



IDAN
fræðslusetur

Uppbygging loftræsikerfa

Sigurgeir Þórarinsson

IDAN fræðslusetur
Málm- og véltækni svið
Mars 2008

Uppbygging loftræsikerfa

Höfundur: Sigurgeir Þórarinnsson
Útgefandi: IÐAN fræðslusetur ehf
© IÐAN fræðslusetur Skúlatún 2, 105 Reykjavík
Fyrsta útgáfa 2004
Önnur útgáfa 2006
Þriðja útgáfa 2008

**Afritun, dreifing og notkun bókarinnar
er óheimil á skriflegs leyfis útgefanda.**

Efnisyfirlit

1	Uppbygging loftræstikerfa	8
	Loftræstieiningar	8
	Kerfismyndir	8
	Teiknitákn	12
	Heiti búnaðar	13
	Tillaga að nýjum merkingum á búnaði	15
	Dæmi um númerakerfi	17
	Loftræstisamstæður	21
2	Inntaks- og útkastsmannvirki	24
	Uppbygging inntaksrista	24
	Staðsetning á inntaksristum	25
	Inntaksháfar á þaki	25
	Inntaksristar á veggjum	27
	Frístandandi inntaksháfar	29
	Útkastsháfar	30
3	Loftsiur	32
	Skilgreiningar á eiginleikum sía	33
	Síugerðir	35
	Grófsiur (G1 - G4)	35
	Fínsiur (F5 - F9)	36
	Míkrósiur (H10 – H14)	37
	Kolasiur	37
	Stöðurafsiur („elektrostatiskar“ siur)	40
	Miðflótttaafllsiur (síklón)	41
	Fitusiur í eldhúsútsogi	41
	Málningarsíur	41
	Olíubornar vírsíur	42
	Síunaráhrif í loftsíum	42
	Dreifiráhrif	43
	Heildaráhrif	43
	Prófanir á gróf-, fín- og míkrósiúm	44
4	Loftlokur	46
	Uppbygging á loftlokum	46
	Þéttleikaflokkun á spjaldlokum	47
	Stíllilokur	47
	Spjaldlokur	49
	Keyrslulokur	49
	Reyklokur	50
	Brunalokur	51
	Stjórnlokur	51
	Yfirfallslokur	53
	Skotlokur	53
5	Hita- og kælifletir	54
	Hitaletir	54
	Vatnshitaletir	54
	Píputengingar vatnshitaflata	55
	Sambygging hita- og kæliflata	56
	Rafhitaletir	56
	Gufuhitaletir	57
	Vatnskælifletir	57
	Varmanýting	57
	Uppblöndun	61
	Varmanýtahjól	62
	Vökvatengd varmanýting	63
	Stýringar á vökvatengdri varmanýtingu	65
	Econet stýrikerfið	66
	Varmanýtakubbar	69
	Stýringar á varmanýtakubbum	70
6	Rakataeki	72
	Rakastig [% Rh]	72
	Daggarmark [°C]	73

	Gerðir rakatækja	73
	Úðastútarakatæki	73
	Uppgufunarrakatæki	75
	Hátíðnirakatæki	76
	Þrýstiloftsrakatæki	76
	Háþrýst úðastútarakatæki	77
	Gufurakatæki	78
	Gufurakatæki sem framleiða gufu	78
	Gufurakatæki sem framleiða ekki gufu	79
7	Blásarar	80
	Kennilínur blásara og loftræstikerfis	81
	Ásblásarar (axial-blásarar)	83
	Miðflótttaafisblásarar (radial-blásarar)	85
	Þakblásarar	88
	Mótorar	89
8	Hljóðdeyfar	90
	Hljóð	91
	Útreikningar á dB-gildum	92
	Hávaðavaldar í loftræstikerfum	93
	Hvað er til ráða?	93
	Stokkakerfið	94
	Hljóðeinangruð þrýstihólf	95
	Hljóðdeyfar	96
9	Stokkar og stokkakerfi	98
	Þrýstifall í stokkum	98
	Vökvafræðilegt þvermál:	99
	Jafngildisþvermál:	99
	Þrýstifall yfir stakmótstöður	100
	Ákvörðun á stærð loftræstistokka	101
	Hönnun stokkakerfis	102
	Löftleki úr stokkakerfum	103
	Þéttleiki stokka	103
	Innra flatarmál loftstokka	104
	Þrýstingur í loftstokkum	104
	Efnisþykktir loftstokka	104
10	Dreifarar og ristar	106
	Val á dreifurum	106
	Blöndunarloftræsting	110
	Ákvörðun á kastlengd	111
	Dreifaragerðir	113
	Veggdreifarar	114
	Hvirfildreifarar	115
	Beindreifing (dirivent)	116
	Útsogsristar	116
11	Heimildaskrá	118

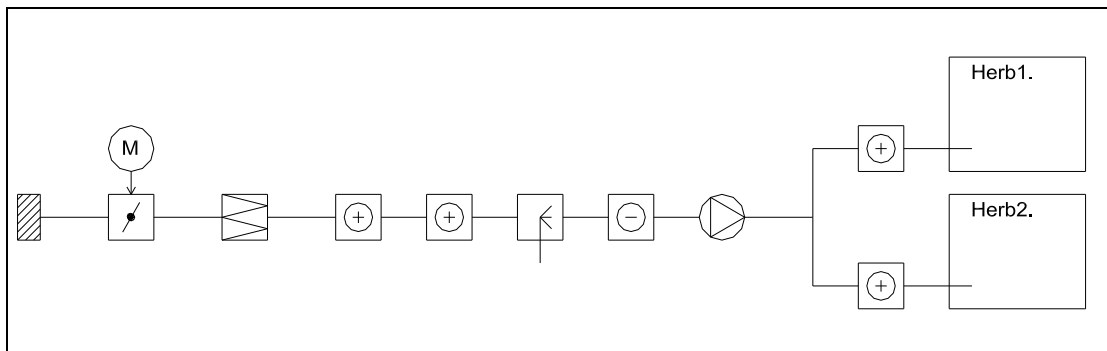
1 Uppbygging loftræstikerfa

Loftræstieiningar

Loftræstikerfi er gert úr einingum sem raðað er saman og mynda loftræsisamstæðu. Hlutverk kerfis ræður því hve einingar í samstæðu eru margar. Mjög er misjafnt hve loftræstikerfi eru flókin eða fullkomin. Kerfi með þremur einingum, útsogstúðu, útsogsblásara og útkastsrist, er dæmi um mjög einfalt kerfi. Fullkomið loftræstikerfi er t.d. með síur fyrir innblásturs- og útkastsloft, endurnýtingu á varma (varma-endurvinnslu), forhitafleti, kælifleti, rakagjöf, blásara, marga svæðahitafleti og loftmagnsbox. Svona kerfi kann að vera uppbyggt af tugum og jafnvel hundruðum loftræstieininga. Þegar gert er heildaryfirlit um uppbyggingu á loftræstikerfi er byrjað á að teikna af því kerfismynd, hvort sem það er einfalt eða flókið.

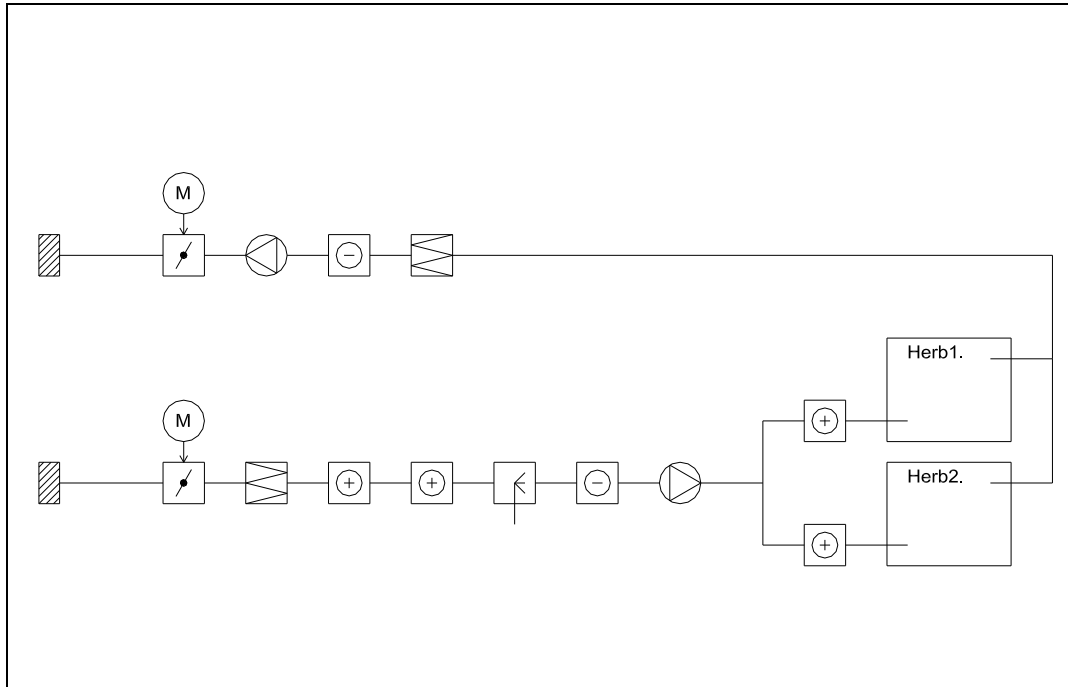
Kerfismyndir

Kerfismynd af loftræstikerfi byggist á því að loftræsitáknum er raðað saman á kerfisbundinn hátt. Byrjað er að raða táknum frá inntaki að innblásturs-dreifara. Þá er haldið áfram og útsogshlutanum raðað upp frá útsogsrist að útkastsháfi. Síðan er bætt við stjórnækjum og hliðarkerfum. Þegar kerfismyndin er fullbúin á að vera hægt að lesa af henni hvaða tæki tilheyra kerfinu og hvernig þau virka innan þess.

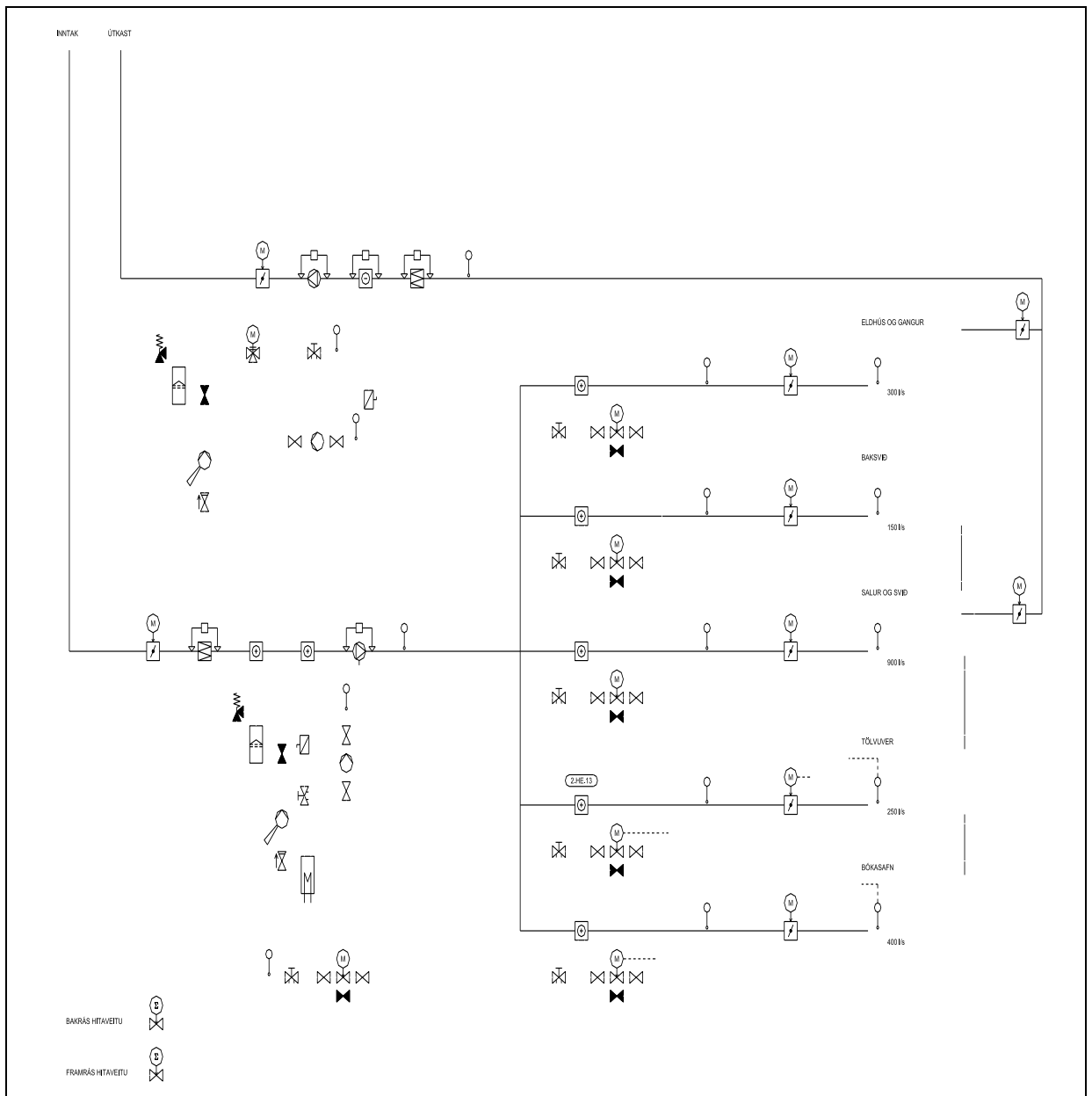


Mynd 1.1. Hér er búið að teikna innblásturshluta kerfisins.

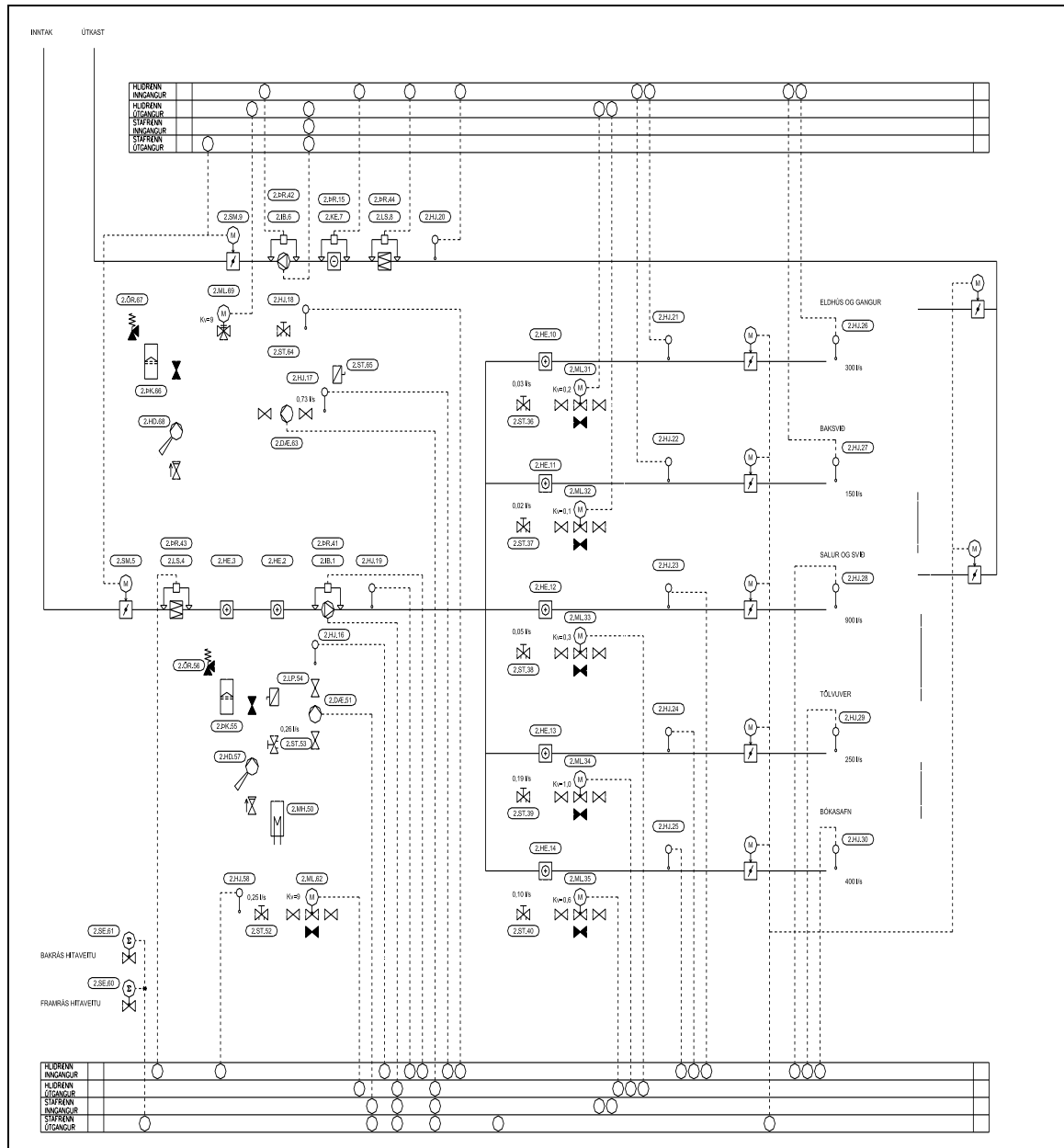
Hér er dæmi um uppbyggingu á kerfismynd þar sem búið er að teikna innblásturshluta kerfisins. Þar sést að loftið fer fyrst gegnum inntaksristina, síðan gegnum spjaldloku, loftsíu, varmanýtaflöt, forhitafliöt, rakatæki, kælifliöt og blásara. Þaðan fer loftið um tvo eftirhitafleti og síðan er því blásið inn í sinn hvorn vinnusalinn.



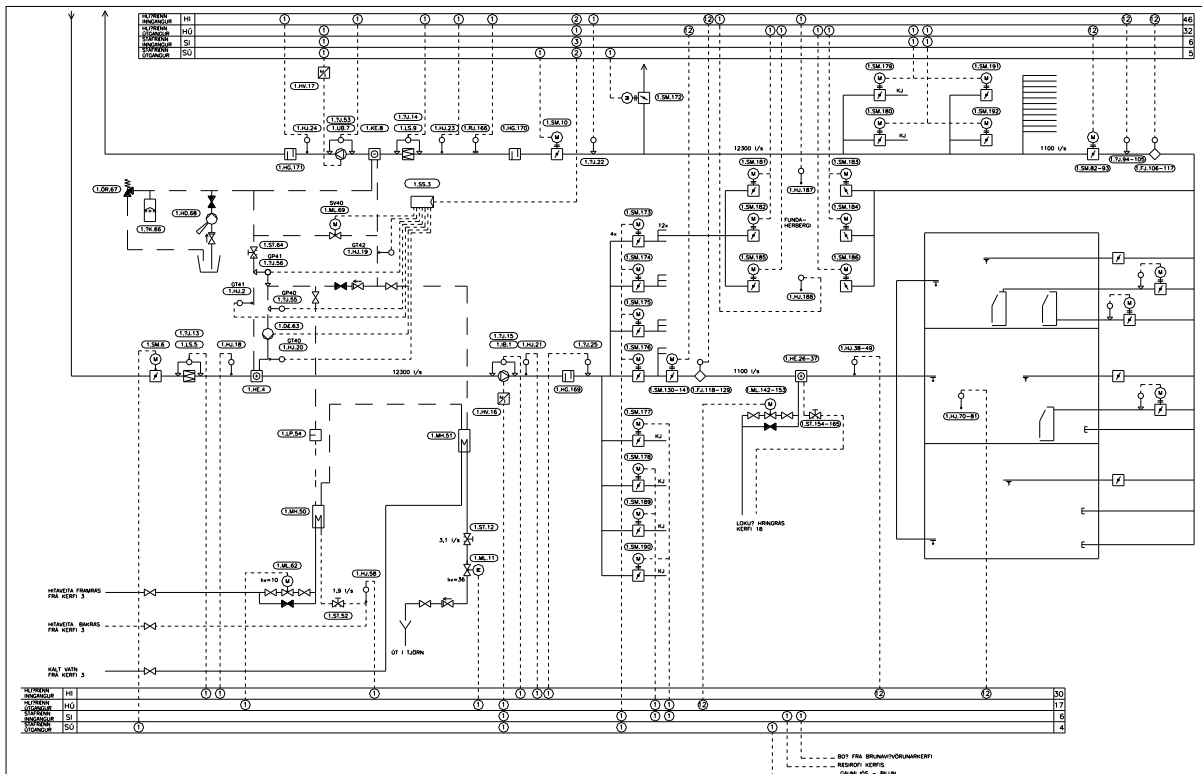
Mynd 1.2. Hér hefur útsogshluta kerfisins verið bætt við.



Mynd 1.3 Hér hefur hliðarkerfum verið bætt við.



Mynd 1.4 Hér er búið að númera kerfishlutana og taka saman stýripunkta



Mynd 1.5 Hér höfum við annað dæmi um fullbúna kerfismynd með grunntækjum, hliðarkerfum, númerun og samantekt stýripunkta.

Teiknitákn

Tákn tækja á kerfismynd fara eftir staðlinum ÍST ISO 4067/1¹ en hann fjallar um tákn til notkunar á teikningum og uppdráttum af neysluvatns- og fráveitulögnum, lögnum til upphitunar og kælingar á afmörkuðum svæðum og loftræstilögnum. Í þessum staðli er grunntákn flestra tækja, en síðan má setja þau saman og bæta við þau til frekari skýringa.

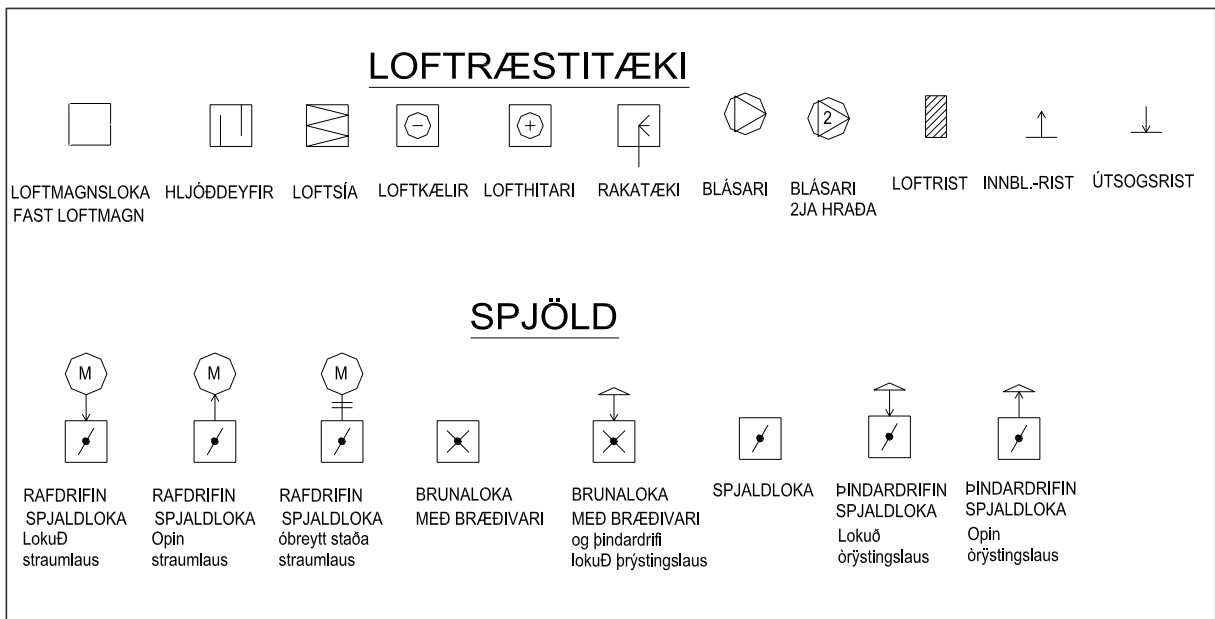
Fyrir um fimm árum var sett á laggirnar nefnd á vegum Félags ráðgjafaverkfræðinga (FRV) með fulltrúum fimm stærstu loftræstistofa innan félagsins. Nefndin skyldi gera tillögu að samræmdum teiknitákn kerfismynda innan lagna og loftræstihlutans.

Nefndin sendi tillögu til stjórnar FRV til formlegrar samþykktar aðildarstofanna.

Tillagan hefur ekki fengið formlegt samþykki, en er notuð á flestum stofum innan FRV. Það er til mikilla bóta fyrir þá sem þurfa að vinna eftir teikningum frá mismunandi stofum að þær séu með sömu táknunum.

¹ ÍST ISO 4067/1:1991. Tækniteikningar – lagnir – 1. hluti: Teiknitákn fyrir fráveitu-, neysluvatns-, hita- og loftræstilagnir.

Hér að neðan er teikning sem fylgdi með tillögu nefndarinnar.



Mynd 1.6 Hluti af tillögu nefndar FRV að samræmdum teiknitáknum.

Heiti búnaðar

Nú er komið að því að gefa hverri einingu heiti og númer. Til skamms tíma hefur ekki verið notað staðlað kerfi við númerun tækja. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins (Rb) gaf út tillögu að tækjaheitum í loftræsti- og lagnakerfum fyrir um 25 árum. Þær voru ekki fullunnar og höfðu þann galla að sama skammstöfun var notuð fyrir fleiri en einn hlut og einnig voru notaðir mismargir stafir í skammstöfunina, ýmist einn, tveir eða þrír stafir.

Flestir hönnuðir hafa því notað sínar eigin aðferð við að merkja tækin. Algengasta formið er X.YY.ZZ eða X.ZZ.YY þar sem „X“ stendur fyrir kerfisnúmer, „YY“ er skammstöfun tækis og „ZZ“ stendur fyrir hlaupandi númer. Þá er misjafnt á milli hönnuða hvort notað er hlaupandi númer innan kerfisins eða innan tækjaheitins. Ef notað er hlaupandi númer innan kerfisins þá er aðeins eitt tæki með hvert númer, en ef notað er hlaupandi númer innan hvers tækis þá geta mörg ólík tæki borið sama númer innan kerfisins. Í dæmunum hér að framan er notað kerfið „X.YY.ZZ“ með hlaupandi númeri innan kerfisins.

Á næstu síðu er dæmi um skammstafanir sem notaðar hafa verið hjá VGK undanfarin tuttugu ár, en þau voru unnin upp úr tillögu Rb á sínum tíma.

Kosturinn við þessar skammstafanir umfram Rb-tillöguna er að sama engin tvo tæki hafa sömu skammstöfunina, og skammstöfunin er alltaf tveir bókstafir.

Aftæming handvirk	AH	Loftsía	LS
Aftæming sjálfvirk	AS	Loftventill	LV
Áfylliker	ÁK	Loki	LK
Baðker	BK	Millihitari	MH
Blöndunartæki	BT	Mótorloki	ML
Blöndunartæki með hitastilli	BH	Niðurfall	NF
Brunaloka	BL	Ofnloki	OL
Brunaslanga	BS	Ofnloki – sjálfvirkur	OS
Brunnur (skólp)	BR	Rakaskynjari	RJ
Dragskápur	DS	Rakamælir	RM
Dreifari (innblástur)	ID	Rakarofi	RR
Dæla	DÆ	Rakastillir	RI
Dælubrunnur	DB	Rakatæki	RT
Einstreymisloki	EL	Rofi	RO
Eldhúsvaskur	EV	Ræstivaskur	RV
Fastspenna	FA	Segulloki	SE
Fitugildra	FG	Sigtí (Vatnssía)	SG
Fitusía	FS	Síuvaki SÍ	
Flóðloki	FL	Skolskál (Bidet)	BI
Flotrofi	FR	Skynjari	SJ
Flæðivaki	FV	Slaufuloki	SF
Frostvörn	HR	Slöngukrani	SK
Gaumljós	GA	Spjaldloka	SP
Gaumlúga	GL	Spjaldlokumótor	SM
Gólfniðurfall	GN	Stálvaskur / Skolvaskur	SV
Gripist	GR	Steypibað	SB
Handdæla	HD	Stilliloki SL	
Handlaug	HL	Stillité	ST
Hársía	HÁ	Stjórnstöð (Stjórneining)	SS
Hemill-Bremsa	HB	Svalarniðurfall	SN
Hitaelement	HE	Tengiloki	TL
Hitamælir	HM	Tímaliði	TÍ
Hitarofi HR		Tæmingarkrani	TK
Hitaskynjari	HJ	Upphengi	UH
Hitastillir	HI	Uppvottavél	ÚP
Hljóðgildra	HG	Útblástursrist	UT
Hraðloki	HO	Útikrani ÚK	
Hraðaveljari	HV	Útloftunarpottur	ÚP
Hreinsitútur	HS	Útsogsblásari	ÚB
Hreinsitæki f. Sundlaugar	HT	Útsogsrist	ÚR
Hurðarrist	HU	Varmamælir	VA
Hæðarmælir	HÆ	Vatnslás	VL
Innblástursblásari	IB	Vatnsmælir	VM
Innblástursrist	IR	Vatnssalerni	VS
Inntaksrist	IT	Yfirálagsvörn	YÁ
Jöfnunartankur	JT	Yfirfall	YF
Klórdæla	KD	Þakniðurfall	ÞN
Klukka	KL	Þaktúða	ÞT
Kvörn	KV	Þensluker	ÞK
Kælielement	KE	Þrýstijafnari	ÞÝ
Kæliþurrkari	KÞ	Þrýstimælir	ÞM
Leiðirist LR		Þrýstingsrofi	ÞR
Liði	LI	Þrýstingssskynjari	ÞJ
Loft – Rafmagnsbreytingar	LR	Þrýstingsstillir (Pressosatat)	ÞI
Loftdreifari	LD	Þurrkari	ÞU
Loftloka (loftmagnslokur)	LL	Þvagskál	ÞS
Loftpressa (loftþjappa)	LP	Þvottavél	ÞV
Loftpúði	LF	Öryggisloki	ÖR
Loftræstisamstæða	LO		

Tillaga að nýjum merkingum á búnaði

Nýlega hefur verið um það rætt að um að samræma tækjaheiti loftræstibúnaðar við tækjaheiti raf- og rafeindavirkjunar. Lagt er til að tilvísunarmerkingar á öllum búnaði styðjist við staðlana ÍST EN 61346-1² og ÍST EN 61346-2³. Þarna eru lögð drög að heilsteypu kerfi fyrir tilvísunarmerkingar. Jafnframt eru hlutir flokkaðir og flokkunum gefin nöfn. Merkingarkerfið sem lýst er í stöðlunum er alhliða og hentar alls konar kerfum, s.s. ýmsum rafrafeinda- og vélkerfum en ekki loftræstikerfum eingöngu.

Eins og áður er getið fjalla þessir staðlar um tilhögun á merkingu kerfiseininga og búnaðar. Þeir fela því ekki í sér fullmótaðar og ósveigjanlegar reglur um merkingar, heldur á hönnuður kost á að fullgera eigið númerakerfi.

Í staðli ÍST EN 61346-1:1996 eru settar fram grundvallarreglur um tilhögun og gerð tilvísunarmerkinga. Gefnar eru leiðbeiningar og reglur sem eiga að gera mönnum kleift að hanna ótvíræð og skýr kerfi tilvísunarmerkinga á hlutum í hvers kyns kerfum. Uppbygging kerfis miðar að því að hverjum hlut sé lýst með tilliti til hlutverks (= function), tegundar (- product) og staðsetningar (+ location) hans.

ÍST EN 61346-2:2000 skýrir hvernig skipa má hlutum og búnaði í flokka og undirflokk *eftir hlutverki* í öllum tæknigeirum og hvernig merkja má flokk með viðeigandi bókstaf sem nota skal sem upphafsstaf í tilvísunarnúmeri.

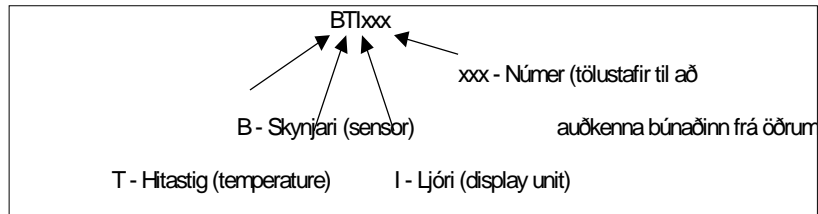
Dæmi: Bókstafurinn T er notaður til að tákna þá hluti sem umbreyta orku án þess að breyta tegund hennar. Í vélbúnaði gæti það verið gírkassi en í rafbúnaði gæti það verið spennir.

Hönnuði eru gefnar frjálssar hendur við gerð undirflokka undir þeim flokkum sem skilgreindir eru í staðlinum þegar reynt er að skilgreina hlut nánar. Það er hins vegar á ábyrgð hönnuðarins að skýringar á flokkum og undirflokkum fylgi með í viðeigandi gögnum.

² ÍST EN 61346-1:1996. Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir – Grundvallarreglur um skipulagningu og tilvísunarmerkingar – 1. hluti: Grunnreglur.

³ ÍST EN 61346-2:2000. Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designation – Part 2: Classification of objects and codes for classes.

Dæmi: Merking á hitaskynjara með aflestri gæti verið eins og hér er sýnt:



Þannig er bókstafahluti tilvísunarkerkisins byggður upp svo að fljótlegt sé að átta sig á gerð búnaðarins. Á eftir bókstöfunum kemur svo númer (tölustafir) sem greinir búnaðinn frekar frá öðrum tækjum. Hönnuður getur ráðið lengd þessa númers, þ.e. fjölda tölustafa, og einnig hvernig númerunum er úthlutað á hin ýmsu tæki í kerfinu. Með þessu móti á enginn búnaður að geta haft sama tilvísunarkerki.

Frumvarp að staðli, prEN ISO 14617-6:2002⁴ fjallar um þann flokk sem skynjarar, mælur og stjórnþúnaður falla undir. Í staðlinum er bókstafakerfi sem sniðið er fyrir merkingar á búnaði eða hlutum sem meðhöndla upplýsingar.

Rétt er að gera skýran greinarmun á efni þessa staðals og annarra, svo sem ÍST EN 61346.

Merkingarnar í prEN ISO 14617-6 eiga við einstakar aðgerðir en ekki hlutverk tækis eða búnaðar.

Ljóst er að mörg mismunandi merkjakerfi hafa verið við líði gegnum tíðina og þarf varla að skýra fyrir neinum kostina við að nota eitt vel skilgreint kerfi sem allir skilja á sama veg. Síst þarf að tíunda hagræðinguna sem vinnst með notkun á slíku kerfi þegar unnið er eftir samræmdum reglum.

⁴ PrEN ISO 14617-5:2002. (Frumvarp að staðli.) Graphical symbols for diagrams – Part 6: Measurement and control functions.

Dæmi um númerakerfi

B – Converting an input variable (physical property, condition or event) into a signal for further processing.	
B	Skynjari, nemi o.s.frv.
BT	Hitanemi
BTI	Hitanemi með ljóra
BTT	Hitanemi með ferjaldi
BTIT	Hitanemi með ljóra og ferjaldi
BTDT	Hitamismunarnemi með ferjaldi
BTS	Hitarofi
BP	Þrýstinemi
BPI	Þrýstinemi með ljóra
BPT	Þrýstinemi með ferjaldi
BPIT	Þrýstinemi með ljóra og ferjaldi
BPDT	Þrýstimismunanemi með ferjaldi
BPS	Þrýstingsrofi
BF	Flæðinemi
BFI	Flæðinemi með ljóra
BFT	Flæðinemi með ferjaldi
BFIT	Flæðinemi með ljóra og ferjaldi
BFDT	Flæðimismunanemi með ferjaldi
BFS	Flæðirofi
BM	Rakanemi
BMT	Rakanemi með ferjaldi

Hér til hliðar eru dæmi um hvernig hægt er að búa til tilvísunartákn fyrir tæki til að miðla nánari upplýsingum um hlutverk þess (sbr. ÍST-EN 61346.2: 2000).

Rétt er að ítreka það að staðsetning tækisins á hvergi að koma fram í tilvísunar-merkingu þessari. Hún kemur fram á teikningum samkvæmt ÍST EN 61346-1:1996.

Taflan hér til vinstri gefur til kynna hvernig bókstafahluti tákns fyrir nema/skynjara gæti litið út. Samkvæmt staðli merkir „B” skynjara að einhverju tagi. Aðrir bókstafir eru fengnir úr prEN ISO 14617-06 eins og mælst er til, vegna nánari skilgreiningar á tegund búnaðar.

G – Initiating a flow of energy or material. Generating signals used as information carriers or reference source. Producing a new kind of energy, material or product.	
G	Blásari, dæla, rafall o.s.frv.
GB	Blásari
GBA	Blásari axial
GBR	Blásari radial
GD	Dæla
GDC	Miðflóttaaflsdæla
GDH	Handdæla
GDG	Gíradæla
R – Restricting or stabilizing motion or a flow of energy, information or material.	
R	Viðnám, lokar etc.
RS	Spjaldloka
RSM	Mótordriffin spjaldloka
RSH	Handstillanleg spjaldloka
RSP	Loftdriffin spjaldloka
RB	Brunaloka
RL	Loki
RLD	Einstefnuloki
Q – Controlled switching or varying a flow of energy, of signals or of material. (For signals in control circuits, see classes K and S.)	
Q	Stjórnloki
QLM	Mótordriffin stjórnloki
QLP	Loftdriffin stjórnloki
QLS	Segulloki

P – Processing (treating) of material or products (including preparatory and post-treatment).	
V	Sía, skilja, húða o.s.frv.
VS	Loftsía
VP	Loftskilja
E – Providing radiant or thermal energy.	
E	Hitari, kælir, lýsing o.s.frv.
EV	Varmanýtir
F – Direct protection (self-acting) of a flow of energy, signals, personnel or equipment from dangerous or unwanted conditions. Including systems and equipment for protective purposes.	
F	Öryggi, öryggislokar o.s.frv.
FS	Öryggisloki
C – Storing material, energy or information.	
C	Tankur, tunna, þéttir o.s.frv.
CT	Tankur
CR	Þensluker






Eins og áður eru upphafsstafir bókstafahluta tákninganna í töflunum hér að ofan fengnir úr ÍST EN 61346-2:2000. Bókstöfum sem á eftir koma er ætlað að gefa hugmynd um hvernig hönnuður getur skilgreint búnað nánar með fleiri bókstöfum.

Lagt er til að tala sem skeytt er aftan við síðasta bókstaf byrji á 1 og myndi hlaupandi númer fyrir hvert nýtt tæki sömu gerðar sem að bætist við.

Loftræstisamstæður

Eins og fram kemur hér að framan þá getur loftræstikerfi byggst upp á einum blásara og upp í stór og flókin loftræstikerfi. Í slíkum kerfum eru loftræstisamstæður til að meðhöndla loftið og blása því af stað í gegnum stökkakerfið.

Samstæður þessar eru af nokkrum gerðum og er hægt að skipta þeim gróft upp í fimm flokka:

Flokkar	Loftmagn	Lýsing	Mynd
Blásari í kassa	0,1-0,8 m ³ /s	Blásari í hjóðeinöngruðum "samstæðu"-kassa	
Litlar sambyggðar innblásturs-samstæður	0,1-1,0 m ³ /s	Litlar einfaldar samstæður fyrir lítið loftmagn. Oft með síu, hitaflæti og blásara.	
Sambyggðar loftræsti-samstæður með varmanýti og stjórnkerfi	0,1-1,2 m ³ /s	Innblásturs og útsogssamstæður með síum, varmanýti og blásurum. Koma tilbúnar með forrituðu stjórnkerfi.	
Stórar sambyggðar Loftræsti-samstæður	0,2-8,0 m ³ /s	Sambyggðar innblásturs og útsogssamstæður með síum, varmaendurvinnslu hitaflötum, rakatæki og blásurum.	
Loftræsti-samstæður byggðar upp úr einingum	0,2-38 m ³ /s	Samstæður sem hægt er að raða saman úr samstæðueiningum að vild.	

Kröfur okkar til þessara samstæðna er þó að sumu leyti þær sömu. Við viljum að samstæðukassarnir séu byggðir upp úr samstæðuprófílum, settum saman með þar til gerðum prófílhornum. Samstæðukassarnir skulu klæddir með tvöföldum byrðingi með 50 mm einangrun á milli. Flekarnir skulu vera tryggilega festir og þétta vel við prófíllana. Opnanlegir flekar skulu vera með lömum á annarri hliðinni og húnum á hinn hliðinni. Gæta skal að innri hluti læsinganna skemmi ekki þéttiborða á hurðarkarmi þegar opnað er. Best er að þéttikanturinn fylgi hurðinni.

Merkingar skulu vera utan á hverju tæki í samstæðunni sem sýna hvað er að finna innan samstæðubyrðingsins. Skýrar merkingar skulu vera á tengingum hita- og kæliflata þannig að hægt sé að tengja þá með mótstreymi (sjá nánar kafla 3.5).¹ ÍST ISO 4067/1:1991. Tækniteikningar – lagnir – 1. hluti: Teiknitákn fyrir fráveitu-, neysluvatns-, hita- og loftræstilagnir.

2 Inntaks- og útkastsmannvirki

Í þessum kafla er byrjað á að fjalla um inntaks- og útkastseiningar, enda lúta þær á margan hátt sömu lögmálum þótt sitt hvað sé ólíkt.

Uppbygging inntaksrista

Hér á landi eru inntök loftræstikerfa oftast með svokölluðum „regnheldum inntaksristum”, ýmist einföldum eða tvöföldum. Þær eru þannig gerðar að þröskuldar eru á ristarblöðunum, einn eða tveir á hverju blaði. Vatn stöðvast á þessum þröskuldum og rennur síðan niður blaðið og út um ristina á ný, en loftið nær að beygja yfir þessa þröskulda þar sem eðlismassi þess er mun minni en vatnsins. Umræddar ristar verða að standa lóðréttar og blöð þeirra lárétt ef þær eiga að virka. Þó eru til regnheldar ristar sem hannaðar eru fyrir hallandi flöt, en þær eru með standandi blöðum.

Inntak má einnig útfæra þannig að úrkoma fari inn um það en skiljist frá loftinu þegar inn er komið. Það er gert með því að hægja á loftinu innan við inntakið, og fellur þá snjór og vatn út í rýminu. Loftið er tekið inn um op ofarlega í rýminu en vatni hleypt út um op eða niðurfall neðst í því. Ef niðurfall er á rýminu þarf að vera vatnslás á því með hærri vatnssúlu en sem svarar undirþrýstingnum yfir inntakið til að afstýra því að „falskt loft” dragist gegnum niðurfallið. Einnig þarf lögnin að vera rofin milli niðurfallsins og frárennslisins frá húsinu.

Alltaf skal tryggt að fuglar og stærri flugur komist ekki inn í inntökin og því þarf ævinlega að vera flugnanet fyrir innan ristina. Æskileg er að möskvastærð netsins sé á bilinu 6-10 mm.

Lofthraði gegnum regnheldar ristar skal ekki vera meiri en 2,5 m/s, miðað við heildarflöt ristarinnar. Verði hraðinn meiri er hætta á að regnvatn og snjór berist inn með loftstraumnum og einnig vex þrýstifallið yfir ristina mikið þegar hraðinn fer yfir 2,5 m/s.

Regnheldar inntaksristar eru stundum kallaðar „loftheldar inntaksristar” vegna þrýstifalls sem mælst hefur yfir slíkar ristar þegar loft streymir of hratt gegnum þær. Þegar hraði gegnum tvöfaldar regnheldar ristar er reiknaður þarf að draga 100 mm frá hæðinni. Þetta stafar af því að neðstu 100 mm eru alltaf lokaðir vegna uppbyggingar ristanna. Því er hagstæðara að hafa háar og mjóar ristar í stað lágra og breiðra. Dæmi: Tvær ristar hafa sama heildarflatarmál. Önnur er 1500*300 mm

(h * b) og hin 300*1500 mm (h * b). Heildarflatarmálið er það sama, eða 0,3 m². Ef loftstreymið er 1 m³/s verður hraðinn gegnum 1500*300 ristina $1/(1,4*0,3)$, eða 2.38 m/s, en lofthraðinn gegnum 300*1500 ristina $1/(0,2*1,5)$, eða 3.33 m/s.

Staðsetning á inntaksristum

Hér á landi kveða engar reglugerðir á um staðsetningu inntaka. Skynsemin segir okkur þó að staðsetja skuli inntak loftræstikerfis þannig að loftið sem berst gegnum það sé eins hreint og ferskt og fánlegt er á viðkomandi stað.

Loftinntak skal staðsett þannig að neðri brún ristar (eða inntaksops) sé a.m.k. 0,5 m yfir láréttum fleti (t.d þakfleti). Það er gert til að minnka hættuna á að snjó skafi beint inn í inntakið.

Þar sem bílar fara um í nágrenni inntaksins eða hættu er á að þeir standi í gangi er nauðsynlegt að lyfta neðri brún inntaks upp í 2,5-5,0 m frá jörðu [VS259]. Einnig þarf að gæta þess að inntak sé í minnst 1 m fjarlægð frá brunaskilum milli húseininga, og 2,5 m fjarlægð ef um er að ræða iðnaðarhúsnæði.

Þá skal reynt að staðsetja inntak þannig að sem minnst hættu sé á samslætti milli útkasts- og inntakslofts. Þetta á sérstaklega við ef útkastið er lyktsterkt eða mengað, s.s. útkast frá steikingu, málningu eða öðru slíku.

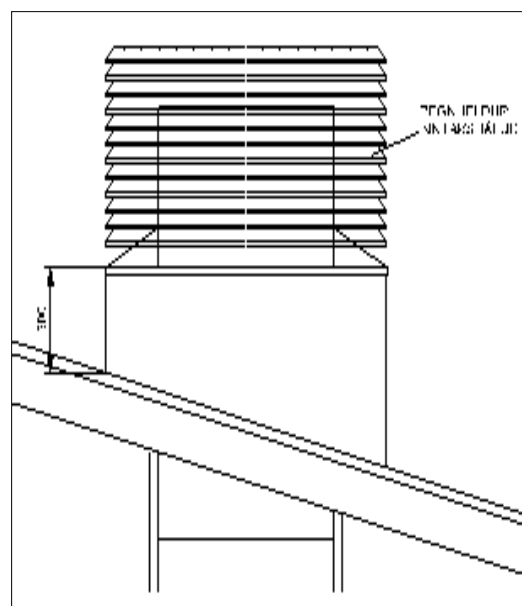
Við staðsetningu inntaks skal reynt að taka tillit til ríkjandi slagveðursáttar og miðað að því að vindur hafi ekki teljandi áhrif á þrýstingsjafnvægi loft-ræstikerfisins.

Inntaksmannvirki má flokka í þrjá flokka eftir staðsetningu:

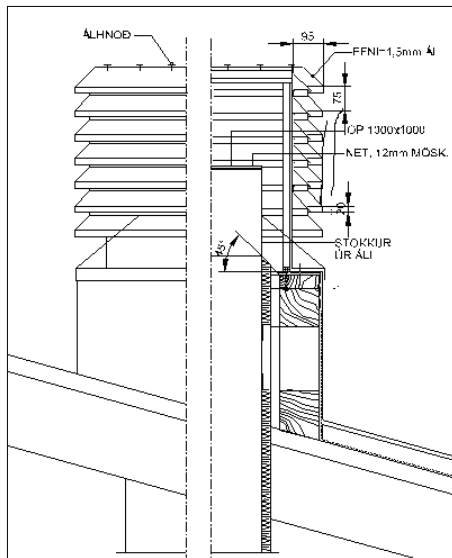
- Inntaksháfar á þaki
- Inntaksristar á vegg
- Frístandandi inntaksmannvirki.

Inntaksháfar á þaki

Inntaksháfar á þaki eru oftast ferkantaðir kassar með inntaksristum á öllum hliðum en lokaðir að ofan. Ekkert mælir þó gegn því að hafa aðra lögun á háfunum, svo fremi að inntaksristarnar séu nánast lóðréttar. Algeng er að hafa inntaksháf með kjarna, en hann er



eins konar trekt inni í háfnum. Loftið er tekið niður í gegnum kjarnann en vatn og snjór rennur niður utan á kjarnanum og út á þakið aftur.



Við smíði kjarnans þarf að gæta að hraði loftsins utan á kjarnanum, yfir kjarnann og innan í kjarnanum sé sem næst sá sami. Þannig fæst lágmarks þrýstifall yfir háfinn. Fjarlægðin frá kjarna og upp í toppplötuna ræðst því af hraðanum yfir háfinn.

Neðst á kjarnanum utanverðum er kragi sem hallar út gegnum neðsta opið á ristinni, og rennur vatnið sem kemst inn fyrir ristarnar þar niður á þakið.

Gott er að hafa 0,5-1 m frá þaki upp að neðri brún á inntaksrist, en ef þetta bil er haft styttra er nauðsynlegt að hafa kjarna í inntaksháfnum. Ef kjarna er sleppt er hættu á að vatn berist áfram með loftinu niður um inntaksstokkinn og valdi skemmdum í loftræstikerfinu, og einnig getur vatnið lekið út gegnum inntaksstokkinn og valdið rakaskemmdum á húsnæðinu.



Nokkrir framleiðendur bjóða sívala inntaksháfa, en ekki er mælt með notkun þeirra nema einnig séu settar upp vatnsgildirur á stokknum að samstæðu. Þessir sívölu inntaksháfar eru ekki hannaðir fyrir það slagveður sem hér er algengt.

Í tilvikum þar sem inntaks- og útkastsstokkar koma á sama stað upp úr þaki má byggja þá saman í einn inntaks- og útkastsháf. Inntaks-háfurinn er þá hafður mun stærri en ella og inn í hann er felldur útkastsháfur

sem kastar loftinu upp í gegnum toppinn á hinum sameiginlega háfi. Ef þessi sambygging er rétt hönnuð er nánast engin hættu á samslætti á inntaks- og útkastslofti. Loftinu er kastað 4-10 m beint upp og er sjaldgæft hér á landi að lognið sé svo algert að útkastloftið falli beint niður aftur og inn um inntaksristarnar (má spyrja Trausta Jónsson).

Inntaksristar á veggjum

Inntaksristar á veggjum eru sennilega algengustu inntök á loftræstikerfum. Við staðsetningu á inntaksristum er margs að gæta. Hæð upp í neðri brún á inntaksrist



má ekki vera minni en 0,5 m, og þá aðeins að hvorki sé mengun frá umferð né hættu á að fenni að inntakinu. Ef umferð er í námunda við inntaksristina skal hæð upp í neðri brún hennar vera að lágmarki 2,5-5,0 m eftir mengunarstigi. Ef hættu er á að bílar standi í gangi undir ristinni skal miða við 5 m lágmarkshæð en ef um er að ræða léttu umferð má fara með ristina niður í um 2,5 m.

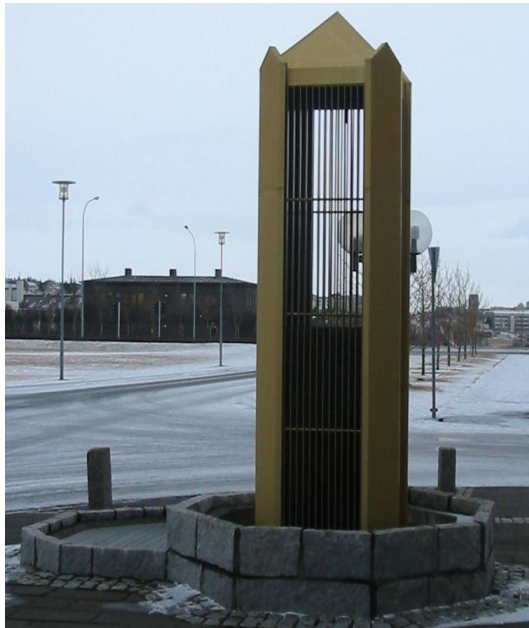
Best er að hafa rist á norðurhlið húss þar sem jafnframt loftar vel kringum hana. Þannig tryggjum við að loft verði sem ferskast í kerfinu.

Ekki skal staðsetja inntaksrist í skoti eða kverk við hús. Þetta á sérstaklega við um kverkar sem snúa í suðaustur, suður og suðvestur, þar sem sólin getur hitað slík svæði. Einnig þarf að tryggja að rist snúi ekki í ríkjandi rigningarátt eða þekkta skafrenningsátt á viðkomandi stað. Þannig er suðausturveggur óheppilegur á höfuðborgarsvæðinu, og sama má segja um suðvesturvegg á Akureyri.

Uppbygging ristanna er svipuð og í inntaksháfunum, þ.e. um er að ræða einfaldar eða tvöfaldar, regnheldar útiloftsristar. Gott er að vatnshalli sé í inntaksstokki fram við ristina þannig að vatn seytili til baka ef það berst inn um hana.

Ef rist verður einungis staðsett þannig að hún viti í rigningaátt, er hægt að bæta við veðurhlíf framan við hana. Hlífin er þá höfð það langt frá ristinni að lofthraðinn fari ekki yfir 3,5-4,0 m/s í bilinu milli ristar og hlífar. Hlífin er látin ná jafn langt út fyrir ristina á hvern kant og bilið er á milli ristar og hlífar.

Frístandandi inntaksháfar



Frístandandi inntaksháfar í lóð eru eins mismunandi og þeir eru margir. Þessir háfar eru nær alltaf hannaðir af arkitektum í samvinnu við loftræsti-hönnuði. Loftræstihönnuður ákveður heildarflatarmál inntaksristanna, lágmarkshæð upp í neðri brún rista og stökkastærð að og frá inntaks- og útkastsháfunum. Loftræstihönnuður þarf síðan að yfirfara straumfræðina í kringum háfana.

Sums staðar er hlutverk háfanna augljóst tilsýndar en annars staðar eru þeir formaðir eins og listaverk, t.d. við Háskólabíó og Olís-húsið, Suðurlandsbraut 32 eins og meðfylgjandi myndir sýna. Oft eru þessir frístandandi inntaksháfar með regnheldum inntaksristum og eru þá ristarnar felldar í lóðrétta fleti.

Annar kostur er að hafa inntaksháfana tiltölulega opna og á þá regnvatn og snjór greiða leið inn í þá. Vatnið er fellt út neðst í slíkum háfi og ræst þar burt. Loftið berst þá um inntak á hliðinni og skal inntakið vera í minnst 300 mm hæð yfir botni háfsins þannig að tryggt sé að vatn berist ekki inn að samstæðu.

Hæð upp í neðri brún á inntaksristum ætti ekki að vera minni en 2,5-3,0 m, og 5 m er góð hæð þar sem vélknúnum tækjum er ekið í grennd.

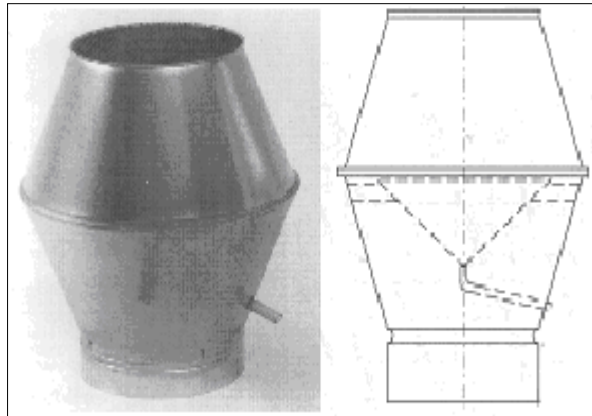


Útkastsháfar

Útkastsháfar og ristar lúta svipuðum lögmálum og inntaksristarnar. Nauðsynlegt er að útkastsristar séu regnheldar, sérstaklega ef kerfin ganga ekki allan sólarhringinn.

Hins vegar eru kröfur til staðsetningar mun rýmri en þegar inntök eiga í hlut. Útkastið má vera upp gegnum rist í sama fleti umhverfi hennar, en þá þarf að losna við vatnið um útrás í botni útkastsstokksins. Þó þarf að tryggja að útkastsloftið trufli ekki aðra starfsemi í húsinu, blandist ekki inntakslofti loftræstingar eða berist inn um opna glugga.

Kastháfur er algeng gerð meðal útkastsháfa. Kápa hans er víðust um miðjuna og þar inni í henni er trekt sem safnar því vatni sem í háfinn berst og leiðir það burt úr honum. Kostur þessara háfa er sá að þeir kasta hinu mengaða lofti allhátt í loft upp.



Kasthæðin ræðst af lofthraðanum í háfnum, hitamismun útkastslofts og útihita og vindinum umhverfis háfinn.

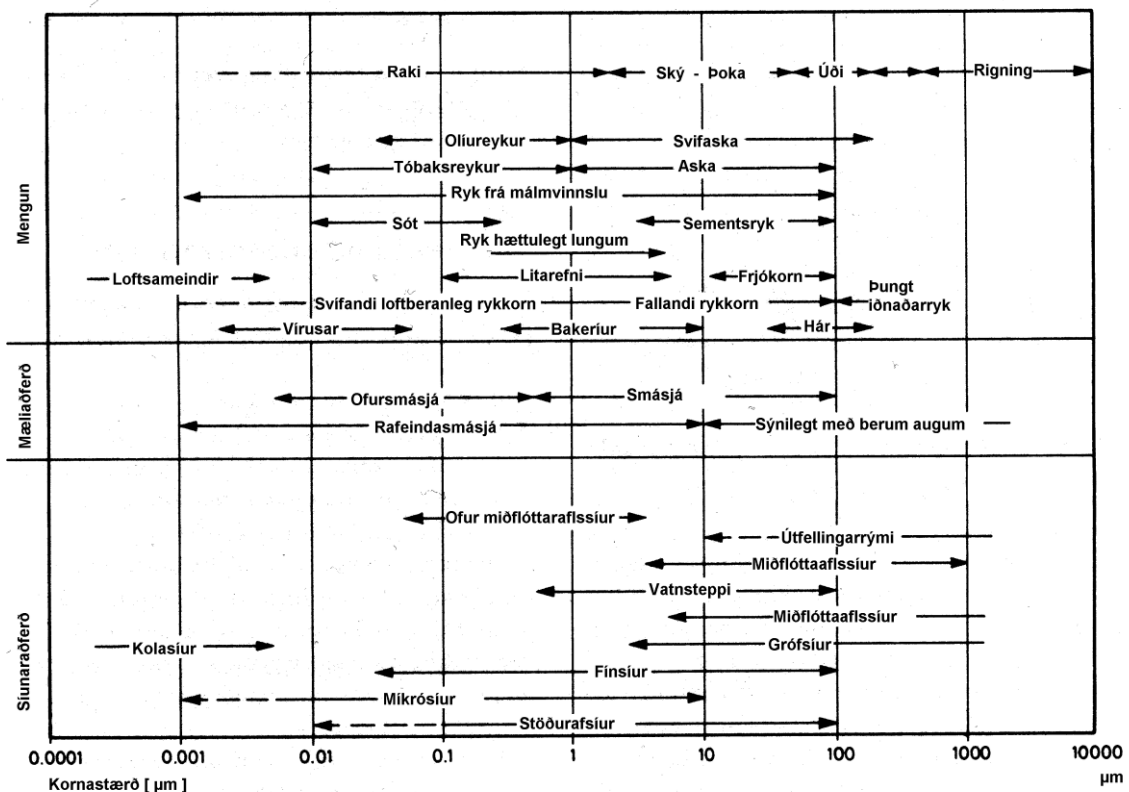
3 Loftsiur

Ryk er oft flokkað í tvo flokka eftir stærð rykkornanna. Annars vegar er talað um ryk með kornastærð yfir 10 μm , en það myndar hið sýnilega ryk. Hins vegar er talað um minni rykkorn en 10 μm , en þau eru ekki sýnileg berum augum og eru hættulegri þar sem þau berast gjarnan ofan í lungu fólks við innöndun. Rykkorn sem eru minni en 0,1 μm hegða sér eins og loft og berast því með loftstraumum.

Oft er talað um að útiloftið sé besta loft sem menn geti hugsað sér innandyrá. En er útiloftið eins hreint og það innblástursloft sem við viljum í loftræstikerfi hússins?

Meðalrykmagn í hreinu útilofti, eins og við eigum að venjast hér á landi, er um eða minna en 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en á iðnaðarsvæðum erlendis getum við átt von á að rykmagn loftsins sé 0,2-40 mg/m^3 , eða 100-2000 falt hærra en í „hreinu“ útilofti.

Þegar við tölum um hreinsun á lofti í loftræstikerfum hugsum við fyrst og fremst um hreinsun á innblástursloftinu inn í bygginguna. En við getum einnig verið að hreinsa útkastsloft frá mengandi iðnaði eða rannsóknarstofum.



Mynd 3.1 Tafla yfir stærðarsvið nokkurra algengra óhreinindaagna í andrúmslofti, aðferðir við mælingu á þeim og síun þeirra.

Helstu ástæður þess að við hreinsum loftið eru eftirfarandi:

- ◆ Hreinlæti. Ryk úr lofti fellur t.d. á innanstokksmuni.
- ◆ Þægindi. Hér er átt við að ósíað loft geti valdið óþægindum við innöndun.
- ◆ Heilsa. Hægt er að hreinsa bakteríur úr innblásturslofti
- ◆ Kröfur í iðnaði. Ákveðinn fíniðnaður þolir ekki ryk í andrúmsloftinu í kring.
- ◆ Verndun umhverfis. Hreinsun á úttakslofti til að vernda umhverfið.
- ◆ Fyrirbyggjandi viðhald. Síun getur minnkað hættu á skemmdum á vélbúnaði.

Skilgreiningar á eiginleikum sía

Nokkrar aðferðir eru við að skilgreina loftsíur:

- ◆ Síugráða er mælikvarði á getu ákveðinnar síu til að sía staðlað ryk. Síugráðan er ákvörðuð með því að vigta upptekið ryk og tilgreina sem prósentu.
- ◆ Síunýtni (óhreinindagráða) er mælikvarði á getu síunnar til að sía út loftbært ryk. Síunýtnin er ákveðin sjónrænt, en styðst jafnframt við loft-streymisprófanir, og er tilgreind í prósentum.
- ◆ Skiljunargráða er mælikvarði á getu síunnar við að sía út rykkorn af ákveðinni stærð. Skiljunargráðan er ákveðin með mælingum á rykþéttleika loftsins fyrir og eftir síu og er gefin upp í prósentum.
- ◆ Söfnunargráða er mælikvarði á hve sían getur safnað í sig miklu af stöðluðu mæliryki áður en ákveðnu þrýstifalli yfir síuna er náð.

Þrátt fyrir að loftsíur séu flokkaðar eftir ákveðnum stöðlum getur verið munur á uppbyggingu þeirra og gæðastigi sem taka verður mið af þegar þær eru valdar. Þar ber helst að nefna eftirtalin atriði:

Þrýstifall. Byrjunar- og lokaþrýstifall síunnar hefur áhrif á orkunotkun loftræstikerfisins.

Ending. Ending síu getur verið mjög mismunandi eftir efnum og framleiðsluaðferð síunnar. Hagkvæmara er að nota endingargóðar síur þótt þær séu dýrari.

Leki. Síueiningarnar á að afgreiða heilar og óskemmdar frá verksmiðju. Samt lekur stundum með síum eða um þær skömmu eftir ísetningu. Oftast hefur ekki verið gegnið rétt frá síunum við ísetninguna eða þær rifna vegna ófaglegrar umgengni um samstæðuna. Einnig er algengt að loft leki milli ramma síunnar og festiramma, og þá sérstaklega ef valdar hafa verið síur sem mikið þrýstifall er yfir.

Bruni. Síur skulu vera úr tregbrennanlegum efnum og þær eiga ekki að næra eld.

Raki. Síur skulu valdar þannig að þær taki ekki upp raka og myndi þar með aðstæður fyrir gróður eða lífverur í kerfinu. Rannsóknir seinni ára sýna að rangt valdar síur hafa oft verið þáttur í alvarlegum vandkvæðum við ræsingu á andrúmslofti.

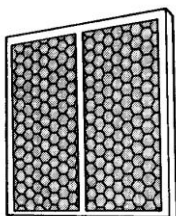
Efni. Sumar síur eru gerðar úr þráðum sem eru 1-3 μm í þvermál. Ef slíkir þræðir losna úr efninu geta þeir borist með innblástursloftinu inn í loftrýmið og þaðan með innöndun niður í lungun og valdið heilsutjóni.

Síugerðir

Loftsíur		Prófunaraðferð		
Gerð	Flokkur	Eurovent 4/5	Eurovent 4/5	Eurovent 4/4
		meðalsíugráða A_m (samhangandi ryk) [%]	meðalsíunýtni E_m (loftbært ryk) [%]	byrjunarsíugráða A_m (natríumklóríð) [%]
Grófsía	G1	$A_m < 65$	-	-
	G2	$65 \square A_m < 80$	-	-
	G3	$80 \square A_m < 90$	-	-
	G4	$90 \square A_m$	-	-
Fínsía	F5	-	$40 \square E_m < 60$	-
	F6	-	$60 \square E_m < 80$	-
	F7	-	$80 \square E_m < 90$	-
	F8	-	$90 \square E_m < 95$	-
	F9	-	$95 \square E_m$	-
Míkrosía	H10	-	-	$95 \square E_m < 99,9$
	H11	-	-	$99,9 \square E_m < 99,97$
	H12	-	-	$99,97 \square E_m < 99,99$
	H13	-	-	$99,99 \square E_m < 99,999$
	H14	-	-	$99,999 \square E_m$

Mynd 3.2 Flokkun á loftsíum

Grófsíur (G1 - G4)



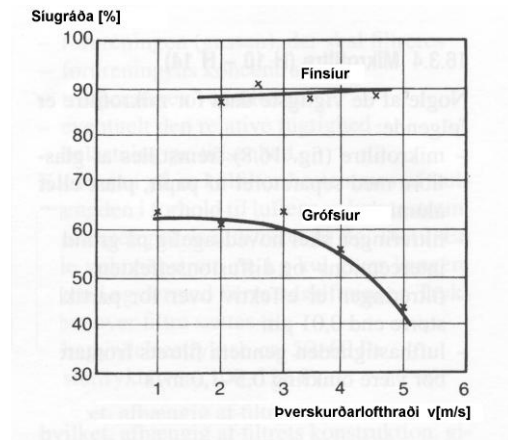
Grófsíur eru einkum notaðar þar sem sía þarf gróft ryk úr loftinu, s.s. í gluggaviftur, innblástur í bílageymslur, hringrásarkerfi, loftræstingu fyrir grófiðnað og önnur rými með litlar kröfur til hreinleika innblástursloftsins. Grófsíur eru einnig notaðar sem forsíur fyrir fínsíur.

Mynd 3.3 Grófsía

Grófsíur eru bæði til sem flatsíur og pokasíur. Grófsíur eru framleiddar úr gerviefnum eða sérstaklega meðhöndlaðri bómull. Einnig eru til pokasíur úr glerullarþráðum.

Síunin í grófsíum á sér einkum stað með síuvirkni og tregðuáhrifum. Grófsíur eru aðeins virkar fyrir kornastæðir yfir 4-5 μm .

Hraði gegnum þverskurðarflöt grófsíu ætti ekki að vera meiri en 2,5 m/s því ef hraðinn er meiri eykst þrýstifallið yfir síuna og síuvirknin minnkar. Á myndinni hér til hliðar sést að síugráðan á grófsíum lækkar mjög hratt þegar lofthraðinn er kominn upp fyrir 2-3 m/s.

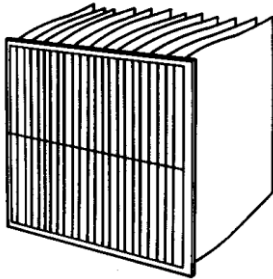


Mynd 3.4 Samverkun hraða og nýtni.

Gott er að miða við að byrjunarþrýstifall yfir grófsíur sé um 30 Pa. Lokarþrýstifall ætti ekki að velja hærra en um 130 Pa. Þegar loftsían hefur náð uppgefnu lokarþrýstifalli er kominn tíma á að skipta um síu.

Fínsíur (F5 - F9)

Fínsíur eru í öllum loftræsikerfum þar sem krafist er að innblástursloftið sé vel síað.



Dæmi um húsnæði: Skrifstofur, kirkjur, íþróttahús, skólar, hótél, leikhús, rannsóknarstofur, tækjarymi fyrir tölvur og símkerfi, aðgerðastofur á heilsugæslustöðvum, önnur áþekkt rými.

Fínsíur eru nær eingöngu pokasíur og þá oftast um 600 mm langar. Fínsíur eru framleiddar úr glerullarþráðum eða gerviefnum.

Mynd 3.5. Fínsía

Síun í fínsíum byggist einkum á grip- og dreifiáhrifum (interceptions- og diffusionseffekt) og virka vel á korn sem eru stærri en 0,1 μm .

Hraði í gegnum þverskurðarflöt síunnar ætti ekki að vera meiri en 2,5-3,0 m/s, annars vex þrýstifallið yfir síuna.

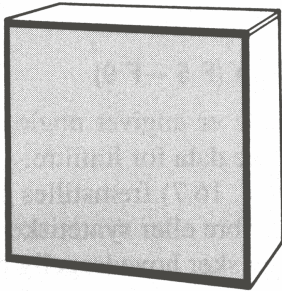
Gott er að miða við að byrjunarþrýstifall yfir fínsíur sé um 50-100 Pa. Lokarþrýstifall ætti ekki að velja hærra en um 200-250 Pa.

Hér á landi eru flestar síur í loftræstikerfum fínsíur. Algengast er að nota F7 (EU7) síur og hefur það reynst hagkvæmur kostur.

Á árum áður var viðtekin venja að hafa grófsíur á undan fínsíunum til að auka endingu fínsíanna. Oftast hefur reynst hagkvæmast að nota eingöngu fínsíur þar sem verð á þeim hefur lækkað og grófsíurnar hafa ekki lengt endingu fínsíanna nema þar sem mikil og gróf mengun er í andrúmslofti.

Míkrósíur (H10 – H14)

Míkrósíur eru einkum notaðar í rannsóknastofum, skurðstofum og öðrum



„ofurhreinum” rýmum. Míkrósíur eru gerðar úr glerullarþráðum með skilflötum úr pappa, plasti eða álþynnum. Oft er míkrósía í viðarramma eða ryðfríum stálramma sem tryggir að hún haldi lögun sinni og falli alveg þétt að festiramma sínum

Mynd 3.6 Míkrósía

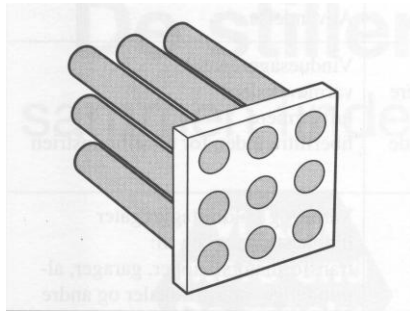
Síun í míkrósíum fer fram eins og í fínsíum, þ.e. einkum með grip- og dreifiáhrifum, og virkar vel á korn sem eru stærri en 0,01 μm .

Hraðinn í gegnum þverskurðarflöt míkrósíu á að vera á bilinu 0,5-1,0 m/s.

Gott er að miða við að byrjunarþrýstifall yfir míkrósíu sé um 250 Pa. Lokaprýstifall verður að velja með tilliti til óska um endingu síunnar og rekstrarhagkvæmni kerfisins.

Kolasíur

Kolasíur eru frábrugðnar þeim síum sem fjallað hefur verið um hér að framan þar

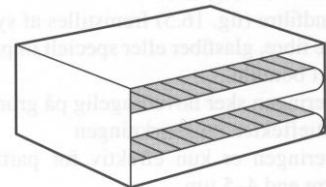


sem þeim er ætlað að sía óæskilegar lofttegundir úr innblástursloftinu.

Kolasía eru oftast byggð upp sem rammi með áföstum hólkum (sjá mynd 3.7) eða sem kassetta (sjá mynd 3.8).

Mynd 3.7 Kolasía með hólkum.

Þessar tvær gerðir eiga sammerkt að þær eru fylltar með virkum kolum sem draga í sig efnasambönd sem á að fjarlægja, einkum flókin sambönd.



Mynd 3.8. Kolasía með kassettum

Upptaka efnanna er háð mörgum þáttum, þ.á.m. hitastigi loftsins, gerð kolanna og jafnvel rakastigi loftsins, þótt það hafi ekki mikil áhrif á virkni síanna.

Atriði sem þurfa að liggja fyrir við val á kolasíum eru m.a. lofttegundin sem sía á úr loftinu, þéttleiki mengunarinnar, hitastig loftsins, hlutfallslegt rakastig loftsins og álag á tímaeiningu.

Gæði kolasíu ákvarðast af magni virkra kola í hlutfalli við loftmagnið sem streymir í gegnum síuna. Lítið loftstreymi í gegnum kolamassann þýðir að sían endist lengur og þar með færri síuskripti á ári. Algengt byrjunarþrýstifall á kolasíum er um 50-60 Pa og lokaprýstifall er tvöfalt byrjunarþrýstifallið eða 100-120 Pa.

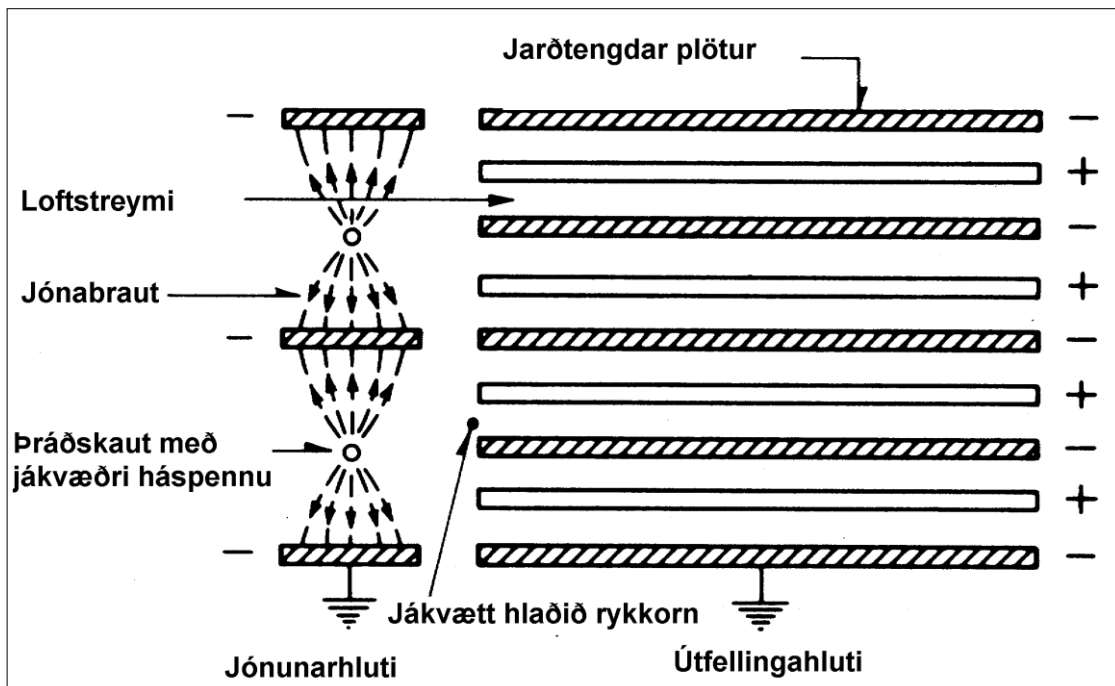
Súgerð	Virkni	Notkunar svið	Flokkun sía	
G1	Síar skordýr og þræði; takmörkuð virkni m.t.t. grófari frjómengunar. Óvirk til hreinsunar á reyk eða sóti.	Gluggasíur, hitablásarar og síur innan vefnaðariðnaðarins. Sjaldgæfar hér á landi.	EU1	G65
G2		Loftræsibúnaður fyrir spennistöðvar,	EU2	G75
G3	Síar grófari frjókorn og gróft ryk í andrúmsloftinu. Lítt virk til hreinsunar á reyk og sóti.	bilageymslur, og húsnæði fyrir grófgerðan iðnað. Önnur rými þar sem kröfur til síunar eru vægar.	EU3	G85
G4		Sama og ofanskráð að viðbættum skrifstofum og dvalarrýmum í iðnaðarhúsnæði.	EU4	G95
F5	Virk síun á frjókornum og fínna ryki í andrúmsloftinu. Veruleg minnkun á sóti, en verkar takmarkað á reyk og hefur m.a. engin áhrif á tóbaksreyk.		EU5	F45
F6		Loftræsibúnaður fyrir íþróttahús, vörugymslur og önnur slík hús.	EU6	F65
F7	Virk síun á frjókornum, fínna ryki í andrúmsloftinu og sóti. Takmörkuð síun á tóbaksreyk. Takmörkuð síun á bakteríum úr loftinu.	Loftræstikerfi fyrir skrifstofur og rými þar sem gerðar eru strangari kröfur um síun á lofti, s.s. matvælafyrirtæki, rannsóknarstofur, símstöðvar, tölvusalir, leikhús og legudeildir.	EU7	F85
F8	Síar vel allt ryk sem óhreinkar fleti innandyra. Síurnar eru virkar gegn bakteríum og hafa veruleg áhrif á tóbaksreyk.	Mest notaða súgerð hér á landi	EU8	F95
F9		Aðgerðarstofur og skoðunarstofur á heilbrigðisstofnunum, fínn rafeindaiðnaður og tölvuver.	EU9	

Mynd 3.9 Tafla sem sýnir notkunar svið súgerða G1-F9. Einnig er gamla flokkunin höfð með til hliðsjónar. Á níunda áratugnum var oftast talað um G85 og F45 síur, en á tíunda áratugnum var talað um EU3 og EU5 síur. Nýjustu heitin eru sambland af hinum eldri því að nú er talað um G3 og F5 síur.

Stöðurafsíur („elektróstatískar” síur)

Stöðurafsía hleður rykkornin jákvæðu stöðurafmagni þegar þau berast inn í hana og fella þau síðan úr loftinu með rafhrifum innar í henni.

Þetta er gert með því að senda loftið fyrst milli rafskauta með gagnstæðum hleðslum. Síðan fer loftið milli platna sem einnig hafa gagn-stæðar hleðslur og falla þá rafhlaðin rykkornin á plöturnar. Algengt er að spennan á fyrri rafskautunum sé 12 kV en um 6 kV á plötunum sem rykið fellur út á.



Mynd 3.10 Uppbygging á stöðurafsíu

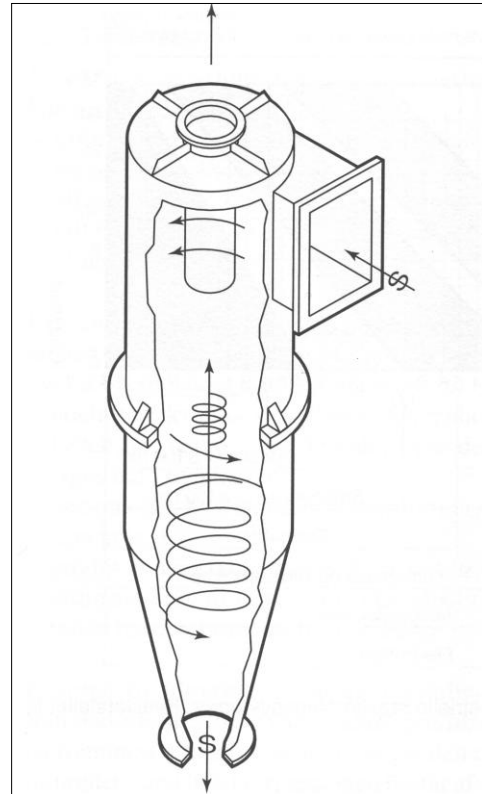
Einkum eru notaðar tvær aðferðir til að losna við rykið: 1) Plöturnar teknar og hreinsaðar og síðan færðar aftur á sinn stað. 2) Rykið látið vera og myndast þá rykhnoðrar á plötum síunnar. Þeir berast síðan inn í kerfið þar sem þeir eru síaðir úr loftinu með grófsíum.

Stöðurafsíur koma fremur lítið við sögu hér á landi, væntanlega af því að dýrt er að nota þær og þeim fylgir eldhætta. Síðast en ekki síst þykir loftið frá þeim dálítið „brennt” eða þurrt þegar það hefur farið gegnum háspennusviðið.

Síugráða stöðurafsíu getur náð allt að 90% ef hraðinn á loftinu gegnum hana fer ekki yfir 2,5 m/s.

Miðflótttaafllssíur (síklón)

Miðflótttaafllssía (síklón) vinnur þannig að loftið er tekið inn á hlið lóðréttis sívalnings og látið snúast inni í honum. Síðan er loftið tekið út um gat á toppi sívalningsins en óhreinindakorn sem eru stærri en $0.1 \mu\text{m}$ ná ekki að fylgja loftinu og falla til botns. Þessi síugerð er einkum notuð í útsogi þar sem hreinsa þarf loftið áður en því er kastað út. Miðflótttaafllssíur eru notaðar í suðuútsogskerfum og spónsugukerfum. Helsti kostur þessara sía er að hafa má stóra belgi undir þeim til að taka við óhreinindum, og við útsog á spónum má jafnvel tengja þær við heila gáma.



Mynd 3.11 Miðflótttaafllssía

Fitusíur í eldhúsútsogi

Síur í útsogi frá stórelhdúsum sía á nokkuð svipaðan hátt og miðflótttaafllssíurnar hér að framan: Loftið er sveigt þannig að fitan getur ekki fylgt því; hún fellur út á lóðréttan flöt og rennur síðan niður í skálar sem hægt er að setja í uppþvottavél til hreinsunar. Einkum eru notaðar tvær aðferðir við að aðskilja loftið og fituna: 1) Loftið dregið gegnum vírsíu úr ryðfríu stáli sem fitan sest á og rennur af niður í skál. 2) Loftið sveigt skarplega með því að draga það eftir Z-löguðum, ryðfríum stálplötum. Fitan nær þá ekki beygjunum og verður eftir á plötunum. Af þeim sígur hún svo í þar til gerðar rennur.

Málningarsíur

Málningarsíur eru ýmist grófsíur eða tvöfaldar, sígataðar pappasíur sem brotnar eru eins og harmonikka. Mengað loftið fer síðan gegnum síurnar og loftstraumurinn sveigist tvisvar um nær 180° . Málningardroparnir ná ekki beygjunum og verða eftir á pappanum.

Olíubornar vírsíur

Á árum áður voru síur í loftræstikerfum oftast vírsíur. Þær voru grófar en voru baðaðar úr þykkfljótandi olíu til að rykið settist í þær. Þegar þær voru orðnar óhreinar voru þær teknar og þvegnar upp úr leysiefni (oftast white spirit), baðaðar á ný með olíu og settar aftur á sinn stað. Þessar síur hreinsuðu loftið illa og einnig þótti oft vond lykt af innblástursloftinu fyrst eftir olíubaðið. Áður fyrr þótti æskilegt að hafa ræstivask í loftræstiklefum fyrir síupvott. Þessum síum hefur nú víðast verið skipt út með gróf- eða fínsíum en þó má enn finna þær í kerfum sem sjaldan eru skoðuð.

Síunaráhrif í loftsíum

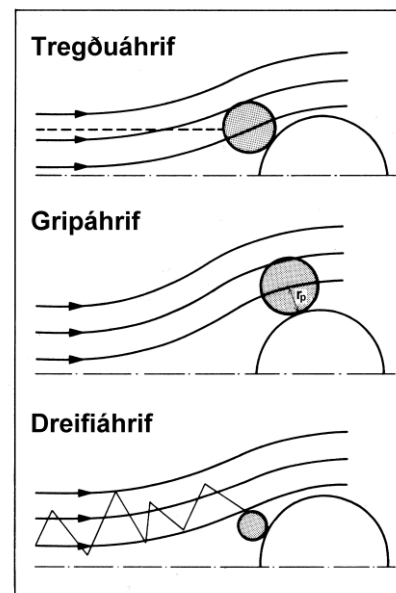
Hæfni síu til að ná óhreinindum úr loftinu er háð ýmsum eðlisfræðilegum áhrifum s.s. tregðuáhrifum, gripáhrifum og dreifiáhrifum. Einnig koma við sögu upptökuáhrif í kolasíum og stöðurafmagnsáhrif í stöðurafmangssíum.

Tregðuáhrif

Stórir tregðukraftar virka á stærri rykkorn, þannig að þeir fylgja ekki hreyfingu loftsins þegar það beygir skyndilega framhjá hindrunum, s.s. síupráðum, og lenda á þeim. Þannig festast kornin á yfirborð síunnar. Tregðuáhrifin vaxa með lofthraðanum og stærð kornanna.

Gripáhrif

Gripáhrif koma fram þegar lítil og létt óhreinindakorn fylgja loftstraumnum í kringum síupræðina. Ef kornin fara nær síupræði en sem nemur fjarlægðinni " r_p " grípur þráðurinn þau og heldur þeim föstum.



Mynd 3.12 Síuáhrif í loftsíum

Gripáhrifin vaxa með kornastærðinni, minnkandi þvermáli síupráðar og minnkandi fjarlægð milli þráða. Hins vegar eru gripáhrifin óháð hraða loftsins gegnum síuna svo lengi sem streymismunstrið kringum síupræðina helst óbreytt.

Dreifiáhrif

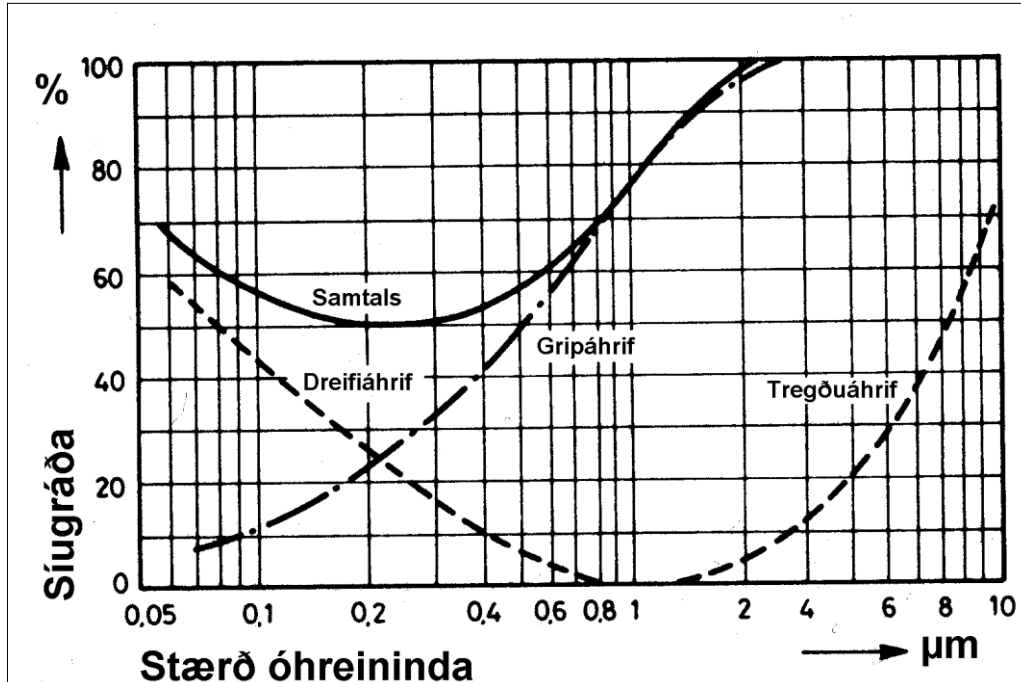
Korn sem eru minni en $0,1 \mu\text{m}$ í þvermál fylgja ekki steymismunstri loftsins í kringum síuþræðina. Þau verða fyrir áhrifum af óreglulegum hreyfingum loftsameindanna og festast á síuþráðunum ef þau rekast á þá.

Líkurnar á að óhreinindakorn rekist á síuþræði aukast þegar lofthraði og kornastærð minnka.

Heildaráhrif

Eins og sést á mynd 3.3.12 er síugráða síunnar samansett af þremur ofangreindum áhrifum.

Myndin sýnir síugráðu síu með tiltölulega grófum síuþráðum. Á myndinni sést að sían er með lægstu síugráðu á óhreinindum af stærðinni $0,2-0,3 \mu\text{m}$. Ef hraðinn í gegnum síuna er minnkaður færast kúrfurnar til hægri, þ.e.a.s. þá verða erfiðustu óhreinindaagn-irnar heldur stærri en á móti eykst heildargráða síunar.



Mynd 3.13 Síugráða eftir stærð korna.

Heildarsíugráðan eykst þar sem gripáhrifin eru óháð hraða, en tregðuáhrifin aukast með minnkandi hraða.

Prófanir á gróf-, fín- og míkrosíum

Til eru margar aðferðir við að mæla og flokka loftsíur, og oft hafa einstakar þjóðir þróað sínar eigin aðferðir við að prófa síur.

Í Evrópu hafa menn sameinast um staðalinn EUROVENT 4/5 til prófunar á gróf- og fínsíum. Síurnar eru prófaðar á tvennan hátt, annars vegar með ómeðhöndluðu útilofti og hins vegar lofti með stöðluðu mæliryki. Við fyrrnefndu prófunina er síunýtnin ákveðin, þ.e. hæfni síunnar að hreinsa venjulegt útiloft. Við síðarnefndu prófunina er síugráðan mæld, þ.e. hæfi-leikinn til að skilja að samsett óhreinindi. Samkvæmt staðlinum á að ákvarða bæði síunýtnina og síugráðuna. Ef síur hafa síunýtni undir 20% (grófsíur) er mælingu á síunýtni þó sleppt og aðeins tilgreind meðalsíugráða. Míkrosíur sem hafa síunýtni yfir 98% eru prófaðar eftir EUROVENT 4/4.

4 Loftlokur

Uppbygging á loftlokum

Loftlokur í loftræstikerfum eru jafnan til þess ætlaðar að takmarka loftstreymi inn á ákveðið svæði eða rými. Það er gert með því að mynda þrýstifall yfir lokurnar þannig að loftið eigi erfiðar með að komast leiðar sinnar.

Loftlokur má flokka eftir notkun og eru þá helstu flokkar þessir:

- Stillilokur
- Spjaldlokur
 - Keyrslulokur
 - Reyklokur
 - Brunalokur
- Stjórnlokur
- Yfirfallslokur
- Skotlokur

Einnig má flokka lokur eftir gerð:

- Fjölblaðalokur
 - Mótlokandi lokur
 - Samhliðalokandi lokur
- Blaðlokur
 - Lokur fyrir ferkantaða stokka
 - Lokur fyrir sívala stokka
- Írislokur
- Membrulokur
- Fellilokur

Péttleikaflokkun á spjaldlokum

Þegar péttleiki loka er skilgreindur er miðað við loftleka yfir lokuna á flatarmálseiningu við ákveðinn þrýstimun (100 Pa) yfir lokuna í lokaðri stöðu.

Í töflu 3.4.1. hér til hliðar er greint frá mismunandi kröfum um péttleika spjaldloka eftir gerð þeirra.

Þar sem péttleikaflokkunin er miðuð við 100 Pa mismunaprýsting yfir loku og 1 m² stóra loku segir flokkurinn ekki hvað má búast við miklum leka yfir ákveðna loku nema þrýstingurinn yfir hana sé 100 Pa og hún sé 1m².

Við útreikning á raunverulegum leka yfir spjaldloku verður að nota eftirfarandi jöfnu:

$$L_a = L_{100} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_a}{100}} \text{ [l/s}\cdot\text{m}^2\text{]}$$

Þar sem :

L_a er raun- loftleki yfir lokuna [l/s·m²]

L_{100} er lekinn við 100 Pa [l/s·m²]

Δp_a er þrýstifallið yfir lokuna [Pa]

Péttleikaflokkun loka.	Flokkur		
	1	2	3
Stillilokur	x		
Spjaldlokur			
Keyrslulokur		x	
Reyklokur		x	
Brunalokur			x
Yfirfallslokur	x		
Stýrilokur		x	
Flokkur 1:	Engar kröfur til péttleika		
Flokkur 2:	200 l/s á hvern m ² spjalds við 100 Pa þrýstimun yfir lokuna		
Flokkur 3:	40 l/s á hvern m ² spjalds við 100 Pa þrýstimun yfir lokuna		

Tafla 4.1 [1]

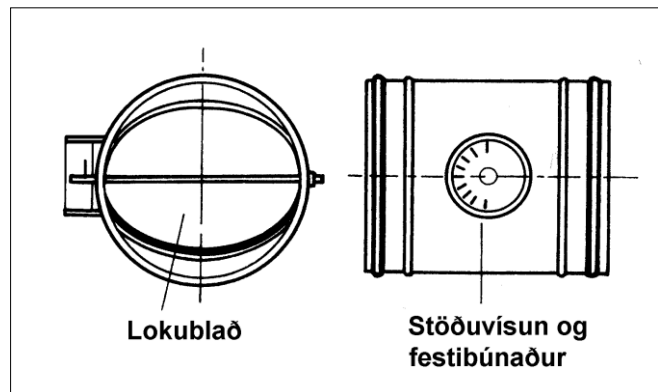
Stillilokur

Stillilokur eru notaðar til að jafnvægisstillja loftræstikerfið. Stillilokurnar mynda loftmótstöðu í léttum greinum loftræstikerfisins, þannig að þær verði með svipað þrýstifall og þyngsta greinin.

Stillilokur eru án þéttikanta á blöðum og ná í sumum tilvikum ekki að loka stokknum alveg. Sívalar stillilokur eru oft með götuðu spjaldi til að minnka hávaða sem myndast í lokunni. Stillilokur í dreifaraboxum eru oftast með slíkum gataplötublaði, þar sem þær eru staðsettar svo nálægt dreifaranum.

Að jafnaði skulu stillilokur á greinastokkum vera sem fjærst dreifurum eða ristum til að minnka hávaða frá lokunum. Einnig er gott að hafa stilliloku á hverjum greinarstokki þótt stillilokur séu líka í hverju dreifaraboxi. Þá er mestu af þrýstimuninum náð með stillilokunni í dreifistokknum og þarf þá hver stilliloka við dreifara ekki að taka eins mikinn þrýstimun og ella. Hávaði í stillilokum er í réttu hlutfalli við þrýstifallið yfir þær. Menn hafa lent í vandræðum vegna hávaða frá dreifara og ætlað að minnka hann með því að minnka loftstreymið á stilliloku við dreifarann, en þá hefur hávaðinn aukist eftir því sem þeir hafa dregið úr loftstreyminu. Þetta stafar af því að þrýstifallið hefur aukist í takt við lokunina á stillilokunni, og hávaðinn að sama skapi.

Stilliloka skal alltaf vera með kvarða sem sýnir á ótvíræðan hátt í hvaða stöðu lokan er. Best er að hafa kvarða sem er merktur frá 0-90° því að þá er hægt að skrá þá stöðu sem lokan er þegar kerfi er fullstillt. Ef stöðunni er breytt síðar er hægt að koma kerfinu í rétt horf aftur með því að stilla lokuna í upprunalega stöðu. Einnig verður að vera læsing á stilliloku þannig að hægt sé að festa hana í hvaða stöðu sem er.



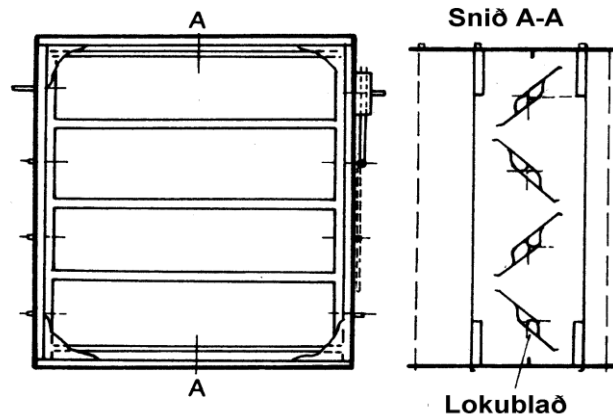
Mynd 4.1 Spjaldloka fyrir sívalan stökk

Val á stærð stilliloku fer eftir því hvert loftmagnið er og hve mikið þrýstifall þarf að mynda til hægt sé að stilla kerfið.

Spjaldlokur

Keyrslulokur

Keyrslulokur eru notaðar til að loka af hluta af loftræstikerfi eða til að loka inn- og útkastsstokkum frá loftræstikerfi eftir ákveðnu keyrslumynstri kerfisins.



Mynd 4.2 Fjölblaðaloka fyrir ferkantaðan stokk

Ferkantaðar keyrslulokur eru vanalega fjölblaðalokur og er þá algengast að þær séu mótlokandi, en einnig eru til samhliðalokandi lokur.

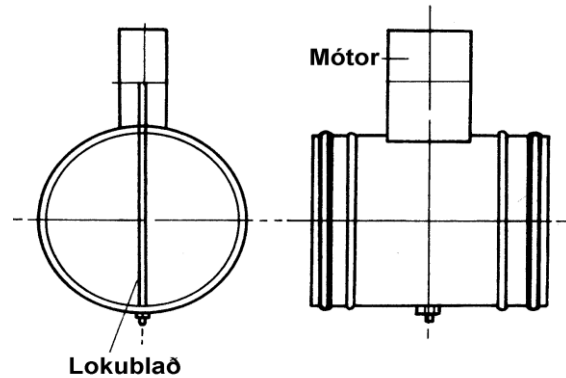
Kringlóttar keyrslulokur og smáar ferkantaðar lokur eru þó oftast með einu lokublaði. Keyrslulokur eru í þéttleikaflokki 2.

Við ákvörðun á stærð keyrsluloku þarf að taka tillit til eftirtalinna þátta:

- þrýstifallsins yfir lokuna í opinni stöðu
- loftleka yfir lokuna
- hámarks lokunarþrýstings
- snúningsvægis vegna stærðar lokumótors

Reyklokur

Reyklokur eru notaðar þar krafist er að reykur breiðist ekki út, þ.e. samkvæmt byggingarreglugerð þar sem vísað er í brunareglugerð eða norræna staðla, t.d. DS 428.



Mynd 4.3. Reykloka með mótör

Reyklokur eru þéttar spjaldlokur (þéttleikaflokkur 2 eða betri) og skulu vera úr óbrennalegum efnum. Þessi krafa á bæði við um lokuhúsið og lokublaðið.

Á reykloku verður að vera lokumótör með öryggisstöðu, þannig að hann loki við straumleysi. Þetta er til að tryggja að lokan loki, jafnvel þótt hún missi samband við stjórnkerfi loftræstikerfisins.

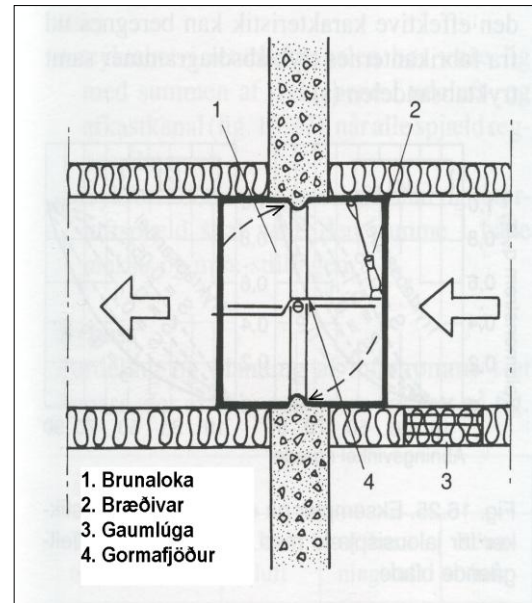
Stærð á reyklokum er ákveðin á sama hátt og stærð á keyrslulokum.

Brunalokur

Brunalokur eru notaðar þar sem krafist er tryggingar gegn útbreiðslu elds, samkvæmt byggingarreglugerð eða þeim stöðlum sem farið er eftir við hönnun loftræstikerfisins (t.d. DS 428).

Brunalokur skulu vera þéttar lokur (þéttleika-flokkur 3) og hafa viðunandi mótstöðu gegn eldi. Brunaloka er skilgreind sem EI –loka.

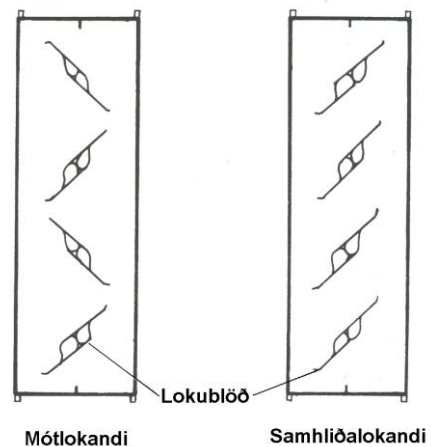
Brunaloka skal loka þegar hiti við bræðivarið er kominn yfir 40°C. Þar sem búast má við hærra hitastigi við eðlilegt ástand loftræstikerfisins má hækka hitastigið á bræðivarinu þannig að það loki lokunni ef hitastig fer 15°C upp fyrir eðlilegt vinnsluhitastig í stokknum.



Mynd 4.4 Brunaloka með bræðivari

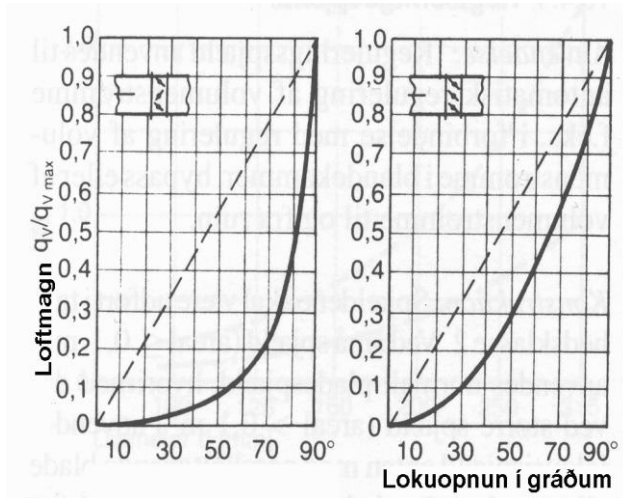
Stjórnlokur

Stjórnlokur stjórna loftstreymi á sjálfvirkan hátt að ákveðnu svæði eða rými. Einnig eru stjórnlokur notaðar við að hleypa lofti fram hjá loftræstibúnaði, (t.d. þar sem varmi er endurnýttur) og einnig við að blanda lofti, t.d. í tveggja stokka kerfi eða uppblöndunarkerfi. Stjórnlokur eru þéttar lokur (þéttleikaflokkur 2). Þær eru ýmist með lokublaði eða fjölblaðalokur. Kringlóttar lokur og ferkantaðar lokur, minni en 0,1 m², eru almennt með lokublaði. Ferkantaðar lokur, stærri en 0,1 m², eru fjölblaðalokur, og þá ýmist með mótlokandi eða samhliðalokandi lokublöðum.



Mynd 4.5 Fjölblaða stjórnlokur

Hlutverk stjórnloku er að takmarka loftstreymi samkvæmt stýriboðum sem berast frá stjórnkerfinu. Gefi stjórnkerfið til kynna að nú sé þörf 50% lofti á ákveðinn stað sendir það boð til lokumótors um að hann opni lokuna um 50%. En fáum við þá 50% loftmagn? Nei, því miður gengur þetta ekki upp svona auðveldlega.



Mynd 4.6 Loftmagn í stillilokum.

Þegar lokublöðin á mótlokandi stjórnloku hallast um 45° (50% opin) fáum við 8-10% af loftmagninu miðað við stöðugt þrýstifall.

En þrýstifallið er ekki stöðugt í raun og breytist eftir stöðu lokublaðanna. Hér að neðan eru línurit sem sína raunverulegt hlutfall lofts miðað við halla lokublaðanna í lokum frá ákveðnum framleiðanda. Þrýstifallið yfir lokuna er háð opnunargráðu lokuspjaldanna. Loftmagnið er síðan einnig háð þrýstifallshluta spjaldsins „s“ sem er hlutfallið á milli þrýstifalls yfir fullopna loku og summunnar af þrýstifalli lokunnar og stökkshlutans sem lokan er í.

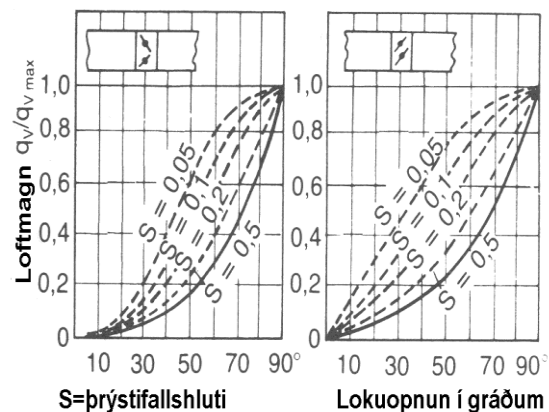
$$s = \frac{\Delta p_{sp}}{\Delta p_a + \Delta p_{sp}}$$

þar sem:

s er þrýstifallshlutinn

Δp_{sp} er þrýstifall yfir full opna loku

Δp_a er þrýstifall yfir stökkshlutann án loku.



Mynd 4.7 Þrýstifallsgröf yfir stillilokur

Ekki er hægt að gefa upp ákveðinn þrýstifallshluta sem gildir um lokur frá öllum framleiðendum af því að lokurnar eru mismunandi að gerð. Bestu lokurnar eru þær sem nálgast beina línu milli 0° og 90° opunar á lokunni.

Yfirfallslokur

Yfirfallslokur eru eins konar einstreymislokur sem hleypa lofti aðeins í aðra áttina. Skipta má yfirfallslokum í tvo flokka: 1) Lokur sem þyngdarkrafturinn heldur lokuðum. 2) Lokur sem haldast lokaðar með fjöður eða gormi.

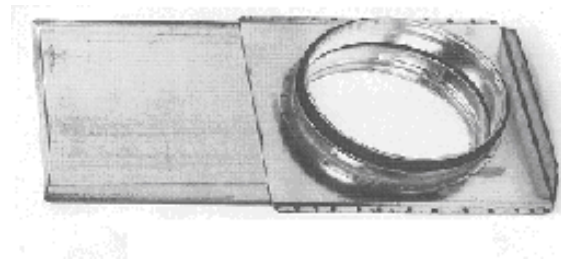
Yfirfallsloka sem notar þyngdaraflið getur aðeins verið í þeirri stöðu sem hún er hönnuð fyrir (oftast aðeins láréttri) en loka með fjöður eða gormi getur oftast verið í hvaða stöðu sem er.

Yfirfallslokur eru aðallega notaðar þar sem halda á mismunandi þrýstingi milli samliggjandi svæða og hleypa lofti úr því rými sem á að vera með hærri þrýsting yfir á það svæði sem er með lægri þrýsting. Lokan tryggir síðan að loftið streymi ekki öfuga leið.

Yfirfallslokur eru einnig notaðar í stað mótorspjaldloka á litla útkastsstokka, t.d. útkast frá salernum og öðru viðlíka.

Skotlokur

Skotlokur eru lokur með einu lokublaði sem er rennt eftir braut eða rauf þvert á stokkinn og loftstrauminn. Á lokunum er oft læsibúnaður þannig að hægt er að festa blaðið í hvaða stöðu sem er.



Mynd 4.8 Skotloka

Skotlokur eru aðallega notaðar á útsogskerfi þar sem búast má við grófu ryki í útblæstrinum, s.s. í spónsugukerfum frá trésmíðavélum, útsogskerfum frá rafsuðuklefum og öðrum áþekktum kerfum.

5 Hita- og kælifletir

Þessi kafli fjallar um hitafleti, kælifleti og varmanýtafleti.

Hitafletir

Hitafleti má flokka eftir hitagjöfum. Helstu flokkar eru:

- Vatnshitafletir
- Rafhitafletir
- Gufuhitafletir

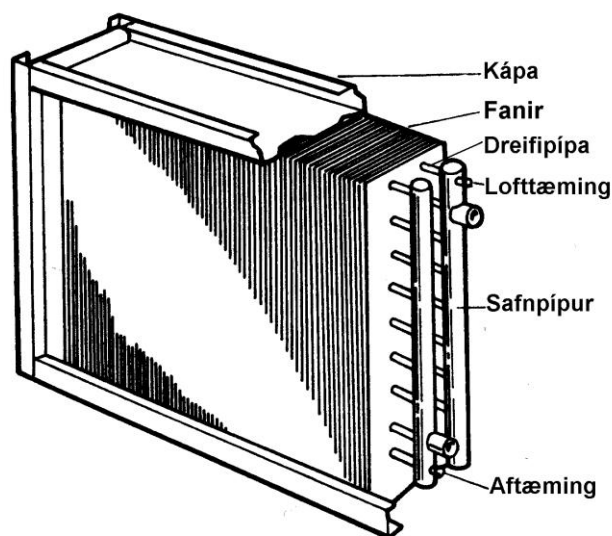


Mynd 5.1 Hitafletir

Hér á landi eru vatnshitafletir algengastir, en einnig eru notaðir rafhitafletir þar sem ekki er aðgangur að heitu vatni. Gufuhitafletir eru hins vegar mjög sjaldgæfir hérlandis.

Vatnshitafletir

Vatnshitafletir eru byggir upp af pípuröðum með áföstum fönum úr málm. Heita vatnið rennur eftir pípunum en loftið leikur um þær að utan. Varminn streymir frá heita vatninu í gegnum pípuveggina og hitar upp loftið. Málmfanirnar á pípunum eru til að auka hið heita yfirborð sem loftið streymir um. Við þetta vex nýtni hitaflatarins, og því meir sem fanirnar eru stærri og fleiri á pípunum. Aftur á móti eykst þrýstifallið í gegnum hitaflötinn loftmegin þegar bilið milli fananna er minnkað og það eykur orkunotkun kerfisins.



Mynd 5.2 Hitafloetur fyrir heitt vatn

Hitafletir hafa mismargar raðir. Röð í hitafleti er fjöldi pípa í stefnu loftstraumsins. Einnar raðar hitaflötur er þá með eina pípu í loftstefnuna en þriggja raða hitaflötur hefur þrjár pípur í sömu stefnu. Afköst hitaflatar eru því meiri sem röðunum fjölgar.

Fjöldi slaufa er annað hugtak sem notað er við að skýra gerð hitaflata. Þá er átt við hversu margar tengingar eru á dreifipípum inn á safnpípunar. Dreifipípunar eru þá tengdar saman með U-beygjum í endum hitaflatarins og streymir vatnið þá úr safnpípu inn í dreifipípu og fer fram og til baka eftir hitafletinum þar til að það kemur að tengingu við bakrásarsafnpípuna.

Fjöldi slaufa getur verið frá einni (algengt í minnstu hitaflötunum) og upp í allmargar í stærstu hitaflötunum.

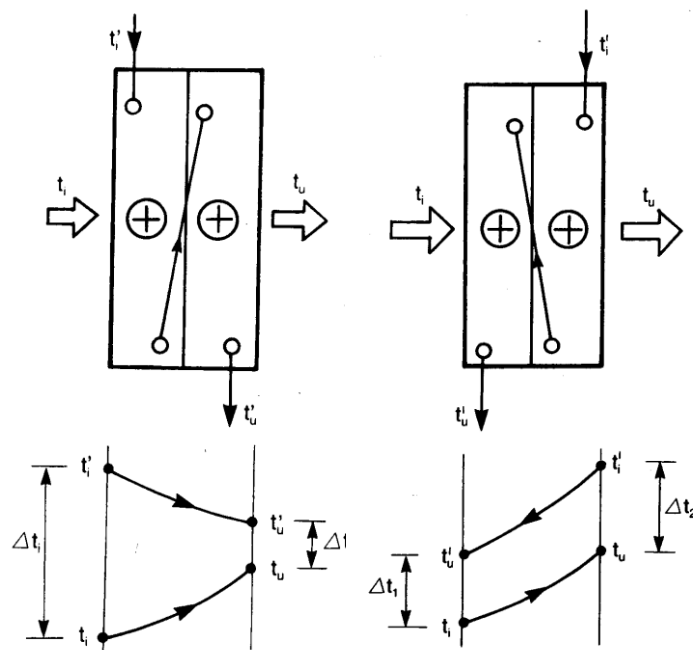
Píputengingar vatnshitaflata

Hægt er að tengja pípur við hitafleti á tvo mismunandi vegu. Annars vegar er talað um meðstraumstengingu og hins vegar mótstraumstengingu.

Við meðstraumstengingu kemur vatnið inn í hitaflötinn sömu megin og loftið. Vatnið og loftið fara með öðrum orðum sömu leið í gegnum hitaflötinn. Heitasta vatnið er þá að hitta kaldasta loftið, og þegar loftið fer heitt út úr

hitafletinum er það í snertingu við vatnið eins og það verður kaldast. Þetta þýðir að ekki er hægt að ná meiri varma úr vatninu en svo, að það er alltaf minnst 5°C heitara en loftið þegar lofthitun er lokið.

Mótstraumstenging felst í því að vatnið er tekið inn á hitaflötinn þeim megin sem loftið kemur út.



Mynd 5.3 Meðstraumstenging og mótstraumstenging

Vatnið og loftið streyma á móti hvort öðru í gegnum hitaflötinn. Upphitað loftið er þá að yfirgefa hitaflötinn þar sem vatnið streymir heitast út og þar sem vatnið er að yfirgefa hitaflötinn er það að mæta lofinu þar sem það er kaldast. Þannig næst meiri varmi úr vatninu.

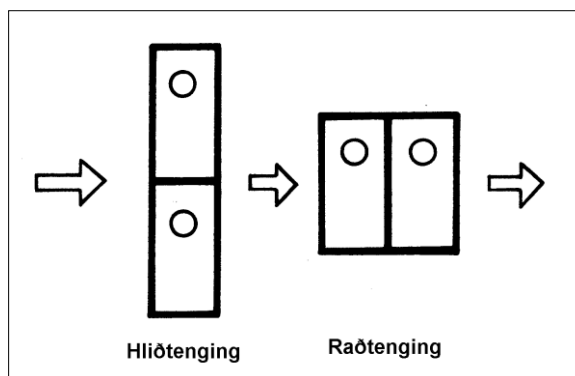
Nýtni á heita vatninu er mun betri í mótstraumshitaflötum og er því mælt með því að tengja hitaflæti eingöngu þannig í loftræstikerfum.

Framangreint á eins við um kælifleti, nema hvað þar víxlast heitt og kalt.

Sambygging hita- og kæliflata

Í stærri loftræstikerfum er oft nauðsynlegt að byggja hitaflæti saman. Ef loftmagnið er meira en venjulegir staðlaðir hitarar ráða við má raða tveimur eða fleirum saman með hliðtengingu.

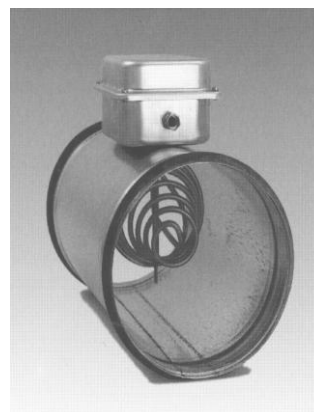
Ef ekki nást nægileg varmaskipti með stöðluðum hitaflötum má raðtengja þá.



Mynd 5.4 Hlið- og raðtenging hitaflata

Rafhitaflæti

Rafhitaflæti eru með rafhitagjafa inni í loftstraumnum. Þeir eru notaðir þar sem ekki er kostur á heitu vatni. Sá galli er á rafhitaflötunum að hin heitu svæði á þeim eru mun minni en á vatnshitaflötunum og því þarf hitastigið á þeim að vera mun hærra til að koma sama varma í loftið. Þetta leiðir af sér að loftið frá rafhitaflötum virkar “þurrara” og jafnvel “brennt” þar sem þau rykkorn sem fara í gegnum síubúnað kerfisins geta brunnið á hitaflætinum. Því er talið betra að vera með sérstakan rafhitakút sem hitar vatn eða frostlög sem berst síðan inn á vatnshitaflöt í loftræstikerfinu. Þetta er mun dýrari lausn en að nota rafhitaflöt og er því varla verjandi fjárhagslega nema í stærri kerfum.



Gufuhitafletir

Gufuhitafletir eru svipaðir og vatnshitafletir, en mun grófgerðari. Bæði eru dreifipípunar sverari og einnig er bilið á milli málmþynna mun meira, og til eru gufuhitafletir án málmþynna. Einnig eru dreifipípur í gufuhitaflötum lóðréttar, en láréttar í vatnshitaflötum. Eins og fyrr segir eru gufuhitafletir lítið notaðir hér á landi og þeir krefjast aðgangs að gufuveitu.

Kælifletir

Kælifleti má flokka eftir kælimiðlum. Helstu flokkar eru:

- vatnskælifletir
- kælimiðlafletir



Mynd 5.6 Kælifletir

Vatnskælifletir

Vatnskælifletir eru mjög áþekkir vatnshitaflötum, nema hvað raðir í þeim eru yfirleitt hafðar fleiri, oft 6-12. Orsökina er sú að mun minni munur er á hita loftsins og kalda vatnsins en munurinn á hita loftsins og heita vatnsins.

Algengt hitastig á köldu vatni í kælifleti er 6°C; það hitnar upp í 14°C, og er þá meðalhitastig vatnsins um 10°C. Hitastig innblásins lofts er þá hugsanlega 18°C, en það þýðir að meðalhitastigsmunur er 8°C. Hins vegar er hitastig heita vatnsins 75°C, og það kólnar niður í 35°C sem þýðir meðalhitastig um 55°C. Þá er innblástursloftið hugsanlega um 23°C og fáum við þá meðalhitastigsmun upp á 32°C sem er fjórum sinnum meiri munur en í kælifletinum. Gróft reiknað ætti kæliflöturinn því að hafa fjórum sinnum fleiri raðir en hitaflöturinn.

Varmanýting

Hér á landi hafa verið skiptar skoðanir á hvort varmanýting úr bakrásarlofti sé arðbær kostur. Einkum gildir þetta um loftræstikerfi á höfuðborgarsvæðinu. Til skamms tíma var uppblöndun nánast eina dæmið um endurnýtingu á varma í loftræstikerfum á því svæði.

Í kjölfar umræðunnar um “húsasótt” í byggingum dró stórlega úr uppblöndun, og í dag má segja að vart séu dæmi um hana í nýjum kerfum. Í framhaldi af því var reiknað út að varmanýting með varmanýtahjólum eða vökvatengdum varmanýtum með dælum yrði of lengi að borga sig upp miðað við það verð á hitaveituvatni sem fólk nýtur á höfuðborgarsvæðinu.

Reynslan segir okkur þó að þegar reka á stór loftræstikerfi án varmanýtingu ofbýður rekstaraðilum kostnaðurinn við orkukaupin og hefðu frekar viljað kosta meiru til í upphafi.

Stundum er sagt að sársaukamörkin í buddunni á rekstrartímanum séu mun lægri en á framkvæmdatímanum. Því hefur færst í vöxt að loftræstikerfi séu valin með varmanýtum.

Nýtni varmanýta

Rétt er að huga að skilgreiningum á nýtni varmanýtum til að gera sér grein fyrir hverju hún skilar:

Varmanýtni er hlutfallið á milli þeirrar hitaaukningar sem næst á móti hæstu fræðilegu hitaaukningu:

$$\eta_t = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1}$$

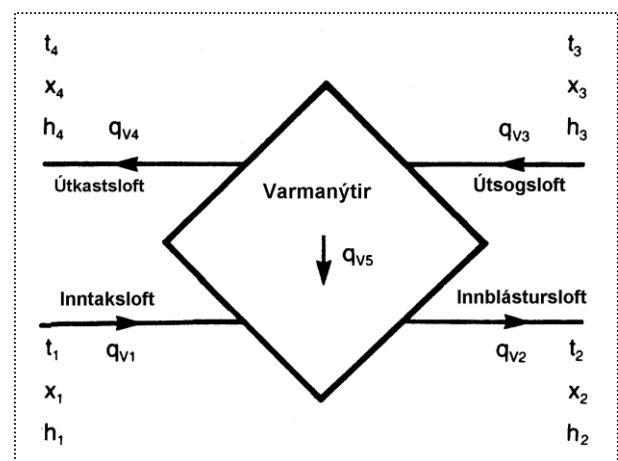
þar sem :

η_t = varmanýtni varmaendurvinnslu

t_1 = hitastig á inntaksloftinu

t_2 = hitastig á blástursloftinu

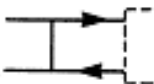
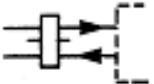
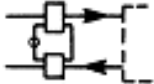
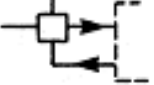
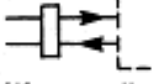

t_3 = hitastig á útsogsloftinu



Mynd 5.7 Skilgreining á varmanýtni

Útreikningar á rakanýtni, η_x , og á enþalpínýtni, η_h , er samsvara útreikningum á varmanýtninni.

Hægt er að endurnýta varma úr bakrásarlofti fyrir framrásarloft með nokkrum mismunandi aðferðum. Hér að neðan er tafla yfir helstu aðferðir og samanburður á þeim.

Tækjaupplýsingar Yfirlit yfir varmanýta	Hámarksnýtni varma/raka [%]	Yfirfærsla á raka	Hlutir á hreyfingu	Píputengingar	Löfleck milli framrásar og bakrásar lofta	Siun fyrir framan flöti	Hreinsun nauðsynleg	Yfirfærsla á bakteríum, lykt og ryki
 Uppblöndun	100/100	Já	Já	Nei	Já	Já / Nei	Nei	Já
 Varmanýtahjól	85/85	Já	Já	Nei	Já	Já	Já	Já
 Vökvatengdur varmanýtir	50-70/0	Nei	Já	Já	Nei	Já	Já	Nei
 Varmanýtakubbur	50-70/0	Nei	Nei	Nei	Já / Nei	Já	Já	Nei
 Sjálfrennandi varmanýtir	50-70/0	Nei	Nei	Nei	Já / Nei	Já	Já	Nei
 Varmadæla	65-75/0*	Nei	Já	Já	Nei	Já	Já	Nei

* Orkunotkun kælipressunnar gerir samanburði við aðrar gerðir varmanýtingar ómarktæka

Mynd 5.8 Samanburður varmanýta

Uppblöndun

Uppblöndun er ódýrasta aðferðin við varmanýtingu, en eins og getið er hér að framan er hún nú lítið notuð þar sem óloft og bakteríur úr útkastsloftinu blandast í innblástursloftið auk varmans.

Uppblöndunarhitastigið má reikna út frá jöfnunni hér að neðan:

$$t_2 = t_3 - \frac{q_{v1}}{q_{v2}} \cdot (t_3 - t_1)$$

Merking tákna :

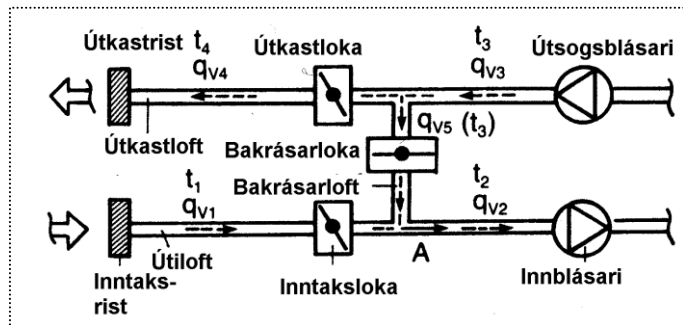
t_1 = er hitastig útiloftsins

t_2 = er hitastig innblástursloftsins

t_3 = er hitastig útsogsloftsins

q_{v1} = er loftmagn útilofts

q_{v2} = er loftmagn innblásturslofts



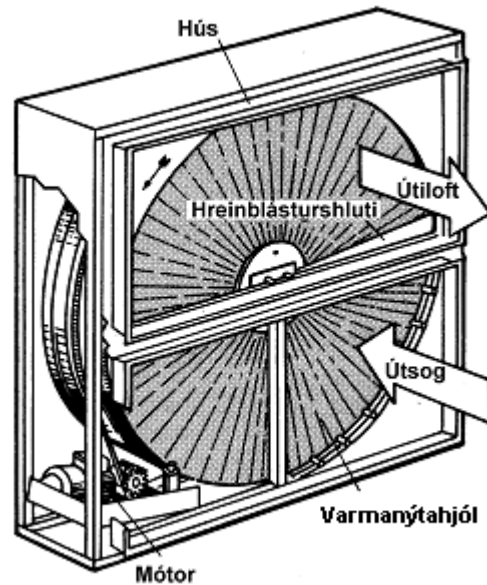
Mynd 5.9 Skilgreining á hitastigum

Þegar stærð á lokum er ákveðin verður að gæta þess að þrýstifall yfir bakrásarlokuna sé jafn mikið og samanlagt þrýstifall yfir útilofts- og útkastslökurnar. Einnig verður þrýstifall lokana að vera sem næst línulegt milli opinna og lokaðrar stöðu. Þá þarf að gæta að því að þrýstifall á bakrásarstokki og útkastsstokki sé sem næst stöðugt í hvaða stöðu sem lokurnar eru.

Varmanýtahjól

Varmanýtahjól eru bæði til sem vökvadræg varmanýtahjól og einnig sem varmanýtahjól án rakaflutnings.

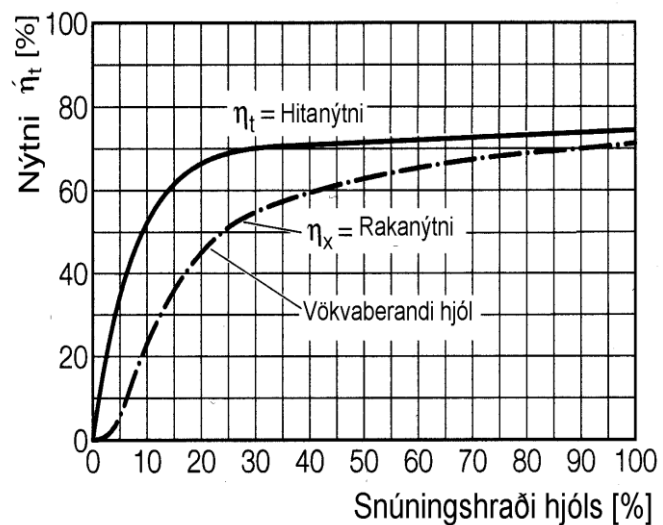
Kostir endurvinnsluhjóla felast í því að þau hafa tiltölulega mikla varmanýtni, og þau sem bera vökva hafa einnig mikla rakanýtni. Þau eru einnig fyrirferðarlítill á lengdina, en hins vegar eru þau yfirleitt breiðari en venjuleg samstæða.



Mynd 5.10 Varmanýtahjól

Þessi gerð af varmanýtahjólum er algeng í litlum loftræstisamstæðum og er þá stundum notast við varmanýtin eina, án eftirhitafлата. Þetta getur verið góður kostur þar sem tryggt er að nægur varmi fái úr bakrásarloftinu, þ.e.a.s. loftræstikerfið kæli alltaf rýmið sem það blæs inn í.

Tvær aðferðir eru við að stýra varmanýtingunni þegar varmastreyminu er stýrt milli útsogs- og innblástursloftsins. 1) Hægt er að ráða hita- og rakanýtninni með því að stjórna snúningshraða varmanýtahjólsins. Nýtnin verður minni eftir því sem hjólið snýst hægar. 2) Hægt er að stýra nýtninni með því að hafa hjáhlupslokur sem hleypla loftinu fram hjá varmanýtahjólinu, sem er þá á föstum hraða. Hraðastýring á varmanýtahjólum er nú mun algengari en áður, enda eru hraðastýringar á mótörum nú miklu ódýrari.



Mynd 5.11 Nýtni varmanýtahjóls eftir snúningshraða

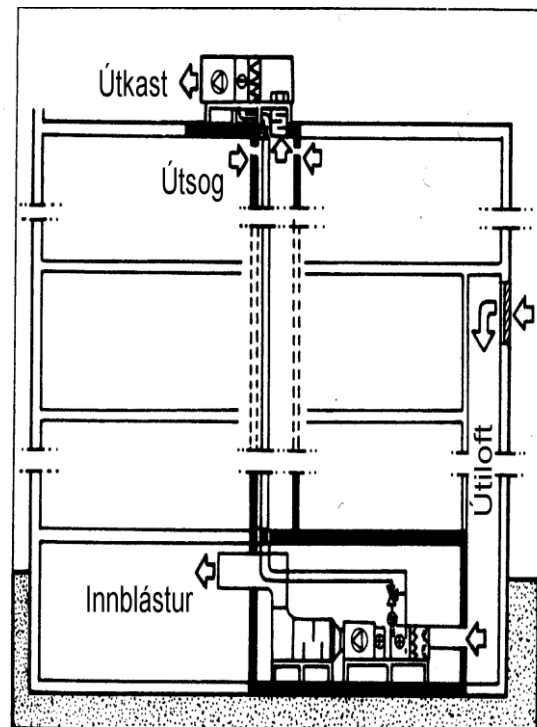
Vegna loftleka milli framrásar- og bakrásarluta endurvinnsluhjólsins er æskilegt að hafa hærri þrýsting á framrásarlutanum en bakrásarlutanum, þannig að lekinn verði frá framrásarluta yfir í bakrásarluta.

Vökvatengd varmanýting

Í vökvatengdri varmanýtingu flyst varminn með vökva sem dælt er frá kælifletti í bakrásarlutanum yfir í hitaflöt í framrásarlutanum.

Helstu kostir þessa kerfis eru:

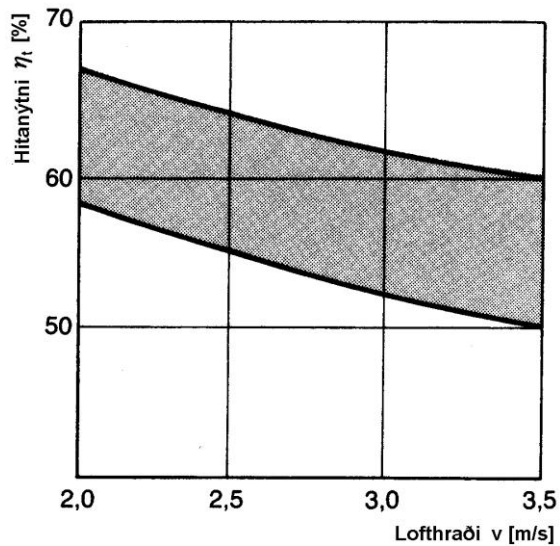
- Innblásturs- og útsogssamstæðan þurfa ekki að vera sambyggðar. Þó munar meira um að innblásturs-samstæðan getur verið í kjallara byggingarinnar og útsogssamstæðan uppi á þaki, eða öfugt.
- Ekki er nein hættu á að loft leki milli inntakslofts og útkastslofts þar sem um er að ræða tvo aðskilda fleti.
- Einnig er hægt að tengja mismarga fleti, annars vegar bakrásarmegin og hins vegar framrásarmegin.
- Kerfið er fyrirferðarlítið.



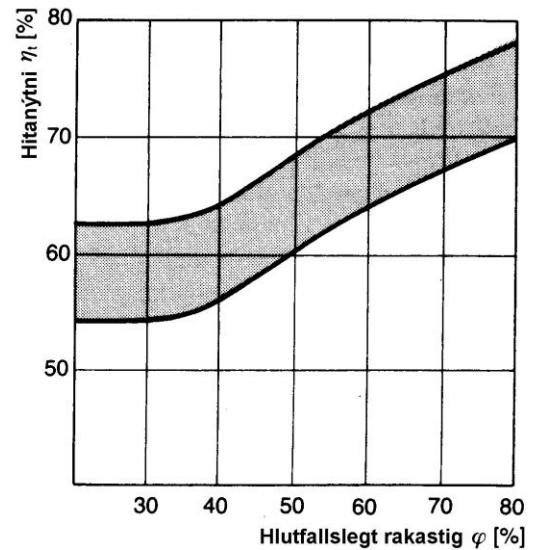
Mynd 5.12 Vökvatengd varmanýting

Yfirfærsla á varma milli bakrásar og framrásar er m.a. háð eftirfarandi atriðum:

- hlutfallinu á milli loftmagns og hita á bakrásar- og framrásarluta kerfisins
- lofthraða í gegnum kæli- og hitaflötinn
- hlutfallslegum raka í bakrásarloftinu
- vökvunum sem notaður er í hringrásarkerfinu.



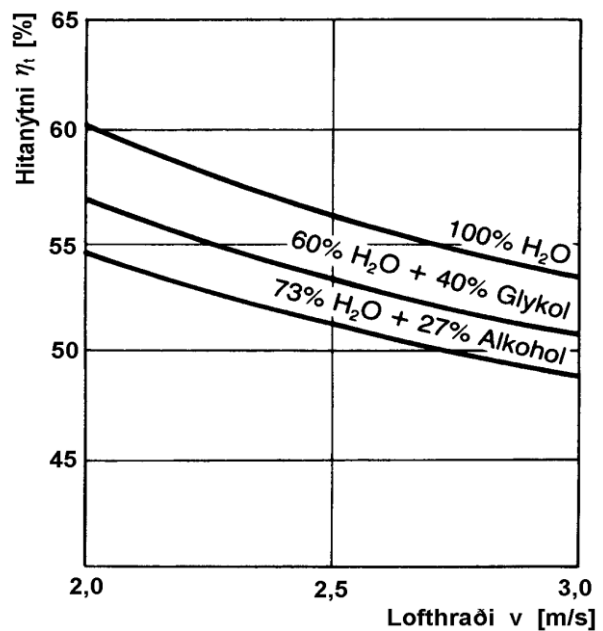
Mynd 5.13 Varmanýtni í hlutfalli við lofthraða



Mynd 5.14 Varmanýtni í hlutfalli við rakastig

Á línuritunum hér að ofan sést hvernig varmanýtnin er háð lofthraða gengum hitaflatlina. Því er mikilvægt að reynt sé að halda lofthraðanum undir 2,5 m/s. Ef hraði gegnum hitaflöt er hækkaður úr 2,2 m/s í 3,0 m/s minnkar nýtni varmanýtisins úr 66% í 60%, eða um 9%. Varmanýtnin er einnig mjög háð rakastigi á bakrásarloftinu og skýrist það af þéttvarma sem leysist úr raka loftinu.

Einnig er nýtni varmanýtakerfisins háð því hvaða vökvi er valin á hringrásarkerfið. Best er nýtnin ef hreint vatn er notað. Ef notaður er hefðbundinn frostlögur (glykol) til blöndunar í hlutföllunum 60-40% minnkar nýtnin um 5%, og ef notað er alkóhól minnkar hún um 10%.



Mynd 5.15 Hitanytni eftir vökvagerðum.

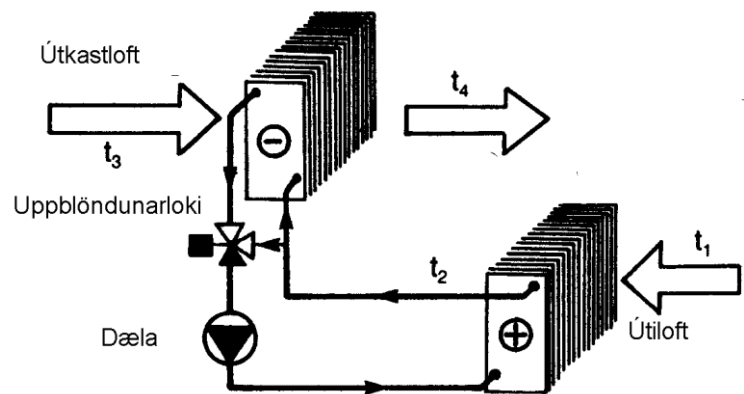
Af hverju nota menn þá ekki eingöngu hreint vatn á þessi kerfi? Skýringin er sú að hreint vatn tærir lagnakerfið og einnig getur hitastig hringrásarvökvans fallið niður fyrir frostmark. Því er nauðsynlegt að hafa frostlagarblöndu á vökvatengdum varmanýtakerfum.

Einnig er mikilvægt að skipta reglulega um frostlagarblöndu á þessum kerfum þar sem hún verður ónýt með tímanum, þ.e. hún hættir að verka eins og til er ætlast.

Stýringar á vökvatengdri varmanýtingu

Hvernig er hægt að tryggja æskilegt hitastig á framrásarloftinu eftir varmanýtinguna? Einkum er beitt tveimur aðferðum við að stýra hitastiginu á innblástursloftinu:

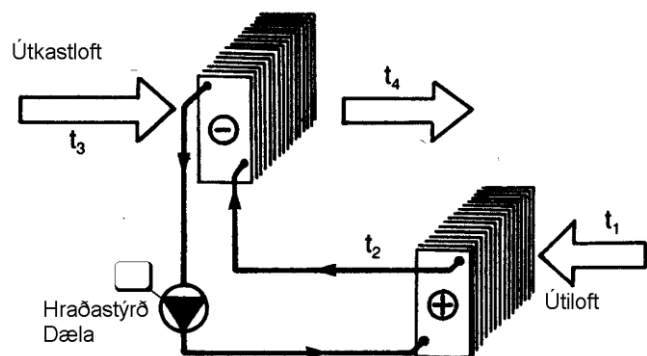
1) Kerfinu stýrt með því að blanda upp með uppblöndunarlokanum, þannig að ef of mikill varmi berst með vökvamum hleypir lokinn vökvamum fram hjá kælifletinum og byrjar að hleypa honum eingöngu í hringrás um hitaflötinn án þess að hann taki í sig varma frá kælifletinum. Í slíku tilviki gengur dælan á jöfnum snúningi og dælir alltaf sama vökvamagni gegnum hitaflötinn.



Mynd 5.16 Stýring með uppblöndunarloka

2) Hægt er að stýra varmanýtingunni með því að hafa hraðastýrða dælu. Þá er streymið í vökvakerfinu minnkað þegar minni þörf er á varma og aukið á ný þegar skortur er á varma.

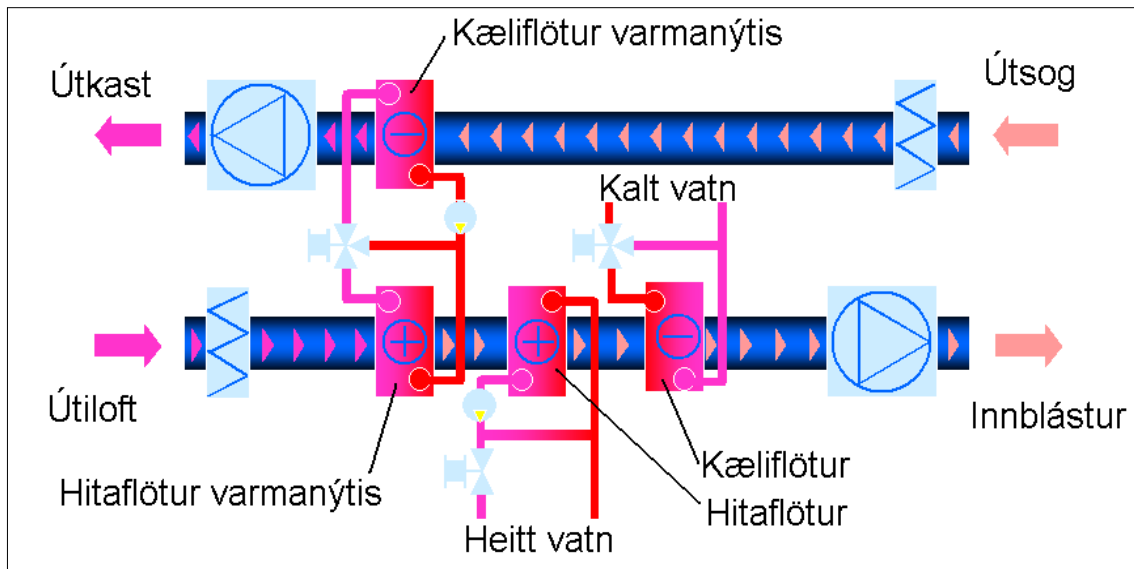
Kosturinn við að stýra kerfinu með uppblöndunarloka í stað hraðastýrðar dælu er sá að rennsli verður jafnara í hitaflötinum og hitun þar með jafnari yfir allan flötinn þótt kerfið sé á lítilli varmanýtingu.



Mynd 5.17 Stýring með hraðastýrðri dælu.

Econet stýrikerfið

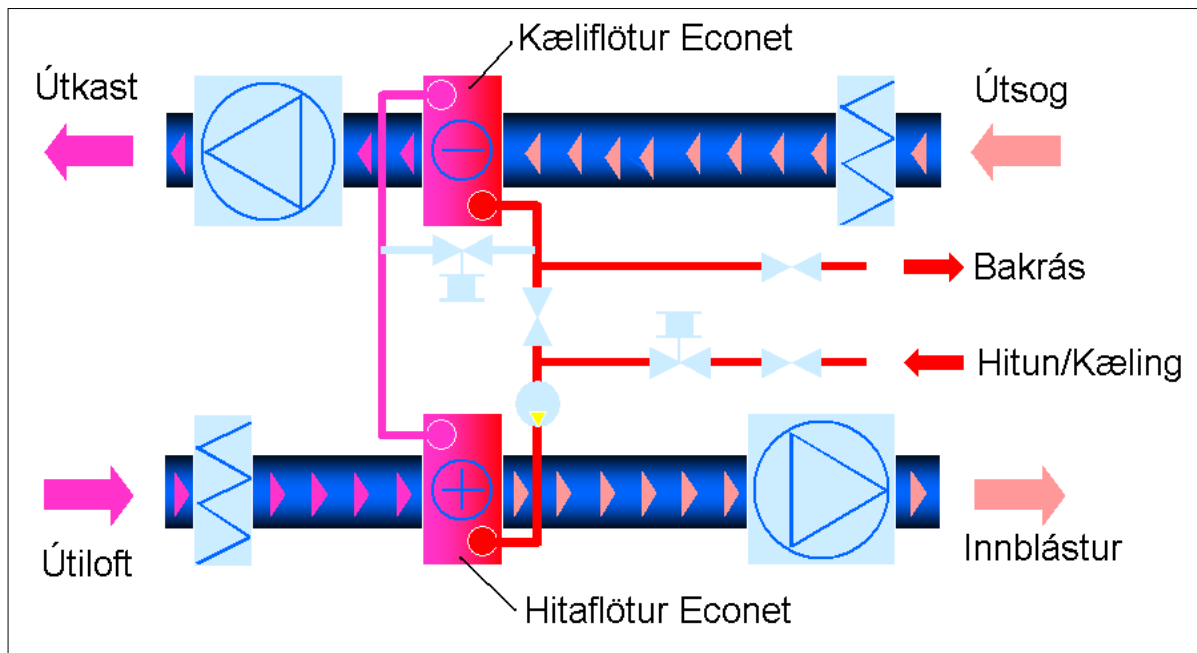
Econet varmanýtakerfi er nýtt kerfi sem FläktWoods (áður ABB) hefur próað til stýringar á varmanýtingu.



.Mynd 5.18 Hefðbundið varmanýtakerfi með hitun og kælingu

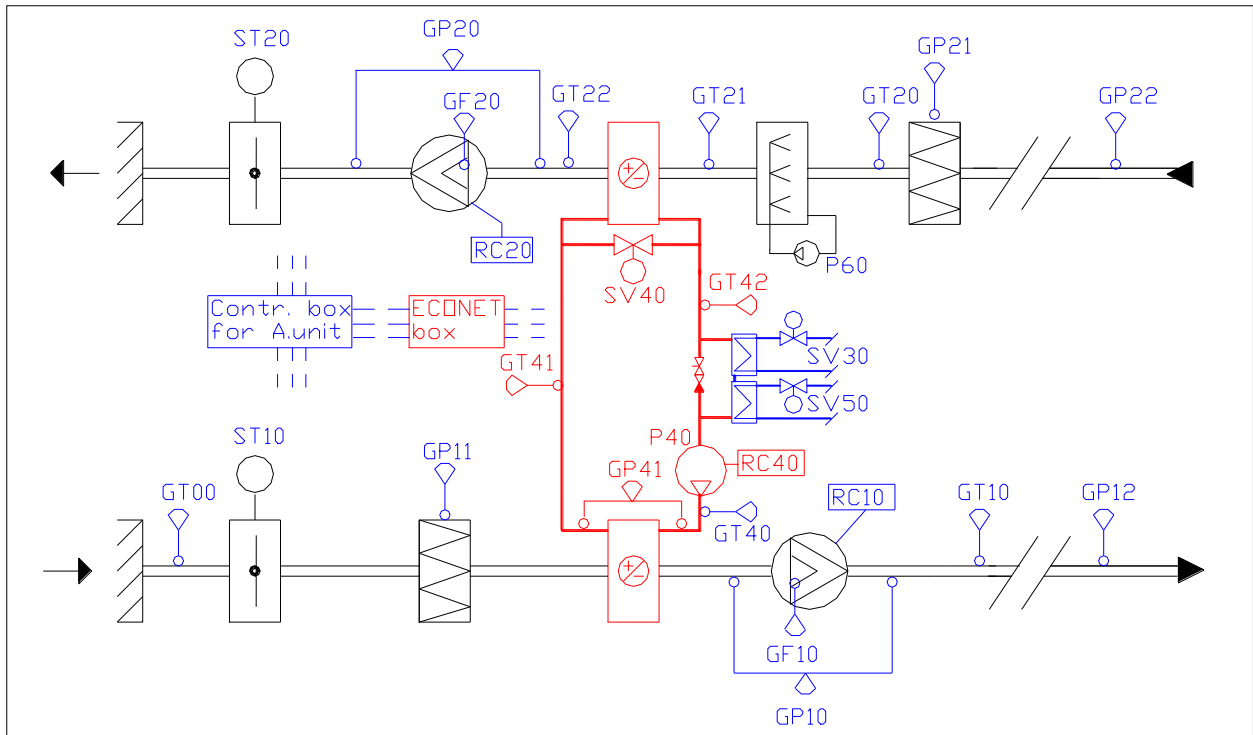
Kerfið byggist á því að varmanýtaflötur, forhitafloður og kælifloður innblásturs-hlutans eru sam-einaðir í einn hita/ kæliflöt. Reyndar er þetta ekki ný hug-mynd, en stýring á svona kerfi hefur verið mjög vandasöm.

Nú hefur Flákt\ Woods þróað nýtt stýrikerfi sem ræður við að stýra svona varmanýtakerfi.



Mynd 5.19 Econet varmanýtakerfi með hitun og kælingu

Stýringin byggist á því að tölvakerfi stýrir saman dælu, mótur-loka á hjáhlaupi, móturloka á varmaskipti hitaveitu og móturloka á varmaskipti fyrir kalt vatn. Með þessari stýringu er hægt að nýta mun kaldara vatn til upphitunar, og einnig heitara vatn til kælingar en í hefðbundnum kerfum.



Mynd 5.20 Kerfismynd Econet varmanýtakerfisins

Annar kostur er að samstæður í þessu kerfi eru mun fyrirferðarminni en hinar hefðbundnu.



Mynd 5.21 Hefðbundin samstæða



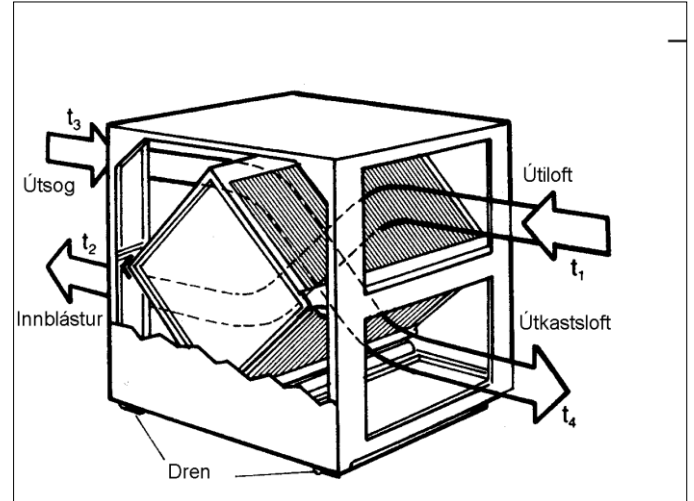
Mynd 5.22 Econet samstæða

Varmanýtakubbar

Svokallaðir varmanýtakubbar eru búnaður til varmanýtingar sem byggist á sömu lögmálum og millihitari. Hér streymir hitinn yfir málmplötur sem eru á milli framrásarloftsins og bakrásarloftsins.

Helstu kostir varmanýtakubba:

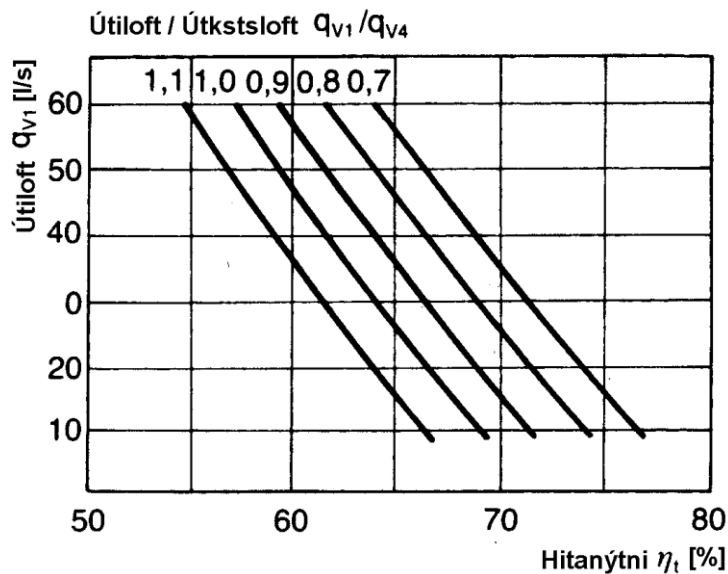
- lítil hættu á leka á milli bakrásar- og framrásarlofts
- engir hreyfanlegir hlutir eru í varmanýtakubbi



Helsti galli endurvinnslukubba: þeir eru rúmfrekir í samstæðum.

Endurvinnsla á varma með endurvinnslu-kubbum er háð eftirtöldu:

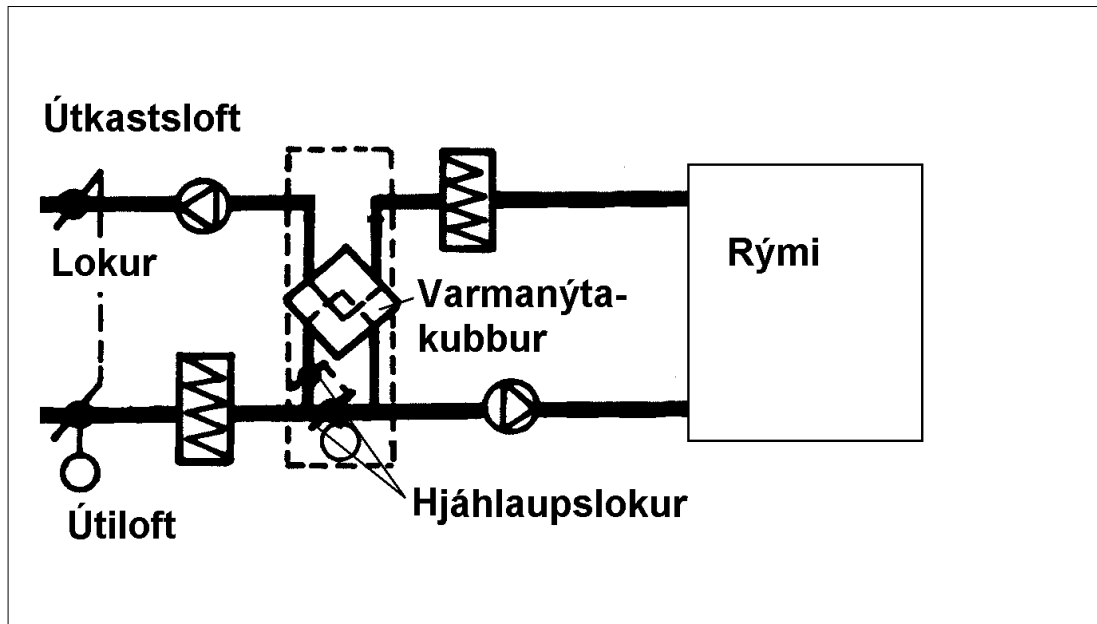
- sambandinu milli loftmagns og hita á bakrásar- og framrásarloftinu
- lofthraðanum gegnum endurvinnslu-kubbinn
- hlutfallslegum raka í bakrásarloftinu



Mynd 3.24 Varmanýtni eftir hlutfalli útilofts og útkastslofts

Stýringar á varmanýtakubbum

Varmastreymi er stýrt gegnum varmanýtakubb með hjáhlaupsloku sem hleypir framrásarloftinu framhá kubbnum. Bakrásarloftið fer alltaf í gegnum kubbinn.



Mynd 5.25 Hjáhlaupsloku á varmanýtakubbi

6 Rakatæki

Rakatæki eru til að bæta raka í innblástursloftið. Þegar kalt útiloft er tekið, hitað upp og dreift inn í rými, fellur rakastigið í rýminu og loftið verður þurr.

Æskilegt rakastig í íverurýmum er talið vera 40-50% Rh en hér á landi er algengt að rakastig í vel loftræstum rýmum sé á bilinu 20-25% Rh. Við þetta verður vart unað enda berast kvartanir um þurr loft og að fólk finni fyrir óeðlilegum þurrki í hálsi og augum. Eðlilegt er að krafist sé úrbóta.

Hvað er til ráða? Fyrstu viðbrögð eru að hækka rakastigið með því að setja upp rakatæki, jafnvel stök tæki inni á stofugólfi. Reyndar ætti fyrst af öllu að lækka hitastigið niður í það sem notalegt þykir. Fólk er nefnilega ekki svo næmt fyrir rakasveiflum ef hitastig er við hæfi og enginn rakamælir er í herberginu. Rannsóknir hafa sýnt að heilbriggt fólk er ekki næmt á rakastig ef það er á bilinu 20-70 % Rh og hitastig loftsins er 20-22 °C.

En þurr loft hefur annan ókost: Stöðurafragn myndast mun frekar við núning milli yfirborðsflata. Þetta er slæmt í tölvurýmum þar sem neistar geta þurrkað heilu skuldaskrárnar út af tölvum [reyndar gott fyrir skuldarann] og valdið íkveikjuhættu þar sem unnið er með gastegundir, t.d. á skurðstofum. Stöðurafragn getur myndast ef rakastig fer undir 50% Rh þar sem gerviefni eru á gólfum, en mörkin lækka í 30 % Rh ef náttúruleg efni eða sérstakir afragnandi gólfdukar eru á gólfum.

Rakatæki eru því nauðsynleg í ákveðnum kerfum og þægileg í öðrum.

Nauðsynlegt er að átta sig á nokkrum hugtökum til að skilja hegðun raka í lofti og virkni mismunandi rakatækja.

Rakastig [% Rh]

Rakastig er mælieining á hlutfallsraka í lofti, þ.e.a.s. hve rakinn í loftinu er hátt hlutfall af metunarraka við sama hitastig. Loft við 22°C og 50% Rh inniheldur helming af þeim raka sem 22°C heitt loft getur borið. Loft getur þannig borið meiri raka því heitara sem það er. Til dæmis má hita loftið sem nefnt er hér að framan upp í 35°C og þar með hefur rakastig þess lækkað úr 50 % Rh niður í um 25 % Rh án þess að nokkurt vatn hafi horfið úr loftinu. Ef við kælum svo loftið aftur, og nú alla leið niður í 0°C, verður rakastigið 100 % Rh, þ.e.a.s. loftið er fullmettað.

Daggarmark [°C]

Daggarmark loftis er hitastig þess þegar það nær 100 % Rh, en það þýðir að raki tekur að falla út ef hitastigið lækkar. Daggarmark er haft sem viðmiðun þegar rakastigi er stjórnað í rýmum og hefur sú aðferð við stýringu reynst mjög stöðug og einföld.

Gerðir rakatækja

Rakatæki má flokka í tvo aðalflokka, vatnsrakatæki og gufurakatæki.

Vatnsrakatæki má síðan flokka nánar:

- úðastútarakatæki
- uppgufunarrakatæki
- hátíðnirakatæki
- þrýstiloftsrakatæki

Gufurakatæki má svo flokka þannig:

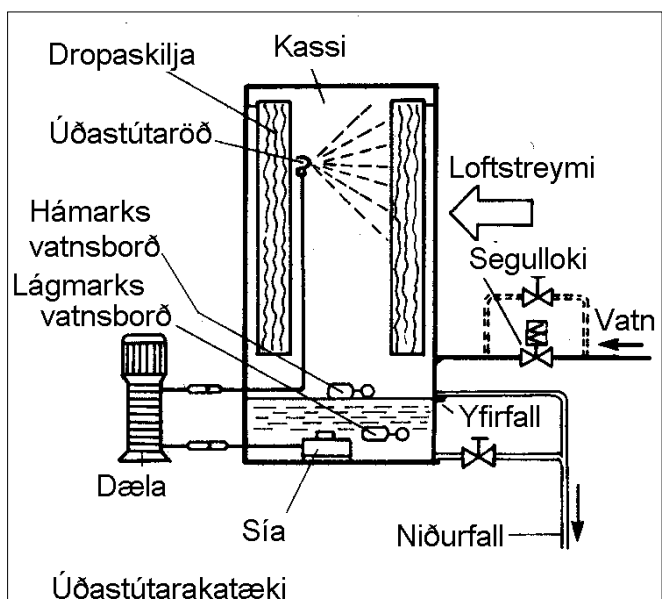
- rakatæki sem framleiða gufu
- rakatæki sem ekki framleiða gufu

Úðastútarakatæki

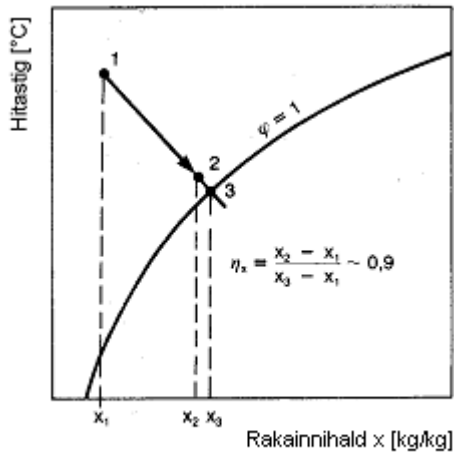
Úðastútarakatæki eru líka kölluð „dísurakatæki“ eða „loftvaskarar“.

Þessi gerð af rakatækjum er nær eingöngu notuð þar sem rakabæta þarf mikið af lofti.

Tækið er að megingerð lokað rými þar sem vatninu er þrýst gegnum þrönga úðastúta á móti loftstraumnum.



Dropasíur eru hafðar fyrir aftan úðastútana til að taka við umframvatninu í loftinu svo að það falli ekki úr loftinu fyrir framan rakatækið. Það getur valdið ryðmyndun og útfellingu í loftræstisamstæðunni, t.d. á blásara.



Mollierlinurit fyrir úðastútarakatæki

Á Mollierlínuritinu hér til hliðar sést að við íblöndun rakans fellur hitastig loftsins línulega í hlutfalli við rakamettunina. Þetta þýðir að hita þarf loftið um 10-12 °C upp fyrir það hitastig sem æskilegt er á loftinu eftir rakatæki.

Hringstreymi vatns er mikið í þessari gerð af rakatækjum, u.þ.b. 0,5-1,0 kg vatns á hvern m³ lofts.

Hraði gegnum úðastútarakatæki má ekki fara yfir 2,5 m/s.

Nýtni þessara tækja er mjög góð. Dæmigerð er nýtnin $\mu_x = 0,9$, eða um 90%.

Nýtnin er reiknuð eftir jöfnunni

$$\mu_x = \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_1}, \text{ þar sem}$$

x_1 er vatnsinnihald í inntaksloftinu

x_2 er vatnsinnihaldið í loftinu frá rakatækinu

x_3 er vatnsinnihaldið í mettuðu lofti

Stýring á rakastigi loftsins á sér stað með af/á-stýringu á tækinu, með hjáhlaupi fyrir loftið fram hjá tækinu eða með stýringu á hitastigi loftsins eftir rakatæki.

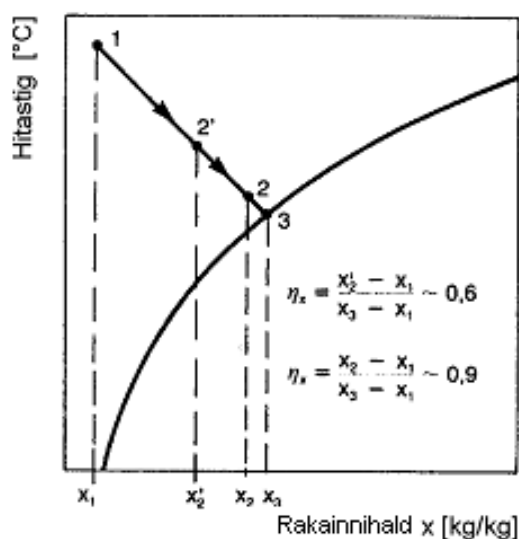
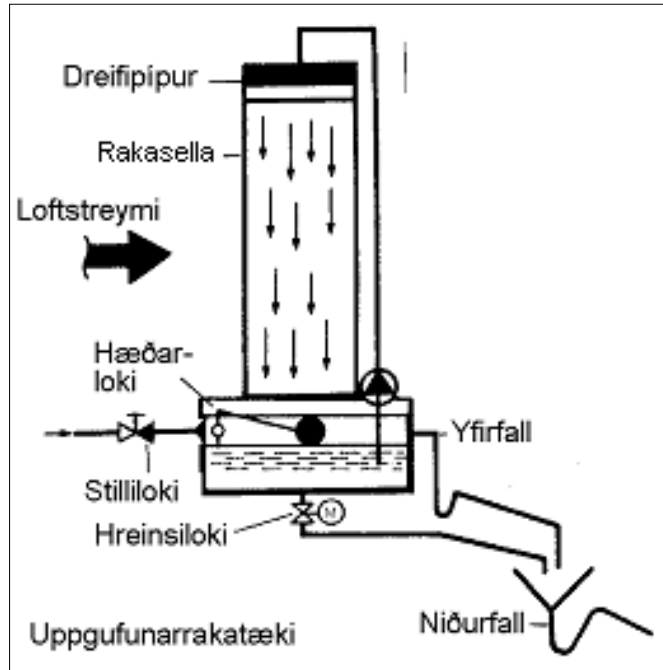
Uppgufunarrakatæki

Uppgufunarrakatæki (sellurakatæki) virka á svipaðan hátt og úðastútarakatækið hér að framan, en í stað úðastúta er tækið með rakasellu úr pappmassa, trefjaplast-pynnum eða álþynnum sem vatnið lekur eftir. Við það eykst yfirborð þess vatns sem loft leikur um, og það eykur upptöku loftsins á raka.

Til eru tvær gerðir af þessum tækjum:

- 1) Tæki sem taka rennandi vatn beint inn á sig.
- 2) Tæki með hringrásardælu.

Rakatækin með dælukerfinu eru dýrari í innkaupum en nota mun minna vatn en tækin með gegnumstreyminu og þar sem kalda vatnið er selt samkvæmt mæli í stærri byggingum verður rekstur dælutækjanna mun hagstæðari. Í nágrennalöndum okkar, t.d. Danmörku, eru rakatæki talin óþörf í venjulegum loftræstikerfum fyrir skrifstofur, og rakatæki með gegnumstreymi eru ekki notuð vegna sóunar þeirra á vatni.



Mollierínurit fyrir uppgufunarrakatæki

Alengt er að rakatækin séu með 60% og 90% rakasellum. Þá er verið að tala um hámarksnýtni viðkomandi rakasella. Hér á Mollierlínuritinu til hliðar er dæmi um hvernig loft hagar sér á leiðinni gegnum uppgufunarrakatæki, og er línan 1-2 fyrir rakatæki með 90% nýtni, en línan 1-2' fyrir rakatæki með 60% nýtni.

Eins og fyrr segir eru til rakasellur úr pappamassa, trefjaplasti og áli. Áður fyrr voru mest notaðar rakasellur úr pappa, enda ódýrastar. Þær reyndust ekki vel þar sem bakteríur þrífust vel í þeim, og ef notuð var af/á-stýring á rakanum varð hin versti óþefur af sellunum þegar þær þornuðu. Af þessum sökum minnkaði notkun uppgufunarrakatækja mjög á tímabili, en með tilkomu trefjaplastsellana, og ekki síst álsellana, eru helstu gallar þessara tækja úr sögunni, þ.e.a.s. ef þau fá eðlilegt viðhald og eru þrífing og sótthreinsuð reglulega.

Rakatæki með hringrásarkerfi er oft með sjálfvirkan loka í botni vatnspönnunnar sem tæmir hana með ákveðnu millibili til þess að tækið verði ekki gróðrarstía fyrir bakteríur. Einnig eru til tæki sem beina alltaf hluta af vatnsstreymi út í frárennsli til að vatnið endurnýist og minni hættu sé á myndun bakteríugróðurs.

Hraði í gegnum uppgufunarrakstæki ætti ekki að vera meiri en 2,5 m/s. Ef valinn er meiri hraði gegnum tækið kemur það niður á nýtni þess og þá þarf einnig að setja dropaskilju aftan við rakaselluna til að grípa vatnsdropa sem berast af stað með loftinu.

„Daggarmarksstýring“ er besta stýringin, en hún felst í því að haldið er stöðugu hitastigi eftir rakatækið og ræðst það af því hvaða hita- og rakastig er æskilegt í rýminu. Vilji maður halda 22°C og 40% Rh í herberginu heldur maður 12°C eftir rakatæki með 90% nýtni. Ef rakatækið er með 60% hámarksnýtni er haldið 16°C hita á loftinu eftir tækið.

Hátíðnirakatæki

Hátíðnirakatæki vinnur svipað og uppgufunarrakatæki nema í stað þess að auka yfirborð vatnsins með rakasellu eru vatnsdroparnir sprengdir með hátíðnihljóði í örsmáar vatnsagnir. Við það margfaldast yfirborð vatnsins og það auðveldar loftinu upptöku rakans. Þessi tæki hafa þann kost að þau eru minni um sig en rakasellutæki og hægt er að koma þeim fyrir í loftstokki ef þarf að bæta þeim við eftir á.

Þrýstiloftsrakatæki

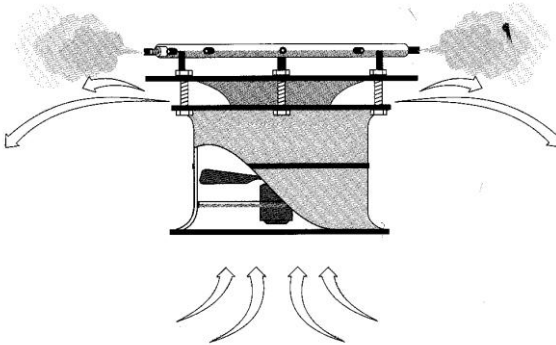
Þrýstiloftsrakatæki vinna eins og hátíðnirakatækin en í stað hátíðnihljóðs er notað þrýstiloft sem gerir vatnið að fínum úða með smádísu. Við það springur það í smáagnir líkt og í hátíðnirakatækinu. Ókostur við þetta tæki er að það þarf nokkuð mikið þrýstiloft við u.þ.b. 10 bara þrýsting.

Það krefst góðrar loftþjöppu og bætist rekstrarkostnaður hennar við rekstur kerfisins. Hins vegar er þrýstifall loftsins yfir þessa gerð af rakatækjum nánast ekkert.

Háþrýst úðastútarakatæki

Nýlega eru komin á markaðinn hér á landi háþrýst úðastútatæki sem byggjast upp á að úða vatni undir háum þrýstingi (um 70 bör) út í gegnum litlar dísur á hring sem staðsettur er yfir staðbundnum blásara.

Kerfið byggir á háþrýstri dælustöð sem hreinsar vatnið bæði með síum (20 μ og síðan með 1 μ), og útfjólubláu ljósi. Vatnið er síðan leitt með háþrýstislöngum að úðastútaeiningunum. Loftið grípur úðann og dreifir honum um rýmið. Þetta kerfi hentar best í stór opin rými s.s. vöruskemmur, stór verkstæði og íþróttahús.



Gufurakatæki

Eins og fyrr segir má greina gufurakatæki í tvo flokka, þau sem framleiða gufuna sjálf og þau sem tengd eru við gufuveitu.

Gerðirnar eiga það sameiginlegt að lofthitinn lækkar ekki við íblöndun rakans og línan á Mollierlínuritinu verður lárétt.

Þegar reikna á vatnsmagnið fyrir viðkomandi rakagjöf má nota eftirfarandi jöfnur:

$$q_{mg} = q_v \cdot 1,2 \cdot \Delta x \quad \text{og} \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

Merking tákna:

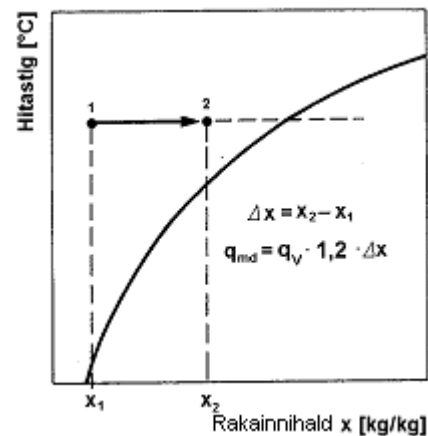
Δx er rakaaukning loftins

x_1 er vatnsinnihald inntaksloftsins

q_{mg} er magn gufunnar sem bætt er í loftið [kg/kg]

q_v er loftmagnið [m³/s]

1,2 er eðlismassi loftins [kg/m³]

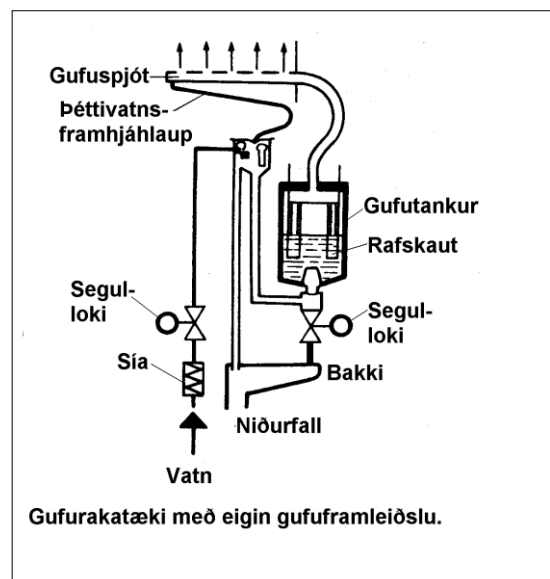


Gufurakatæki sem framleiða gufu

Gufurakatæki sem framleiða gufu er jafnan gert úr tveimur meginhlutum, gufuhólki og gufuspjóti.

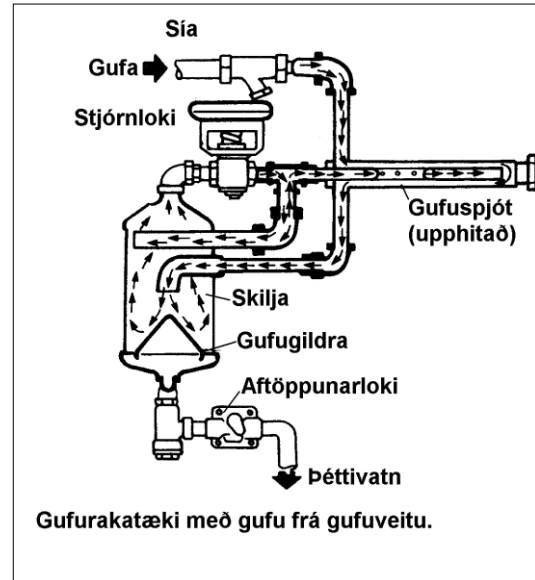
Gufan er framleidd í gufutankinum með rafskautum sem hita vatnið þannig að það verður að gufu. Gufan er síðan leidd gegnum slöngu að gufuspjótinu þar sem hún berst út í loftið. Þéttivatn sem myndast á leiðinni að gufuspjótinu og í því er leitt til baka í gufutankinn.

Sá er helsti kostur gufurakatækis að það er tiltölulega einfalt og fljótlegt er að koma því fyrir og tengja það inn í loftstrauminn. Gufuspjótinu má hvort heldur koma fyrir í samstæðueiningu eða innblástursstokki.



Gufurakataeki sem framleiða ekki gufu

Gufurakataeki sem ekki framleiðir gufuna er rakataeki með skilju, gufugildru og gufuspjóti. Slíkt tæki fær gufu frá stærri gufuveitu. Gufan kemur inn gegnum síu og fer þaðan gegnum skilju. Skiljan hleypir þéttivatni, sem myndast hefur á leiðinni, út gegnum gufugildru og aftöppunarloka. Síðan fer gufan gegnum gufuspjót inn í loftstrauminn. Gufuspjótíð er oft hitað upp með gufunni sem leidd er að skiljunni til að ekki myndist þéttivatn í spjótinu. Þessi tegund gufurakataekja er nær eingöngu notuð í verksmiðjum og stærri byggingum þar sem gufa er notuð við fleira en að rakabæta loft. Þess skal gætt að gufan sé hrein og þurr.



Velja þarf staðsetningu gufuspjótsins eða spjótanna af nákvæmni. Fjarlægð frá gufuspjóti að næstu "hindrun" er gefin í töflunum hér að neðan.

Kerfishluti	Minnsta fjarlægð
Blásari, hitari, beygjur og tegistykki	$1,0 \cdot R_s$
Stærðabreytingar á beinum stökk	$0,5 \cdot R_s$
Grófsía	$1,5 \cdot R_s$
Finsía	$2,5 \cdot R_s$
Hita- og rakaskynjarar	$5,0 \cdot R_s$



φ_1 er rakastig fyrir rakataeki [%]
 φ_2 er rakastig eftir rakataeki [%]

% Rh	$\Delta\varphi_{\text{maks}} = \varphi_2 - \varphi_1$ í % Rh									
	5	10	15	20	30	40	50	60	75	90
40	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	–	–	–	–
50	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	–	–	–
60	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	–	–
70	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	–	–
80	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	–
85	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	–
90	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0
95	1,9	1,4	1,7	2,0	2,5	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3

Taflan sýnir viðmiðunarfjarlægð R_s í metrum.
 Dæmi:
 Rakastig inntaksloftsins fyrir rakagjöf er 20 % Rh en rakastig innblástursloftsins er 70% Rh.
 $\Delta\varphi_{\text{maks}} = 70 - 20 = 50\% \text{ Rh}$ og $\varphi_2 = 20\% \text{ Rh}$
 Niðurstaðan er því $R_s = 1,3 \text{ m}$

7 Blásarar

Blásarar í loftræstikerfum eru af mörgum gerðum. Þó má skipta þeim í tvo höfuðflokka, þ.e. ásblásara (axial-blásara) og miðflóttaafslásara (radial-blásara). Síðan má flokka þá nánar, samanber töfluna hér að neðan.

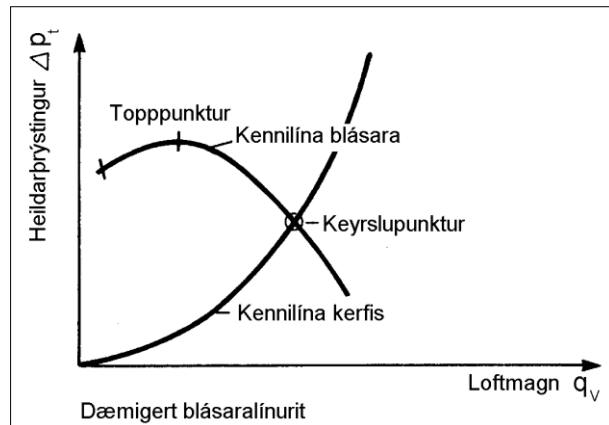
Ásblásarar (Axial blásarar)	
Blásarahjól	Lýsing
	C Ásblásari með stillanlegum spöðum í keyrslu. Hefur góða nýtni, er fyrirferðarlítill og getur stýrt breytilegu loftmagni
	A Ásblásari með stillanlegum spöðum í kyrrstöðu. Hefur góða nýtni, er fyrirferðarlítill og auðvelt er að stilla á ákveðið loftmagn fyrirfram
	K Ásblásari með föstum spöðum. Einfaldur og fyrirferðarlítill
Miðflóttaafslásarar (Radial blásarar)	
Blásarahjól	Lýsing
	F Miðflóttaafslásari með frambyggðu blásarahjóli. Lítil fyrirferð og lágur snúningshraði á blásarahjóli. Breyting á kerfisþrýstingi veldur lítilli aukningu á heildarþrýstingi en loftmagn getur breyst töluvert. Lágt en óstöðugt hljóðstig.
	B Miðflóttaafslásari með bakbeygðu blásarahjóli. Góð nýtni og rekstrarkostnaður tiltölulega lítill. Breyting á kerfisþrýstingi veldur lítilli breytingu á loftmagni. Lágt og stöðugt hljóðstig. Hærri snúningshraði en hjá frambyggðum blásurum.
	P Miðflóttaafslásari með beinu bakbeygðu blásarahjóli. Hefur góða nýtni og sjálfhreinsigráðu. Breyting á kerfisþrýstingi veldur lítilli breytingu á loftmagni. Blásarahjól snýst hægar en bakbeygt blásarahjól við sömu aukningu á heildarþrýstingi.
	T Miðflóttaafslásari með beinu þverstæðu blásarahjóli. Hefur mjög góða sjálfhreinsigráðu. Hentugur við efnisflutninga.

Mynd 7.1 Tafla yfir eiginleika mismunandi blásaragerða í loftræslu

Kennilínur blásara og loftræstikerfis

Til að skilja virkni blásara sem hluta af loftræstikerfi er gott að skoða samsett línurit með kennilínu blásara og kennilínu þess loftræstikerfis sem blásarinn á að þjóna.

Hér til hliðar má sjá dæmigert blásaralínurit með kennilínu blásara ásamt kennilínu kerfisins. Keyrslupunktur kerfisins er þar sem þessar línur skerast. Færa má keyrslupunktinn með því að breyta kennilínu blásarans. Ef hraði blásarans er aukinn færast blásaralínan upp, og færast



keyrslupunkturinn þá upp og til hægri. Þar með vitum við að loftmagnið hefur aukist og heildarþrýstifall kerfisins aukist við það.

Ef við minnkum snúninginn á blásaranum færast kennilína blásarans niður. Við það færast keyrslupunkturinn niður og til vinstri, og það veldur því að loftmagnið minnkar og heildarþrýstingur kerfisins lækkar.

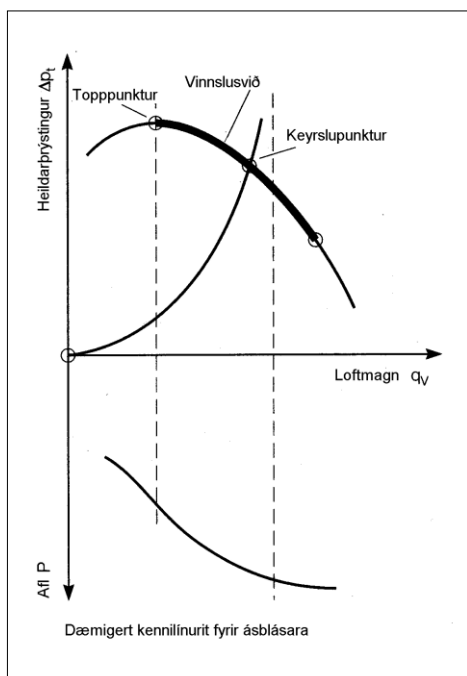
Einnig má breyta kennilínu kerfisins, t.d með því að stækka stokkana í því. Þá verður kennilína kerfisins flatari. Við það færast keyrslupunkturinn niður og til hægri. Ef blásara er ekki breytt verður loftmagnið meira og heildarþrýstingur kerfisins lægri. Ef við bætum spjaldloku í kerfið og lokum með henni að hluta breytum við kennilínu kerfisins þannig að hún verður brattari. Við það færast keyrslupunkturinn upp og til vinstri. Þá eykst heildarþrýstingurinn en loftmagnið minnkar.

Á þessu sést að hægt er að stýra loftmagni og þrýstingi kerfisins á alla vegu ef vitað er hvað á að gera í hverju tilviki. Það virðist augljóst að vilji menn breyta keyrslupunktinum er einfaldast og hagkvæmast að breyta honum með því að breyta kennilínu blásarans. Það er auðveldast með því að hafa hraðaveljara á blásaramótornum.

Einnig er hægt að breyta hraða á blásurum með reimdrifum með því að skipta um reimskífur. Það er þó mun fyrirhafnarmeira og ekki gert nema þegar kerfið er stillt í upphafi.

Ásblásarar (*axial-blásarar*)

Ásblásarar hafa fram að þessu nær eingöngu verið notaðir hér á landi sem “gluggaviftur” og þar sem færa á mikið af lofti við lítinn þrýsting. Þetta er væntanlega að breytast og má vænta þess að ásblásarar verði mun algengari í loftræstisamstæðum á næstunni. Helstu kostir ásblásara eru að þeir eru fyrirferðarlitlir og yfirleitt mjög nýtnir. Ásblásarar með stillan-legan skurð á spöðum geta náð hámarksnýtni í þeim punkti sem hentar fyrir viðkomandi kerfi.



Ásblásara má flokka í þrjá flokka eftir staðsetningu: viftur, ásblásara í enda á stokki og loks blásara inni í stokki. Viftur ná yfirleitt ekki miklum þrýstingsmun yfir sig en miklu loftmagni. Ásblásarar í stökk-bútum með leiðiblöðum geta aftur á móti náð nokkuð háum þrýstingsmun.

Eftir því sem kröfur harðna um mikla nýtni loftræstikerfa leyfist ekki að hanna loftræstikerfin með þungum stökkakerfum og því koma ásblásarar vel til greina og munu áreiðanlega vinna á í framtíðinni.

Á kennilínuritinu hér að ofan sést að auðvelt er að stilla inn rétt loftmagn á ásblásurum þar sem kennilína blásarans hallast niður til hægri. Blásarinn og kerfið virka eins og í dæminu hér að framan.

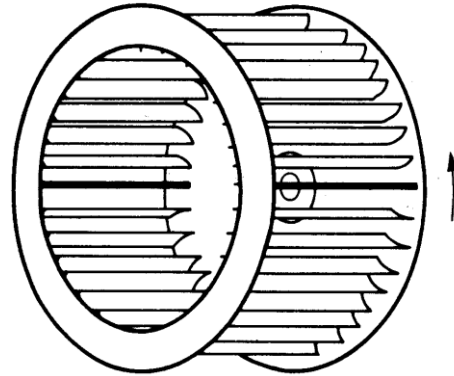


Þrjú dæmi um ásblásara

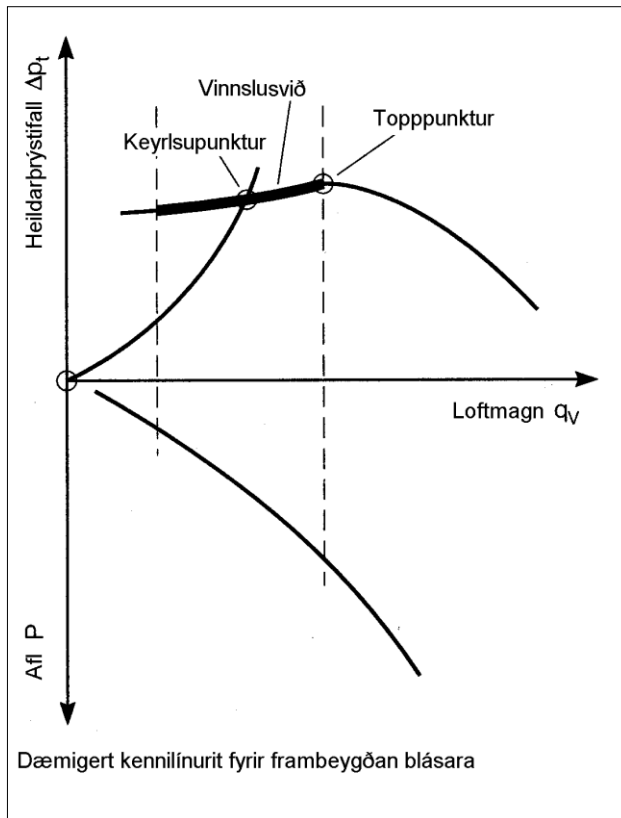
Miðflóttaaflsblásarar (*radial-blásarar*)

Frambeygðir blásarar

Frambeygðir miðflóttaaflsblásarar eru algengastir þegar loftmagn er lítið. Orsökina er m.a. sú að nýtni frambeygðra miðflóttaaflsblásara er mun minni en bakbeygðra. Hámarksnýtni frambeygðra blásara fer að jafnaði ekki yfir 0,65.



Frambeygt blásarahjól af "Sirocco" gerð.



Vinnslusvið frambeygðs miðflóttaaflsblásara hefur flata kennilínu við hámarksnýtni hans. Kennilínan getur sveigst upp til hægri eða jafnvel haft tvo toppa innan vinnslusviðsins.

Þetta gerir blásarana óstöðuga við stillingu á loftmagni. Þegar reynt er að draga úr loftmagni með því að loka meira fyrir spjaldloku í kerfinu eykst loftmagnið. Menn hafa einnig lent í því að blásari fari að hoppa á milli toppa á kennilínunni, þ.e. loftmagnið falli

undir óskgildi og stökkvi svo allt í einu upp fyrir það. Aflínan verður einnig brött þegar loftmagn eykst, þannig að óhagstætt er að nota frambeygða miðflóttaaflsblásara þegar blása þarf miklu loftmagni.

Af hverju er þá verið að nota þessa blásara? Svarið er að þeir eru bæði ódýrari og hljóðlátari en bakbeygðir miðflóttaaflsblásarar.



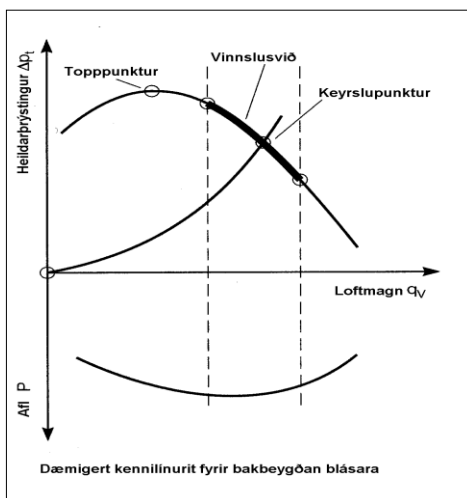
Þeir eru því góður kostur ef loftmagn er lítið og menn eru meðvitaðir um virkni þeirra. Ef loftmagnið er komið yfir 1 m³/s ætti að íhuga val á bak-beygðum blásurum í staðinn.



Bakbeygðir blásarar

Bakbeygðir miðflóttaaflsblásarar eru algengustu blásarar í stærri loftræstikerfum. Þeir eru einnig mikið notaðir í minni kerfum þar sem meiri þrýstings er krafist.

Algengur hámarksþrýstimunur yfir frambeygða blásara er um 1000–1500 Pa en 2500-3500 Pa yfir bakbeygða.

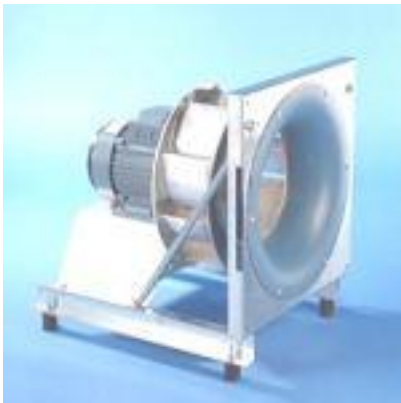


Hámarksnýtni bakbeygðra blásara nær upp í 0,85 og er algengt að hámarksnýtni blásara sé á miðju vinnslusvæði hans. Einnig sést á línuritinu hér til hliðar að aflínan er lárétt og algengt að blásararnir noti minna afl við aukið loftmagn ef heildarþrýstingur-inn lækkar.

Þetta leiðir til þess að ekki er hægt að spara orku með því að loka spjaldlokum og minnka þannig loftmagnið. Við það getur aflnotkun blásarans aukist, þvert ofan í það sem við ætluðum okkur.



Rétta leiðin til að minnka afköst hjá bakbeygðum blásara er að minnka hraðann á honum með hraðastýringu. Menn ættu því alltaf að athuga hvort hægt er að setja hraðastýringu á bakbeygðan blásara til að stjórna loftmagninu.



Bakbeygðir blásarar geta einnig verið án blásara-húss, þ.e. blásið frjálst út í samstæðukassann.

Bakbeygðir blásarar hafa rutt sér til rúms á síðustu árum og er ein útfærsla á þeim mikið notuð í litlar, sambyggðar varmaendur-vinnslusamstæður. Þessir blásarar þykja hljóðlátir og henta vel fyrir lítinn heildarþrýsting á kerfi.

Pakblásarar



Pakblásarar eru í flestum tilvikum hefðbundnir miðflótttaafslásarar, inn-byggðir í háf sem er gerður til að vera úti. Pakblásarar soga ýmist upp eða blása niður.

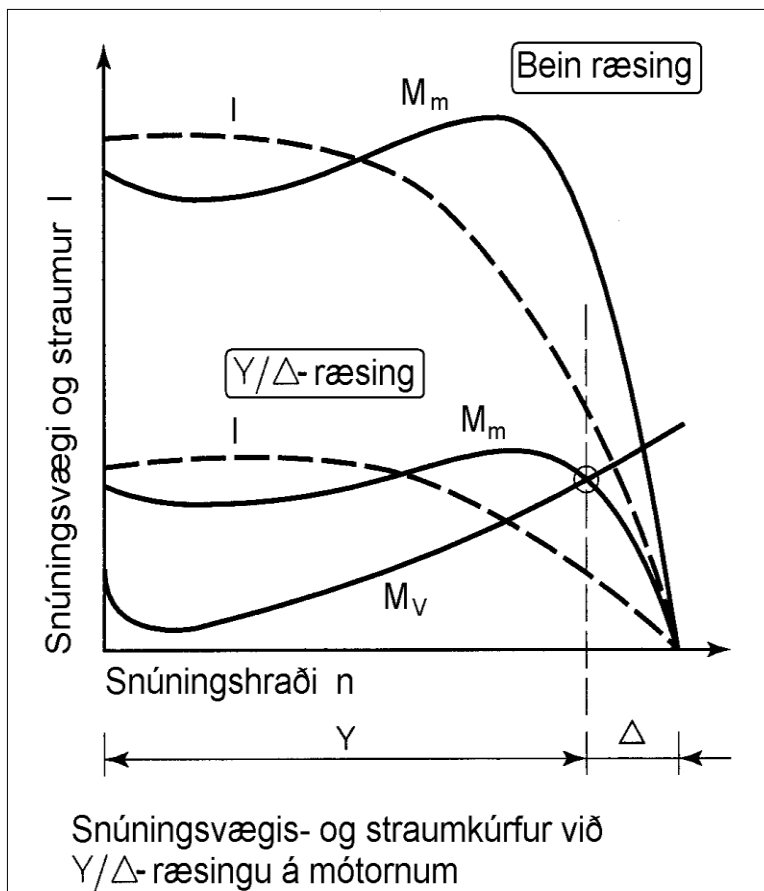
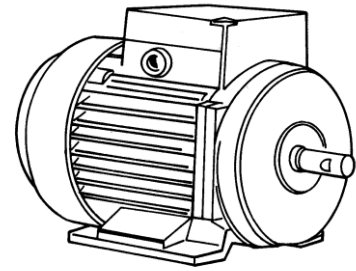


Algengt er að nota bakbeygt blásarahjól án húss í pakblásara enda hentar það form vel við þessar aðstæður. Húsið er síðan formað þannig að vatn á ekki að geta komist ofan í stokkinn sem liggur niður gegnum þakið.

Mótorar

Mótorar fyrir loftræstiblásara eru staðlaðir mótorar samkvæmt kröfum IEC (International Electrotechnical Commission). Stöðlunin nær til staðalafis, kælingar, öryggisbúnaðar og lögunar mótoranna.

Mótorar eru raftengdir á tvennan hátt: 1) Með stjörnutengingu (Y) sem gefur 400 V rekstrarspennu. 2) Með þríhyrnings-tengingu (Δ) sem gefur 230V rekstrarspennu.



Sé blásaramótor ræstur beint verður snúningssvægi hans (M_m) og ræsisstraumurinn (I) miklu meira en ef blásarinn er ræstur með Y/Δ-tengingu eins og sést á myndinni hér til hliðar. Því eru aðeins litlir mótorar ræstir beint. Stærri mótorar eru nær alltaf með Y/Δ-ræsingunni en við það minnkar snúningssvægi mótorsins og straumnotkun við ræsingunni nálgast rekstrarstraumnotkun hans. Ræsitími

blásarans eykst að sama skapi en það er yfirleitt ekki til vandræða, enda hafa spjaldlokur þá tíma til að opnast áður en kerfið hefur náð fullum afköstum.

8 Hljóðdeyfar

Hér verður fjallað um hljóðvistarkröfur sem gerðar eru til loftræstikerfa og hvernig þær eru uppfylltar.

Við hönnun á loftræstingu fyrir ákveðin rými er ákveðið hve miklu lofti er blásið inn, hvernig það dreifist og hve mikið má heyrast í loftræstikerfinu. Mjög er misjafnt eftir starfsemi í rýmum hvað kröfur um hljóðvist eru gerðar í sambandi við loftræstinguna. Eftirfarandi tafla gefur viðmiðunargildi fyrir hljóðstig og endurómstíma í nokkrum rýmum.

Rými	L_{pA} [dB]	Enduróms- tími við 500Hz [s]	Rými	L_{pA} [dB]	Enduróms- tími við 500Hz [s]
Íbúðir			Kirkjur		
Eldhús	30	0,5	Öll rými	30	2,5
Íverurými	30	0,5	Skrifstofur		
Barnaheimili			Fundaherbergi	35	0,5
Leikskólar	35	0,5	Skrifstofurými	35	0,5
Vöggustofur	35	0,5	Veitingahús		
Samkomusalir			Kaffihús	45	1,0
Fyrirlestraralir	30	0,8	Matsöluhús	45	0,8
Bókasöfn	35	0,5	Skólar		
Kvikmyndahús	35	1,4	Skólastofur	30	0,8
Hljómleikasalir	25	2,0	Gangar	35	1,0
Dómssalir	30	0,8	Leikfirmisalir	35	1,6
Leikhús	30	0,8	Kennarastofur	35	0,5
Verslanir			Íþróttir		
Sérverslanir	40	1,0	Íþróttasalir	40	2,5
Matvöruverslanir	40–50	1,0	Sundhallir	40	2,0
Stórmarkaðir	40–50	1,0	Hljóðstofur		
Tölvurými, stór	45	1,0	Tækjarými	25	0,3
Tölvurými, lítil	45	0,5	Hljómflutningur	25	0,3
Sjúkrahús.			Útvarpshljóðstofa	20	0,2
Gangar	35	1,0	Sjónvarps með áheyr.	30	1,0
Skurðstofur	30	1,2	Sjónvarps án áheyr.	25	1,0
Sjúkrastofur	25	0,5	Önnur rými		
Aðgerðastofur	35	1,0	Salerni	40	1,0
Hótel			Búningsherbergi	40	1,5
Móttaka	40	1,0			
Samkomusalir	35	0,8			

Tafla með viðmiðunargildum fyrir hámarkshljóðstig og endurómstíma.

Hljóð

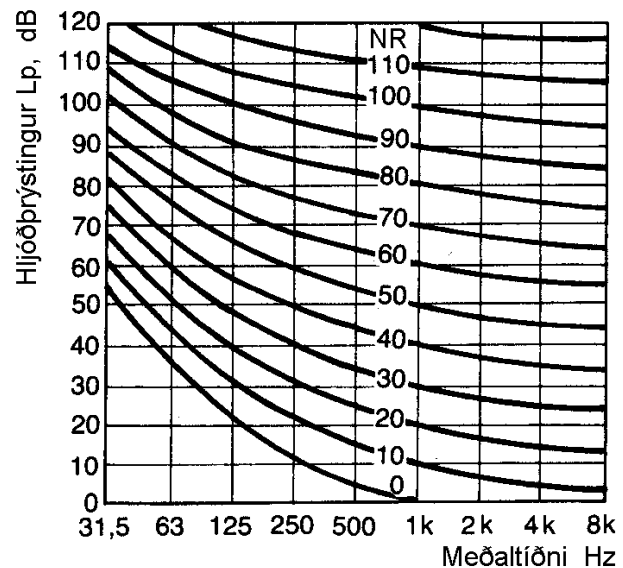
Hvað er hljóð? Hljóð er heyrnlegar aflfræðilegar sveiflur. Hljóð myndast þegar aflvaki hljóðsins sveiflar lofteindum út frá eðlilegri stöðu þeirra. Hljóðburðurinn verður því til sem sveifluhreyfing og getur mælst sem þrýstisveifla kringum þrýsting andrúmsloftsins. Hljóð sem kemur frá loftræstisamstæðu er mjög flókið að gerð, en ef það er reglubundið, má, samkvæmt Fourier, skipta því upp í fjölda hreinna sínusbylgna með ákveðinni tíðni og sveifluvídd.

Hljóðið er mælt með hljóðmæli er mælir hljóðþrýsting, L_p , í dB (desíbelum). Mælieiningin dB er löguð að skynjun mannsins á hávaða og er því notaður lógariþmískur kvarði við mælingar á hljóðstyrk. Við tvöföldun á styrknum (mældum þrýstingsmun) hækkar hann um 3 dB. Því er sagt að hávaði, sem er 56 dB sé helmingi meiri en 53 dB.

Útreikningur á kvarðanum getur því orðið nokkuð flókinn. Ef tveir blásarar, sem gefa hvor um sig 65dB_A , eru settir báðir í gang í einu verður hávaðinn frá þeim 68dB_A , þ.e. hávaðinn eykst um 3 dB.

Eins og sést hér að ofan eru notuð bæði dB (desibel) og dB_A (desibel - A). Hver er munurinn? Mælieiningin dB er notuð við hávaðastig á ákveðnu tíðnisviði en einingin dB_A er vegið meðaltal af öllum tíðnisviðunum frá 63 – 8000

Hz. Og þá komum við aftur að mannseyranu, en það heyrir betur hærri tíðni en lægri. Þess vegna gildir t.d. eftirfarandi: Við 60dB_A má hljóð með tíðni 63 Hz vera um 83 dB, 250 Hz hljóð um 68 dB, 1000 Hz hljóð um 60 dB, 2000 Hz hljóð um 58 dB og 8000 Hz hljóð um 55 dB.



NR línurit

Útreikningar á dB-gildum

Ef við setjum í gang vél sem gefur frá sér 74 dB við 500 Hz og síðan er önnur samskonar vél gangsett, má þá búast við að hávaðinn verði 148 dB við 500 Hz. Nei, hávaðinn við 500 Hz verður 77dB.

Hvernig má þetta vera, eru 2+2 ekki lengur 4?

Hér til hliðar eru línurit sem auðvelda okkur að reikna út rétt dB-gildi.

Á efsta línuritinu hér til hliðar, sem er til samlagningar á gildum, kemur í ljós að þegar við leggjum saman tvö jafn stór gildi fáum við aukningu upp á 3 dB. Ef við erum hins vegar að leggja saman misstór gildi, t.d. 38 db og 18 dB, verður engin aukning, og ef munurinn er 10 dB bætast aðeins 0,4 dB við hærra gildið.

Ef leggja á saman mörg gildi er fyrst tekið hæsta gildið og næsta gildi lagt við. Þá er þriðja gildið tekið og lagt við útkomu síðustu samlagningar og síðan koll af kalli.

Dæmi: Leggja á saman eftirfarandi gildi: 34 + 42 + 25 + 40 dB.

Fyrst er tekið 42 + 40 = 44 dB.

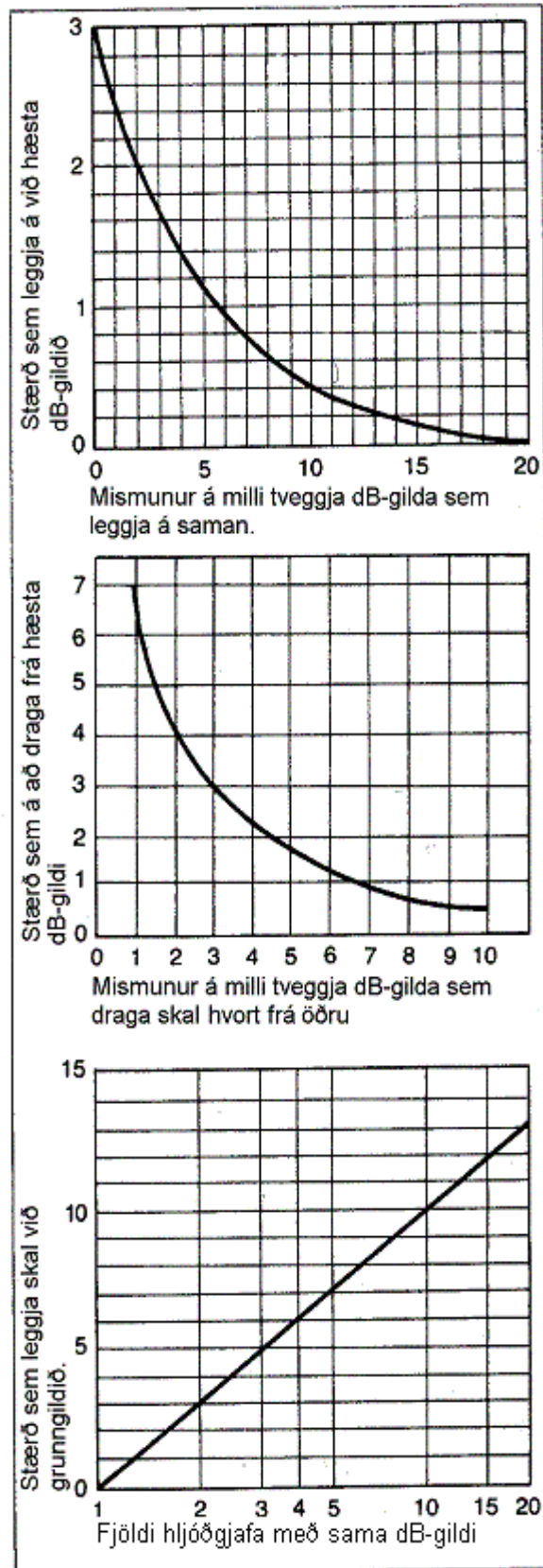
Þá er tekið 44 + 34 = 44,4 dB.

Að lokum 44,4 + 25 = 44,4.

Niðurstaðan er því **44,4 dB**

og á þessu sést að síðustu 25dB skiluðu í raun engri viðbót.

Miðlínuritið er notað við frádrátt á hljóðgildum.



Línurit til útreiknings á dB-gildum.

Dæmi:

$$48 \text{ dB} - 44 \text{ dB} = 48 - 2,2 = 45,8 \text{ dB}$$

Neðsta línuritið er til að ákvarða hávaða frá fjölda hljóðgjafa með sama hljóðstyrk. Ef settar eru í gang tvær vélar sem gefa frá sér 68 dB hvor verður hávaðinn frá þeim 71dB. Séu fjórar vélar í gangi í einu verður hávaðinn frá þeim 74dB.

Hávaðavaldar í loftræstikerfum

Blásarar eru mestu hávaðavaldarnir í loftræstikerfum. Blásarar í stórum loftræstikerfum eru oft með um 90-95 dB_A hávaða frá innblástursstút blásarans. Ef þetta er blásari sem blæs lofti inn í leikhússal þar sem hávaði má mest vera 30 dB_A þarf að eyða muninum á einhvern hátt.

Aðrir hávaðavaldar geta verið stokkar þar sem lofthraði er of mikill, slæmar greinar frá stofnstokki, spjald- og stillilokur, og dreifarar.

Hávaði frá blásurum er oftast svokallaður skóflutíðnihávaði sem kemur frá skóflum blásarahjólanna. Hávaðinn frá bakbeygðu blásurunum er mikill en stöðugur. Hávaði frá frambyggðum blásurum er hins vegar minni, en getur verið óstöðugur (í kviðum).

Tíðni skóflutíðnihávaða má reikna út frá eftirfarandi jöfnu:

$$f_s = \frac{n}{60} \cdot s \cdot k$$

Skýring á táknum:

f_s er skóflutíðnin

n er snúningshraði blásarahjólans

s er fjöldi skóflublaða á blásarahjólínu

k er fjöldi kanta á blásarahúsinu, t.d. tungan í útkastsopinu á blásaranum, styrkingar á blásarahúsinu eða aðrir kantar.

Hávaði frá blásurum er ekki reiknanlegur heldur verður að mæla hann með hljóðmælum.

Hvað er til ráða?

Nú erum við með blásara sem gefur frá sér mun meiri hávaða en unað yrði við í rýminu sem hann á að loftræsta. Hvernig eigum við að draga úr þessum hávaða á leiðinni?

Þvermál [mm]	Hljóðdeyfing á hverju tíðnisviði [dB]						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000 Hz
125-250	0	0	0	1	2	3	3
280-500	0	1	2	3	3	3	3
530-1000	2	3	3	3	3	3	3
1050-2000	1	2	3	3	3	3	3

Hljóðdeyfing í sívólum beygjum

Stokkakerfið

Stokkakerfið deyfir hljóðið á leiðinni frá blásara að dreifara. Beinir stokkar deyfa hljóðið lítið sem ekkert. Sívalar beygjur deyfa hljóðið lítið, og lágtíðnina nánast ekki neitt, eins og sést á töflunni hér til hliðar. Þar sést líka að litlar beygjur deyfa verr en hinar stærri. Besta deyfingin er í DN630-DN1000 beygjum og fer síðan minnkandi. Beygjur í ferköntuðum stokkum deyfa mun betur en sívalar beygjur. Það er þó ekki fyrir en þær eru hljóðeinangraðar að innan sem fer eitthvað að muna um deyfinguna.

	Stokkabreidd mm	Hljóðdeyfing á hverju tíðnisviði [dB]						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
Án hljóðeinangrunar	125				6	8	4	3
	250			6	8	4	3	3
	500		6	8	4	3	3	3
	1000	6	8	4	3	3	3	3
Hljóðeinangrun fyrir beygju	125				6	8	6	8
	250			6	8	6	8	11
	500		6	8	6	8	11	11
	1000	6	8	6	11	11	11	11
Hljóðeinangrun eftir beygju	125				7	11	10	10
	250			7	11	10	10	10
	500		7	11	10	10	10	10
	1000	7	11	10	10	10	10	10
Hljóðeinangrun fyrir og eftir beygju.	125				7	12	14	16
	250			7	12	14	16	18
	500		7	12	14	16	18	18
	1000	7	12	14	16	18	18	18

Hljóðdeyfing í ferköntuðum beygjum með eða án hljóðeinangrunar. Þykkt hljóðeinangrunar er að lágmarki 0,1-breidd stokksins. Lengd hljóðeinangrunar er að lágmarki 2-breidd stokksins.

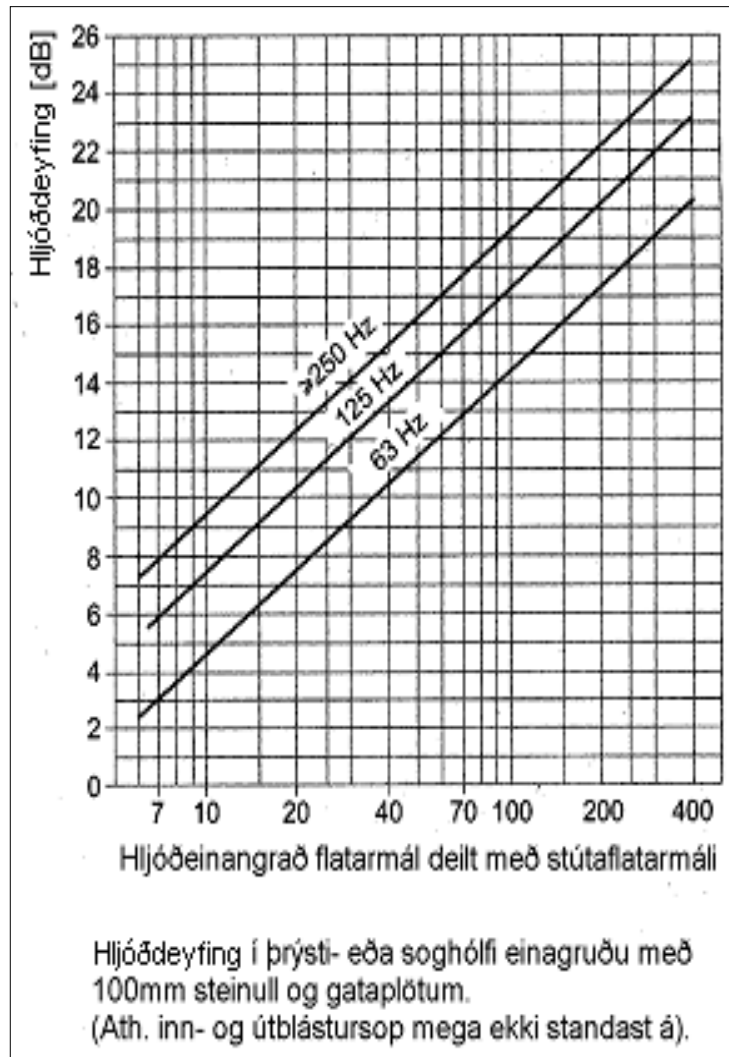
Enn þá er deyfingin þó aðallega á hátíðninni. Til að deyfa lágtíðnina þarf meiri hljóðeinangrun. Hljóðeinangrun með 25 mm steinullarplötum deyfir eingöngu hátíðnina, 50mm ull er farin að deyfa tíðnisviðið 500–2000 Hz og 100 mm ull og þykkari er farin að vinna á lágtíðninni.

Því er stundum betra að vera með 100 mm hljóðeinangrun öðrum megin í stokkum en að hafa 50 mm báðum megin. Þetta ræðst reyndar af því tíðnisviði sem þarf að deyfa í hverju tilviki um sig.

Hljóðeinangruð

Þrýstihólf

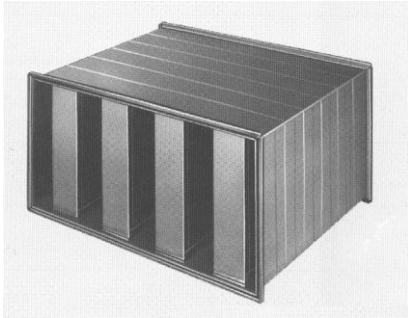
Alengt er að hafa hljóðeinangruð þrýstibox eftir innblásara þar sem margir dreifistokkar liggja frá samstæðunni. Hljóðdeyfingu í slíkum þrýstihólfi má sjá á línuritinu hér til hliðar. Þar sést að deyfingin er því meiri sem hlutfall hljóðeinangraðra flata á móti flatarmáli útblástursstúta er hærra.



Á línuritinu sést að hljóðeinangruð hólf eru góð til að deyfa lágtíðnina og þau deyfa 250 Hz jafn vel og hærrí tíðnir. Vert er að áréttta að línuritið miðar við 100 mm steinullareinangrun og gataplötur þar yfir.

Ef einangrun er höfð þynnri snarminnkar deyfingin á lágtíðninni og fleiri línur með hærrí tíðni koma í ljós fyrir ofan 250 Hz línuna.

Hljóðdeyfar

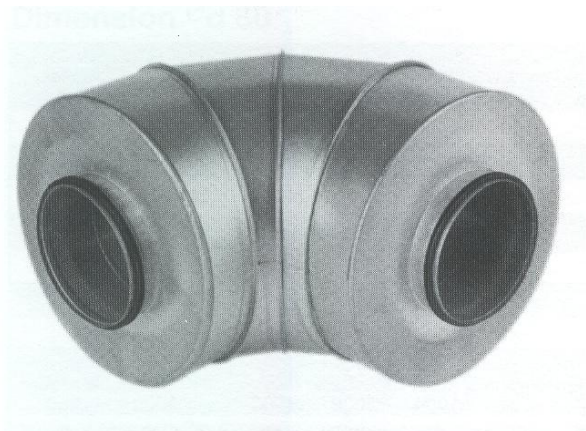


Til eru hljóðdeyfar af nokkrum gerðum og útfærslum. Þá má flokka í tvo flokka, sívala hljóðdeyfa og ferkantaða hljóðdeyfa.

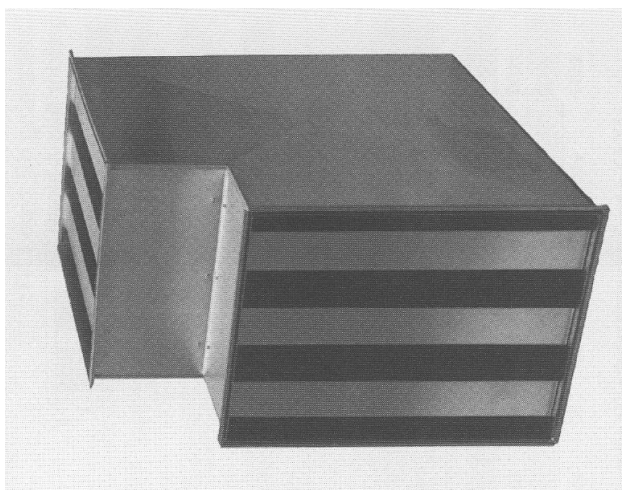


Þegar velja á hljóðdeyfa verður að hafa nokkur atriði í huga. Ekki er nóg að skella bara upp einhverjum hljóðdeyfi sem er ódýr og auðfenginn. Hér komum við enn að þykktinni á einangruninni, og svo lengd hljóðdeyfisins miðað við þvermál hans, hvort kjarnar séu í honum, og þá hve margir, og hve langt bil sé á milli þeirra.

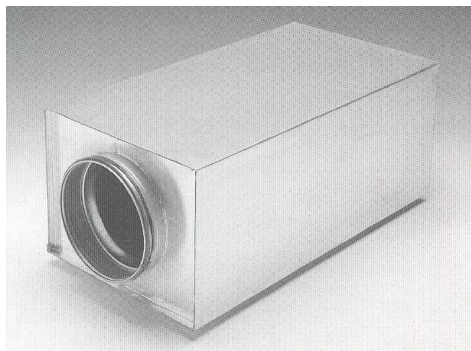
Dæmi um deyfingu í hljóðdeyfum								
Gerð hljóðdeyfa	Stærð mm	Lengd mm	Hljóðdeyfing					
			125	250	500	1000	2000	4000
Sívalir hljóðdeyfar:								
Sívalur- með 50mm ull	100	600	7	15	25	33	29	24
Sívalur- með 50mm ull	250	600	6	9	13	24	15	15
Sívalur- með 50mm ull	250	1200	10	13	25	28	29	24
Sívalur- með 100mm ull	250	1200	9	22	35	39	33	20
Sívalur- með 150mm ull	250	1200	15	26	36	41	34	20
Sívalur- með 100mm ull og kjarna	400	600	8	9	16	22	24	19
Sívalur- með 100mm ull og kjarna	400	1200	11	21	30	38	43	28
Sívalur- með 100mm Isover og kjarna	400	1200	10	22	33	44	44	31
Sívöl hljóðdeyfibeygja með 50mm ull	250		2	6	17	29	28	24
Sívöl hljóðdeyfibeygja með 100mm ull	250		4	11	16	27	28	26
Sívöl hljóðdeyfibeygja með 100mm ull	400		5	9	14	14	15	14
Ferkantaður með sívölum stútum	250	500	6	6	13	16	19	15
Ferkantaður með sívölum stútum	250	1000	10	11	26	32	35	23
Ferkantaður með sívölum stútum	400	1000	5	8	18	24	23	18
Ferkantaðir hljóðdeyfar								
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 100/100		500	2	7	13	27	36	24
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 100/100		1000	4	10	21	37	44	37
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 100/100		2000	5	18	35	48	49	45
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/100		500	5	13	20	37	40	29
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/100		1000	7	18	29	44	45	34
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/100		2000	10	30	38	49	51	43
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/200		500	3	8	15	14	11	8
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/200		1000	5	13	19	24	23	19
Hljóðdeyfir Kjarni/Bil 200/200		2000	8	24	29	41	39	26
Vinkilhljóðdeyfir K/B 100/100		2000	13	17	26	42	48	41
Vinkilhljóðdeyfir K/B 200/100		2000	16	25	34	49	49	38



Hljóðdeyfibeygja



Vinkilhljóðdeyfir



Ferkantaður hljóðdeyfir með sívölum stútum.

9 Stokkar og stökkakerfi

Hér verður fjallað um stökkakerfi út frá samstæðum að loftræstu rými.

Hvernig er hægt að lýsa rétt hönnuðu stökkakerfi í stuttu máli?

- Stökkarnir eru straumfræðilega rétt hannaðir og miðað er að lágmarksþrýstifalli.
- Stökkarnir eru þéttir, þannig að megnið af loftinu berst þangað sem því er ætlað að berast.
- Stökkakerfið er þannig uppbyggt að auðvelt er að stilla loftstrauminn á milli greinistokka.
- Stökkakerfið er hannað með hagkvæmni í huga, bæði á framkvæmdatíma og í rekstri.

Þrýstifall í stokkum

Þrýstifall í beinum stokkum er reiknað eftir jöfnunni:

$$\Delta p_1 = R \cdot l = \frac{\lambda \cdot \xi \cdot v^2}{2 \cdot d_h}$$

Skýring á táknum:

Δp_1 er þrýstitapið [Pa]

R er viðnámstapið á hvern metra [Pa/m]

l er lengd stokksins [m]

λ er viðnámsstuðull

ξ er eðlisþyngd loftsins [kg/m^3]

v er meðalhraði loftsins í þverflatarmáli stokksins [m/s]

d_h er þvermál stokksins, eða vökvafræðilegt þvermál stokksins ef hann er ekki sívalur.

Einfaldast er þó að nota stökkareikni (ductalator) til að sjá hvert þrýstifallið er á metra. Hann sýnir hvert þrýstifallið er við ákveðið loftmagn í gegnum ákveðin stökk, og einnig hver hraðinn er í stokknum.

Vökvafræðilegt þvermál:

Vökvafræðilegt þvermál (danska: hydraulisk diameter) ferkantaðra stokka er það þvermál sem gefur sama *þrýstifall* á lengdareiningu við sama *hraða* í stokknum. Hægt er að reikna efir jöfnunni:

$$d_h = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

d_h er vökvafræðilegt þvermál stokksins [m]

a er hæð stokksins

b er breidd stokksins

Vökvafræðilegt þvermál er ekki hægt að nota við samanburð á sívölum stokkum og ferköntuðum stokkum. Til þess þarf að skilgreina annað þvermálið, þ.e. jafngildisþvermál.

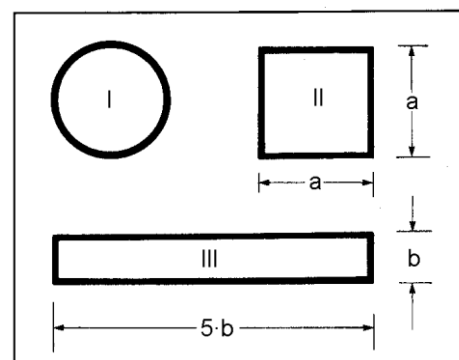
Jafngildisþvermál:

Jafngildisþvermál (danska: ækvivalent diameter) ferkantaðra stokka er það þvermál sem gefur sama *þrýstifall* á lengdareiningu við sama *loftmagn* í stokknum.

Hægt er að reikna jafngildisþvermál eftir jöfnunni:

$$d_j = 1,3 \cdot \frac{a \cdot b^{0,623}}{a + b^{0,250}}$$
 þar sem d_j er jafngildisþvermálið.

Stokkarnir á myndinni hér til hliðar eru allir með sama jafngildisþvermál. Sívali stokkurinn (I) er með minnsta yfirborðið og þar af leiðandi ætti hann að vera hagkvæmasti stokkurinn. Einnig ætti leki að vera minnstur úr honum þar sem yfirborðið er minnst og auðveldara er að þétta sívala stokka en ferkantaða. Ferkantaði stokkurinn (II) tekur álíka mikið rými en er með um 20% meira yfirborð.



Stokkar I, II og III eru með sama jafngildisþvermál. Stokkur I er með minnsta yfirborð en stokkur II er með u.þ.b 20% stærra yfirborð og stokkur III með um 90% stærra.

Flati stokkurinn (III) hefur sama jafngildispvermál og sívali stokkurinn en er með um 90% meira yfirborð.

Til greina kemur að nota jafnvel tvo eða fleiri sívala stokka í stað flatra, ferkantaðra stokka.

Þekkt eru tilvik þar sem reynst hefur ódýrara að nota fjóra sívala stokka á styttri vegalengd og þrjá sívala stokka í stórum hlutum kerfis í stað ferkantaðra stokka.

Þrýstifall yfir stakmótstöður

Stakmótstaða er hver einstök mótstaða í stakkakerfinu þegar það hefur verið brotið niður í grunneiningar, s.s. beygjur, greinar, breytistykki, spjaldlokur, brunalokur o.fl.

Eftirfarandi jafna er notuð við að reikna viðnám í stakmótstöðum:

$$\Delta p_m = c_o \cdot p_d = c_o \cdot \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot v^2$$

Merking tákna:

Δp_m er þrýstifallið í stakmótstöðu [Pa]

c_o er þrýstistuðull stakmótstöðu

p_d er hreyfiþrýstingur [Pa]

φ er eðlismassi loftsins [kg/m³]

v er meðalhraði loftsins [m/s]

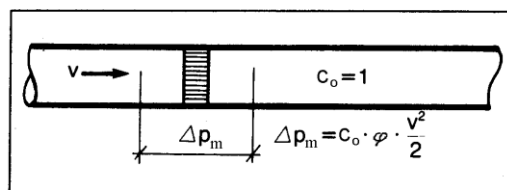
Þar sem eðlismassi lofts er 1.2 [kg/m³] við 20-25°C má einfalda jöfnuna þannig:

$$\Delta p_m = c_o \cdot 0.6 \cdot v^2$$

eða á mannamáli: 0.6 sinnum þrýstistuðullinn sinnum meðalhraðinn í öðru veldi.

Þá er bara eftir að finna „ c_o ” sem er þrýstistuðull stakmótstöðu. Hann er breytilegur eftir stærð og gerð tengistykkja.

Í viðauka aftast í þessum kafla er afrit af töflu yfir c_o -gildi, tekið upp úr ASHRAE Fundamentals Handbook 1997.



v [m/s]	Δp_c [Pa]	Mismunur á	
		Þrýstifalli	hraða
3	5,4	16,2 Pa	3 m/s
6	21,6		
9	48,6	37,8 Pa	3 m/s
12	86,4		

Tafla er sýnir dæmi um þrýstifall yfir stakmótstöðu á mismunandi lofthraða.

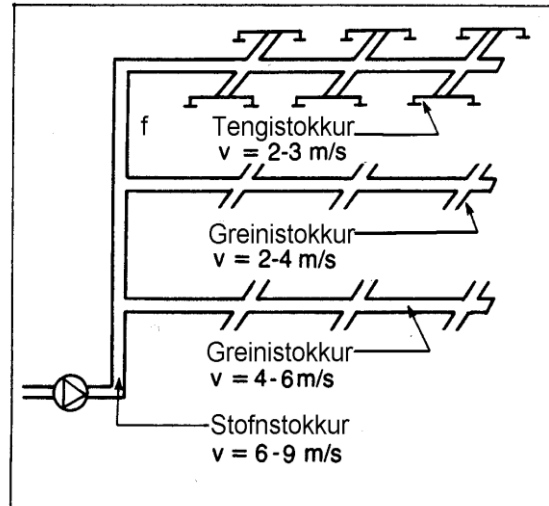
Ákvörðun á stærð loftræstistokka

Við ákvörðun á stærð stokka eru tvær aðferðir algengastar, önnur er sú að halda jöfnum stöðuprýstingi og hin felst í því að halda jöfnu þrýstifalli á lengdareiningu. Fyrri aðferðin, þ.e. að halda jöfnum stöðuprýstingi, kallar á að stokkar séu stækkaðir og hreyfiþrýstingur minnkaður eftir föngum. Við það fæst sami stöðuprýstingur við allar greiningar og auðstillt kerfi. Þessi aðferð er ekki notuð mikið hérlendis þar sem hún er mun dýrari en síðarnefnda aðferðin.

Seinni aðferðin felst í því að halda sama þrýstifalli á lengdareiningu. Við það fæst einnig nánast sami heildarþrýstingur við greiningar og nokkuð sjálfstýrt loftstreymi í stökkakerfinu. Þessi aðferð er mikið notuð hérlendis og við hana verða stökkakerfin tiltölulega hagkvæm.

Algengt er að miða við þrýstifallið 1 Pa á metra í stökkunum.

Þá er jafnframt algengt að hraði sé 6-9 m/s í stofnstökkum, 3-6 m/s í greinistökkum og 2-3 m/s í tengistökkum við dreifara.

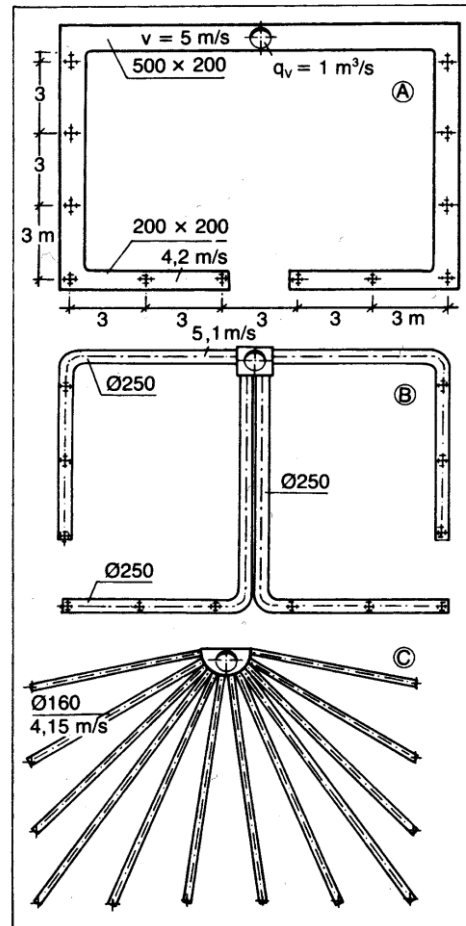


Viðmiðunarhraði í stökkakerfi

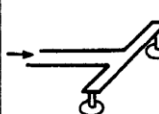



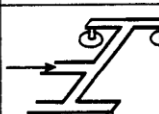
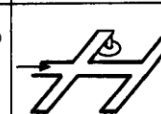
Hönnun stökkakerfis

Hvernig á að leggja stökkakerfi frá blásara að dreifara? Við því er ekkert eitt svar, og hér til hliðar er skemmtilegt dæmi um þrjár lausnir á tengingum á 12 dreifurum. Allar eru þessar aðferðir góðar en aðstæður á staðnum kunna að ráða því hvaða lausn er valin.

Hér að neðan eru síðan tillögur að tengingum á dreifurum við stökkakerfi.



Skemmtilegt dæmi um hvernig hægt er að leysa stökkakerfi að dreifurum á mismunandi hátt.

Fjöldi dreifara	Samhverf tenging	Nánast sami stöðuprýstingur (p_s) við greiningar
2		
3	Þrýsti-hólf 	
4		

Tillaga að tengingum á dreifurum við stökkakerfi.

Loftleki úr stökkakerfum

Helstu þættir sem hafa áhrif á loftleka í stökkum:

- þéttleiki stokka
- innra flatarmál stokka
- þrýstingur í stökkunum

Þéttleiki stokka

Þéttleiki stokka er skilgreindur sem ákveðinn leki á flatareiningu stokks við ákveðinn þrýsting í stöknum. Eurovent skilgreinir þrjá þéttleikaflokka: A, B og C. Þéttleikinn er minnstur í A-flokki og í hann flokkast oft ferkantaðir stokkar. B-flokkurinn er milliflokkur og í hann flokkast oft sívalir stokkar og einnig ferkantaðir stokkar þar sem krafa um þéttleika er mikil. C-flokkurinn er hæsti þéttleikaflokkurinn og í hann flokkast sívalir stokkar þar sem krafa um þéttleika er mikil.

Þéttleikaflokkur	Leki (L) við 400 Pa prófunarþrýsting [$\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{m}^2)$]
A	$1,32 \cdot 10^{-3}$
B	$0,44 \cdot 10^{-3}$
C	$0,15 \cdot 10^{-3}$

Tafla yfir leyfilegan leka stökkakerfis eftir flokkum.

Miðað er við að kerfið sé prófað við 400 Pa, en einnig er hægt að prófa það við annan þrýsting, en þá þarf að leiðrétta lekaútreikninga miðað við þann þrýsting.

Leiðréttingarjafnan er eftirfarandi:

$$L_{p_2} = L_{400} \left(\frac{p_2}{400} \right)^{0,65} \quad [\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)]$$

L_{p_2} er leki við þrýstinginn p_2

L_{400} er leki við 400 Pa

p_2 er prófunarþrýstingurinn

Innra flatarmál loftstokka

Innra flatarmál loftstokka hefur mikil áhrif á leka loftræstikerfis. Minni og styttri stokkar þýða minna flatarmál og minni leka. Því er mikilvægt að hanna loftræstikerfið þannig að stokkarnir séu sem stystir og stærð þeirra hæfileg.

Eins og fram kemur hér á undan eru sívalir stokkar með minnst yfirborð miðað við þverflatarmál og því er kerfi með sívölum stokkum með minna heildaryfirborð en kerfi með ferköntuðum stokkum þótt þrýstifall og hraði í stokkunum sé svipað. Einnig skiptir máli hvort kerfið er eins eða tveggja stokka, yfirborð tveggja stokka kerfis er 70-80% meira en yfirborð eins stokks kerfis.

Þrýstingur í loftstokkum

Eins og fyrr segir skiptir þrýstingur í loftstokkunum miklu máli. Ef þrýstingur í stokki tvöfaldast má búast við að lekinn verði rúmlega 50% meiri.

Efnisþykktir loftstokka

Ekki eru til íslenskir staðlar um efnisþykktir loftstokka. Hér til hliðar er tafla yfir efnisþykktir stokka sem ákveðin verkfræði-stofa hefur notað um árabíl með góðum árangri, og byggir hún að stórum hluta á dönskum staðli, DS 447.

Til eru margir erlendir staðlar um efnisþykktir, m.a. SMAGMA, sem er bandarískur staðall um nánast allt sem lýtur að stokkum og stokkakerfum. Eftir þessum staðli verða þeir að vinna sem fá verkefni innan girðingar á Miðnesheiðinni. Einnig er til þýskur staðall um efnisþykktir loftstokka.

Mikilvægast er að menn noti aðeins einn staðal í hverju verki og fari þá eftir honum í einu og öllu en velji ekki það hagstæðasta úr hverjum staðli.

10 Dreifarar og ristar

Loftdreifarar og ristar eru síðustu hlekkir loftræstikerfisins áður en loftið berst inn í loftræst rými. Þetta eru hlutir sem alls ekki má vanmeta. Þegar búið er að setja milljónir króna í loftræstikerfi má ekki slá slöku við val á dreifurum og staðsetningu þeirra.

Góður maður lýsti loftræstikerfi þar sem ekkert hafði verið til sparað í búnaði, stokkum, stýringum og frágangi kerfisins, en þegar kom að innblástursdreifurum voru settar einfaldar innblásturristar í innveggi. Hann endaði lýsinguna á því að þarna hefði hann séð loftræstikerfi sem minnti hann á nýjan, flottan Bens, standandi á tréhjólum, því að eigandinn hafði ekki tímt að eyða í dekk undir hann.

Hvaða ánægju eða not hafði eigandi Bensins af fjárfestingu sinni?

Val á dreifurum

Nauðsynlegt er að vanda vel valið á innblástursdreifurunum.

Fyrst þurfa menn að skoða hvert rými um sig og ákveða hvaða form loftræstingar hentar á hverjum stað. Er verið að tala um lághraðainnblástur við gólf (lagskipta loftræstingu), dreifara í loftum (blöndunarloftræstingu) eða einhverja aðra gerð af loftræstingu?

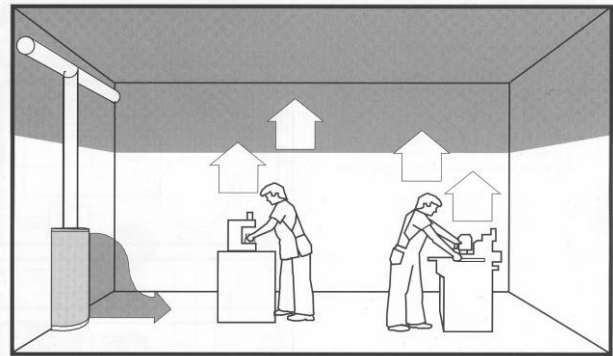
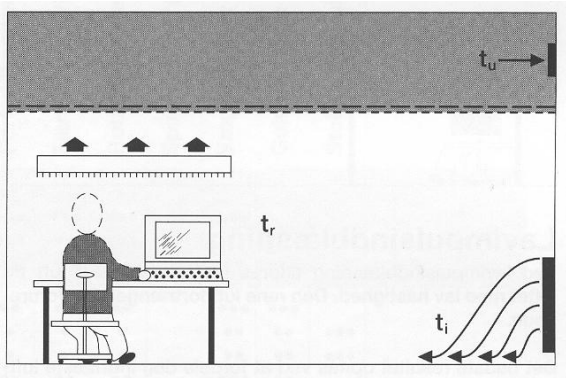
Hver er lofthæð rýmanna? Er svo hátt undir loft að nauðsynlegt sé að blása inn við gólf eða er betra að blása inn frá lofti?

Er hægt að komast inn á loftið eða verður að blása frá vegg?

Er hægt að komast upp gegnum gólf frá hæðinni fyrir neðan, upp í lághraðadreifara?

Í rauninni er ekki hægt að leggja skýrar línur um hvernig loftræsta eigi ákveðin rými en þó má reyna að gefa nokkra punkta til viðmiðunar.

Lagskipt loftræsting hentar best þar sem lofthæð er mikil og fremur rólegt í rýminu. Þá er loftinu blásið inn gegnum lághraðadreifara við gólf, loftið líður inn eftir gólfinu að hitagjafa, stígur upp umhverfis hann og verður orðið óhreint og heitt uppi undir lofti.

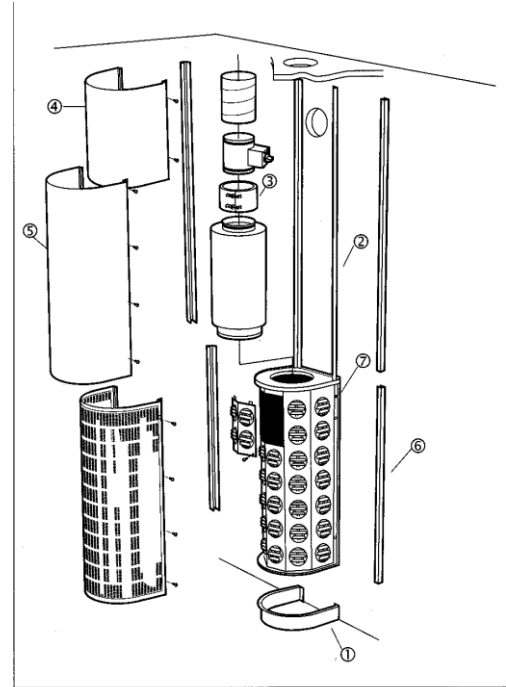
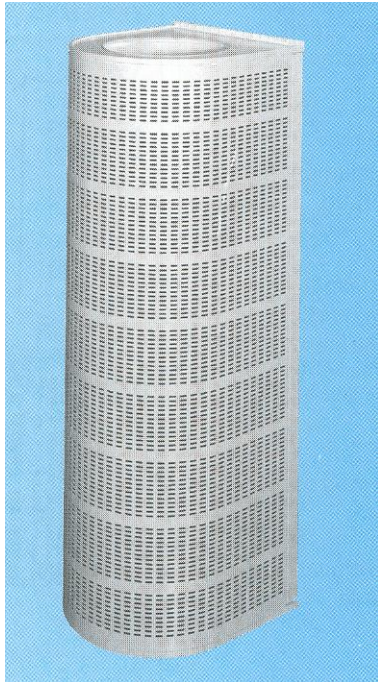


Þessi loftræsting hentar ekki þar sem lágt er til lofts og hinn mengaði hluti loftsins getur náð niður í íverusvæðið. Þetta form á loftræstingu er heldur ekki heppilegt þar sem mjög er opið út úr rými og utanaðkomandi loftstraumar geta auðveldlega eyðilagt lagskiptingu loftsins.

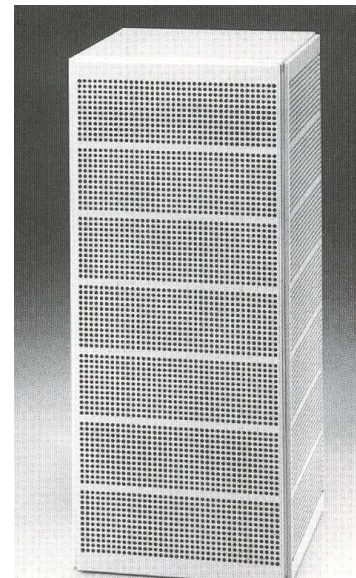
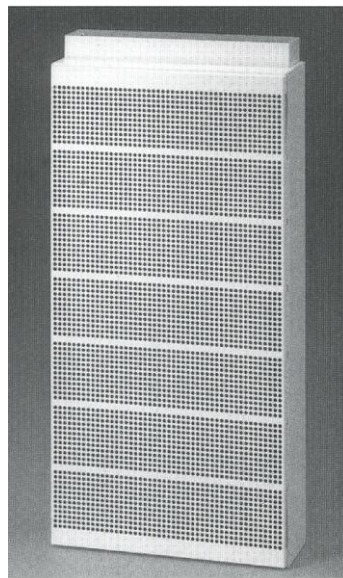
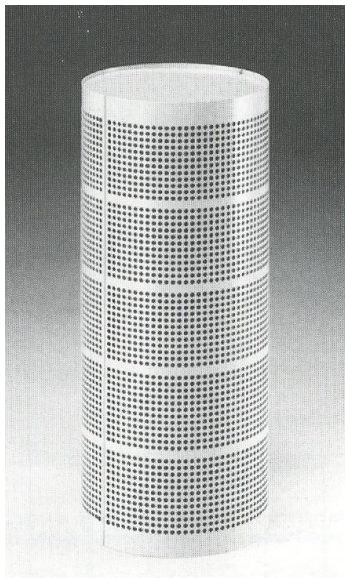
Dreifarar fyrir lagskipta loftræstingu eru oftast sívalir; kúptir; horndreifarar - og í sumum tilvikum sléttir við vegg.

Dreifing lofts frá dreifurum er ýmist með eða án uppblöndunar. Með uppblöndun er átt við að dreifararnir dragi hluta herbergisloftsins með í blæstrinum gegnum framhliðar sínar.

Hér að neðan eru nokkrar myndir af mismunandi gerðum lághraðadreifara.



Kúptur dreifari á vegg, útlit og innri gerð.



Sívalur dreifari, flatur veggdreifari og ferkantaður dreifari.

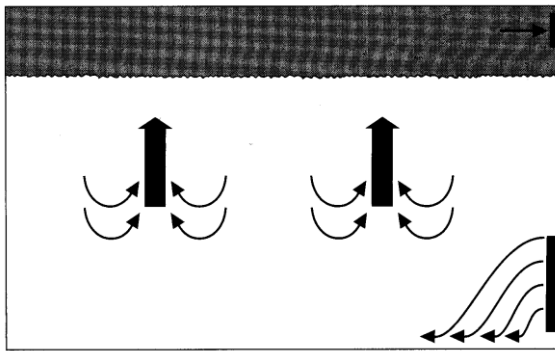
Mun betur reynist að hafa lághraðadreifarana sívala en flata. Það byggist á því að loftið frá dreifaranum hægir mun fyrr á sér þar sem dreifingin er víðari út frá sívalningi en fleti. Þar af leiðandi er hægt að koma mun meira lofti inn með sívölum dreifara.

Munur á hitastigi milli innblástursloftsins og herbergisloftsins í lagskiptri loftræstingu má ekki vera meiri en 4°C við skrifstofuinnblástur, þannig að það þarf tiltölulega mikið loft ef nota á það til kælingar.

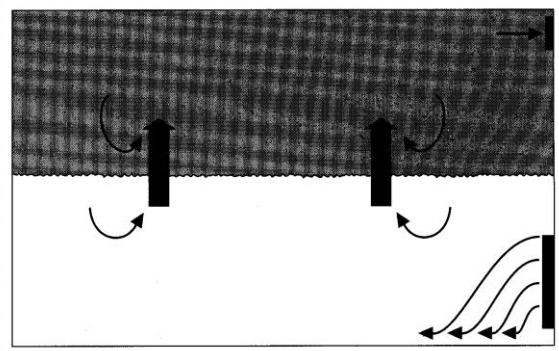
Lagskipt loftræsting

Starfsemi	Hámarks hitastigsstuðull (K/m)	Hámarks undirkæling loftsins $t_r - t_i$ (K)
Sitjandi, hvíld	1,5	3,0
Sitjandi, vinnandi	2,0	4,0
Létt vinna, standandi	2,5	5,0
Meðalerfið vinna	3,0	6,0
Erfiðisvinna	3,5	7,0

Ef ekki er blásið inn nægilega miklu lofti miðað við hitaálagið í rýminu sígur mengaða loftið niður í íverusvæðið eins og fram kemur á myndunum hér að neðan.



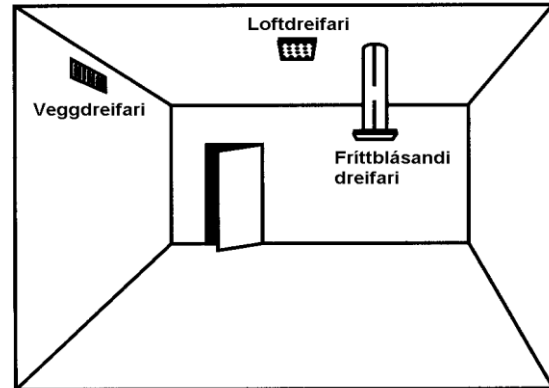
Hér er nægilegu loftmagni blásið inn miðað við varmaálag rýmisins.



Hér er of litlu loftmagni blásið miðað við varmaálag rýmisins.

Blöndunarloftræsting

Blöndunarloftræsting byggist á innblástursdreifurum í lofti, ofarlega á veggjum eða með niðurteknum dreifara. Best er að staðsetja dreifara í blöndunarloftræstingu í loftum rýmisins.

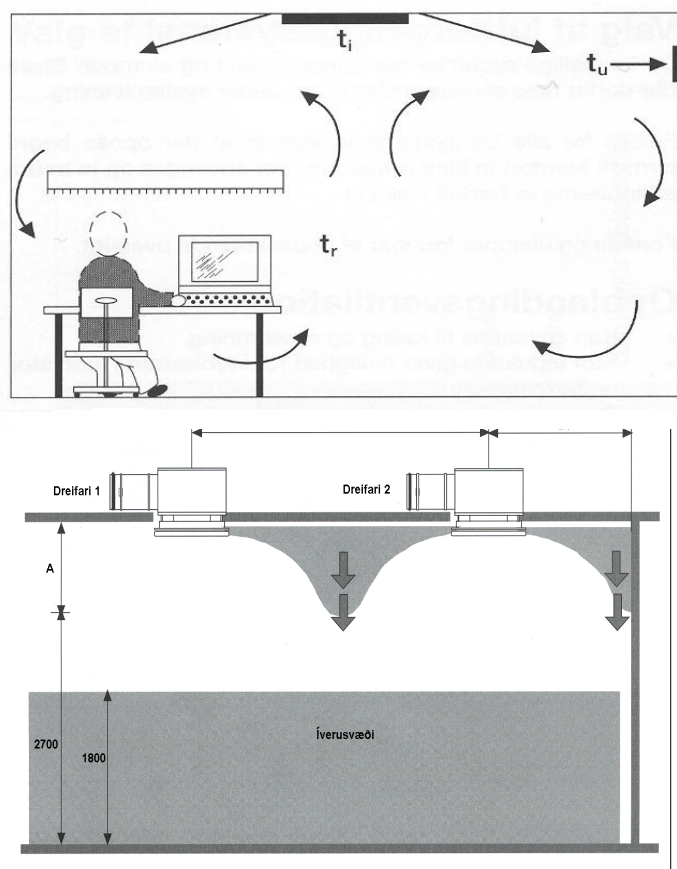


Dreifarar í loftum skulu nær undantekningarlaust hafa hljóðeinangrað dreifarabox með stilliloku og mæliúrtökum. Þegar staðsetning á dreifara er ákveðin í herbergi þarf að taka tillit til nokkurra þátta:

Ef herbergið er með niðurteknu lofti eða hægt er að komast niður í gegnum gólfið á hæðinni fyrir ofan, er best að staðsetja dreifara í lofti. Dreifararnir skulu vera sem samhverfastir í loftinu. Ef nóg er að vera með einn dreifara skal hann vera sem næst miðju herbergisins. Ef dreifarar eru tveir eða fleiri á fjarlægðin frá vegg að dreifara að vera sem næst hálfri fjarlægðinni milli dreifaranna eða:

$$L_{vA} = \frac{L_{mA}}{2}$$

þar sem L_{vA} er fjarlægð frá dreifara að vegg og L_{mA} er fjarlægð milli dreifaranna.



Ákvörðun á kastlengd

Þegar ákveða skal fjölda dreifara, loftmagn frá hverjum og einum og lágmarksfjarlægð milli þeirra þarf heildarloftmagn herbergis að liggja fyrir.

Í dæminu hér að neðan erum við með ferkantað herbergi, 10 m á kant, og lofthæð er 3.6 m. Við ætlum að blása inn 400 l/s með fjórum dreifurum, eða 100 l/s með hverjum dreifara.

Hitastig innblástursloftsins er 4°C kaldara en útsogsloftið.

Við veljum okkur dreifaragerð og förum inn í dreifaralínurit og lesum út úr því að við fáum 100 l/s við um 40 Pa yfir dreifarann og dreifaraboxið. Hávaði frá dreifar-
anum er um 30 dB_A. Kastlengd dreifarans $l_{0,2}$ við 100 l/s er um 4,2 m.

Til að reikna út lágmarksfjarlægð milli dreifarana setjum við upplýsingarnar inn í eftirfarandi jöfnu:

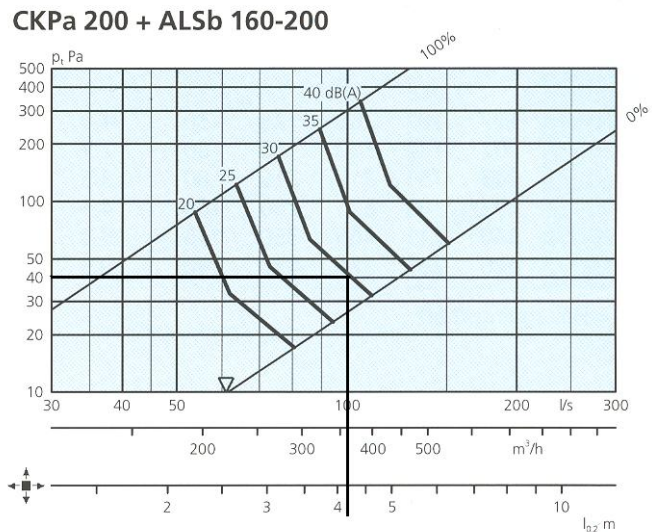
$$L_{mA} = k_v \cdot l_{0,2} \cdot 2 \cdot \left(\frac{Q}{Q_0} - 2,7 \right)$$

þar sem :

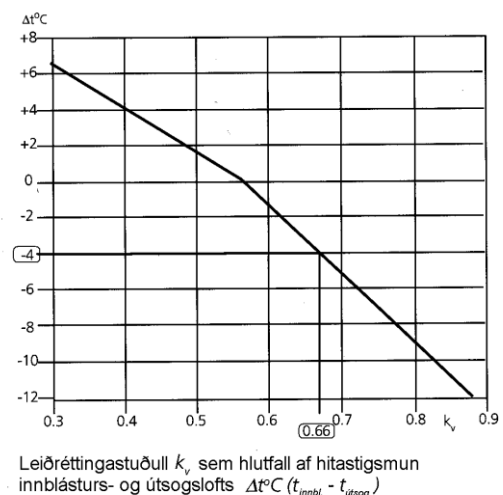
- L_{mA} er fjarlægð milli dreifara
- k_v er leiðréttingarstuðull vegna hitastigs (sjá línurit hér til hliðar)
- $l_{0,2}$ er kastlengds dreifarans við 0.2 m/s
- h er lofthæð rýmisins

Ef við setjum inn okkar tölur fáum við að lágmarkslengd milli dreifara er:

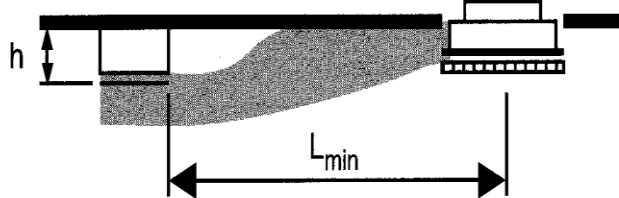
$$L_{mA} = 0,66 \cdot 4,2 \cdot 2 \cdot \left(\frac{100}{400} - 2,7 \right) = 4,64 \text{ m}$$



Dæmi um dreifaralínurit



Samkvæmt þessu gengur dæmið upp ef við höfum 5 m á milli dreifara og 2,5 m frá dreifara og út að vegg.



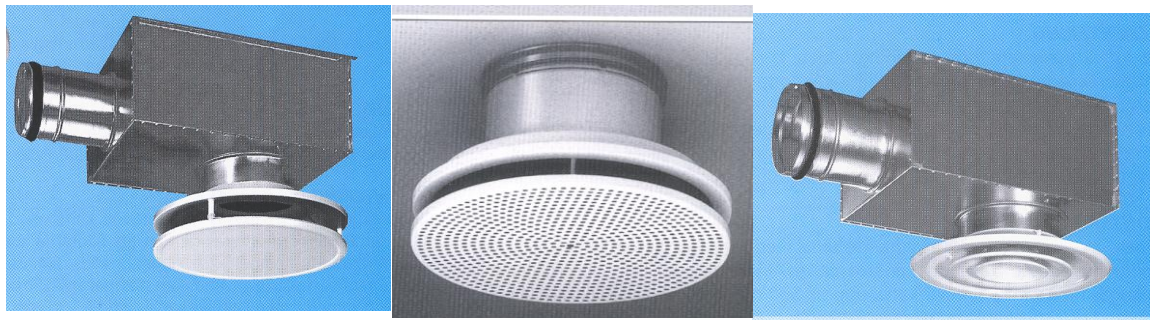
Einnig þarf að gæta þess að hindranir í loftum, s.s. lampar neðan í þeim, séu ekki of nálægt dreifurum. Verði loftstrókurinn fyrir hindrun missir hann kraftinn og fellur eins og kaldur foss niður að gólfi.

Til að fá sem besta dreifingu í herbergjum er betra að hafa fleiri dreifara og minni heldur en fáa og stóra.

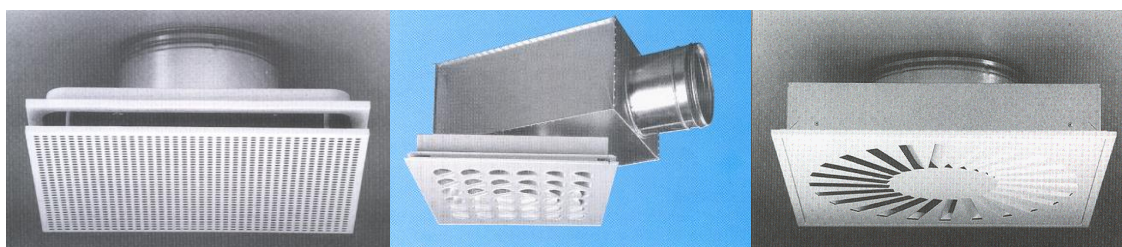
Eitt minnisstæðasta dæmi um „ofurdreifara“ er í gamla leikhússalnum í Iðnó, en í þeim sal var einn tveggja metra víður dreifari í miðju loftinu sem átti að loftræsta allan salinn. Salurinn var vanalega loftræstur með því að opna vel út fyrir sýningu og í hléinu. Hvort „ofurdreifaranum“ var um að kenna verður ekki svarað hér.

Dreifargerðir

Til eru margar gerðir af dreifurum í loft og á vegg.



Dreifarar í loft eru ýmist kringlóttir með sléttri eða þéttgataðri botnplötu, eða fjölblaða dreifarar.

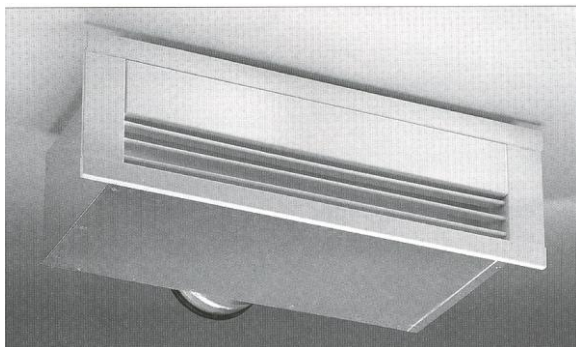
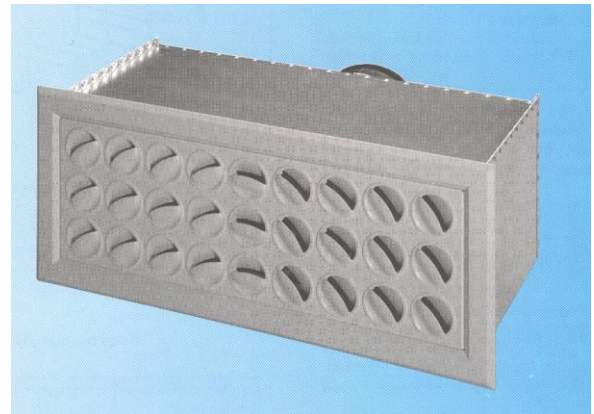
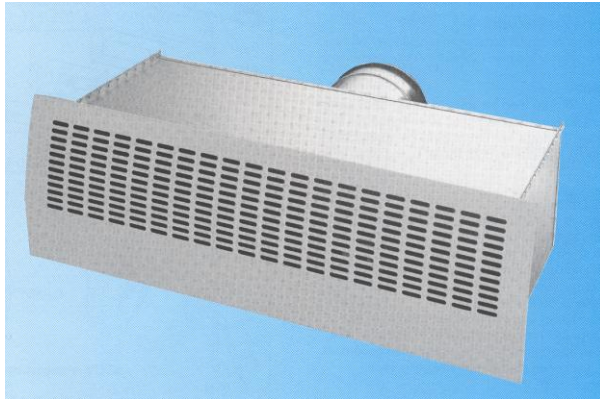


Þeir eru einnig til ferkantaðir eða með snyrtilegum dreifaraboxum sem eru sýnileg ef loftið er ekki niðurtekið.



Veggdreifarar

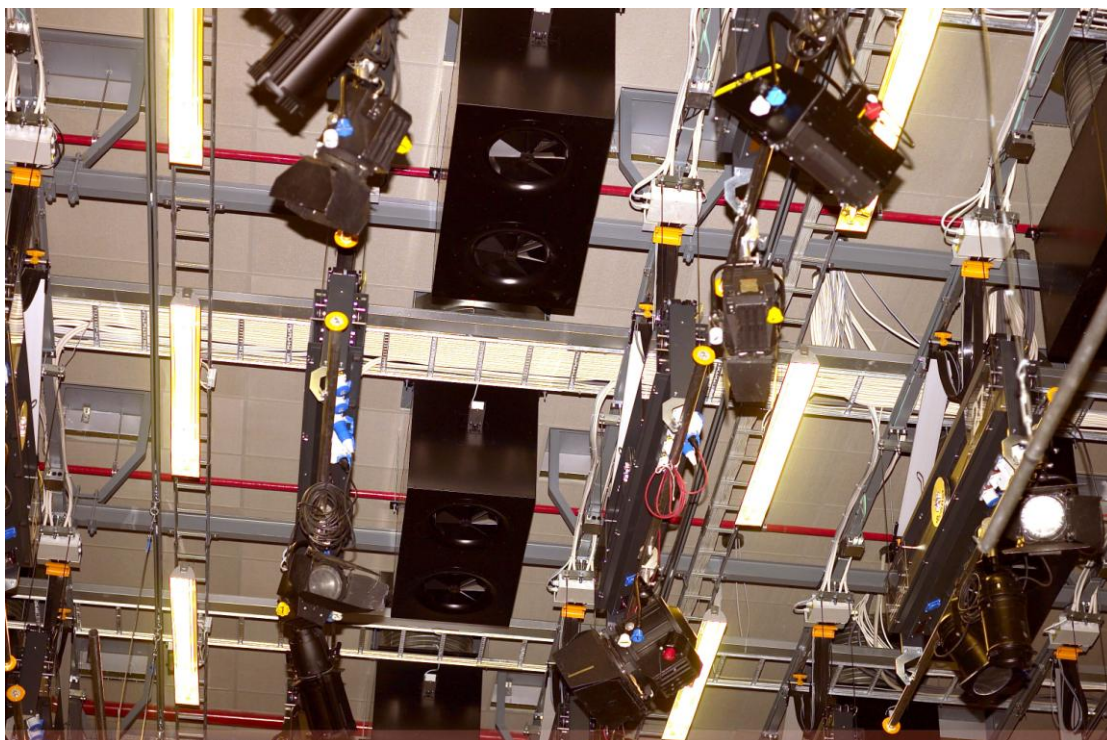
Þar sem ekki er hægt að koma við loftdreifurum er hægt að nota sérstaka veggdreifara. Allmargar gerðir eru til af veggdreifurum og eru nokkrir þeirra sýndir hér að neðan.



Rétt er að taka fram að þessir dreifarar eru sérstaklega gerðir til að dreifa lofti inn í herbergi frá vegg. Ekki má rugla þeim saman við veggristar sem voru notaðar við innblástur frá veggjum áður fyrr, en ristar eru nánast eingöngu notaðar við útsog í dag.

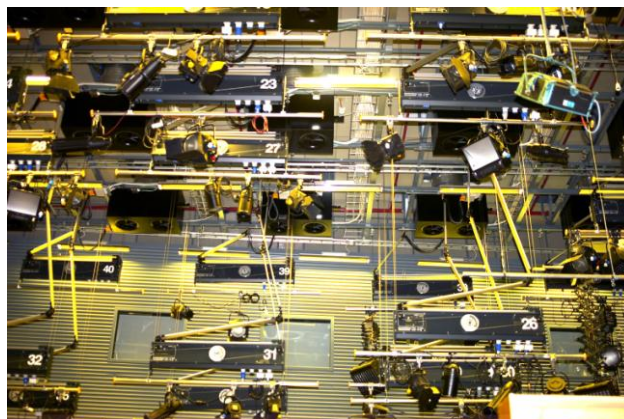
Hvirfildreifingar

Þar sem lofthæð er mikil hafa svonefndir „hvirfildreifingar“ orðið æ algengari í seinni tíð, en þeir þyrlla loftinu í hvirfil um leið og þeir kasta því niður. Hvirfillinn nær þá niður að gólfi og dreifir þar úr sér.

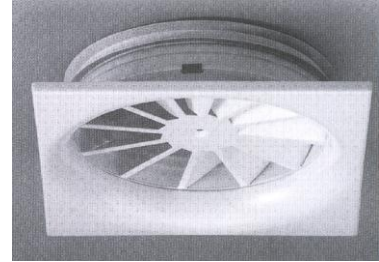


Dæmi um slíka loftræstingu eru nýju sjónvarpstökusalirnir í Útvarpshúsinu við Efstaleiti. Þar er loftinu kastað úr 8,5 m hæð niður á milli logandi ljóskastara og niður að gólfi. Hávaði frá dreifurunum er innan við 28 dBA í eins metra fjarlægð frá þeim.

Þegar slíkur búnaður er settur upp eru gerðar tilraunir með hann í fullri stærð á rannsóknarstofum erlendis.



Annað dæmi um hvirfildreifingu er í tengibyggingu úr gleri í húsi Íslenskrar erfðagreiningar í Vatnsmýrinni. Þar er loftinu blásið í gegnum dreifaraveggi við gólf 1. hæðar. Dreifararnir falla að útliti veggjarins af því að þeir þola að settar séu gataplötur fyrir framan þá til að fela þá.

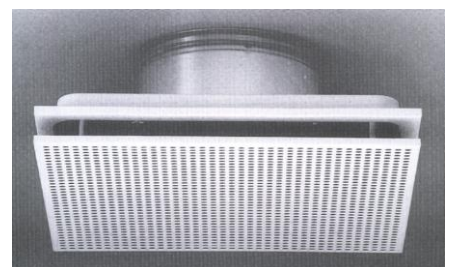
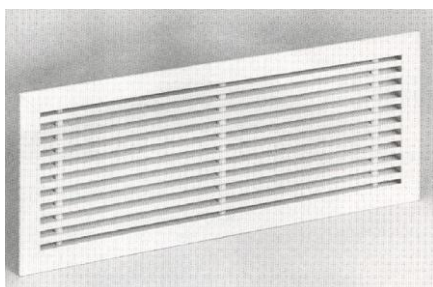
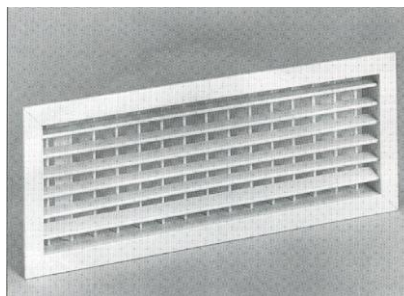


Beindreifing (dirivent)

Beindreifing er innblásturskerfi sem ABB loftræstifyirtækið hannaði til að loftræsta há rými. Aðferðin felst í því að dæla inn miklu af hreinu lofti með venjulegum dreifurum uppi undir lofti en nota síðan dísur með litlu loftmagni til að kasta burðarloftstrókum niður að gólfi. Þessir burðarloftstrókar draga síðan með sér mikið af hreinu lofti niður að gólfinu.

Útsogsristar

Álrimlaristar eru algengasta gerð útsogsrista en útsogsristar með gataplötum hafa rutt sér til rúms í seinni tíð. Eins og greint er frá hér að framan eru ristar nær eingöngu notaðar sem útsogsristar. Einu innblástursristarnar eru í gólfum við glugga eða milli glerja í framhliðum úr gleri á húsum.



11 Heimildaskrá

1. Ventilation Ståbi, Henning Hørup Sørensen, Ingeniøren bøger 2001.
2. Danvak Grundbog H.E. Hansen, P.Kjerulf-Jensen og O. B. Stampe, Danvak ApS 1987.
3. ASHRAE Handbook 2000 - HVAC System and Equipment.
4. ASHRAE Handbook 1997 – Fundamentals.
5. Bæklingur frá Stifab-Farex 2002.
6. Bæklingur frá Lindab Confort 2001.
7. Bæklingur frá Lindab Ventilation 2001.
8. Bæklingar frá FlaktWoods (ABB).
9. Internetið.