



Elmélet



Lindabról	1
Comfort és design	2
A termékek áttekintése / jelmagyarázat	3
Elmélet	4
Mennyezeti anemosztátok	5
Mennyezeti anemosztátok - látható szerelési mód	6
Csatlakozódobozok	7
Fali befűvők	8
Sugárfűvőkák	9
Ventiduct	10
Rácsok	11
Elárasztásos befűvők	12
Változó térfogatáramú elemek (VAV)	13
Térfogatáram - szabályozók	14
Légszelepek	15
Légbevezetők	16
Tartalom	17
	18



Elmélet

Tartalom

Oldal

1

Légvezetési rendszerek

33

2

Keveredékes szellőztetés

33

Elárasztásos szellőztetés

33

Kis légsebességű befűvés

34

A légvezetési rendszer kiválasztása

34

3

4

Keveredékes szellőztetés

36

Leírás

36

Nyomásesés

36

Zajsztint

36

Izotermikus befűvés

36

Coanda effektus

37

Légsugár sebessége

37

Meleg levegő befűvése

38

A keveredékes szellőztetés megtervezése

38

6

7

Elárasztásos szellőztetés

42

8

Leírás

42

Függőleges hőmérsékleteloszlás

42

Hatásosság

42

Nyomásesés

42

Zajsztint

42

Közelségi zóna

43

Az elárasztásos szellőztetés megtervezése

43

10

Akusztikai tervezés

46

11

Leírás

46

Döntés a zajsztintről

46

12

13

14

15

16

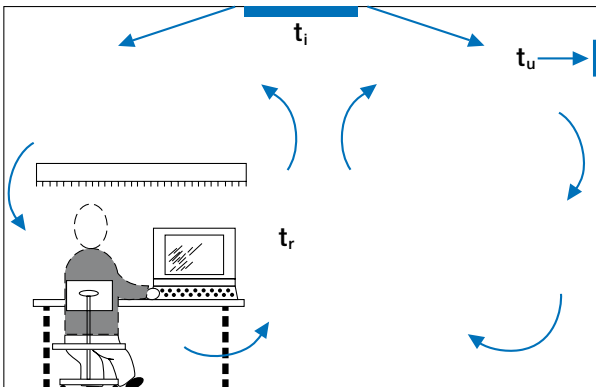
17

18



Légvezetési rendszerek

Keveredésses szellőztetés



1. ábra Keveredésses szellőztetés

A keveredésses szellőztetés során a levegőt viszonylag nagy sebességgel juttatják be a tartózkodási zónán kívül, általában a mennyezetről vagy a falból. A befűjt levegő nagy sebessége azt jelenti, hogy a helyiség levegőjének jelentős mennyisége indukciósan kering. A befűjt levegő sebességét olyan értéken kell tartani, amivel biztosítható a keveredés hatásossága, és ezzel egyidejűleg a levegő sebessége a kívánt értékre csökkenjen, mire eléri a tartózkodási zónát. Ez bizonyos követelményeket állít az alkalmazott befűvő egységekkel szemben a légsebesség és az indukciós képesség szempontjából.

A befűjt levegő sebességének növekedése a zajszintet is megnöveli. Az alacsony zajszint iránti követelmény ebből fakadóan korlátot jelent a befűvő hatásosságával szemben. A hőmérséklet és a szennyezőanyag koncentrációja nagyjából ugyanolyan az egész helyiségben, mind izotermikus, mind hűtött levegő esetében.

A keveredésses szellőztetést kevésbé befolyásolják a külső hatások, alkalmazható fűtésre és hűtésre egyaránt.

Meleg levegő befűvése

Mivel a meleg levegő könnyebb, mint a helyiség levegője, meglehetősen sok energia szükséges ahhoz, hogy a levegőt a tartózkodási zónába lehessen juttatni. Ez azt jelenti, hogy a lefelé irányuló befűjt levegő sebességével kapcsolatos energiaigény a belmagassággal és az emelkedő hőmérséklettel együtt növekszik. Ha a belmagasság nagy, a levegőt általában függőlegesen, föntről lefelé kell befűjteni.

Hűtött levegő befűvése

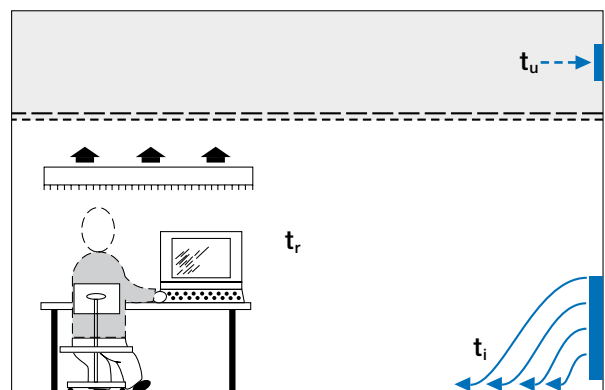
A mennyezetről betáplált nehezebb hideg levegő túlságosan nagy légsebességet eredményezhet a tartózkodási zónában, ha a hőterhelés nagy. A befűvőktől induló légsugár (általában vízszintes) és a hőforrásoktól induló konvekciós áramlás (emberek, világítás, gépek) olyan légsebességet eredményez a tartózkodási zónában, amely – a befűjt levegő sebessége mellett – az egy négyzetméterre eső hőterheléstől (W/m^2), az egyes befűvőkon jelentkező elosztástól és a befűvők áramlási képétől függ.

A meleg és a hideg levegő mennyezetről való bejuttatása esetén ugyanazzal a befűvővel általában nem lehet egyszerre kielégíteni a hőmérsékletgradienssel, a szellőztetés

hatásosságával és a tartózkodási zónában a légsebesség-vel kapcsolatos követelményeket.

E probléma megoldása történhet motoros befűvőkkel, amelyekkel módosítható a befűvés iránya. Másik lehetőség a befűvők méretezése hűtésre az alapadatoknak megfelelően, majd függőleges fűvőkák hozzáadása meleg levegő befűvésére.

Elárasztásos szellőztetés



2. ábra Elárasztásos szellőztetés

Az elárasztásos szellőztetés alkalmazása esetén a légeeloszlást a helyiség hőforrásai irányítják. A befűvés közvetlenül a tartózkodási zónába történik a padló magasságában - kis sebességgel, hűtött levegővel. A levegő a padlón terjed szét, és kiszorítja a meleg, szennyezett levegőt, ami a hőforrásoktól konvekciós áramlással jut el a mennyezethez. Az elszívás a mennyezetenél történik ott, ahol a meleg, „szennyezett” légréteg kialakul.

A rétegződés miatt az elárasztásos szellőztetés hatásossága nagyobb, mint a keveredésses szellőztetésé. Minél nagyobb a belmagasság, annál nagyobb a különbség.

A megnövelt hatásosság azt jelenti, hogy hűtőenergia takarítható meg, illetve jobban kihasználható a külső levegő hűtő hatása, miután a távozó levegő melegebb, és több hőt tud elvonni a helyiségből.

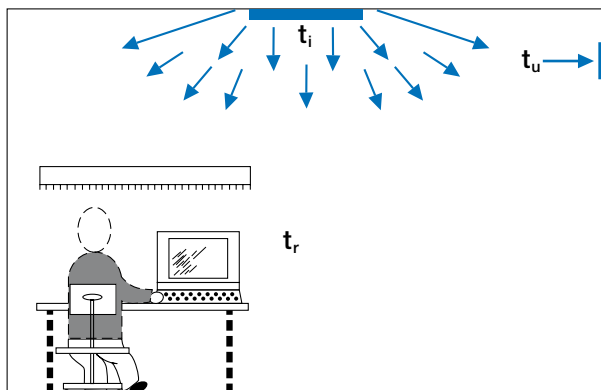
Normál körülmények között az elárasztásos szellőztetés fűtési célokra nem alkalmas.

Az egységek közelségi zónája elsősorban a befűjt levegő mennyiségétől, a hőmérsékletétől és az egység elhelyezésétől függ. Az ajánlott térfogatáram tartományon belül az egység méretének nincs gyakorlati hatása a közelségi zónára. Az egyedi szükségletek kielégítésére a közelségi zóna geometriája fűvőkák állításával módosítható.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18



Légvezetési rendszerek



3. ábra Kis sebességű befúvás

Kis légsebességű befúvás

Kis légsebességű befúvás alkalmazásakor a hideg levegő lassan ereszkedik le a mennyezetről. A tiszta levegő kiszorítja a szennyezett levegőt.

A legjobb eredmény úgy érhető el, ha a befűjt levegőt kis adagokban terítik az egész mennyezeten.

A rendszer fűtésre nem alkalmas.

A légvezetési rendszer kiválasztása

A különböző rendszereknek megvannak az előnyei és a hátrányai. A rendszermegoldás kiválasztása előtt ezeket körültekintően végig kell gondolni.

Minden rendszermegoldásban egy közös elv érvényesül: minél több egységet használnak, és minél jobb az egységek eloszlása a helyiségben, annál jobb hőérzet és környezeti komfort érhető el.

Az előnyöket és a hátrányokat az alábbiakban körvonalazzuk.

Keveredésses szellőztetés

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

Elárasztásos szellőztetés

- + Nagyobb szellőztetési és hőmérséklet hatásosság,
- + jobb levegőminőség a tartózkodási zónában,
- + alacsony sebesség a tartózkodási zónában, a közelségi zónában azonban nem,
- + alkalmas nagy belmagasságú helyiségek hűtésére,
- kisebb szabadság a bútorok elhelyezését illetően, és befúvók közelségi zónája miatt csökken a helyiség hasznos területe,
- alacsony indukció,
- nagy függőleges hőmérsékletgradiens,
- légfűtésre nem alkalmas.

Kis légsebességű befúvás

- + 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

A légvezetési rendszerek kiválasztása

		Keveredékes								Elárasztásos			Kis sebességű
		Sugárfűvőkák	Fűcsok	Fali befűvők	Mennyezeti befűvők egy részel	Perforált befűvők	Kúpos befűvők	Rotációs befűvők	Résbefűvők	Fali befűvők	Padlóbefűvők	Színházi befűvők	
Iroda	Fűtés + hűtés 0-30 W/m ² 30-60 W/m ² >60 W/m ²			••	••• ••	••• ••	••• ••	•••• •••	•	••• ••			
Közösségi terek	Konferenciaterem Mozi Előadóterem Étterem Oktatási intézmény Kiállítócsarnok		•	••	• ••	•• •••	•• •••	•• •••		•••• ••• ••• •••	•••• •••	•••• •••	
Üzletek	Bolt Bevásárlóközpontok	• •	• •	••	••• •••	•••• ••••	•••• ••••	•••• ••••	•				
	Sportcsarnok Uszoda	••• •••	•• ••			•• ••	•• ••			•			
	Üzemi konyha				•	••	••	••		••			•••
	Laboratórium				•	••	••	••		••			•••
	"Tiszta tér" Lakótér Intézet		•• ••	•• ••	• ••• •••	•• ••• •••	•• •••	••••	••	••			

• Alkalmazható •• Jó ••• Kiváló

A légvezetési rendszer kiválasztása ipari környezetben

Szellőzési szükséglet	Fűtési szükséglet	Hűtési szükséglet	Keveredékes szellőzés	Elárasztásos szellőzés	Kis sebességű
*	*	*	X		
*	✱	*	X		
*	✱	✱	X		
*	*	✱		X	X
✱	*	*	X		X
✱	✱	*	X		
✱	✱	✱	X		
✱	*	✱		X	X

* Kis szükséglet ✱ Nagy szükséglet





Keveredésses szellőztetés

Keveredésses szellőztetés

Egy befúvó egységnek annyi levegőt kell biztosítania, hogy a szellőzés megfelelő legyen. Ugyanakkor a hangnyomászinttel, légsebességgel és hőmérséklettel kapcsolatos igényeknek is eleget kell tenni a tartózkodási zónában. A követelmények teljesítéséhez bizonyos tervezési irányelvek szükségesek. A legfontosabbakat az alábbiakban adjuk meg. Egy anemosztát kiválasztásakor figyelembe kell venni a nyomásesést, zajszintet, vetőtávolságot. Ezeket az adatokat minden egyes termékre megadjuk.

A Lindab katalógusban található kiválasztási és teljesítményadatok a Lindab laboratóriumaiban, modern, precíziós műszerekkel végrehajtott mérések eredménye. A gyakorlatban azonban ritkán olyan ideálisak a körülmények mint a laboratóriumban, mivel az építészeti megoldások, a bútorzat, a léghelosztó egységek elhelyezése stb. nagy hatással van a helyiségen belül a levegő elosztására. A Lindab a gyakorlati körülmények ellenőrzését kínálja a teljes üzemi tesztek elvégzésével, ami nagyon hasznos, amikor nagy és összetett projekteket terveznek.

Jelölések

A	Teljes abszorpció a helyiségben	[m ²]
b _h	Maximális vízszintes irányú sugárszélesség 0,2 m/s sebességnél	[m]
b _v	Maximális függőleges irányú sugárszélesség 0,2 m/s sebességnél	[m]
F	Szabad keresztmetszet (q/v ₀ , ahol v ₀ a mért érték)	[m ²]
K _{ok}	Korrekciós tényező a hangteljesítményszinthez	[dB]
I _{0,2}	Vetőtávolság 0,2 m/s sebességnél	[m]
I _{0,0}	Fordulópont függőleges befúvásnál	[m]
I _b	Távolság a befúvó és a max. sugárszélesség között	[m]
L _A	A-hangnyomászint	[dB(A)]
L _{WA}	A-hangteljesítményszint	[dB(A)]
L _{wok}	Hangteljesítményszint oktávsvákokban	[dB]
L _p	Hangnyomászint	[dB]
L _w	Hangteljesítményszint	[dB]
ΔL	Hangcsillapítás	[dB]
D	Helyiség csillapítása	[dB]
Δp _t	Össznyomásesés	[Pa]
q	Térfogatáram	[m ³ /h], [l/s]
Δt	A befűjt levegő és a helyiség hőmérsékletének különbsége	[K]
v ₀	Befűjt levegő kezdősebessége	[m/s]
v _x	A légsugár sebessége X távolságra a befúvó közepétől	[m/s]
v _{term}	Termikus max. légsebesség a tartózkodási zónában	[m/s]

Nyomásesés

A diagram megadja az anemosztáton keletkező össznyomásesést (ρ = 1,2 kg/m³), azaz a statikus és a dinamikus nyomás összegét (a lehetséges csatlakozódobozzal együtt) az anemosztát csonkméretével megegyező méretű, 1 m hosszú egyenes légcsatorna-szakasszal csatlakoztatva.

Zajszint

A diagram megadja az anemosztátok L_{WA} A-hangteljesítményszint adatait lehetséges csatlakozódobozzal és az anemosztát csonkméretével megegyező méretű, 1 m hosszú egyenes légcsatorna-szakasszal csatlakoztatva. A hangnyomászinttel a hang erejét mérjük, azaz az érzékelt nyomásingadozásokat, míg a hangteljesítményszinttel a hangforrást jellemezhetjük. Általában mindkét értéket dB-ben (decibel) adjuk meg, ez némi zavart okozhat.

Hangnyomás (L_p)

A hang intenzitásának mértéke, ami a nyomásingadozást jellemzi, füllel érzékelt vagy a zajmérő mikrofonnal mért. A hangnyomást Pascalban (Pa) mérjük, és általában hangnyomászintet adunk meg (dB vagy dB(A)-ban).

Hangteljesítmény (L_w)

A hangforrás (pl. egy gép) által hanghullám formájában keltett energia. A hangteljesítményt Wattban (W) mérjük, és a hangteljesítmény szintjét általában decibelben adjuk meg (dB vagy dB(A)).

A katalógusban a befúvók zajkeltő tulajdonságait a hangteljesítményszinttel jellemezzük.

$$\text{Hangteljesítményszint: } L_w = 10 \times \log \frac{N}{N_{re}} \text{ [dB]}$$

N az aktuális hangteljesítmény [W], amit a zajforrás nyomásingadozás formájában kibocsát, N_{re}=10⁻¹² W a referencia hangteljesítmény.

$$\text{Hangnyomászint: } L_p = 20 \times \log \frac{p}{p_{re}} \text{ [dB]}$$

p az aktuális hangnyomás [N/m²] és p_{re} = 2 × 10⁻⁵ N/m² a referencia hangnyomás.

A helyiség csillapítása D [dB] a hangteljesítményszint és hangnyomászint különbsége.

$$L_p = L_w - D$$

Az L_{WA} A-hangteljesítményszint oktávsvákonkénti meghatározása:

$$L_{wok} = L_{WA} + K_{ok}$$

A K_{ok} korrekciós érték, minden egységre táblázatos formában adjuk meg.

Hangcsillapítás

Minden egységre megadjuk, és a légcsatorna és a helyiség között a hangteljesítményszint csökkenésére utal (a visszaverődéssel együtt).

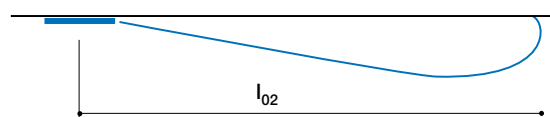
Izotermikus befúvás

Minden műszaki adat az izotermikus állapotra vonatkozik.

Vetőtávolság

Az I_{0,2} vetőtávolság az egység közepe és a 0,2 m/s sebességű pont közötti legnagyobb távolság.

Az I_{0,2} vetőtávolságra meghatározott értékek a mennyezetre szerelt befúvóknak felelnek meg. (4. ábra)

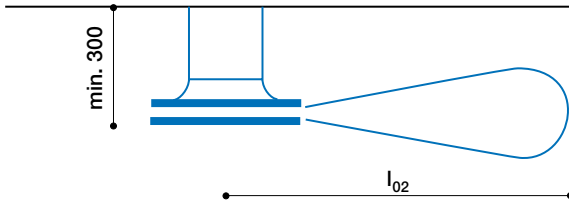


4. ábra, I_{0,2} vetőtávolság a mennyezetre szerelt befúvók esetén



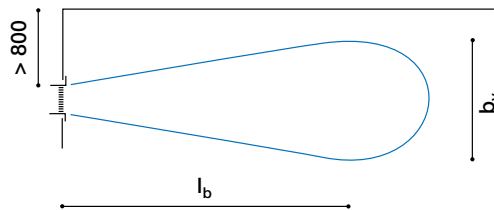
Keveredéses szellőztetés

A függesztett szerelés, azaz ha a befúvókat a mennyezettől 300 mm-nél nagyobb távolságban szerelik fel (5. ábra), 20 %-kal csökkenti a vetőtávolságot, így az $l_{0,2}$ függesztett = $0,8 \times l_{0,2}$.



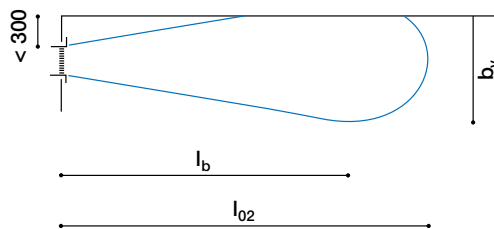
5. ábra, Függesztett befúvó

1. Rács esetén $l_{0,2}$ a mennyezettől 800 mm-nél távolabb történő szerelésre vonatkozik. (6. ábra).



6. ábra, A mennyezettől 800 mm-nél távolabb felszerelt rácsok vetőtávolsága

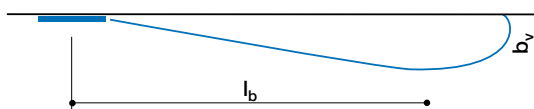
Ha a rácsot a mennyezethez 300 mm-nél közelebb kell felszerelni (7. ábra) a vetőtávolság $l_{0,2}$ 40 %-kal meghosszabbodik, így az $l_{0,2}$ rács a mennyezetenél = $1,4 l_{0,2}$.



7. ábra, A mennyezethez 300 mm-nél közelebb felszerelt rács vetőtávolsága

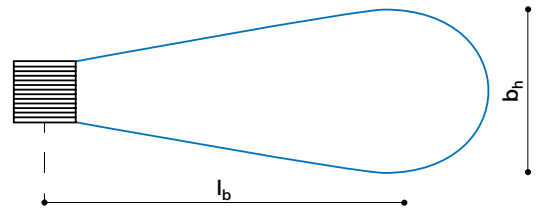
Sugárszélesség

A maximális függőleges sugárszélesség, b_v meghatározza a mennyezettől mért legnagyobb függőleges távolságot és a 0,2 m/s sebességet. (8. ábra).



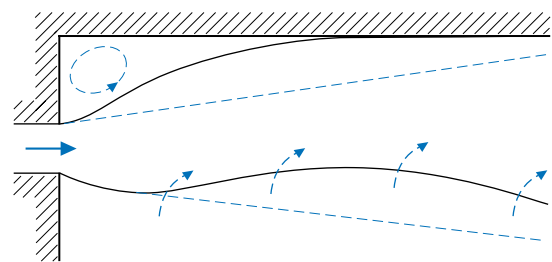
8. ábra, Függőleges sugárszélesség

A vízszintes sugárszélességet b_h -val jelöljük, és a légsugár maximális vízszintes terjedését határozza meg 0,2 m/s sebesség mellett. (9. ábra). Az egység és a legnagyobb sugárszélesség pontja közötti távolságot l_b -vel jelöljük. A b_v -t, a b_h -t és az l_b -t minden egység esetén az $l_{0,2}$ vetőtávolság függvényeként határozzunk meg.



9. ábra Vízszintes sugárszélesség

Coanda effektus



10. ábra, Légáramlás Coanda effektussal

Amikor a levegőt egy felülettel (pl. mennyezettel) párhuzamosan fújják be, az áramló levegő statikus nyomása csökken a környezeti nyomáshoz képest, emiatt a légsugár a mennyezethez tapad (ez a Coanda effektus). (10. ábra). Ez a hatás nagyon fontos, különösen amikor hűtött levegő befúvásáról van szó.

A lehető legnagyobb Coanda effektus eléréséhez a levegőt minden egységhez kis mennyiségben kell eljuttatni a mennyezeten való lehető legnagyobb sugárszélességgel és a lehető legnagyobb sebességgel.

Vagyis, a legjobb módszer az, ha a levegőt a befúvóból mindig 360°-ban fújják be, irányterelő nélkül. A légsugár leesésének elkerülése érdekében a résbefúvókat (MTL) aktív és inaktív részekre osztják.

Légsugár sebessége

A légsugár magsebességét a következő képlet alkalmazásával lehet kiszámítani erre a behatárolt területre:

$$v_x = \frac{l_{0,2} \times 0,2}{x} \Leftrightarrow x = \frac{l_{0,2} \times 0,2}{v_x}$$

ahol X az egység és a központi sugár csúcsa közötti távolság méterben, ahol a légsebesség v_x m/s.

Példa:

A befúvó vetőtávolsága $l_{0,2} = 3$ m.

A távolságot addig a pontig, ahol a légsugár sebessége 0,3 m/s, az alábbiak szerint számíthatjuk ki:

$$x = \frac{3 \text{ m} \times 0,2 \text{ m/s}}{0,3 \text{ m/s}} = 2 \text{ m}$$

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18



Keveredésses szellőztetés

Meleg levegő befúvása

A katalógusban a vetőtávolságra megadott értékek izotermikus befúváásra érvényesek.

Hideg vagy meleg levegő befúvása esetén a termikus erők a légsugarat lefelé (hűtés), illetve felfelé (fűtés) kényszerítik. A levegőáramlás leírása megköveteli a hőmérsékletkülönbség és a befújt levegő sebessége közötti arány meghatározását (a sugárelméletben ezt az Archimedesi szám fejezi ki).

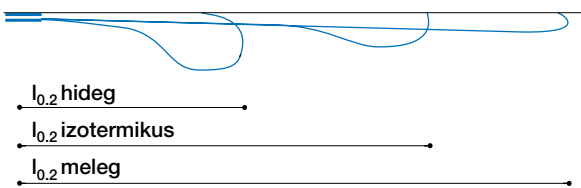
Ha a befújt levegő sebességével kapcsolatban részletesebb számítások szükségesek, javasoljuk a DIMcomfort program használatát, mely a hőmérsékletkülönbség figyelembevétel mellett szemlélteti is a levegő mozgását a helyiségben.

A hideg vagy meleg levegő befúvásakor az alábbiakban megfogalmazott általános szabályok felhasználhatók egyszerűbb számításokban a vetőtávolság korrekciójára.

Vízszintes mennyezeti befúvás

1. Hideg levegő vízszintes befúvásakor a vetőtávolság fokanként 1,5 %-kal csökken (11. ábra), miközben a b_v függőleges sugárszélesség megnövekszik.

2. Meleg levegő vízszintes befúvásakor a vetőtávolság fokanként 2 %-kal növekszik (11. ábra).



11. ábra, $I_{0,2}$ vetőtávolság mennyezeti befúvók esetén

Függőleges mennyezeti befúvás

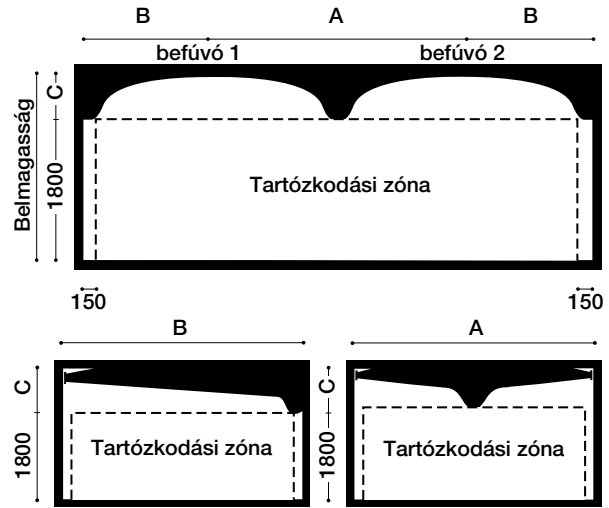
A függőleges befúváásra megadott vetőtávolság adatok izotermikus állapotra érvényesek.

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

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

Azoknál a termékeknél, melyeken függőleges befúvás állítható be, a meleg levegőhöz külön, az $I_{0,0}$ fordulópontot megadó diagramok található ($\Delta t = +5 \text{ K}$, $+10 \text{ K}$ és esetleg $+15 \text{ K}$) a termékek egyéb adatai mellett.

A keveredésses szellőztetés megtervezése



12. ábra, A keveredésses szellőztetés tervezése

A tartózkodási zónában a 0,2 m/s-nél nagyobb sebesség elkerülése érdekében a befúvókat úgy kell méretezni, hogy az $I_{0,2}$ vetőtávolság és az A, B illetve C távolságok aránya megfelelő legyen (12. ábra). Ha két befúvó helyezkedik el egymással szemben, a következő képletet kell alkalmazni.

$$0,75 \times \left(\frac{A}{2}\right) + C \leq I_{0,2} \leq \left(\frac{A}{2}\right) + C$$

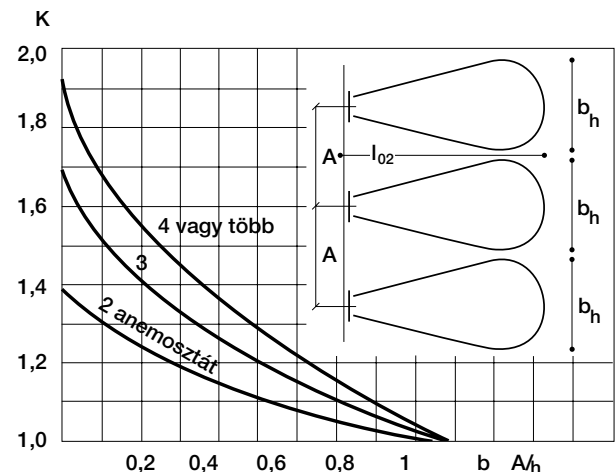
Ha befúvó a fal felé fújja a levegőt, az alábbi képletet kell alkalmazni:

$$0,75 \times (B + C) \leq I_{0,2} \leq B + C$$

Amikor két vagy több befúvót (1 vagy 2 irány) párhuzamosan alkalmaznak egymástól A távolságra, ami b_h -nél kevesebb, a vetőtávolság a következő képlet szerint változik:

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

ahol K a korrekciós tényező, amelyet a 13. ábrából lehet megállapítani.

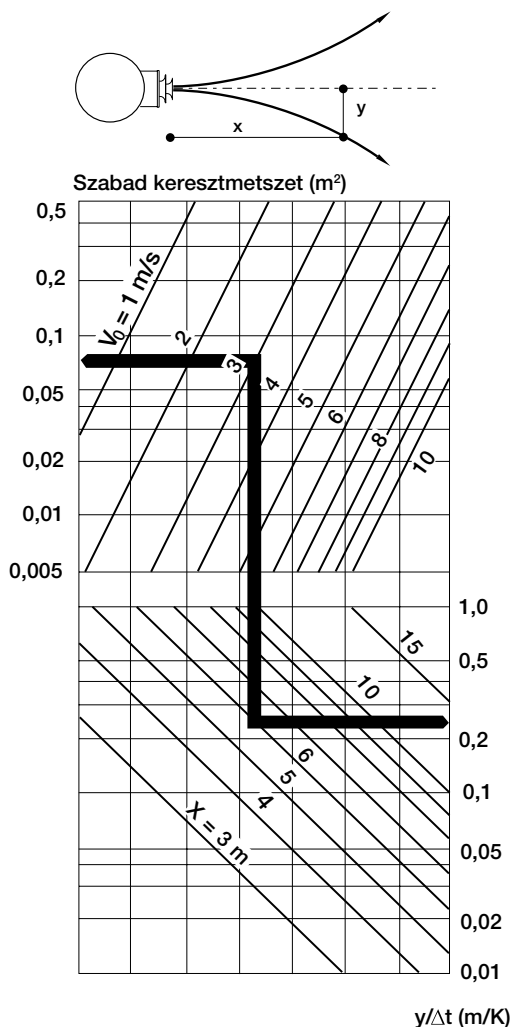


13. ábra, Keveredésses szellőztetés tervezése



Keveredésezes szellőztetés

A fúvókák és az egyirányú befúvást biztosító függesztett befúvók esetén a légsugár emelkedését és esését – amit a meleg vagy hideg levegő okoz – a 14. ábrából olvashatjuk le.



14. ábra, A keveredésezes szellőztetés tervezése

Példa

A fúvóka szabad keresztmetszete 0,075 m².

756 m³/h légmennyiséggel $v_0 = 3 \text{ m/s}$ ($v_0 = q / A_0$) légsebesség érhető el.

14. ábra vastag vízszintes vonal húzódik az $A_0 = 0,075 \text{ m}^2$ és a $v_0 = 3 \text{ m/s}$ között.

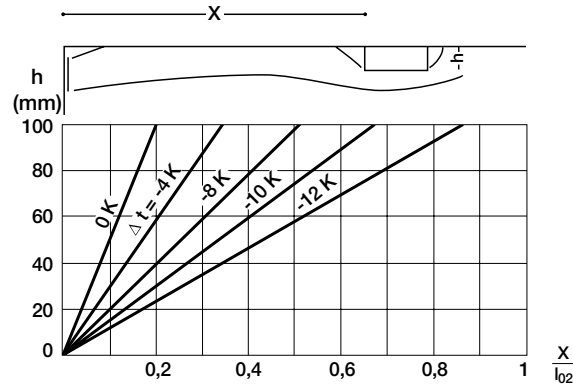
Ha egyenesen lefelé haladva az $x = 6 \text{ m}$ -ig, majd vízszintesen jobbra haladva követjük a vastag vonalat, az y (emelkedés/esés) és a Δt (a befújt levegő és a helyiség levegőjének a hőmérséklete közötti különbség) közötti leolvasható arány 0,24.

10 K hőmérsékletkülönbség esetén

$$y = 0,24 \text{ m/K} \times 10 \text{ K} = 2,4 \text{ m}$$

emelkedés/esés adódik a fúvókától $x = 6 \text{ m}$ távolságban.

A légsugár lehetséges akadályok általi eltérítésének az elkerülése érdekében a 15. ábrában látható minimális távolságokat be kell tartani.



15. ábra, $l_{0,2}$ vetőtávolság mennyezeti befúvás esetén

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18



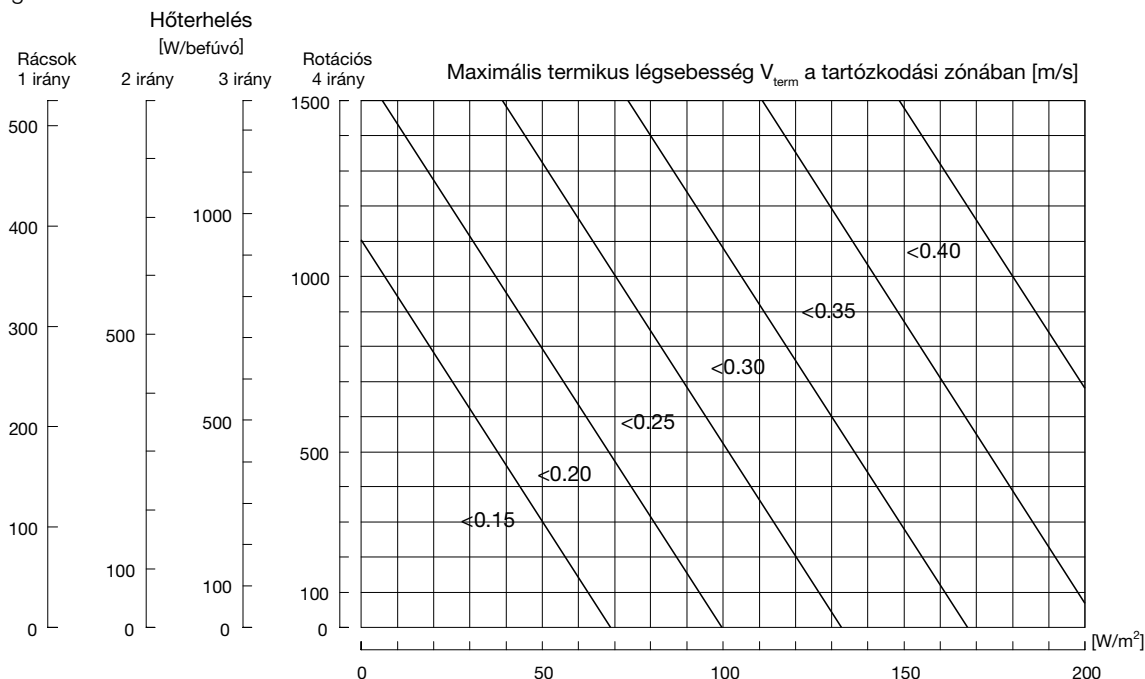
Keveredésses szellőztetés

A helyiség hőterhelése felfelé irányuló konvekciós áramlásokat hozhat létre, és a befűjt levegő hasonló módon lefelé irányuló hideg konvekciós áramlásokat kelt.

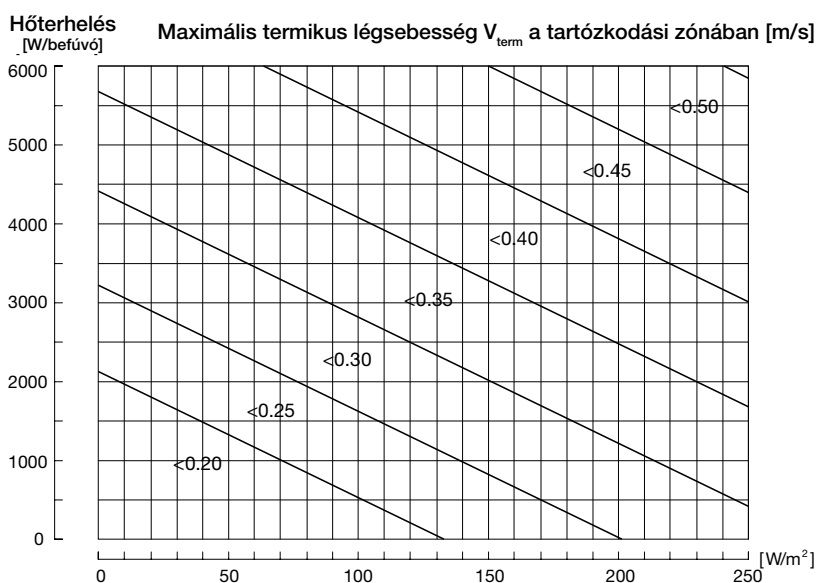
A tartózkodási zónában a hőáramlás miatti v_{term} kalkulált maximális sebességet a 16. ábra mutatja be. Ezek az áramlások a helyiség hőterhelésétől (W/m^2), valamint a befűjt levegő eloszlásától (a befűvők számától és a légsugár alakjától) függnek, de nem befolyásolja azokat a befűjt levegő impulzusa. A sebesség függ továbbá a mennyezet magasságától.

A tartózkodási zónában a maximális légsebességet a hőterhelésből (W/m^2), a befűvők számából ($W/befűvő$) és a mennyezeten 2,5 m magasságban jelentkező (1-, 2-, 3- és 4-irány) légsugár alakból levezetett empirikus modellel lehet meghatározni.

Ha a projekttel kapcsolatban bármilyen kételye van, vagy ha különleges feltételeket kell megvizsgálni, a Lindab teljes üzemi tesztekkel vállalja a feltételek gyakorlati vizsgálatát, ami nagyobb és összetettebb beruházási feladatok esetén gyakran nagy értéket képvisel.



16 a ábra, Maximális termikus légsebesség a tartózkodási zónában. A diagram tájékoztató jellegű, 2,5 m belmagasság esetén érvényes.



16 b ábra, Maximális termikus légsebesség a tartózkodási zónában. A diagram tájékoztató jellegű, és az alábbi belmagasság esetén érvényes: > 4 m.



Keveredékes szellőztetés

Számítás – példa

Helyiség: $L \times B \times H = 10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$

Hőterhelés:

10 személy, ülő foglalkozás ($10 \times 130 \text{ W}$) = 1300W (22 W/m²)

10 asztali lámpa, egyenként 60 W ($10 \times 60 \text{ W}$) = 600 W (10 W/m²)

10 gép, egyenként 100 W ($10 \times 100 \text{ W}$) = 1000 W (17 W/m²)

Összesen = 2900 W (48 W/m²)

Annak érdekében, hogy a helyiségben kielégítő legyen a levegő minősége, a szokásos számításokkal meghatározzák, hogy az alapterület egy m²-re vetített 0,4 l/s mennyiségen felül a ventilátornak személyenként 4-10 l/s befűjt levegőt kell szállítania. Ha 10 l/s-t alkalmaznak, az alábbi szükséges légmennyiséggel kell számolni.

$q_{\min} = 10 \text{ személy} \times \text{személyenként } 10 \text{ l/s} + 60 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ l/s per m}^2 = 124 \text{ l/s}$

Ha emellett a ventilátornak a hőterhelést is el kell vonnia a helyiségből, akkor a befűjt levegő és helyiség levegője/ a távozó levegő között Δt a következő módon határozható meg:

$$\Delta t = \frac{2900 \text{ W}}{\frac{124 \text{ l/s}}{1000 \text{ l/m}^3} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} = 19,4 \text{ K}$$

Miután a csaknem 20 K hőmérsékletkülönbség nagy valószínűséggel kellemetlen hőérzetet okoz, javasolt megnövelni a légmennyiséget és kisebb hőmérsékletkülönbséget alkalmazni. Ha a $\Delta t = 6 \text{ K}$ értéket választják, a légmennyiség az alábbiak szerint határozható meg:

$$q = \frac{2900 \text{ W}}{6 \text{ K} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} \times 1000 \text{ l/m}^3 = 400 \text{ l/s}$$

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18



Elárasztásos szellőztetés

Elárasztásos szellőztetés

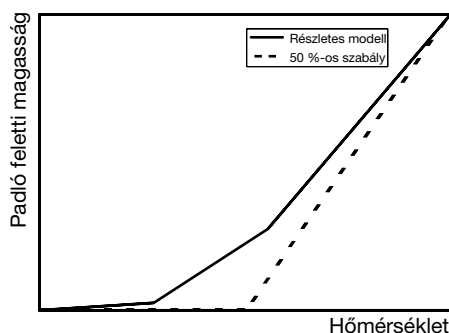
Az elárasztásos egységek a helyiség megfelelő szellőztetéséhez bizonyos mennyiségű levegőt kell biztosítani, egyidejűleg teljesítenie kell a tartózkodási zónában a zajszintre, a légsebességre és a hőmérsékletgradiensre vonatkozó követelményeket. E követelmények teljesítéséhez tervezési irányelvekre van szükség, melyek közül a legfontosabbakat itt felsoroljuk. Az egység kiválasztásakor világosan meg kell határozni a nyomásesésre, a zajszintre és a vetőtávolságra vonatkozó igényeket. Ezek az adatok megtalálhatók minden egyes termék esetében. A Lindab katalógusban található kiválasztási és a teljesítményadatok a Lindab laboratóriumaiban, modern, precíziós műszerekkel végrehajtott mérések eredménye. A gyakorlatban azonban ritkán olyan ideálisak a körülmények mint a laboratóriumban, mivel az építészeti megoldások, a bútorzat, a befűvők elhelyezése stb. nagy hatással van a helyiségen belül a levegő elosztására. A Lindab a gyakorlati körülmények ellenőrzését kínálja a teljes üzemi tesztek elvégzésével, ami nagyon hasznos, amikor nagy és összetett projekteket terveznek.

Jelölések

$a_{0,2}$	Közelségi zóna szélessége	[m]
$b_{0,2}$	Közelségi zóna hossza	[m]
ϵ_t	Termikus hatásosság	[-]
K_{ok}	Korrektíós tényező hangteljesítményszinthez	[dB]
L_A	A-hangnyomásszint	[dB(A)]
L_{WA}	A-hangteljesítményszint	[dB(A)]
L_{Wok}	Hangteljesítményszint oktávsvávokban	[dB]
L_p	Hangnyomásszint	[dB]
L_w	Hangteljesítményszint	[dB]
ΔL	Hangcsillapítás	[dB]
D	Helyiség csillapítása	[dB]
Δp_t	Össznyomásesés	[Pa]
q	Térfogatáram	[m ³ /h], [l/s]
t_i	A befűjt levegő hőmérséklete	[°C]
t_r	A helyiség hőmérséklete (a padlósínt felett 1,1 m)	[°C]
t_u	A távozó levegő hőmérséklete	[°C]
Δt	A helyiségben lévő levegő és a befűjt levegő hőmérséklete közötti különbség	[K]
v_x	Sebesség az egység közepétől x távolságra	[m/s]

Függőleges hőmérséklet-eloszlás

A réteges áramlás miatt az elárasztásos szellőztetés nagy hőmérsékletkülönbséget okoz az egész helyiségben. A komfort szellőztetés esetén, ahol a hőforrások a helyiség alsó részében helyezkednek el, a hőmérsékletgradiens, vagyis a méterenkénti hőmérsékletnövekedés (K/m) a helyiség alsó részében nagyobb, a felső részében pedig kisebb lesz.



17. ábra, A függőleges hőmérséklet-eloszlást leíró modellek összehasonlítása

A függőleges hőmérséklet-eloszlás leírásánál a legegyszerűbb az úgynevezett százalékos szabály.

Leggyakrabban az 50 %-os szabályt alkalmazzák, mely szerint a befűjt levegő és a távozó levegő hőmérséklete közötti növekedés fele a padlósínt követve be, a másik fele pedig feljebb a helyiségben. (17. ábra). A legtipikusabb helyiségek és egységek esetében első közelítésként a modell megfelelő eredményt ad, de egyszerűsége miatt nem kellően pontos a tartózkodási zónában a hőmérséklet-gradiens meghatározására.

A Lindab részletesebb modell alkalmazását javasolja, mely a helyiségben felfelé haladva leírja a hőmérséklet-gradiens változását. Az alapfeltételezés szerint a tartózkodási zónában a hőmérséklet-gradiens egyenlő a helyiségben lévő és a befűjt levegő hőmérséklete közötti különbség felével. A modell néhány teljes üzemi teszten és hatásossági tényezőkön, valamint azon a tényen alapszik, hogy a hőmérséklet-gradiens a helyiség alsó részében nagyobb, mint a felső részében.

Hőmérséklet hatásosság

Az elárasztásos szellőztetés hatásossága arra vezethető vissza, hogy a rétegződés nagyobb, mint a keveredéssel szellőzés esetén. A különbség nagyobb belmagasság esetén nő. A helyiségből elvitt hő arányos a befűjt és a távozó levegő közötti hőmérsékletkülönbséggel. ($t_u - t_i$).

Mivel elárasztásos szellőztetés esetén a távozó levegő hőmérséklete (t_u) magasabb, mint a helyiség hőmérséklete (t_r), ugyanazt a hőtadást lehet elérni magasabb befűjt levegő hőmérséklet mellett (t_i), mint keveredéssel szellőztetés esetén, ahol $t_u \leq t_r$. Vagyis, hűtőteljesítmény spórolható meg, illetve hatékonyabban lehet alkalmazni a külső levegő hűtőhatását.

Az elárasztásos szellőztetés különböző hőterhelés mellett részben önszabályozó, mivel az emelkedő hőterhelés miatt először megnő a hőmérséklet-gradiens, majd a mennyezetnél megemelkedik a hőmérséklet.

A hőmérséklet hatásosság meghatározása:

$$\epsilon_t = \frac{t_u - t_i}{t_r - t_i} \times 100\%$$

Elárasztásos szellőztetésnél $\epsilon_t > 100\%$ ($t_u \geq t_r$), míg $\epsilon_t \leq 100\%$ keveredéssel szellőztetésnél ($t_u \leq t_r$). Ideális keveredéssel szellőztetés esetén $\epsilon_t = 100\%$ ($t_u = t_r$).

Nyomásesés

A diagram megadja az anemosztáton keletkező össznyomásesést ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ esetén), azaz a statikus és a dinamikus nyomás összegét (a lehetséges csatlakozódobozzal együtt) az anemosztát csonkméretével megegyező méretű, 1 m hosszú egyenes légcsatorna-szakasszal csatlakoztatva.

Zajszint

A diagram megadja az anemosztátok L_{WA} A-hangteljesítményszint adatait lehetséges csatlakozódobozzal és az anemosztát csonkméretével megegyező méretű, 1 m hosszú egyenes légcsatornaszakasszal csatlakoztatva.

A hangnyomásszinttel a hang erejét mérjük, azaz az érzékelt nyomásingadozásokat, míg a hangteljesítményszinttel a hangforrást jellemezhetjük. Általában mindkét értéket dB-ben (decibel) adjuk meg, ez némi zavart okozhat.

Elárasztásos szellőztetés

Hangnyomás (L_p)

A hang intenzitásának mértéke, ami a nyomásingadozást jellemzi, füllel érzékelt vagy a zajmérő mikrofonnal mért. A hangnyomást Pascalban (Pa) mérjük, és általában hangnyomásszintet adunk meg (dB vagy dB(A)-ban).

Hangteljesítmény (L_w)

A zajforrás (pl. egy gép) által hanghullám formájában keltett energia. A hangteljesítményt Wattban (W) mérjük, és általában hangteljesítményszintet adjuk meg (dB vagy dB(A)-ban).

A katalógusban a befűvők zajkeltő tulajdonságait a hangteljesítményszinttel jellemezzük.

$$\text{Hangteljesítményszint: } L_w = 10 \times \log \frac{N}{N_{re}} \text{ [dB]}$$

N az aktuális hangteljesítmény [W], amit a zajforrás nyomásingadozás formájában kibocsát, $N_{re} = 10^{-12}$ W a referencia hangteljesítmény.

$$\text{Hangnyomásszint: } L_p = 20 \times \log \frac{p}{p_{re}} \text{ [dB]}$$

p az aktuális hangnyomás [N/m^2] és $p_{re} = 2 \times 10^{-5}$ N/m^2 a referencia hangnyomás.

A helyiség csillapítása D [dB] a hangteljesítményszint és hangnyomásszint különbsége.

$$L_p = L_w - D$$

Az L_{WA} A-hangteljesítményszint oktávsvonkénti meghatározása:

$$L_{wok} = L_{WA} + K_{ok}$$

A K_{ok} korrekciós érték, minden egységre táblázatos formában adjuk meg.

Hangcsillapítás

Minden egységre a légcsatorna és a helyiség közötti hangteljesítményszint csökkenését adja meg (a reflexióval együtt).

Közelségi zóna

Az egység körüli területet, ahol a légsebesség meghaladja a 0,2 m/s-t, közelségi zónának hívjuk.

A közelségi zóna nagyságát minden egység esetében $\Delta t = t_r - t_i = 3K$ hőmérsékletkülönbségnél adjuk meg. A közelségi zóna hossza (a_o) és szélessége (b_o) egyenletes eloszlású hőterhelés esetén igaz.

Elárasztásos szellőztetés tervezése

Az elárasztásos elvet alkalmazó szellőztető rendszer tervezése, amely a hő gravitációs hatása alapján működik, és ha a befűjt levegőt közvetlenül a tartózkodási zónába vezetik be, különleges igényeket támaszt a léghelosztó egységek méretezésével és elhelyezésével szemben. Ezeket soha nem lehet közvetlenül egy nagy teljesítményű hőforrás, például egy radiátor mellé helyezni. Az erős napsugárzás szintén megzavarhatja a rendszert, és egyes esetekben a keveredésszerű szellőztető rendszerekéhez hasonló működésre készíti. A helyiség nagy, hideg falai, vagy az ablakfelületek miatt szintén visszaáramolhat a már szennyezett levegő a tartózkodási zónába.

A rendszer nem alkalmas fűtési célokra, következésképpen a fűtést és a szellőztetést külön rendszerben kell megvalósítani. A levegőnek a helyiségben a lehető legmagasabb ponton kell távoznia.

Ha a projekttel kapcsolatban bármilyen kételye van, vagy ha különleges feltételeket kell megvizsgálni, a Lindab teljes üzemi tesztekkel vállalja a feltételek gyakorlati vizsgálatát, ami nagyobb és összetettebb beruházási feladatok esetén gyakran nagy értéket képvisel.

Konvekciós áramlás

A befűjt levegő térfogatáramának legalább ugyanolyannak kell lennie, mint a helyiségben létrejövő teljes konvekciós áramlás. (18. ábra). Ha a befűjt levegő térfogatárama ennél kisebb, a konvekciós áramlással szennyezett levegő kerül vissza a tartózkodási zónába. (19. ábra).

A következő tényezők befolyásolják a konvekciós áramlást:

- a hőforrás alakja és felülete,
- a hőforrás felületi hőmérséklete,
- a kibocsátott hőteljesítmény konvekciós aránya,
- a helyiség átlaghőmérséklete,
- a szennyezett zóna szintje a helyiségben lévő hőforrás szintjéhez képest.

A személyek, a világítás és a gépek keltette konvekciós áramlás a helyiségben lévő hőforrások teljesítménye és elhelyezkedése alapján határozható meg. Lásd az 1. és 2. táblázatot).

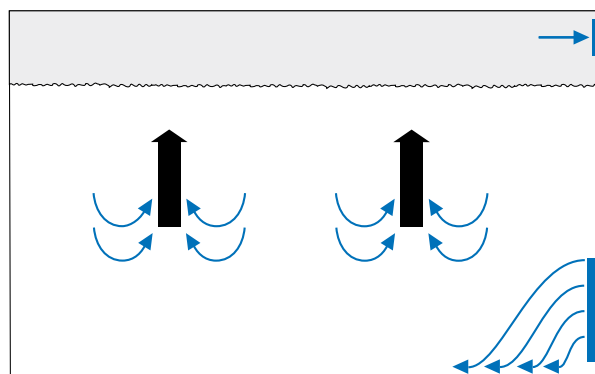
1. táblázat, A személyek keltette konvekciós áramlások, tapasztalat alapján

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

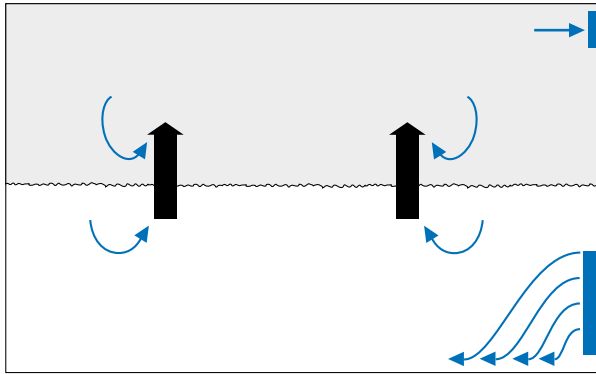
Hőforrás	Térfogatáram l/s / W	
	1,2 m padló felett	1,8 m padló felett
Asztali lámpa	0,10	0,20
Mennyezeti világítás	-	-
Gépek	0,10	0,20
Napsugárzás	0,11	0,22



18. ábra, Elárasztásos szellőztetés elégséges térfogatárammal



Elárasztásos szellőztetés



19. ábra, Elárasztásos szellőztetés elégtelen térfogatárammal

Hőmérséklet-gradiens

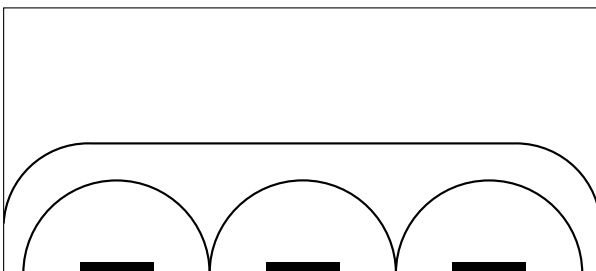
A tartózkodási zónában a kellemes hőérzet iránti igény határt szab a hőmérséklet-gradiens nagyságának. A 3. táblázat a Lindab Comfort által ajánlott maximális hőmérséklet-gradiens tartalmazza különféle tevékenységi szintek esetén. Tartalmazza továbbá az ehhez tartozó maximális hűtő hőmérsékletet - ($t_r - t_i$) - a Lindab COMDIF-egységek alkalmazása esetén. A tartózkodási zónában a hőmérséklet-gradiens (K/m) kis túréssal beállítható úgy, hogy a fele legyen a hűtő hőmérsékletnek - $t_r - t_i$ [K]

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

Közelségi zóna

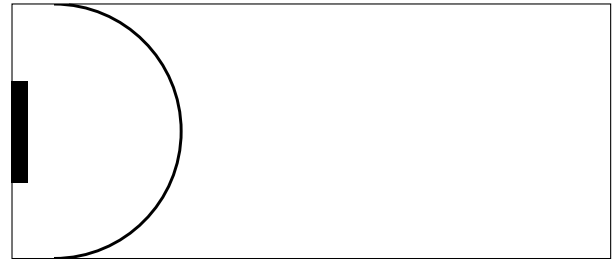
A közelségi zóna nagyságát a katalógusban szereplő minden egységre megadjuk. Ha több egységet helyeznek el egymás közelében, a közelségi zóna megnövekszik (20. ábra)



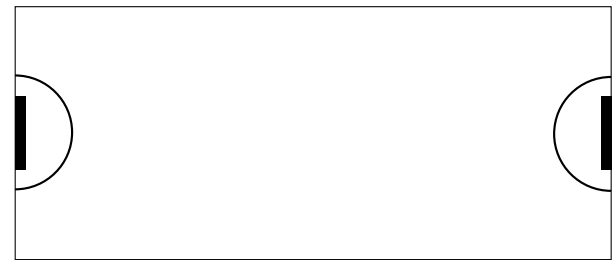
20. ábra, Az egyes befűvők indukcióját akadályozó, egymáshoz közel elhelyezett befűvők.

Egyetlen egységből kiinduló nagy térfogatáram túl nagy közelségi zónát eredményezhet (21. ábra). Ha ehelyett a légmennyiséget két egység között osztják meg, az eredmény kisebb közelségi zóna lesz. (22. ábra).

A lehető legkisebb közelségi zónák kialakulásához és ezáltal a helyiség lehető legjobb kihasználásához a légmennyiséget egyenletesen kell elosztani a helyiségben, a lehető legtöbb egység felhasználásával.



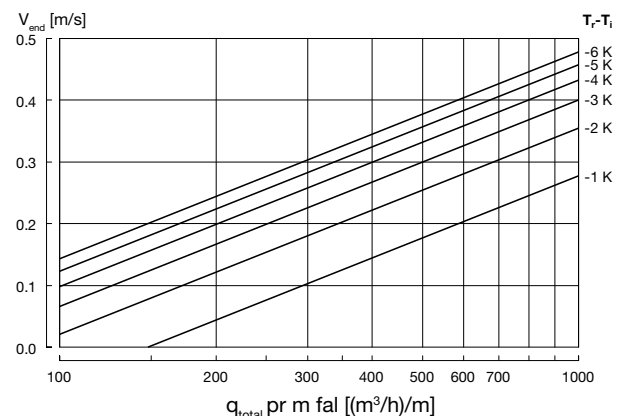
21. ábra, Az egyetlen befűvőn bejövő túl nagy térfogatáram túl nagy közelségi zónát eredményez



22. ábra, Kisebb térfogatáram befűvőnként és kisebb közelségi zónák

Több egység

Ha több egységet egymáshoz túl közel helyeznek el ugyanazon fal mentén, a közelségi zóna a 20. ábrában bemutatottak szerint megnövekszik, miután légsugár alakulhat ki az egységek között. Az egységektől bizonyos távolságra azonban folyamatos légáramlás jön létre, közel azonos sebességgel. Ez a végsebesség a fal mentén méterenként kialakuló együttes térfogatáramtól és a hűtő hőmérséklettől függ. A 23. ábrán ez a végsebesség olvasható le. Sokszor előnyös lehet, ha a levegőt a szomszédos, egymással derékszöveget bezáró falakra felszerelt befűvőkön osztják el. Ebben az esetben az egységeket egyenlő távolságra kell elhelyezni a falak mentén, mivel természetesen szintén kialakulhat légsugár a sarkokban egymáshoz túl közel elhelyezett egységek között.



23. ábra, Végsebesség folyamatos levegőáramlás esetén

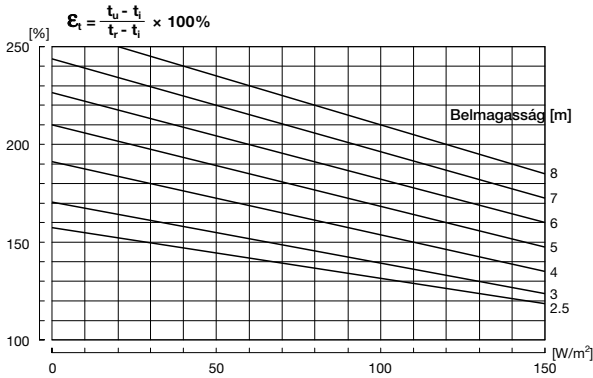


Elárasztásos szellőztetés

Elszállított hő

Az elárasztásos rendszerrel a helyiségből elszállítandó hő kiszámításához ismerni kell a $t_u - t_i$ hőmérsékletkülönbséget (ami a hőterheléstől, a belmagasságtól és a hűtési hőmérséklettől függ ($t_r - t_i$)). A hőmérséklet hatásosság és a szükséges hőmérsékletkülönbség kiszámításához $t_u - t_i$ a mennyezethez közeli hőforrásokat (a világítás kivételével) a teljesítmény 50 %-ával kell figyelembe venni.

A 24. ábrából a hőmérséklet hatásosság ϵ_i különböző belmagasságok és hőterhelések kombinációja mellett olvasható le.



24. ábra, A hőmérséklet hatásosság a belmagasságtól és a hőterheléstől függ

Számítás – példa

Helyiség: $H \times Sz \times M = 10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$

Hőterhelés:	
10 személy, ülő foglalkozás (10 x 130 W) =	1300 W (22 W/m ²)
10 asztali lámpa, egyenként 60 W (10 x 60 W) =	600 W (10 W/m ²)
10 gép, egyenként 100 W (10 x 100 W) =	1000 W (17 W/m ²)
Összesen	= 2900 W (48 W/m²)

Minimális térfogatáram (az 1. és 2. táblázatból):

$$q_{\min} = 10 \text{ szem.} \times 11 \text{ l/mp/szem.} + 10 \text{ asztali lámpa} \times 60 \text{ W/asztali lámpa} \times 0,1 \text{ l/s/W} + 10 \text{ gép} \times 100 \text{ W/gép} \times 0,1 \text{ l/mp/W} = 270 \text{ l/s}$$

Szükséges hőmérséklet különbség ($t_u - t_i$):

$$t_u - t_i = \frac{2900 \text{ W}}{\frac{270 \text{ l/s}}{1000 \text{ l/m}^3} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} = 8,9 \text{ K}$$

A 24. ábrából a hatásosságot $\epsilon_i = 178 \%$ értéknél, 4 m-es belmagasság és 48 W/m² hőterhelés mellett lehet leolvasni.

Ebből adódóan a $t_r - t_i$ hőmérsékletkülönbséget az alábbi képlettel lehet meghatározni:

$$\epsilon_i = \frac{t_u - t_i}{t_r - t_i} \Leftrightarrow t_r - t_i = \frac{t_u - t_i}{\epsilon_i} = \frac{8,9 \text{ K}}{1,78} = 5 \text{ K}$$

ami a tartózkodási zónában 2,5 K/m hőmérséklet-gradienst eredményez (mivel a tartózkodási zónában a hőmérséklet-gradiens a $t_r - t_i$) hűtési hőmérséklet felére állítható be. A Lindab <2 K/m hőmérséklet-gradienst ajánl, és ehhez meg kell növelni a légmennyiséget.

A 2 K/m hőmérséklet-gradiens $t_r - t_i = 4 \text{ K}$ értéket eredményez, és változatlan 178 % hatásosság mellett az elfogadható hőmérsékletkülönbség $t_u - t_i = 7,1 \text{ K}$.

A 2900 W hőterhelés elszállításához a légmennyiséget a következők szerint kell módosítani:

$$q = \frac{2900 \text{ W}}{7,1 \text{ K} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} \times 1000 \text{ l/m}^3 = 337 \text{ l/s}$$

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18



Akusztikai tervezés

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18

Akusztikai tervezés

A katalógusban szereplő diagramok megadják az A-hangteljesítményszintet, L_{WA} a befúvóval megegyező méretű, 1 m hosszú egyenes légcsatornához csatlakoztatott befúvókra. A tényleges hangnyomásszintet, amit mi is hallunk, az alábbiak szerint határozzuk meg.

Jelmagyarázat

A	Teljes abszorpció a helyiségben	[m ²]
K_{ok}	Korrekciós tényező hangteljesítményszinthez	[dB]
L_A	A-hangnyomásszint	[dB(A)]
L_{WA}	A-hangteljesítményszint	[dB(A)]
L_{Wok}	Hangteljesítményszint oktávsvávokban	[dB]
L_D	Hangnyomásszint	[dB]
D	Helyiség csillapítása	[dB]
L_w	Hangteljesítményszint	[dB]
V	Helyiség térfogata	[m ³]
T_s	Utözengési idő	[-]
Q	Íránytényező	[-]
Δ	Hangteljesítményszint növekménye adott számú azonos egység mellett	[dB]
r	Távolság a legközelebbi egységtől	[m]
α	Abszorpciós tényező	[-]
n	Egységek száma	[-]

Hangteljesítményszint

Több hasonló befúvó együttes hangteljesítményszintjét L_w a hasonló befúvók számából lehet megállapítani, a befúvók számának az egyes befúvók hangteljesítményszintjével való logaritmusos szorzásával:

$$L_w = L_{w1} \otimes n$$

– ahol L_{w1} az egyes befúvó hangteljesítményszintje [dB] és n a befúvók száma.

Az együttes hangteljesítmény 25. ábra segítségével számítható ki: $L_w = L_{w1} + \Delta$ ahol Δ az azonos befúvók adott száma esetén a hangteljesítményszint növekedése.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Δ	0	3.0	4.8	6.0	7.0	7.8	8.5	9.0	9.0	10.0	11.8

25. ábra, A hangteljesítményszint megnövelése (logaritmusos szorzás) az azonos hangforrások számával.

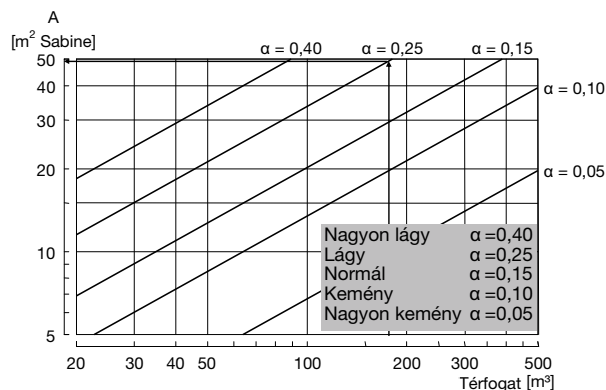
Ha ismerjük a hangforrásokat és a helyiség abszorpciós felületét, a helyiség csillapítását meghatározhatjuk a 26., a 27. és a 28. ábra segítségével a helyiségben lévő egy vagy több azonos hangforrás esetén.

A tényleges hangnyomásszint a hangteljesítményszint és a helyiség csillapításának a különbsége, ahol L_D a hangnyomásszint [dB], L_w a hangteljesítményszint [dB] és D a helyiség csillapítása [dB].

Ha a helyiségben különféle hangforrások találhatók, egy adott ponton a hangnyomásszint az egyes hangforrások hangnyomásszintjének logaritmusos összeadásával állapítható meg.

"A" értéke kiszámítható az utözengési időből is az alábbi képlettel:

$$A = 0.16 \times \frac{V}{T_s}$$



26. ábra, A zajforrások különféle elhelyezéséhez kapcsolódó irányítvány, a helyiség térfogata és az ekvivalens hangelnyelő felület közötti viszony

Számítás – példa

Egy helyiségben, melynek méretei H x Sz x M = 10 m x 7 m x 2,5 m, négy befúvót szerelnek a mennyezetre. Mindegyik befúvó 29 dB (A) hangteljesítményszinttel rendelkezik. A helyiség csillapított, aminek következtében az A abszorpciós felület ~ 50 m² Sabine (26. ábra). Meg kell határozni, hogy a padlótól 1,5 méterre mennyi a hangnyomásszint.

A négy befúvó hangteljesítményszintje:

$$L_w = 29 \otimes 4 = 29 + 6 = 35 \text{ dB(A)} \text{ (25. ábra)}$$

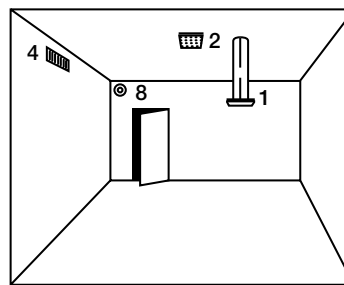
A mennyezetre szerelt befúvók esetén az irányítvány Q = 2, ebből következik (28. ábra).

$$\sqrt{n} / \sqrt{Q} = 1,4$$

A padló felett 1,5 m magasságban a legközelebbi befúvótól mért távolság r = 1 m, így a helyiség csillapítása D = 9 dB-ként határozható meg a 28. ábra segítségével.

A helyiségben az A-hangnyomásszint:

$$L_A = 35 \text{ dB(A)} - 9 \text{ dB} = 26 \text{ dB(A)}.$$

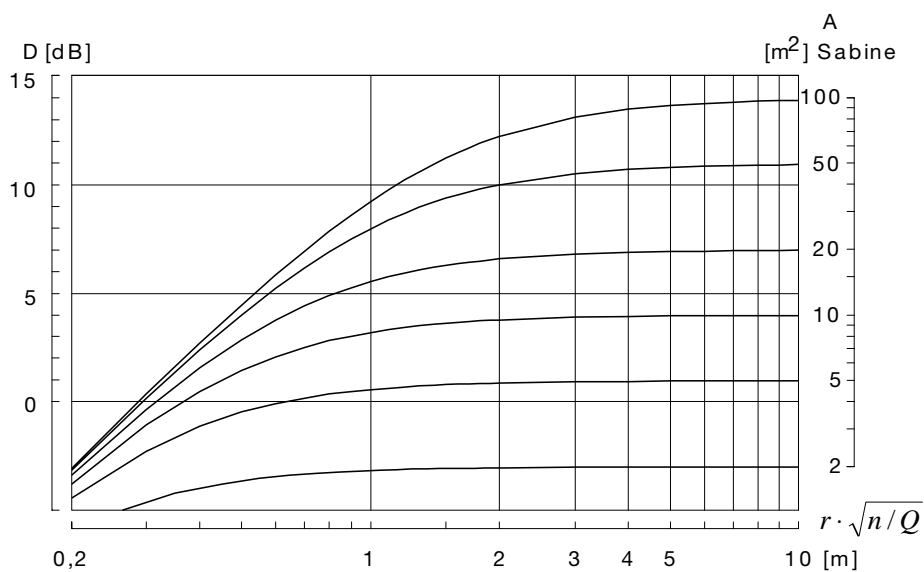


n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Q	n / Q										
1	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.9
2	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2	2.7
4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.9
8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.4

27. ábra, A zajforrások különféle elhelyezésének irányítványja és a köztük fennálló arányok \sqrt{n} / \sqrt{Q} , mint a zajforrások számának és az irányítványzónek a hányadosa (kép)



Akusztikai tervezés



28. ábra, Csillapítás a helyiségben az abszorpció felület és a zajforrások számának függvényében



29. ábra, Zajszintek összeadása (a hangteljesítményszint vagy a hangnyomásszint logaritmusos összeadása)

Példa:

két hangforrás: 41 dB és 47 dB
 a diagramból: 6 az x tengelyen -> 1 az y tengelyen
 Eredő érték: 47+1=48 dB

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18

