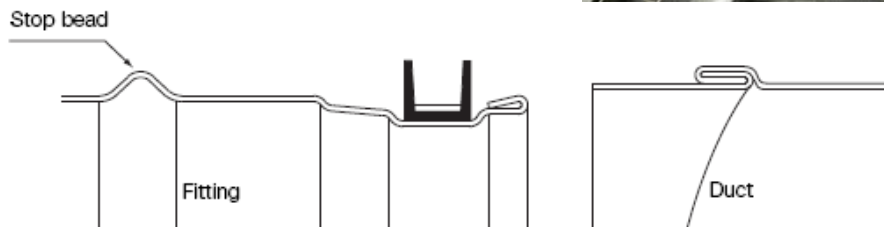
Mérhető felületek:

Statiskt tryck, p_s , i kanalsystem vid provning Static pressure, p_s , in the ducting during testing Kanaviston staattinen paine, p_s , koestuksessa	Maximal provyta, m^2 , för respektive täthetsklass vid varierande provtryck Max. test area, m^2 , for each tightness class at different test pressures Maks. koestusala, m^2 , kutakin tiiviysluokkaa varten koestuspaineiden vaihdellessa					
	Mätrör \varnothing 100 mm Measuring tube, 100 mm dia. Mittaputki \varnothing 100 mm			Mätrör \varnothing 50 mm Measuring tube, 50 mm dia. Mittaputki \varnothing 50 mm		
	Täthetsklass Tightness class Tiiviysluokka			Täthetsklass Tightness class Tiiviysluokka		
	A	B	C	A	B	C
1800 Pa	5	16	50	–	–	17
1600 Pa	16	50	152	6	18	54
1400 Pa	26	79	238	9	27	83
1200 Pa	36	110	331	12	37	112
1000 Pa	50	150	448	16	48	146
800 Pa	64	193	580	21	65	195
600 Pa	84	252	754	28	85	255
400 Pa	119	357	1073	40	120	360
200 Pa	177	533	1600	60	190	580



Tömítések fajtái – kör keresztmetszet

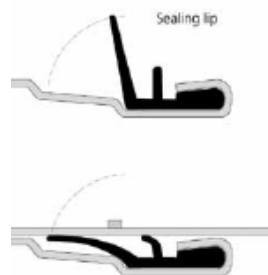
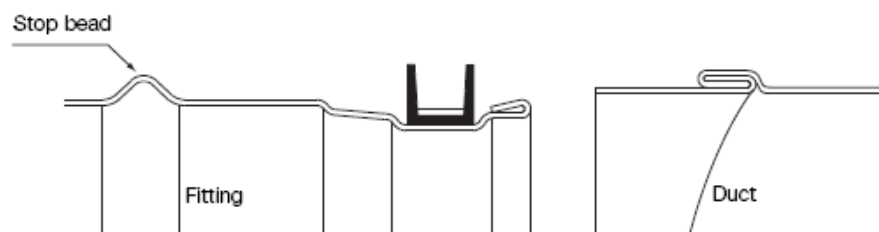
- Alumínium szalag
- Műanyag szalag
- Zsugorfólia
- Sziloplaszt
- EPDM gumitömítés utólag felhelyezve
- EPDM gumitömítés előre felhelyezve





Tömítéssel szembeni követelmények

- Jó tömítés,
- összeszereléskor ne mozogjon,
- hőállóság,
- időjárásállóság,
- öregedésállóság,
- vegyszerekkel szembeni ellenállóság.





Tömítések fajtái – négyszög keresztmetszet

- Tömítő szalag
- Sziloplaszt





Légcsatorna merevítése

- Z merevítés
- Trapéz merevítés

Kiegészítők:

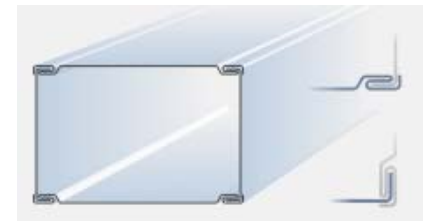
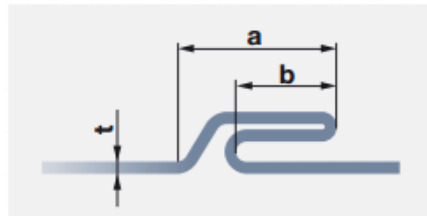
- Kalapmerevítés
- Merevítő rudak



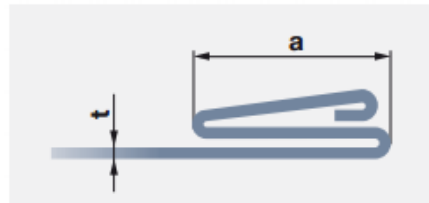


Légcsatorna korcok

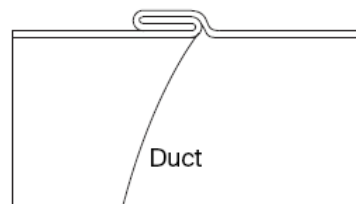
- Pittsburgh korc



- Snaplock korc



- Kör légcsatorna korc

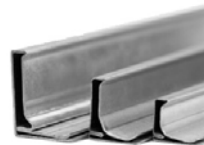


Forrás: RAS http://www.ras-online.de/uploads/media/RAS_SpeedySeamer_d.pdf

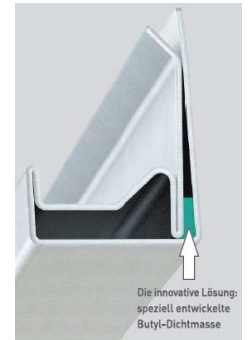


Kötőelemek- négyszög

- MEZ keret + C-kapocs + csavarok



- LS keret + csavarok + sín



Forrás: Gebhardt www.gebhardt-stahl.de



Kritikus pontok

KÖR

- Korc – spirálkorc tömítetlen vagy tömített
- Korc – idomok szegmensei között
- Préselt idomok pont- vagy vonalhegesztése és tömítése
- Kapcsolat az idom és a légcsatorna között (tömítés)

NÉGYSZÖG

- Korc
- Keret és annak tömítése
- Sarokelem és annak tömítése
- Kapcsolat az elemek között (tömítés)



Különböző tömörségi osztályok egy rendszerben

Példa:

- Rendszer nyomása: $\Delta p = 400 \text{ Pa}$
- Rendszer felülete: $A = 1000 \text{ m}^2$

	Szivárgás m^3/h
Tisztán A rendszer	3411
Tisztán B rendszer	1134
Tisztán C rendszer	405
Tisztán D rendszer	126

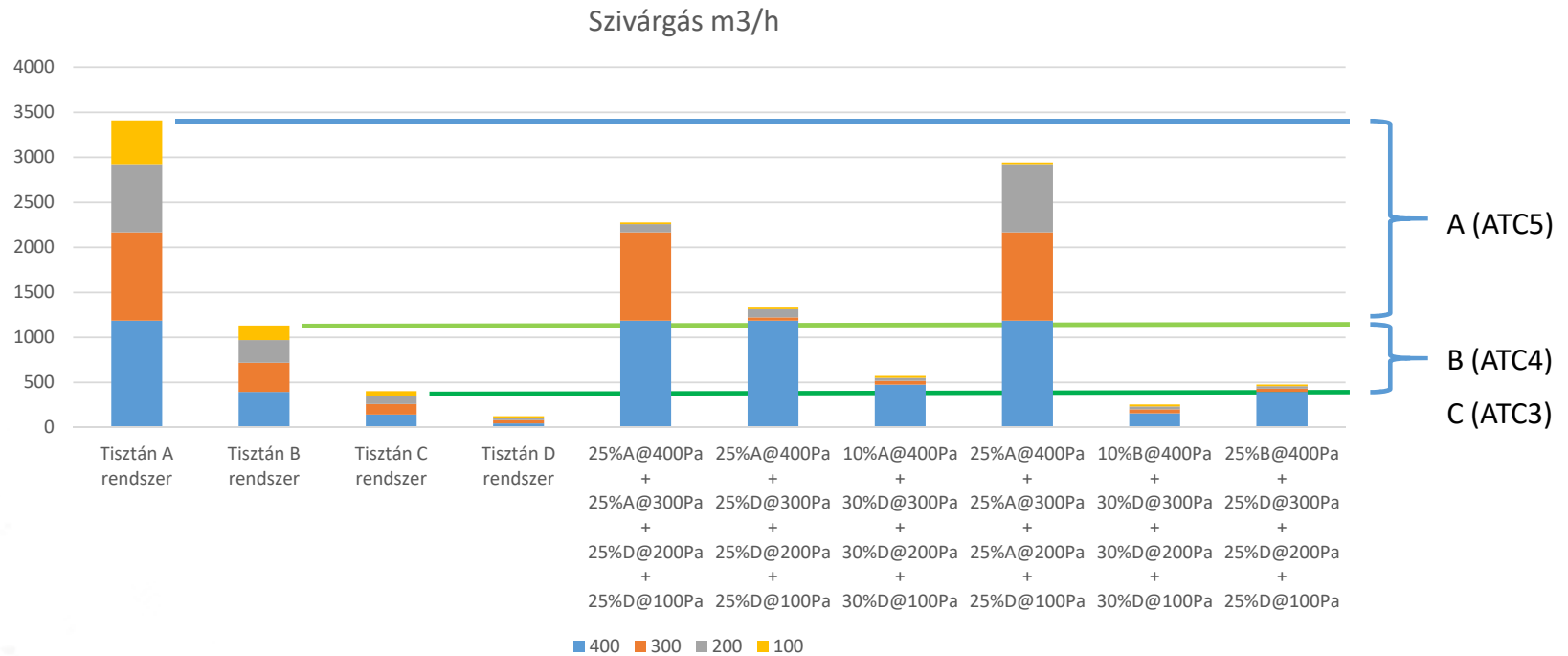
	25% A 400	25% A 400	25% A 400	10% A 400	10% B 400	25% B 400
	25% A 300	25% A 300	25% D 300	30% D 300	30% D 300	25% D 300
	25% A 200	25% D 200	25% D 200	30% D 200	30% D 200	25% D 200
	25% D 100	25% D 100	25% D 100	30% D 100	30% D 100	25% D 100
m^3/h	2943	2277	1332	572	256	477
Osztály	A	A	A	B	C	B

Magyarázat a számításhoz: A tisztán „A”, „B”, „C” vagy „D” rendszereknél a 400, 300, 200 illetve 100 Pa statikus nyomás esetén is 25-25 % felülettel számoltam.

A jobb oldali táblázatban: 25%A400 jelentése: A teljes rendszer felületének 25 %-a tartozik az „A” tömörségi osztályba, melyben 400 Pa a statikus nyomás.



Különböző tömörségi osztályok egy rendszerben



Magyarázat a számításhoz: A tisztán „A”, „B”, „C” vagy „D” rendszereknél a 400, 300, 200 illetve 100 Pa statikus nyomás esetén is 25-25 % felülettel számoltam.

A jobb oldali táblázatban: 25%A400 jelentése: A teljes rendszer felületének 25 %-a tartozik az „A” tömörségi osztályba, melyben 400 Pa a statikus nyomás.



Források

- Tightvent.eu
- Szabványok: MSZ EN 12237, MSZ EN 1507, MSZ EN 13779, MSZ EN 12097, MSZ EN 16798-3
- www.lindab.com (SE)
- www.spiro.ch (CH)
- Veab AB (SE)
- Actual norms for ventilation systems (Jan Behrens, DE)
- Energy efficiency in ventilation systems Előadás (2012, Jan Behrens, DE)
- TÜV Rheinland 9986501 számú légcsatorna teszt (DE)
- Energieeinsparung in und mit Luftleitungssystemen (2012, Jürgen Luft, DE)

Hasznos források

- Rehva Guidebook No8: Cleanliness of ventilation systems
- Rehva Guidebook No9: Hygiene requirement for ventilation and air-conditioning
- Indoor Air – The Silent Killer



Kérdések?



Köszönöm a figyelmet!