



Anemosztátok, légvezetési rendszerek

Szabványok, TNM rendelet, DCV

Vigh Gellért

Okl. gépészmérnök



Előadás tematika

- Légvezetési rendszerek, alkalmazási határok,
- 7/2006 TNM rendelet vonatkozó részei, MSZ CR 1752,
- Tartózkodási zóna, MSZ EN 16798 vonatkozó részei,
- DCV alkalmazása.
- Kiválasztáskor felmerülő kérdések



Légvezetési rendszerek

Mi a légvezetési rendszer (angolul: air distribution system)?

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

Attól függetlenül, hogy melyik LVR-t használjuk, a következő jellemzők közösek:

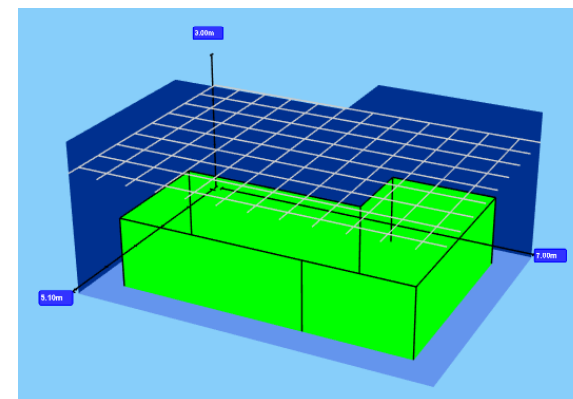
- Hőterhelést, nedvességet, szennyezett levegőt távolít el.
- A befúvásnak a lehető leghatékonyabbnak kell lennie azért, hogy a levegő a lehető legfrissebb legyen a tartózkodási zónában.
- A szennyezőanyagok koncentrációja és a hőmérséklet gradiens megfelelő legyen huzatmentesen.



Légvezetési rendszerek

Tartózkodási zóna – MSZ EN 13779 szabvány (új szabvány, MSZ EN 16798-3)

Felülettől való távolság	Tipikus tartomány (m)	Jellemző érték (m)
Padló (alsó)	0 - 0,2	0,05
Padló (felső)	1,3 - 2	1,8
Külső ablak	0,5 - 1,5	1
Külső fal	0,15 - 0,75	0,5
Belső fal	0,15 - 0,75	0,5



Forrás: EN 13779, www.lindqst.com



Légvezetési rendszerek

Keveredéses

Elárasztásos

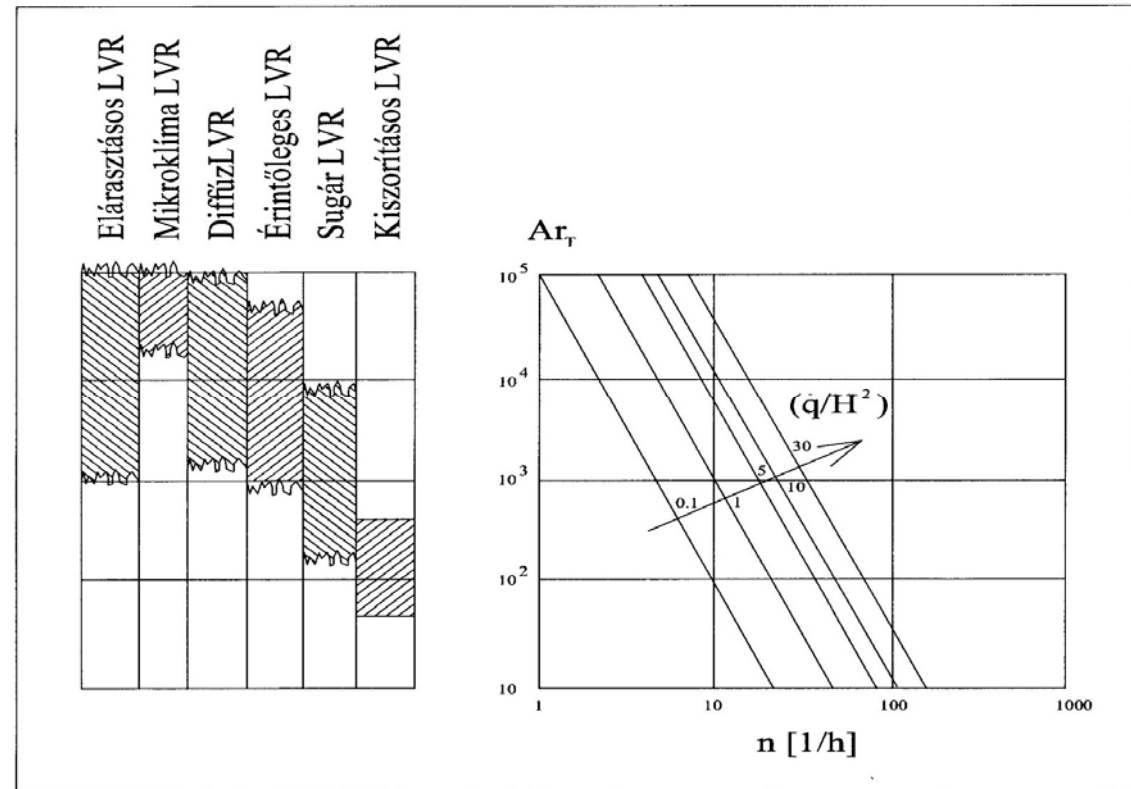
Kiszorításos

Érintőleges

Diffúz

Sugár

Mikroklíma

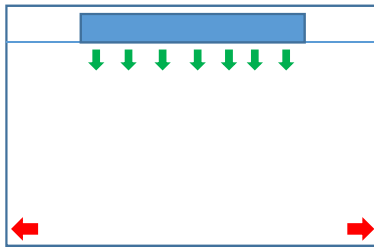


Forrás: BME Légtechnika jegyzet

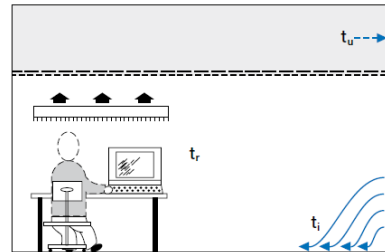


Légvezetési rendszerek

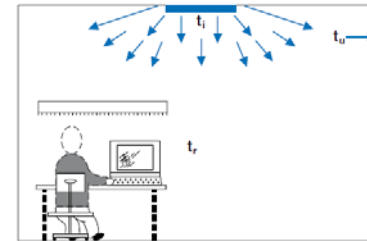
Kiszorításos



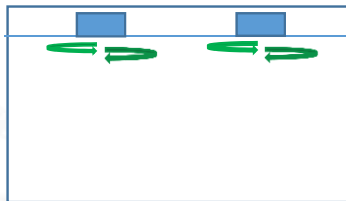
Elárasztásos



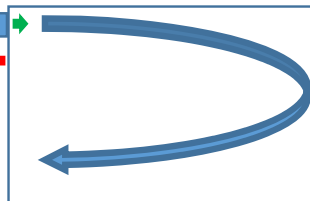
Kis légbességű



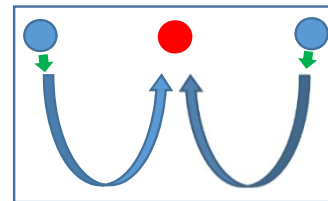
Diffúz



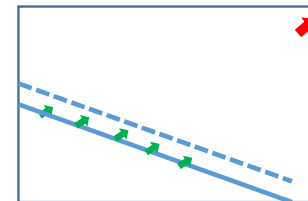
Érintőleges



Sugár



Mikroklíma

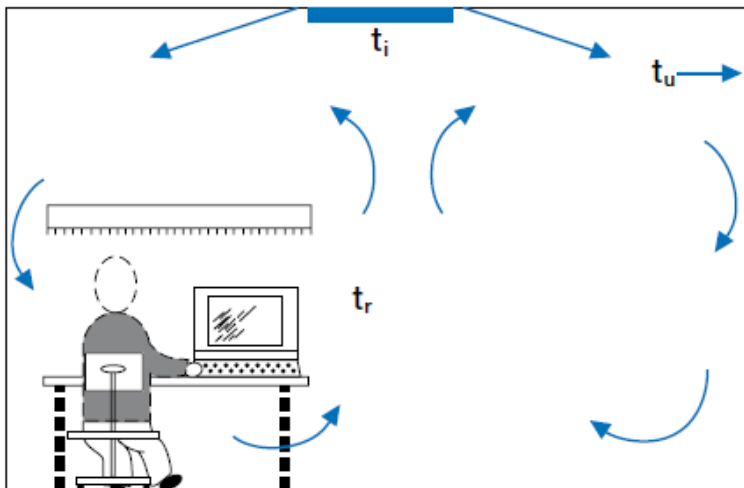


Forrás: Lindab



Légvezetési rendszerek

Keveredésses szellőztetés



Forrás: Lindab Comfort katalógus, Elmélet fejezet

Keveredésses szellőztetés

Alkalmazás: széleskörű

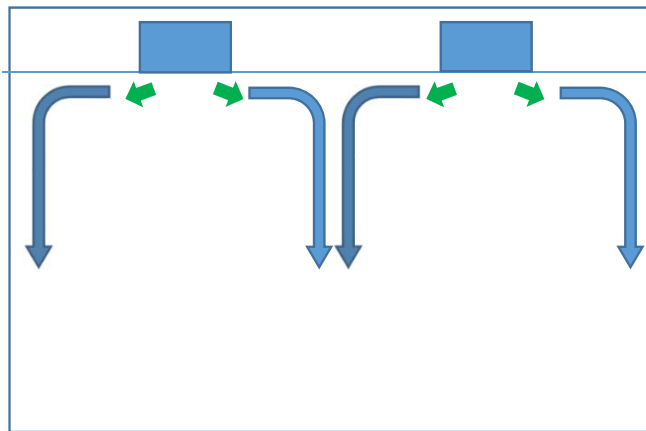
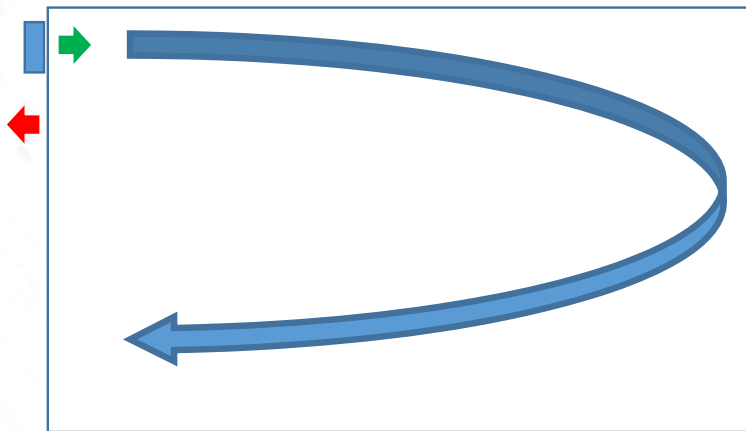
Elhelyezés: mennyezetén vagy oldalfalon

- + Használható hűtésre és fűtésre,
 - + a nagy indukció lehetővé teszi jelentősen hűtött levegő befűtését,
 - + közel azonos hőmérséklet és levegőminőség az egész helyiségben, azaz kis hőmérséklet és koncentráció-gradiens,
 - + rugalmasság a befűvők elhelyezésében,
 - + nem csökken a kihasználható terület.
- fennáll a rövidre zárás veszélye, különösen a fűtésnél,
 - nagyobb energiaszükséglet hűtéshez,
 - huzat veszélye nagy hűtőhatás esetén.



Légvezetési rendszerek

Keveredésszellőztetés – Érintőleges LVR



- Kis belmagasság esetén (nincs álmennyezetre lehetőség)
- Kényes a rövidzárra

Befúvó típusok:

- Fali befúvó
- Rács
- Résbefúvó



Légvezetési rendszerek

Keveredésszellőztetés – Érintőleges LVR – Befúvó típusok

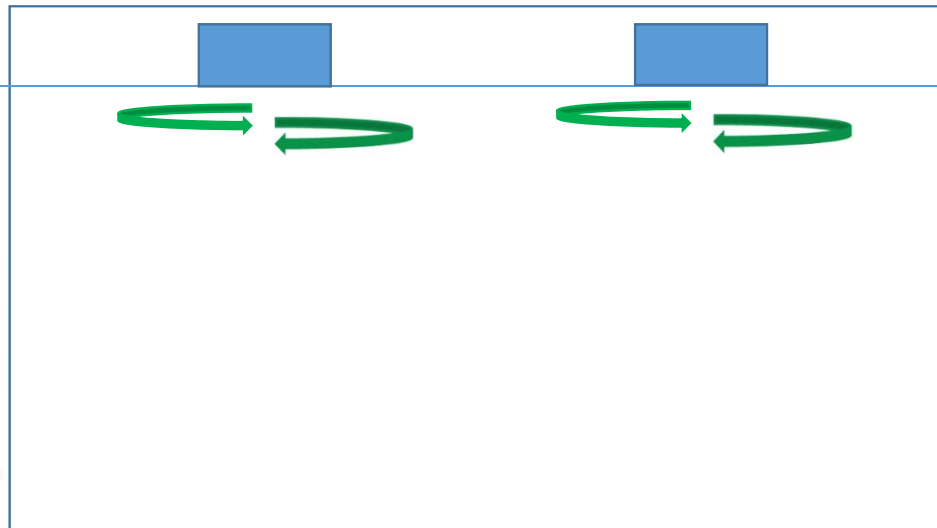


Forrás: Lindab, Schako, Trox



Légvezetési rendszerek

Keveredésszellőztetés – Diffúz LVR



- Nagy indukció,
- nagy hőmérséklet és sebesség leépülés,
- kényes a rövidzárra.

Alkalmazás:

- 3-3,5 m belmagasságig
- Nagyobb belmagasság esetén csak állítható típussal

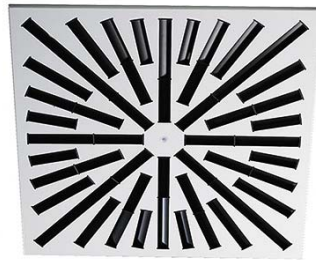
Befúvó típusok:

- Rotációs (perdületes) befúvó



Légvezetési rendszerek

Keveredékes szellőztetés – Diffúz LVR – Befúvó típusok

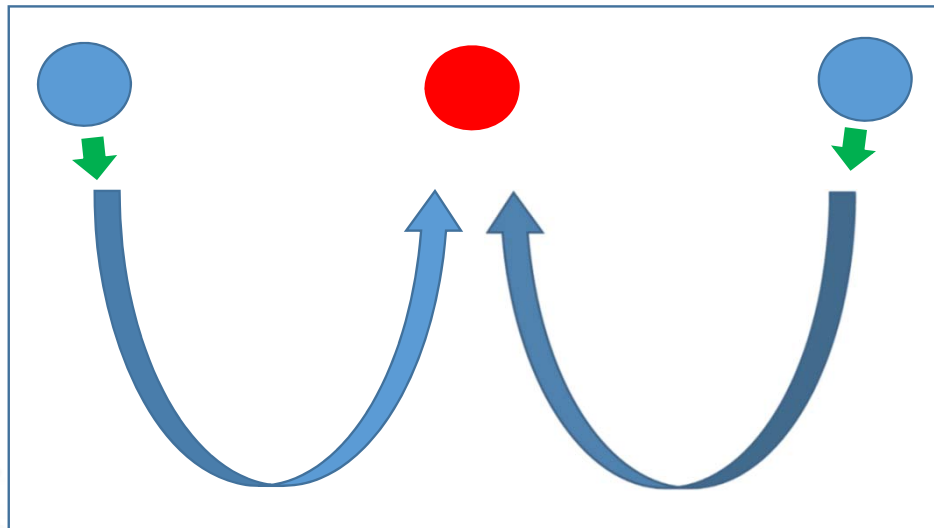


Forrás: Lindab, Schako, Trox



Légvezetési rendszerek

Keveredésezés szellőztetés – Sugár LVR



- Nagy belmagasság esetén
- Nem alkalmas azonos beállítással hűtésre, fűtésre és szellőzésre is

Alkalmazás:

- ipari csarnok
- tornaterem

Befúvó típusok:

- sugárfúvóka
- rács



Légvezetési rendszerek

Keveredésezés szellőztetés – Sugár LVR – Befúvó típusok

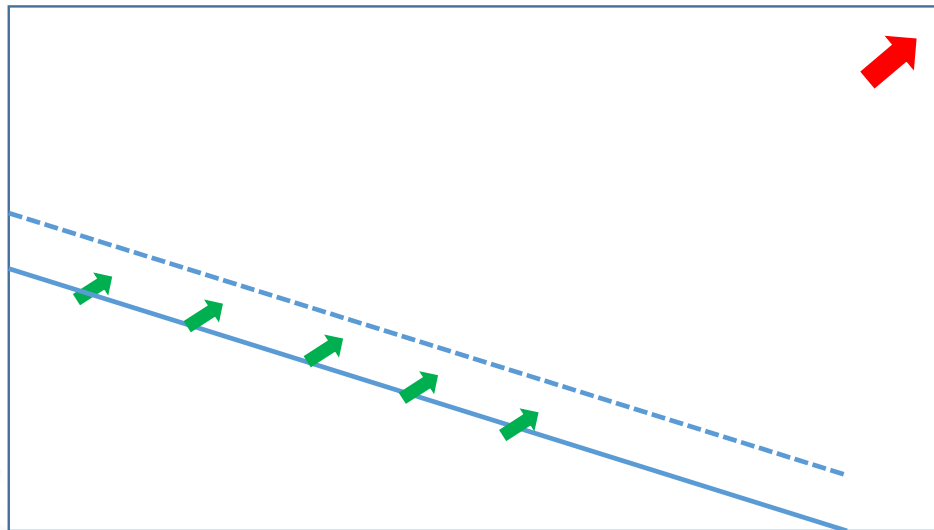


Forrás: Lindab, Schako



Légvezetési rendszerek

Keveredésszellőztetés – Mikroklíma LVR



- A helyiség nagy részében a légállapot (hőmérséklet, szennyezőanyag koncentráció) kevésbé lényeges

Alkalmazás:

- Előadóterem
- Színház
- Mozi

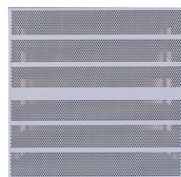
Befúvó típusok:

- kis légsebességű befúvó
- padlóbefúvó



Légvezetési rendszerek

Keveredésszellőztetés – Mikroklíma LVR – Befúvó típusok

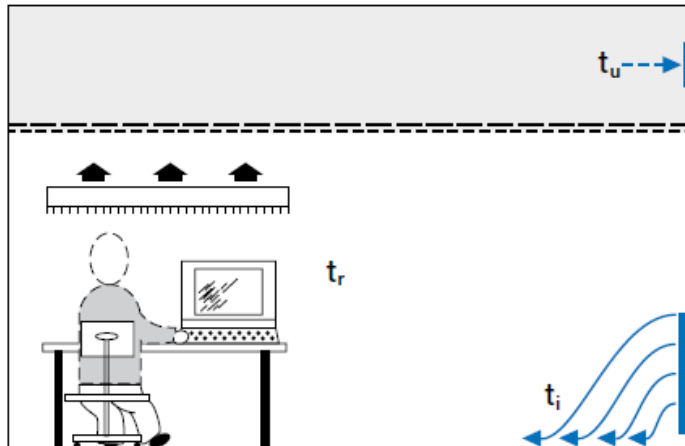


Forrás: Lindab, Schako, Trox



Légvezetési rendszerek

Eláraztásos szellőztetés



Forrás: Lindab Comfort katalógus, Elmélet fejezet

Eláraztásos szellőztetés

Alkalmazás : étterem, előadóterem, ipari csarnok

Elhelyezés: oldalfalon padlóhoz közel,
(ipari esetében padlótól 3-4 m magasságban)

Elszívás mennyezethez közel

+ Nagyobb szellőztetés és hőmérséklet hatásosság,
+ jobb levegőminőség a tartózkodási zónában,
+ alacsony sebesség a tartózkodási zónában, a közelségi zónában azonban nem,
+ alkalmas nagy belmagasságú helyiségek hűtésére,

- alacsony indukció,
- nagy függőleges hőmérséklet gradiens,
- fűtésre nem alkalmas.



Légvezetési rendszerek

Elárasztásos szellőztetés – befúvó típusok

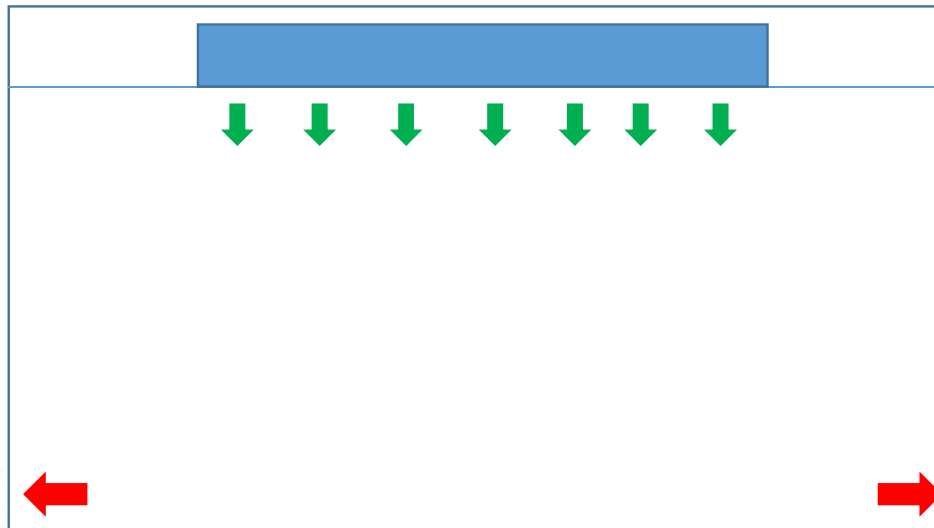


Forrás: Lindab, Schako, Trox



Légvezetési rendszerek

Kiszorításos szellőztetés



- Kis aláhűtés, kis légsebesség, (általában 0,15 és 0,25 m/s között)
- Nagy légcserre
- Nagy tisztaság
- Nagy hőfelszabadulás

Alkalmazás:

- Műtő
- Tisztatér

Befúvó típusok:

- Műtőmennyezet



Légvezetési rendszerek

Kiszorításos – befúvó típusok

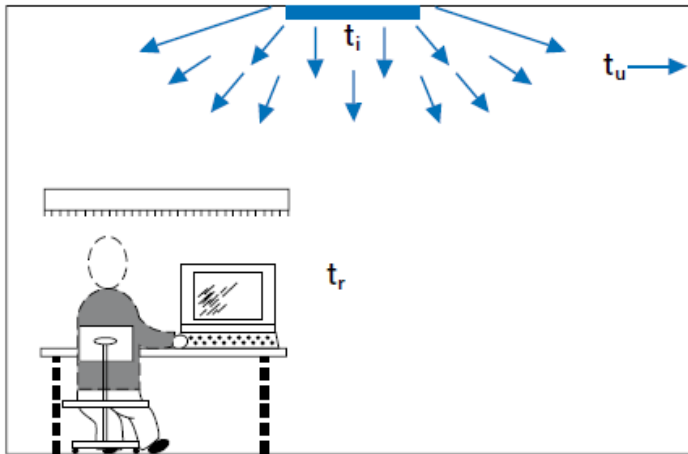


Forrás: Lindab



Légvezetési rendszerek

Kis légsebességű befúvás



Forrás: Lindab Comfort katalógus, Elmélet fejezet

Kis légsebességű befúvás

Alkalmazás : nagykonyha, labor

Elhelyezés: mennyezeten, mennyezet és fal sarkában

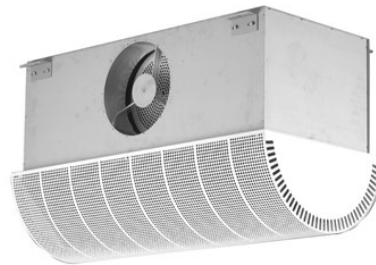
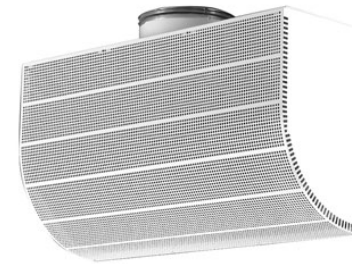
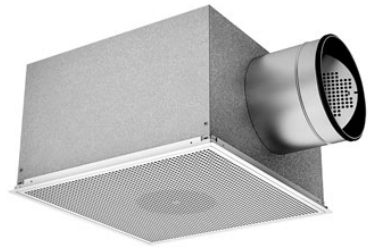
- + Nem csökken a hasznos terület
- + alkalmas nagy légcserére, korlátozott hűtés mellett
- + nagy helyi hatékonyság

- alacsony indukció
- fűtésre nem alkalmas,
- rövidre zárás veszélye, ha az elszívó a mennyezeten helyezkedik el.



Légvezetési rendszerek

Kis légssebességű befúvás



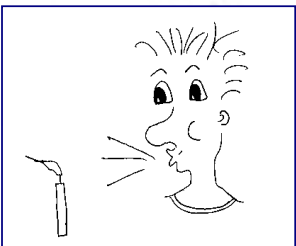
Forrás: Lindab



Légvezetési rendszerek

Elszívás

- A levegőt minden irányból elszívjuk, ezért nincs olyan számottevő légsebesség az elszívóhoz közel, mint befúvónál.
- Nagy sebességű befújt légsugarat nem feltétlenül befolyásolja, ha elszívó egység mellett halad el, amely körül alacsony a légsebesség.
- A nagy légsebesség következtében a légsugár sok helyiséglevegőt ragad magával.
- jelentős része a légsugárból eltávolított levegőnek helyiséglevegő lesz.

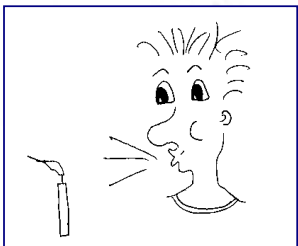
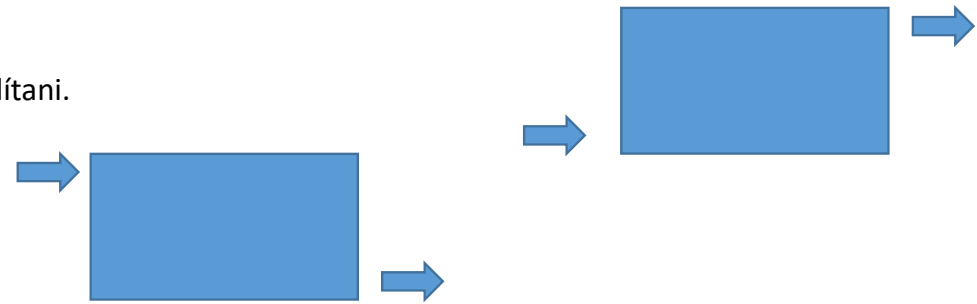




Légvezetési rendszerek

Elszívás

- Az elszívás elhelyezésének jelentős hatása van a helyiség hőmérsékletére és a szellőztetés hatásosságára.
- Általában az elszívást magasra helyezik el, ha a hőterhelést el kell távolítani.
- Légfűtés esetén az elszívó egységet alacsonyan lehet elhelyezni.
- El kell kerülni a rövidzár kialakulását.

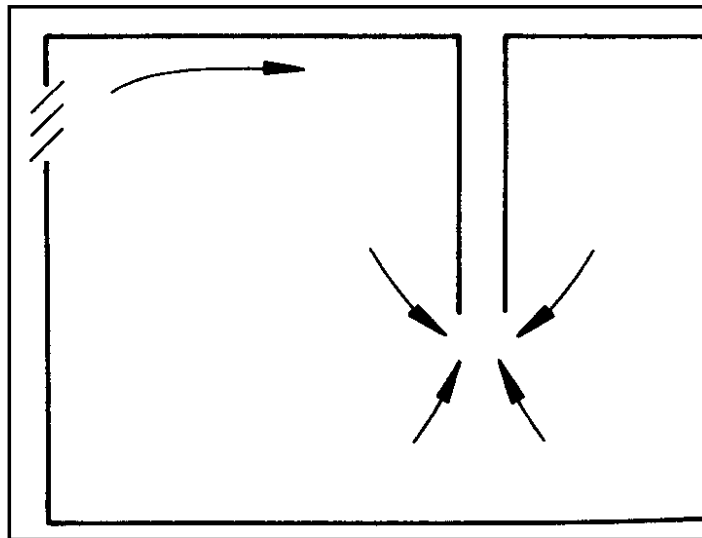


$$\varepsilon_t = \frac{t_{el} - t_{be}}{t_h - t_{be}}$$



Légvezetési rendszerek

Elszívás - helyi



Helyi elszívás

- Közvetlenül a szennyezőanyag forrásánál,
- A szennyezőanyag nem keveredik a helyiség levegőjével.

Alkalmazás:

- Ipari csarnokok
- Nagykonyha

Alkalmazott típusok:

- Pl. Elszívóernyő

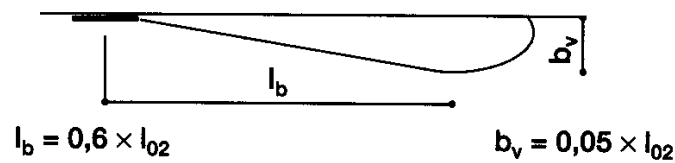


Keveredékes szellőztetés

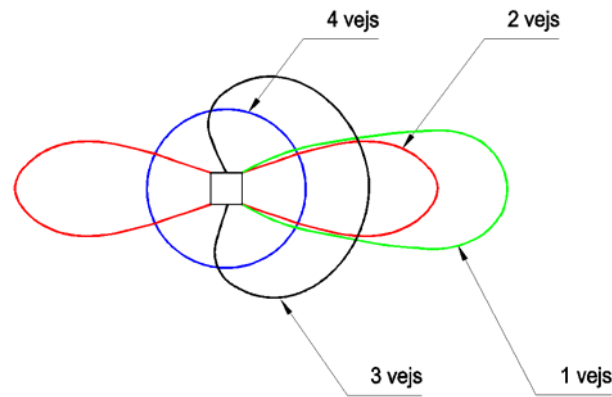


Keveredékes szellőztetés - alapfogalmak

Vetőtávolság



$l_{0,2}$ = az a távolság, amelynél a légsugár sebessége 0,2 m/s-ra csökken
 l_b = A legnagyobb kiterjedés távolsága a befúvótól
 b_v = Maximum függőleges kiterjedés
 b_h = Maximum vízszintes kiterjedés

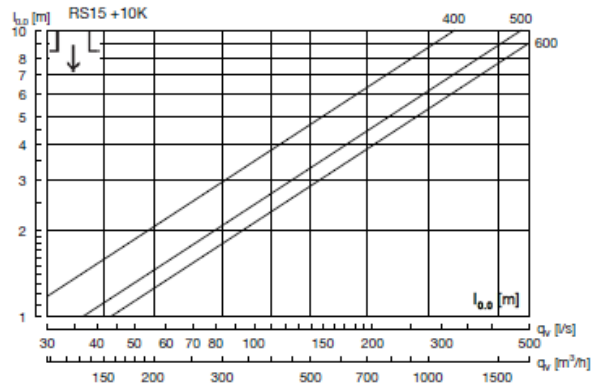
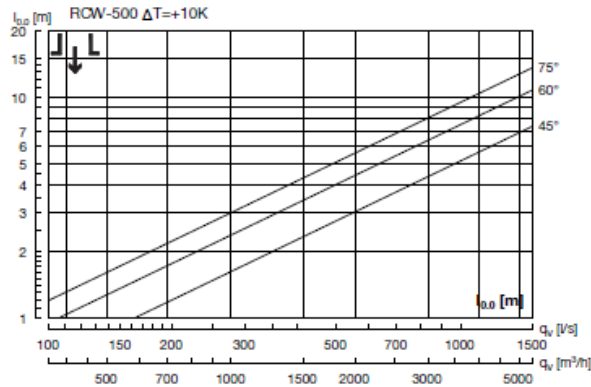


Vegyük figyelembe a beállítások vetőtávolságra gyakorolt hatását!



Keveredésses szellőztetés - alapfogalmak

Behatolási mélység

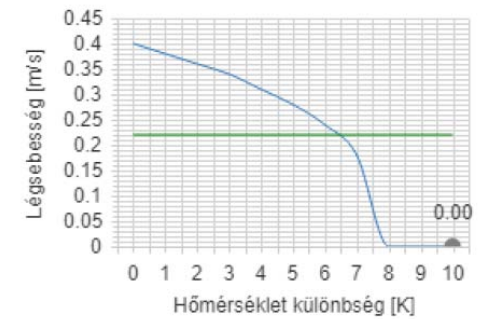
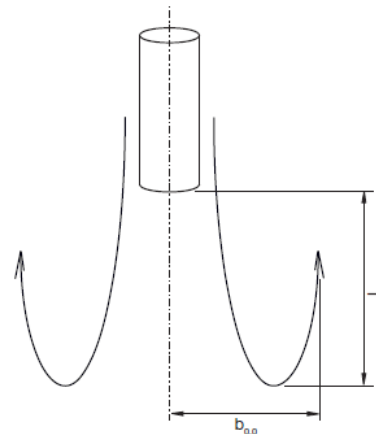


Függőleges mennyezeti befúvás

A függőleges befúvásra megadott vetőtávolság adatok izotermikus állapotra érvényesek.

1. Hideg levegő befúvásakor a vetőtávolság megnő. A vetőtávolság $\Delta t = -10$ °C mellett gyakorlatilag megkétszereződik.

2. Meleg levegő befúvásakor a vetőtávolság csökken. A vetőtávolság $\Delta t = 10$ °C mellett gyakorlatilag megfeleződik.



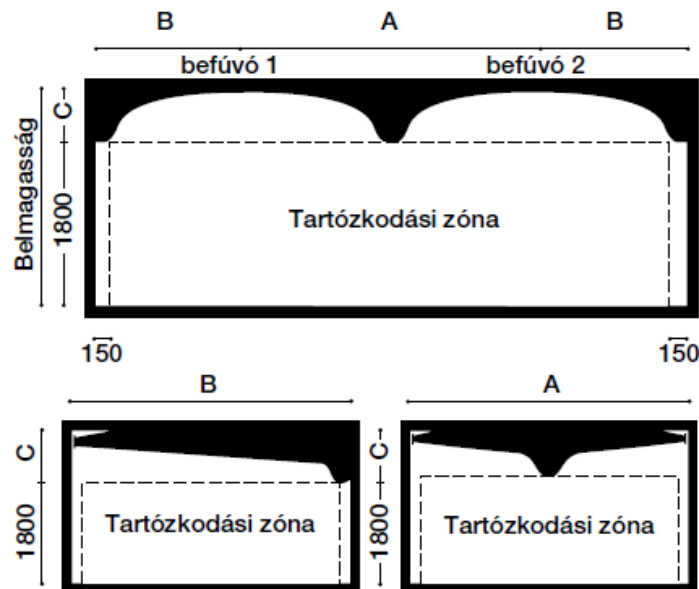
Forrás: Lindab Comfort katalógus, Elmélet fejezet



Keveredésses szellőztetés

Vetőtávolság

- Max. vetőtávolság 0,2 m/s alatt légsebességhez a tartózkodási zónában



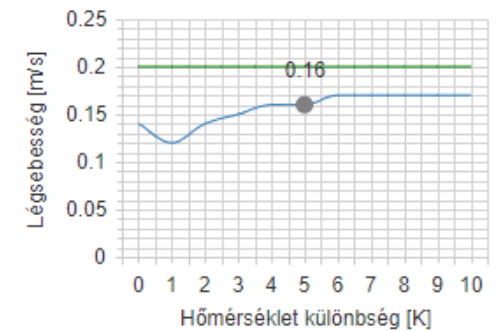
Forrás: Lindab Comfort katalógus

2 befúvó

$$l_{0,2} \leq A/2 + C$$

1 befúvó

$$l_{0,2} \leq B + C$$

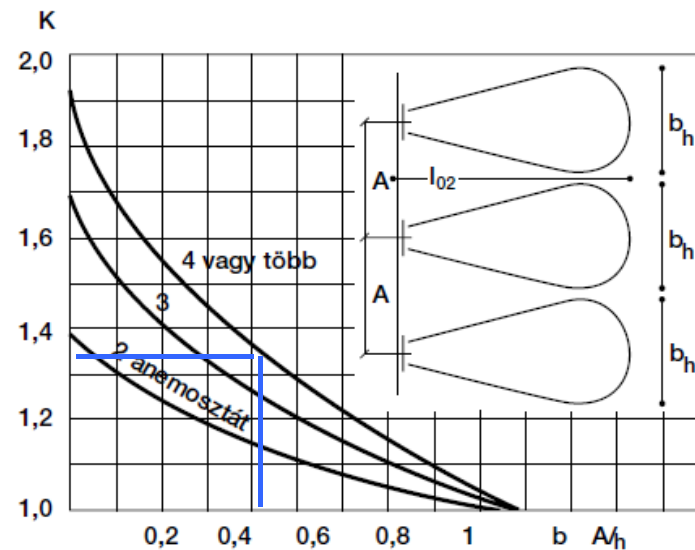




Keveredékes szellőztetés

Vetőtávolság – befúvók egymásra hatása

- Ha 2 vagy több befúvót alkalmazunk párhuzamosan, egymástól „A” távolságra, és a sugárszélesség (b_h) ennél kisebb, a vetőtávolság növekedni fog a katalógus értékhez képest. $l_{0,2}$ (katalógus) értéket K-val kell szorozni a lenti diagram alapján.



$$l_{0,2} \text{ (korrigált)} = K \times l_{0,2}$$

Pl. +35%

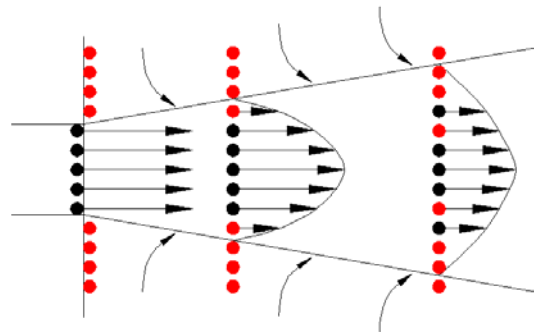
Forrás: Lindab Comfort katalógus



Keveredékes szellőztetés

Indukció

- Depresszió alakul ki a légsugár és a környező levegő között
- A helyiség levegőjét mozgásba hozza a légsugár, amely a távolság növekedésével folyamatosan nő
- Ez hozzájárul a befújt fűtött vagy hűtött levegő hőmérsékleti kiegyenlítéséhez (a helyiség levegőhöz)
- Az indukció mértéke növekszik a befúvás sebességével



- Omgivende luft
- Luftstråle

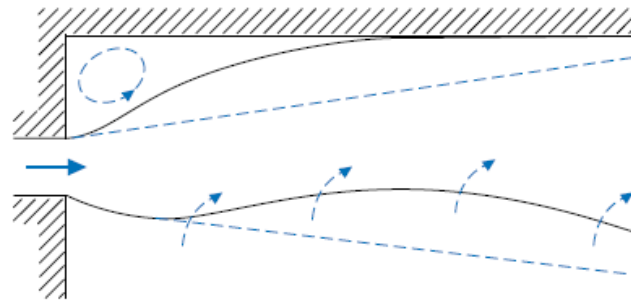
Forrás: Lindab prezentáció



Keveredékes szellőztetés

Coanda effektus

- A nagyobb sebességű légsugár környezetében depresszió alakul ki, melynek segítségével a mennyezetre tapad a levegő.
- Amennyiben oldalfali befúvó esetén a katalógus érték nem számol a mennyezet hatásával, de mennyezet közelébe helyezük el, a légsugár féltérben tud csak terjedni, így a valós vetőtávolság hosszabb lesz.



- A vetőtávolság növekszik: $\sqrt{2}$
- Az effektus eltűnik, ha a kezdő sebesség kisebb, mint 0,35 m/s
- Az effektus növelhető a lehető legnagyobb légsebesség megválasztásával

+41%

Forrás: Lindab Comfort katalógus



Keveredékes szellőztetés

Katalógus értékek korrekciója

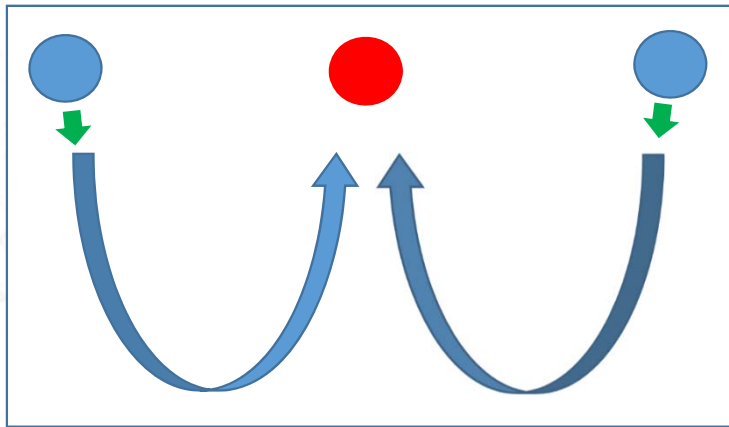
Befúvó típusa	Katalógus diagram körülményei	Beépítés	Különség a vetőtávolságban
Oldalfali rács	Teljes térbe fúj	Mennyezet alatt építik be	+41%
Oldalfali befúvó	Mennyezet alatt elhelyezve	Mennyezet nélkül	-30%
Vetőfúvóka	Egy befúvó	A légsugarak összeérnek	Akár +40 - 50%



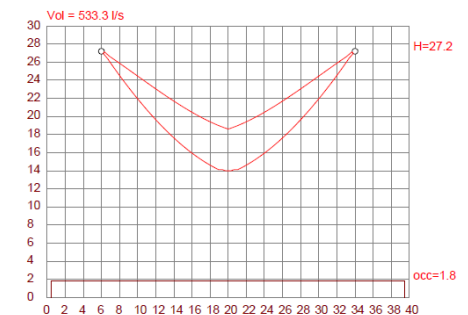
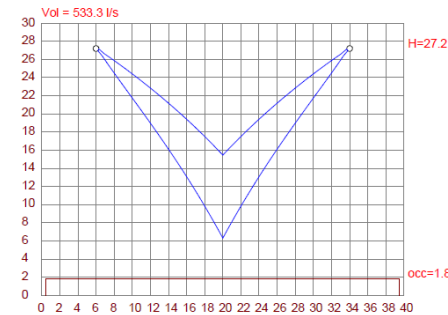
Keveredékes szellőztetés

Sugárfúvókák

- Ha hideg és meleg levegőt egyaránt be kell fűjünk, csak a motoros befúvó a megfelelő megoldás.
- Ha a sugárfúvókával fix, vízszintes befúvást alkalmazunk, a meleg, friss levegő megragad felül és nem öblíti át a tartózkodási zónát.
- Ha a fúvóka fixált függőleges irányban, hűtött levegő befúvásakor túl nagy lesz a légsebesség a tartózkodási zónában.



Forrás: KlimaADE



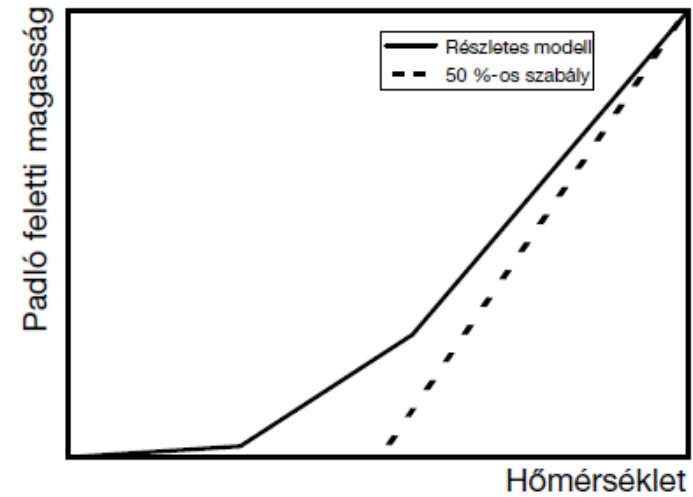
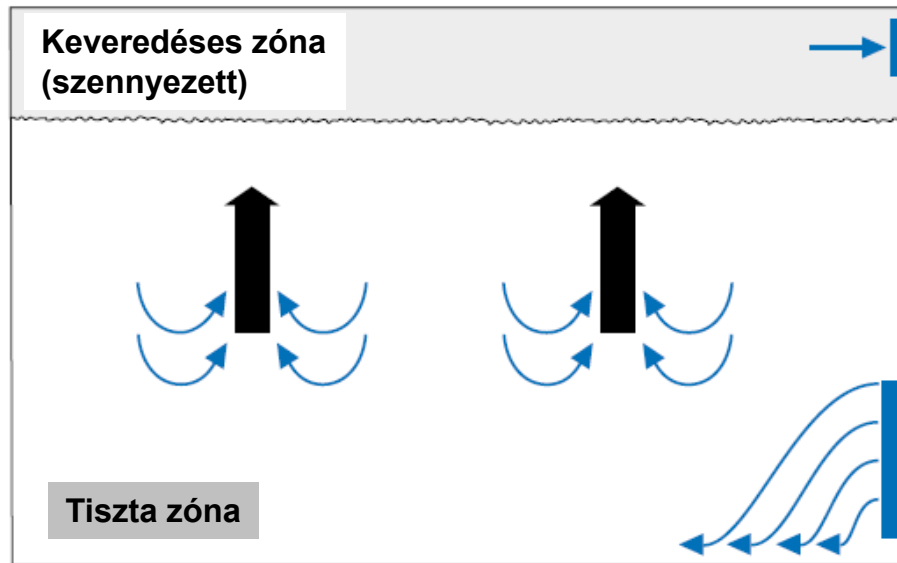


Elárasztásos szellőztetés



Elárasztásos szellőztetés

- Közelségi zóna az a távolság a befúvótól, amin belül 0,2 m/s felett van a légsebesség
- Az elszívást a lehető legmagasabbra kell helyezni!



$$\varepsilon_t = \frac{t_{el} - t_{be}}{t_h - t_{be}}$$



Elárasztásos szellőztetés

1. táblázat, A személyek keltette konvekciós áramlások, tapasztalat alapján

Aktivitás	met	Hőleadás W	Térfogatáram l/s	
			1,2 m padló felett	1,8 m padló felett
Ülés, pihenés	1,0	100	8-10	-
Ülő munka	1,2	130	10-12	-
Könnyű fizikai munka	1,6	170	-	25-30
Közepes fizikai munka	2,0	200	-	30-35
Nehéz fizikai munka	3,0	300	-	35-40

Met: Anyagcsere, 1 met = 58 W/m² testfelület

2. táblázat, A különféle hőforrások konvekciós áramlásai

Hőforrás	Térfogatáram l/s / W	
	1,2 m padló felett	1,8 m padló felett
Asztali lámpa	0,10	0,20
Mennyezeti világítás	-	-
Gépek	0,10	0,20
Napsugárzás	0,11	0,22

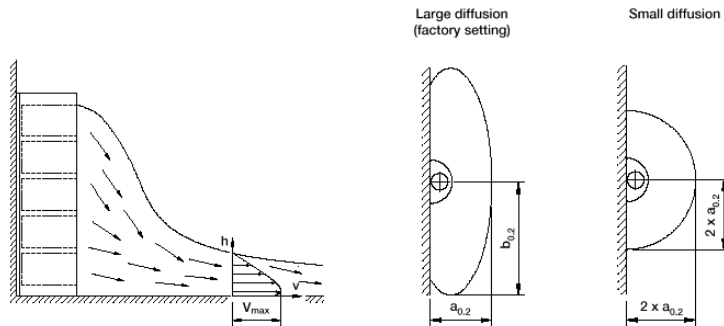
3. táblázat, Ajánlott hőmérséklet-gradiens és hűtési hőmérsékletek

Aktivitás	Max. hőmérséklet-gradiens (K/m)	Max. hűtőlevegő hőmérséklet-különbség (K)
Ülés, pihenés	1,5	3,0
Ülő munka	2,0	4,0
Könnyű fizikai munka	2,5	5,0
Közepes fizikai munka	3,0	6,0
Nehéz fizikai munka	3,5	7,0

Forrás: Lindab Comfort katalógus, Elmélet fejezet

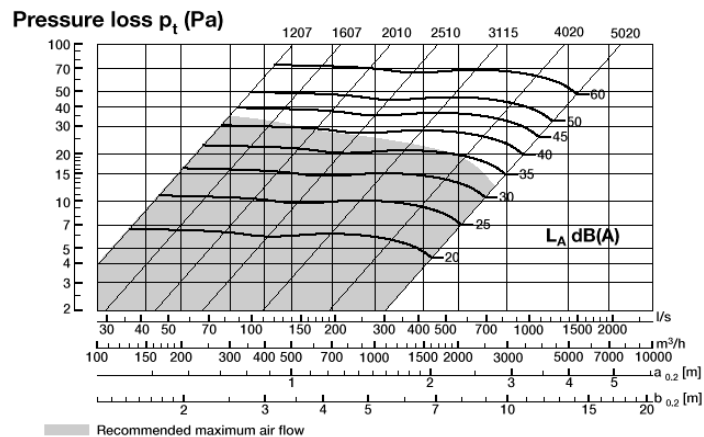


Elárasztásos szellőztetés



A közelségi zóna az a terület a befúvó körül, ahol a légsebesség 0,2 m/s-nál nagyobb.

A közelségi zóna függ a légmennyiségtől és a hőmérsékletkülönbségtől.
A méretnek és az alaknak kis hatása van erre.



Max. kb. 250 m³/(hm) lineáris
áramlás

$$t_{be} - t_h = - 3K \text{ esetén}$$



1:1 méretarányú tesztek



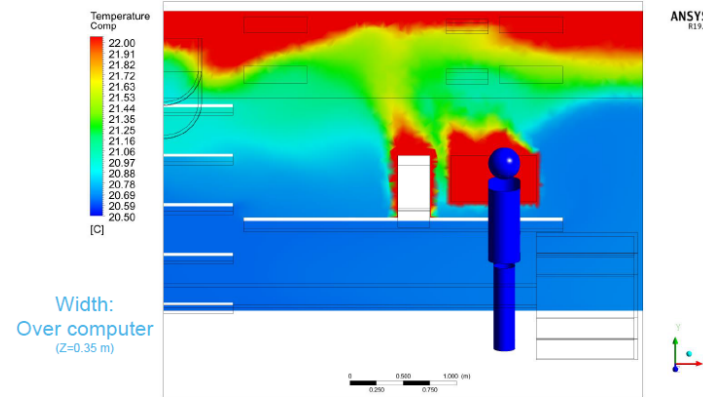
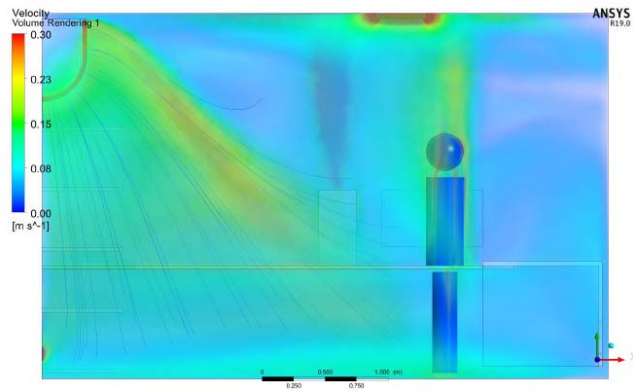
Forrás: Lindab



Szimuláció

CFD szimuláció

Hőmérséklet és légsebesség eloszlása



Forrás: Lindab



Szabványok, jogszabályok



MSZ CR 1752 vonatkozó paramétereai

Épület / tér típusa	Aktivitási szint met	Bentartózkodók száma fő/m ²	Kategória	Operatív hőmérséklet °C		Átlagos légsebesség m/s		Hangnyomás-szint dB(A)
				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
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40
Nagyterű iroda	1,2	0,07	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	35
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	40
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	45
Tárgyaló terem	1,2	0,5	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,18	0,15	30
			B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35
			C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40

Forrás: MSZ CR 1752:2000, 10. oldal



Huzatkritérium (DR) CR1752 alapján

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

Ahol:

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

Tu (%)	40				
	v1 (m/s)				
Ta (°C)	0,1	0,15	0,17	0,2	0,25
20	10,1	18,0	21,3	26,3	35,3
21	9,4	16,7	19,7	24,5	32,8
22	8,7	15,4	18,2	22,6	30,3
23	7,9	14,1	16,7	20,7	27,7
24	7,2	12,9	15,2	18,8	25,2
25	6,5	11,6	13,7	16,9	22,7

DR

A	B	C
15	20	25

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 %	%	%	%
A	<6	-0,2<PMV<+0,2	<15	<3	<10	<5
B	<10	-0,5<PMV<+0,5	<20	<5	<10	<5
C	<15	-0,7<PMV<+0,7	<25	<10	<15	<10

Forrás: MSZ CR 1752:2000, 14. oldal



Légtechnikai elemek megengedett nyomásvesztése

7/2006 (V.24.) TNM rendelet alapján

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 légszatórna	300
Elszívó légszatórna	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
Hangesillapító	50
Levegő bemenet, kimenet	50
*H1-H3 osztály az MSZ EN 13053:2006 szabvány alapján	
**Szűrőcsere előtti nyomásesés	



Friss levegő mennyisége irodában

7/2006 (V.24.) TNM rendelet alapján

2.1 Nem lakó funkciójú épület

Légtechnikai rendszer esetén, folyamatos emberi tartózkodásra használatos helyiségben a tartózkodási zónába minimálisan bejuttatandó friss levegő mennyiséget az alábbi összefüggéssel lehet megállapítani alacsony szennyező épületet figyelembe véve. Ettől eltérő igényeket a tervezési programban kell rögzíteni.

$$Q_{\text{tot}} = n \times 25,2 \text{ m}^3/\text{h} + A \times 2,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ahol:

Q_{tot} összes szellőző levegő mennyisége

N benntartózkodók száma

A alapterület m^2 -ben

Benntartózkodók	Légmennyiség m^2 -re vetítve	Légmennyiség főre vetítve
$\text{m}^2 / \text{fő}$	m^3/h	m^3/h
6	6,7	40,3
8	5,7	45,4
10	5,0	50,4
12	4,6	55,4

Forrás: EN 13779



Friss levegő mennyisége lakóépületben

7/2006 (V.24.) TNM rendelet alapján

2.2. Lakóépület

Légtechnikai rendszer esetén, az alábbi helyiségekben a tartózkodási zónába minimálisan bejuttatandó friss levegő mennyiséget a 2. táblázat szerint lehet megállapítani

(1)	(2)	(3)
átlagos légmennyiség m ² -re vetítve	nappali főre	hálószoba m ² -re vetítve
m ³ /h	m ³ /h / fő	m ³ /h
1,5	25,2	3,6

A friss levegő mennyiséget ki kell számítani az (1.) oszlop szerint a lakás hasznos alapterülete alapján, a (2.) oszlop szerint a lakást használó személyek száma alapján és a (3.) oszlop szerint a nappali és a hálószoba alapterülete alapján. A három térfogatáram közül a legnagyobbat kell figyelembe venni.



DCV (igény vezérelt szellőzés)

- Friss levegő mennyisége
- Jelenlét érzékelő (befúvóba építve vagy fali kivitelben)
- CO₂ érzékelő (fali vagy légcsatornába épített)
- Hőmérséklet (fali vagy légcsatornába épített)
- Hagyományos VAV szabályozó
- Motoros szabályozó doboz befúvónként



Forrás: Lindab



Anemosztát kiválasztása

Milyen kérdéseket tegyünk fel kiválasztáskor?

- Milyen légvezetési rendszer felel meg?
 - csak szellőztetés? csak hűtés? csak fűtés? Esetleg mindegyik?
 - Milyen beépítési magasságunk van?
- Van-e álmennyezetünk?
 - Ha igen, nem csak esztétikai funkciókat lát el?
- Mennyi a megengedett nyomásesés? (7/2006 (V.24.) TNM rendelet)
 - Szellőztetett levegő vagy fan coil?
 - Ha fan coilra választok befúvót közepes fordulatra, vajon jó lesz-e alacsony fordulaton?
- Hol szabályozzuk beszabályozás során? Anemosztát dobozába vagy légcsatornába épített szabályozóval dolgozzunk?
- Esztétikus legyen
- Ellenőrizzük a légsebességet, hőmérséklet leépülést, huzathányadot, hangteljesítményszintet kiválasztáskor



Anemosztát kiválasztása

Milyen kérdéseket tegyünk fel állítható/motoros anemosztát kiválasztásakor?

- Állíthatóság valós igény lesz?
- Mi végezze az állítást?
 - Kézi
 - A kézi állítás megfelelő lesz egész évben?
 - Motoros (kétállású nyit/zár motorral? Vagy moduláló motoros?)
 - A két állás mindkét pozíciója mindig megfelelő lesz?
 - A moduláló motorost van mi vezérelje?
 - Termofejes
 - A termofejes minden beállításnál megfelelő komfortot biztosít?



Források

- Szabványok: MSZ EN 13779
- 7/2006 (V.224) TNM rendelet
- Lindab Comfort katalógus Elmélet fejezet
- www.lindast.com

Termékképek:

- www.lindab.com
- www.schako.hu
- www.trox.hu



Kérdések?



Példák





Minimum légmennyiség rotációs befúvó esetén

Túl alacsony légmennyiség esetén bezuhanhat a hideg levegő!





Speciális álmennyezetek

Nyitott álmennyezet „I” profilokból





Köszönöm a figyelmet!