



# LAGNA FRÉTTIR 31

## AÐFERÐIR VIÐ SAMANBURÐ TILBOÐA



1. TBL.  
18. ÁRGANGUR  
ÁGÚST 2004

Útgefandi:  
**LAGNAFÉLAG  
ÍSLANDS**  
The Icelandic Heating,  
Ventilating and  
Sanitary Association

Ystabæ 11  
110 Reykjavík  
Sími: 587 0660  
GSM: 892-4428  
Netfang: lafi@simnet.is  
Heimasíða: lki.is

**Ráðstefna:**  
Aðferðir við  
samanburð tilboða

**Fundarstaður:**  
Lagnakerfamiðstöð  
Íslands

**Ritstjórn og ábyrgð:**  
Kristján Ottósson

**Setning og umbrot:**  
Offsetfjölritun ehf.

**Útgefandi:**  
Offsetfjölritun ehf.

# Efnisyfirlit

## Ráðstefnustjóri:



Kristján Ottósson, vélstjóri/blikksmiðameistari  
framkvæmdastjóri  
Lagnakerfamiðstöð Íslands

## Fundarstjóri:



Hjálmar Jónsson, tæknifræðingur  
verkefnisstjóri  
Byggingarfulltrúinn í Reykjavík

## Framsögumenn:

Magnús Sædal Svavarsson, tæknifræðingur Byggingarfulltrúi í Reykjavík	4
Egill Skúli Ingibergsson, verkfræðingur Formaður Gæðamatsráðs LAFÍ	6
Þórður Ólafur Búason Yfirverkfræðingur Byggingarfulltrúans í Reykjavík	7
Smári Þorvaldsson, verkfræðingur Deildarstjóri Mannvirkjadeildar Umhverfissráðuneytinu	12
Már Erlingsson, verkfræðingur Verkefnisstjóri Framkvæmdasýslu ríkisins	15
Jónas Már Gunnarsson, verkfræðingur Fjarhitun hf.	18
Högni Hróarsson, verkfræðingur Fjarhitun hf.	21
Eggert Aðalsteinsson, verkfræðingur VGK	25

# Góðar úrlausnir

byggjast á faglegri þekkingu  
og vönduðum búnaði

*Danfoss hf. hefur kappkostað að bjóða landsmönnum heimspektar gæðavörur, tryggan lager og góða þjónustu. Hjá Danfoss hf. starfa tæknimenn með góða sérþekkingu hver á sínu sviði. Þeir leggja sig fram um að aðstoða þig við val á rétta búnaðinum við hvert úrlausnarefni*

## Danfoss



*Stjórnþúnaður fyrir  
hita- kæli- og frystikerfi  
Veitubúnaður  
Hraðabreytar  
Iðnaðarstýringar  
Rafsuðubúnaður  
Dælur  
Varmaskiptar  
Hitablásarar  
Vökvabúnaður  
Flutningskerfi  
Fráveituhreinsibúnaður  
Útloftunarbúnaður  
Lokar  
Hita- og þrýstimælar  
og fl.*



# Danfoss hf.

Skútuvogi 6  
104 Reykjavík  
Sími 510 4100  
[www.danfoss.is](http://www.danfoss.is)

Aðferðir við samburð tilboða:

# Ávarp á ráðstefnu

10. apríl 2003



Magnús Sædal Svavarsson,  
byggingartæknifræðingur  
byggingarfulltrúi  
í Reykjavík.

## Ráðstefnustjóri góðir ráðstefnugestir !

Að halda ráðstefnu um hönnun og uppbyggingu loftræsikerfa m.t.t. sparnaðar í rekstri er vissulega þarft verk

Það orð hefur legið á okkur Íslendingum að við nýtum illa orku sökum lágs orkuverðs, en þar safnast þegar saman kemur.

Sú orka sem í sóun fer kallar á stærri virkjanir og telur sífellt í rekstrarkostnaði þeirra sem kerfin eiga og reka.

Verra er þó þegar tæki og búnaður er keyptur þannig að verktakinn rétt geti náð að skila af sér verkinu áður en þau eru ónýtt. Eða eins og preststúdentinn sagði á íþróttæfingu skítt veri með trúna ef ég skrönglast yfir hestinn. Verst er þó þegar gamalt loftræsikerfi er rífið og í ljós koma stýritæki sem aldrei voru tengd.

Hér á þessum vettvangi eru menn komnir það langt að nú er til umræðu skilgreining tækja í loftræsismatæður og hvernig tilboð í tækjabúnaðinn skulu samborin.

Ég ætla þó að biðja menn um að forlata mér þótt ég noti þetta tækifæri og fjalli um loftræsikerfi og hönnun þeirra út frá dulítið öðrum sjónarmiðum og vona að ég spilli ekki ráðstefnunni með því háttalagi mínu. Vísa ég sök á hendur þeirra er mig völdu til þessa ávarps.

Í byggingarreglugerð eru ákvæði um að öll dvalarrými í íbúðar- og skrifstofuhúsnæði svo og önnur vinnuherbergi þar sem fólk dvelur langtímum saman skulu hafa fullnægjandi loftræsingu og að tryggt sé með hönnun og gerð loftræsingar hvort sem hún er vélræn eða ekki, að fullnægjandi loftendurnýjun náist.

Þá segir og í sömu reglugerð að:  
*Í undirbúningi að mannvirkjagerð skal gera þarfagreiningu þannig að óskir byggjana og tilgangur með ákveðnu mannvirki liggja fyrir áður en hönnun hefst.*

Þarfagreining skal undirrituð af aðalhönnuði og byggjanda.

Við hönnun mannvirkis skal velja efni og aðferðir er henta fyrir íslenskar aðstæður,

þæði er varðar framkvæmd og áhrif umhverfis. Taka skal tillit til hagkvæmni varðandi heildarkostnað vegna byggingar, rekstrar og viðhalds. Byggingarfulltrúi getur krafist greinargerðar fyrir einstök mannvirki þar sem gerð er sérstök grein fyrir nauðsynlegri aðgát eða aðferðum er varða rekstur og viðhald.

Takið eftir orðalaginu „þannig að óskir byggjanda og tilgangur með ákveðnu mannvirki liggja fyrir áður en hönnun hefst.“

## Hvenær eru byggendur þ.e. kaupendur íbúðar- og atvinnuhúsnæðis spurðir um álit á því húsnæði og tæknibúnaði sem verktakar byggja fyrir eigin reikning og selja síðan á frjálsum markaði?

Ég held því fram að þeir séu ekki spurðir. Fyrst þegar þeir hafa tekið húsnæði sitt í notkun, reyna þeir á eigin skinni hvernig m.a. loftræsingu virkar.

Þá kemur oft í ljós að maðurinn sem ætlar að opna hamborgarastað á enga lagnaleið fyrir loftræsingu lóðrétt í húsinu og verður að sæta afarkostum meðeigenda sinna um utanálggjandi rör eða þá að blása daunillu lofti beint út um glugga með tilheyrandi kærnum og málarekstri meðeigenda og heilbrigðisyfirvalda. Eða öll skrifstofuhúsin 16–20 metra djúp sem menn láta sér nægja að loftræsa um opna glugga hvernig sem viðrar og hversu mikill umferðarhávaði er í umhverfinu.

Einnig má nefna fjölbýlishúsin, gluggalaus böð sem vitað er að í eru settar þvottavélar og þurrkarar um leið og byggingarfulltrúi er gengin út. Þau eru loftræst með sjálftrekkjandi loftrásum. Eldhús djúpt í íbúðum er látið duga að lofta um einn opnanlegan glugga.

Á þessu sviði er gífurleg sóun. Sóun gæða og tækifæra til þess að gera vel og byggja fyrir framtíðina heilsusamlegt húsnæði sem stenst framtíðarkröfur og eykur á þann hátt þau verðmæti sem í fjárfestingunni liggja.

Hér eins og á fleiri sviðum er búið við



tvennskonar fyrirkomulag þ.e. hið opinbera og þeim sem eru að byggja í alvöru yfir skilgreinda starfsemi. Þar eru að verki vel menntaðir hönnuðir sem láta ljós sitt skína og hitt þar sem hönnuðir og byggendur gera hlutina eins og afi gerði.

Fyrir nokkrum árum var ég á ferð um Holland. Með í för var íslenskur arkitektanemi ég spurði hann hvernig Hollendingum gengi að nýta sín gömlu hús sum frá þeim tíma að Jón Hreggviðsson var að hlaupa yfir hið blauta Holland. Svárið kom að bragði. Vel það er svo mikil lofthæð og stórir gluggar.

Þarna var hægt vegna þessara tveggja þátta að koma fyrir margbreytilegri starfsemi. Hönnuðir hérlendis eru alltof bundnir sínum verkkaupum og ég held að margir

séu búnir að leggja faglegan metnað á hilluna og gera eins og afi. Þessi ráðstefna hér hér í dag þjónar hinum framsæknu. Hinir sitja áfram í öskustónni og óvíst hvort þeir ná að líta ljósið.

Góðir ráðstefnugestir full þörf er á því að tekin sé upp almenn umræða um loft-ræsingu í húsum. Vaxandi kröfur eru gerðar til heilnæmis bygginga auk þess sem umhverfishávaði stigur í sífellu. Við honum er brugðist með því að lok gluggum. Því verður að bregðast við með nýjum aðferðum í bland við þær gömlu.

Ég legg því til að á vegum lagnafélagsins verði haldin ráðstefna til þess að fjalla almennt um loftræsingu í húsum með það að leiðarljósi að loftræsing húsa sé sniðin að framtíðarþörfum.



**Kælitækni**

Rauðlagarði 25 - 108 Reykjavík - Sími 568 4580 - Fax 568 4585

**Nýr loftpurkari fyrir atvinnumenn!**

**Munters M11L er af nýrri kynslóð loftpurkara sem eru sérhannaðir til að skapa gott vinnuumhverfi, léttur og afkastamikill.**

Þurrkarinn er með loftkældum þétti og afar auðveldur í notkun.

Hann er einkar hentugur til að nota á stöðum þar sem rakastig er of hátt en að sjálfsögðu er einnig hægt að fast-tengja hann.

Loftþurrkarinn getur víða komið að gagni. Hann er þróaður hjá Munters í Svíþjóð.

Þurrkarinn verður lager-  
vara hjá Kælitækni ehf.



**Munters**

Aðferðir við samannburð tilboða:

# Stutt ávarp

til þess að gera grein fyrir tilgangi og tilefni ráðstefnunnar



Egill Skúli Ingibergsson,  
verkfræðingur, formaður  
Gæðamatsráðs,  
Lagnafélags Íslands

**Tilefni þessarar ráðstefnu er grein sem Jónas Matthíasson verkfræðingur hjá Varmaverk skrifaði í Fréttabréf Lagnafélagsins í september 2002.**

Í greininni færir Jónas rök fyrir því, að í allt of mörgum tilfellum séu loftræsisamstæður valdar of litlar og verði því orkufrekari í rekstri.

Jónas útskýrir hvernig þetta skeður, m.a. með því að benda á að oft sé loftræsiskerfum ekki ætlað nauðsynlegt pláss, og því sé verið að troða kerfunum inn í ófullnægjandi aðstöðu, sem alltaf leiði til aukinnar orkunotkunar.

Einnig bendir Jónas á að vikið sé frá hönnunarforsendum á samningsstigi þegar frávikstilboð eru tekin án tillits til afleiðinga.

Jónas sýnir svo útreikninga sem benda til að sóun- óþarfa orkunotkun- vegna of lítilla loftræsisamstæðna geti numið jafnvel 2–3 milljörðum króna á 10 ára tímabili, og að ástæðan sé að hluta til sú að í samannburði tilboða sé ekki tekið tillit til reksturskostnaðar, eins og nú sé staðið að málum.

Hann bendir á að núvirðing rekstrar-kostnaðar sé sjálfsagður liður í samannburði tilboða.

Lagnafélagið tók að sér að standa fyrir vinnuhópi um mál þetta, til þess að reyna að gefa gleggri yfirsýn yfir málið í heild og skoða möguleika til þess að gera breytingu á því vinnulagi, sem nú er við mat á tilboðum.

Þeir sem í vinnuhópnum eru koma að málinu frá mörgum hliðum, það er hönnuðum, verkkaupum, byggingarfulltrúa, framkvæmdasýslu og umhverfisráðuneyti.

Hugmyndin með þessari samsetningu vinnuhópsins, var að umræður yrðu á breiðum grundvelli þar sem allir gerðu sér eða gætu gert sér grein fyrir vanda sem upp kemur á hinum ýmsu stigum í ferli eins loftræsiskerfis, og þá jafnframt bent á hvernig hugsanlegt væri að bregðast við þegar sýnt er að óbreytt ástand getur leitt til þess að niðurstaða verði ekki sú sem að var stefnt. M.a. ef ástæða þykir til þess að koma atrið-

um inn í reglur þá hvernig best yrði að því staðið til þess að sá árangur sem eftir er leitað náist.

Í umræðum í nefndinni kom fram að menn könnuðust við dæmi sem Jónas nefnir um kerfi þar sem breytt er út frá hönnun og gefnum forsendum, og hönnuðir ekki látnir gera grein fyrir afleiðingum. Ástæður eins og fram kom hjá Jónasi einnig að yfirlitt eru hönnuðir farnir af verkinu þegar samið er við verktaka, og það sem kemur upp í samningunum er oft að eigandinn, sá sem borgar, fær ódýrara kerfi með því að víkja lítið eitt frá kröfum útboðsgagna.

Það sem eigandinn veit ekki og er ekki gerð grein fyrir oftast nær er að rekstur kerfisins verði miklum mun dýrari.

Það er ekki ætlunin að reyna að sanna eða afsanna tilgátur Jónasar, heldur að skýra mál sem best, til þess að hafa þannig áhrif eftir því sem þörf þykir.

Á meðan nefndin starfaði var sett í gang rannsókn á nokkrum kerfum til þess að sjá hvernig samannburður við viðmiðunarreglur kemur út, gerð verður grein fyrir niðurstöðum, og kynnt forrit til þess að leggja mat á kerfin og rekstur þeirra, auk þess verður kynnt hugmynd um hvernig mætti meta rekstrarkostnað til núvirðis og hver þýðing áhrifamestu þátta í því dæmi er.

Að síðustu er svo farið yfir reglur um eftirlit og meðferð krafna í útboðsgögnum, og hvernig hafa má áhrif þar.

Það er einróma skoðun nefndarmanna að ástæða sé til þess að yfirfara þess mál rækilega og vinna að því koma á breyttu viðhorfi til mats á tilboðum og þátttöku hönnuða í verkefnum.

Hér er búið að tala mikið um málverkafalsanir á liðnum árum og málið fyrir dómstólum nú, en hver er munurinn þegar hönnun er ekki fylgt, en samt sagt að þessi eða hinn hönnuður standi að kerfinu?.

Hver er ábyrgð eftirlits **þegar breytt er út frá hönnun**, og úttektaraðila sem ekki gerir aðvart þegar kerfi reynist hafa aðra eiginleika en ráð var fyrir gert

Aðferðir við samanburð tilboða:

# Loftræsikerfi/samstæður

## Hönnun, framkvæmd og rekstur – Tilboð og byggingaryfirvöld

Þegar þessi ráðstefna var fyrst orðuð kom sá sem þetta skrifar með smá athugasemd um að mikilvægast væri þó að forsendur þeirrar hönnunar sem þjóðendum er ætlað að setja verðmiðann á væru ljósar.

Það hefur verið tíðkað af sumum að vinna með loftræsikerfi í hlutum bygginga eins og þetta mætti skoða sem veröld útaffyrirsig en það kann ekki góðri lukku að stýra.

En hvað um það byggingaryfirvöld hafa eðli málsins samkvæmt þá stefnu og markmið að reyna að tryggja líf og heilsu þeirra sem í byggingum dvelja og einnig að einnig að huga að því hvort hæfilegrar hagkvæmni verði gætt. Nú svo skal gæta réttaröryggis í meðferð byggingarmála.

Hér á undan hefur væntanlega verið lögð áhersla á mikilvægi þess að hanna hús, en ekki teikna eitthvað svipað og gert var síðast eða hirða nýjung á förnum vegi og framkvæma svo það sem augnablikið, tilfinningin þá stundina býður verkmanni.

Það sem ætlunin er að fjalla um snýr að grundvöllinum sem byggt er á þegar verkefni er boðið út og þau sjónarmið sem hyggja þarf að þegar tilboð eru boðin saman og hvers er að gæta þegar mjög breyttar ástæður koma upp og breyta þarf öllum umbúnaði.

Nýlega var í umfjöllun á lokafrágangi lagnakerfa farið mjög vel yfir framgang byggingarmála og vottun lagnaefna svo ekki er ástæða til að endurtaka það hér en rétt að huga að grundvöllinum og hvernig stuðla má að góðri niðurstöðu.

### Yfirlit yfir viðfangsefni

- Loftræsting, hönnun húss og forsendur
- Skilgreining byggingar vegna loftræstingar
- Herbergjalýsing

- Kerfisuppbygging og sveigjanleiki
- Líftími kerfis og samstæðu, málamiðlun
- Niðurstaða

1. Þegar arkitekt húss vinnur sínar hugmyndir um fyrirkomulag þarf við einfaldari byggingar ef til vill ekki að gera mikið úr loftræsihönnun, en við stærri og flóknari byggingar er það sjálf-sagður hlutur
2. Skilgreining byggingar sem rétt er að fjalla um sem eina heild hvort sem byggingu er þjónað af einu eða fleiri kerfum. Slík hólfun er stundum hin sama og við er að fást við brunatæknilegahönnun en slík hólfun eru þó oft rofin af loftrásam með ýmsum aðgerðum og uns komið er að heilum brunasamstæðum.
3. Vegna hönnunar loftræsikerfis þarf að gera herbergjalýsingu þar sem helstu atriði úr byggingarlýsingu arkitekts rata inn. Þessi lýsing er auðvitað góður minnislisti fyrir alla tæknihönnuði en mikilvægust fyrir loftræsihönnuði.
4. Loftræsikerfi þarf að byggja upp til að láta þau lifa af breytingar í notkun byggingar, tæknibyltingar og innréttinga-breytingar. Þau geta jafnvel gengið í endurnýjun lífdaga ef vel tekst til og á það við um bæði stökkakerfi og samstæður. Einmitt hér skilur á milli þeirra sem hanna og hinna sem bara teikna.
5. Líftími loftræsikerfis er óræð stærð og fer tvennum sögum af hvað reikna má með að stökkakerfi lifi lengi eða hvað samstæða ætti að endast. Málamiðlun vegna mismunandi sjónarmiða getur verið spurning um áhættustýringu auk hinna viðurkenndu sjónarmiða um stofnkostnað og rekstur.



Þórður Ólafur Búason, yfirverkfræðingur, byggingarfulltrúa í Reykjavík

6. Niðurstaðan er að vaka þarf yfir ákvörðun á grundvallarforsendum, gerð byggingarlýsingar, herbergjalýsingar, gæðaflokka ætti húsnæði bæði eftir tilhögun og gæðum búnaðar og gæta þess við samanburð að huga bæði að aðalatriðum og jaðarkostnaði.

### Loftræsting, hönnun húss og forsendur

- Byggingalýsing
- Staðsetning loftrása út og inn á hjúpfleti
- Lofthæð
- Hlutföll í hæð og dýpt herbergja
- Sérstök ákvæði um lokuð rými

1. Byggingarlýsing.  
Byggingarreglugerð mælir fyrir um að byggingarlýsing á aðaluppdráttum skuli gera grein fyrir notkun, fjölda starfsmanna, mesta fjölda fólks, mengunarsstöðum, varmagjöfum, lagnaleiðum, loftræsingu og hugað að hvernig loft-ræst er um loftrásir með sjálfsoð eða síðan vélknúnum blæstri.
2. Rétt staðsetning loftrása út og inn í hús er mikilvæg ef loftræsing á að virka. Burðarþolshönnuðum finnst það skoplegt að loftræsihönnuðir leggja á ráðin um flutninga lofts með þrýsingismismun sem svarar til kannské hundrað pascal á sama tíma og ástremisþrýstingur frá vindálagi getur verið jafnvel nokkur þúsund pascal á leka byggingarhlutum og annarlega staðsett loftop. En hönnuðir geta auðvitað unnið sína hönnun svo að vel fari líka í loftræsingunni.
3. Lofthæð herbergja þarf að miða við notkun, varmaálag og mengun. Ljóst er að til þess að tryggja viðundandi andrúmsloft á vinnustað án þess að þurfa að auka loftskipti mikið þarf lofthæð að vera meiri en nú tíðkast.

4. Hlutfall lofthæðar og dýptar húsnæðis frá gluggahlið ræður miklu um gæði lofts og hlutfall milli lengdar og breiddar er ráðandi um nýtingarmöguleika.
5. Leiðbeiningar byggingarreglugerðar um að gera skuli grein fyrir loftræsingu lokaðra rýma eru túlkaðar upp í ranghverfu sína þannig að þá þurfi ekkert að huga að gæðum lofts ef opna má einhvern ljóra á rýminu.

### Skilgreining byggingar vegna loftræstingar

- Loftræsing fyrir byggingar í heild
- Hugsanleg afmörkun loftræsiheildar!
- Loftun ef með þarf úr minna í meira mengað rými
- Mengun, varmaálag, lýsing, vélar og búnaður
- Upphitun, kæling, lofthreyfingar, útlit

1. Til þess að hafa yfirsýn yfir gæði loftræsingar þarf að afmarka hvaða húsnæði þarf að skoðast sem hluti af heild. Sumir sem hér eru heyru ef til vill á nýlegri námsstefnu um samspil náttúrulegrar og vélrænnar loftræsingar. Þar var einmitt vakin athugli á því að góð loftræsing verður ekki tryggð nema skoðað sé allt húsið, öll herbergi. Engu má gleyma.
2. Hugtak sem ég vil gefa nafnið loftræsiheild er ef til vill hliðstæða við hugtakið brunasamstæðu sem sett er saman úr fleiri brunahólfum í brunatæknilegri hönnun. Loftræsiheild er þá þjónað af fleiri loftræsikerfum og náttúrulegri loftræsingu.
3. Krákustígur góðrar loftræsingar sem þjónar markmiðum um heilnæmt loft (CO2 annað efnainnihald innan marka) frekar en uppfylla tilskipanir um ferskloft sem er t.d. að finna í byggingarreglugerð virðist vandrataður. Frábærasta



dæmið er loftun á geymslum í öllu hugsanlegu húsnæði fram í almenning með skemmtilegustu afleiðingum þegar einhverjum dettur í hug að brugga í geymslunni. Ein andhverfan!

4. Forsendur þarf að skilgreina til þess að ná utan um möguleika í nútíma húsnæði. Ef ekkert er að gert er einfaldlega verið að stefna að lélegu húsnæði sem ekki ber neina starfssemi nema með takmörkuðum starfsmannafjölda og lítilfjörlegum viðfangsefnum eða árangurinn kemur fram í heilsuleysi starfsmanna.
5. Hlutföll lofthæðar og dýptar og fleira, ákvarða gæði húsnæðis verulega þrátt fyrir allan mögulegan loftræsibúnað tekst ekki að bæta um það sem þar mislukkast og fátt er eins ljótt og óheilnæmt og samankrumpað loftræsídót sem reynt er að fela með leiktjöldum og safnar óþrifum sem ómögulegt er að þrifa!

### Herbergjalýsing

- Góð bygging fylgir vandaðri byggingarlýsingu og þar af leiddri herbergjalýsingu
- \* Herbergjalýsing og tengslagreining ætti að vera forsenda í byggingarhönnun arkitekts
- Rýni á herbergjalýsingu og grunn-myndir til að bæta og einfalda lausnir
- Herbergjalýsing er forsenda þess að gengið verði í skugga um gæði loftræsikerfis

Góð byggingarlýsing og vönduð herbergjalýsing skilgreinir byggingu vel og eins og samviskusamlega fært bókhald gefur hún rétta mynd af byggingunni.

Þegar arkitekt greinir umferðaleiðir og ferli milli herbergja eða rýma með ákveðna notkun setur hann upp líkan sem hann endurbætir þar til hefur náð einhverju tak-

marki um lágmarkslengd leiða í eðlilegu ferli við notkun byggingar og stýtt leiðir inn og út úr byggingunni.

Út frá ýmsum sjónarhornum þarf að rýna húsnæði með skoðun vandaðra herbergjalýsinga og velskilgreindu umhverfi bygginga.

Herbergjalýsing er forsenda þess að hægt sé að ganga úr skugga um að markmið sem stefnt var að náist með loftræsingu.

Þegar verið er að skoða breytilegt loftmagn í loftræsikerfi þarf að skoða hvaða afleiðingar það hefur í hverju herbergi fyrir sig.

### Kerfisuppbygging og sveigjanleiki

- Haganlegt fyrirkomulag stokka og samstæðu er viðfangsefni fagmanns
- Möguleikar til að stilla, breyta og hreinsa
- Afl samstæða loftræsikerfis geti mætt breytingum sem hæfa gæðum húsnæðis
- Hagkvæmni má auka með breytilegum afköstum eftir eðli álags

Mikilvægi sveigjanleika í kerfisuppbyggingu þarf ekki að undirstrika hér og möguleikar til að mæta breytingum lengja líftíma kerfisins.

Möguleikar til að stilla, breyta, samnýta og hreinsa eru sjónarmið sem vert er að hafa í huga.

Er þá sérstaklega verið að huga að samnýtingu öryggiskerfa eins og reyrkræsingar og loftræsikerfa til daglegs rekstur. Má þar minna á einföld tæki eins og reyklúgur á innilokuðum stigagöngum fjölbýlishúsa, sem gjarnan eru full opnar eða lokaðar eins búnaður er settur en gætu án of mikils kostnaðar hæglega stýrst af daglegri loftræsipörf.

Umframafll kostar auðvitað sitt en rétt er að kanna jaðarkostnað áður en möguleikanum er varpað frá sér.

Breytileg afköst samstæðu hæfa og ættu alltaf að vera fyrir hendi til að auka möguleika á mestu hagkvæmni í rekstri.

## Líftími kerfis og samstæðu, málamiðlun

- Hvað vitum við um líftíma kerfa og samstæðu?
- Tæknilegur líftími
- Hagkvæmur líftími
- Raunverulegur líftími
- Mælingar á líftíma
- Eðlilegur líftími í notkun við hagkvæmniskoðun

Þessi ráðstefna fjallar fyrst og fremst um nauðsynlega áherslu faglegra vinnu og mælingar vegna árangurs til að reyna að komast að því hvort við höfum náð þeim sem við setjum okkur og ein af þessum stærðum sem við áætluðum og vildum helst geta mælt er líftími loftræsibúnaðar.

1. Það sem við þekkjum hver og einn af þeim verkum sem við höfum spurnir af

litast í upplýsingavinnslu í okkar meðvitund af því sem við vitum tæknilega eðlilegt og hagkvæmt.

2. Tæknilegan líftíma upplýsa notendur, hönnuðir og framleiðendur okkur um.
3. Hagkvæman líftíma má finna út úr bókhaldi þar sem haldið er til haga stofnkostnaði, viðhaldi og rekstri og miðað við þá ávöxtun sem við komandi eignandi miðar við í sínum ákvörðunum.
4. Raunverulegur líftími er einhver stærð sem við viljum geta mælt safnað um það gögnum og byggt á þeim upplýsingar sem hjálpa okkur að taka skynsamlegar ákvarðanir.
5. Hér er þáttur sem hið lögbundna hlutverk byggingaryfirvalda getur hjálpað að vaka yfir ef ábyrgðaraðilar kæra sig um að leggja fram þann skráningar gögn og tilefni sem gefa okkur sögu loftræsikerfa frá upphafi til enda. Í dagbók

### Reykjavík

Blikksmiðja Reykjavíkur

Súðarvogi 7

Varmi ehf, Laugavegi 168

Neytendasamtökin, Síðumúla 13

Raftækniþjónusta Trausta ehf,

Síðumúla 9

Alhliða pípulagnir sf, Bildshöfða 16

Klökk Arkitektar -

Verkfræðingar ehf, Nethyl 2

Skolphreinsun Ásgeirs sf,

Unufelli 13

Íslandsbanki hf,

útibú 513, Lækjargötu 12

### Kópavogur

Bergnes ehf, Smiðjuvegi 4

Celsíus ehf, Smiðjuvegi 62

Gunnar Þormóðsson, Hófgerði 2

Pétur Haraldsson, Hlíðarvegi 13

Tækniþjónusta Ragnars G

Gunnarssonar ehf, Smiðjuvegi 11

Ágúst Birgisson ehf,

teiknistofa, Bæjarlind 14

L. Agnar ehf, Bakkasmára 17

### Hafnarfjörður

Blikkhella ehf, Trönuhrauni 2

Verkþjónusta Kristjáns ehf,

Reykjavíkurvegi 68

Heimir og Jens ehf, Birkibergi 14

Ómar og Pálmi ehf, Fagrabergi 18

### Keflavík

Býr ehf, Kirkjuvegi 19

Fjölbrautaskóli Suðurnesja,

Sunnubraut 36

Verkfræðistofa Suðurnesja hf,

Víkurbraut 13

### Grindavík

EVH verktakar ehf, Máнасundi 6

### Mosfellsbær

Vatnsverk ehf, Engjavegi 6

### Akranes

Blikksmiðja Guðmundar J

Hallgrímssonar ehf, Akursbraut 11b

### Borgarnes

Borgarbyggð, Borgarbraut 11

### Tálknafjörður

Skandi ehf, Strandgötu 41

### Drangsnæs

Óskar Albert Torfason, Holtagötu 5

### Blönduós

Blönduósbær, Húnabraut 6

### Sauðárkrókur

Stoð ehf, Aðalgötu 21

### Siglufjörður

Siglufjarðarkaupstaður,

Gránugötu 24

### Akureyri

Akureyrarbær, Geislagötu 9

Hallgrímur A Hallgrímsson,

Eikarlundi 29

### Húsavík

Vermir sf, Fossvöllum 21

### Höfn

Króm og hvítt ehf, Álaleiru 7

### Selfoss

Verkfræðistofa Suðurlands ehf,

Austurvegi 3-5

byggingarfulltrúa í Reykjavík og fasteignamats eru í dag ca. 1 000 000 skráningarfærslur varðandi áfanga í sögu 26000 bygginga í Reykjavík. Einnhverjar örfáar í við bót mundu nú ekki kollkeyra kerfið. Loftræsikerfin eru bara svo sorglega lítið skráð nema v/skyldu í nýbyggingum.

- Uppskeran upplýsinga af markvissri skráningu yrði mikil og embættibyggingarfulltrúa mun ekki hafna neinni leið til að gera öfluga gagnavinnslu um loftræsikerfi mögulega.

### Niðurstaða

- Krefja þarf aðalhönnuð arkitekt um greinargóða byggingarlýsingu og rýna þá hönnun
- Herbergjalýsing vegna loftræsingar taki til alls hússins, allra herbergja
- Gæðaflokka þarf húsnæði eftir möguleikum andrúmslofts innan dyra
- Samanburður tilboða þarf að taka til aðalatriða og mikilvægra jaðaráhrifa

- Byggingarlýsingu sem arkitekt vinnur myndar grundvöll vinnu loftræsihönnuðar sem nauðsynlegt er að rýna því umtal um gæði loftræsingar byggist oft á atriðum sem verða til þegar notkun, útlit húss og ákvörðun glugga og opunar á þeim er ákveðin og engin leið er

fyrir loftræsihönnuð að lagfæra með sínum töfrabrogðum þó mögnuð séu.

- Herbergjalýsing er nauðsynleg yfir öll herbergi vegna loftræsingar og raunar fyrir alla hönnuði sem fást við byggingar og ætti að vera jafn sjálfsagt hjálpartæki og tvöfalt bókhald er fyrir þá sem fjalla um peninga.
- Verkefni loftræsihönnuða eru oft jafn erfið viðfangs og Gordonshnúturin sem Alexander mikli hjó sundur. Þegar gera á viðunandi andrúmsloft í aumu húsnæði kostar það peninga sem oftast er kastað á glæ því niðurstaðan veldur vonbrigðum þó miklu sé kostað til. Það er því hverjum loftræsihönnuði hollast að segja lélegum arkitektúr til syndanna strax heldur en að reyna loftræsa húsnæði þar sem lágt er til loftsog hvergi pláss fyrir lagnir. Þetta verður nefnilega hvort sem er kannské fúlt eða þröngt nema hvort tveggja sé!
- Það er vandratað meðalhófið og því miður er byggingarsaga sú sem skráð er hjá byggingaryfirvöldum allt of naum til að verulegu gagni megi koma við að vinna greiningar á meðallíftíma búnaðar vegna loftræsingar í mismunandi húsnæði. En þessi möguleiki gæti verið fyrir hendi miðað við núverandi skipan mála í lögum og reglugerðum ef menn teldu það ekki allt of mikla fyrirhöfn að hanna fyst og framkvæma svo. Það er nefnilega ótrúlega algengt að hugmyndir um líftíma og þar með allar hagkvæmni hugmyndir raskast af utanaðkomandi áhrifum sem koma reglulega og trufla fræðilegar áætlanir.

ABS verkmiðjurnar í Pýskalandi og Svíþjóð eru í fremtu röð framleiðenda í heiminum á miðflottaafsdælum af öllum stærðum og gerðum.

# ABS Dælur



- Iðnaðardælur
- Sjó- og ferskvatnsdælur
- Slógdælur
- Brunndælur
- Skólpdælur

**FÁLKINN**  
 PEKING REYNISLA ÞJÓNUSTA  
 Suðurlandsbraut 8 • 108 Reykjavík • Sími: 540 7000  
 Fax: 540 7001 • falkinn@falkinn.is • www.falkinn.is

Veitum tæknilega ráðgjöf við val á dælum, lokum og stjórnbúnaði - Það borgar sig að nota það besta

Aðferðir við samiburð tilboða:

# Umhverfisráðuneytið fer með yfirstjórn byggingamála



Smári Porvaldsson,  
verkfræðingur  
Deildarstjóri  
mannvirkjadeildar  
umhverfisráðuneytisins

## Fundarstjóri, ágætu ráðstefnugestir

Lagnafélag Íslands á heiður skilinn fyrir metnaðarfulla starf sem hér er unnið og sem þessi ráðstefna ber vott um.

Umfjöllunarefni ráðstefnunnar er í hæsta máta áhugavert og frá mínum bæjarðrym séð angi af miklu stærra máli.

Umhverfisráðuneytið fer með yfirstjórn byggingamála í landinu og innan þess eru samin þau lög og reglugerðir sem um mála-flokkinn fjalla. Lagnafélag Íslands hefur gengist fyrir þessari ráðstefnu í dag til þess að taka fyrir vel afmarkað atriði við framkvæmd byggingar og mér hefur verið falið, m.t.t. laga og reglugerða, að fjalla hér um aðferðir við samiburð tilboða í loftræsi-samstæður og hvernig slík tæki ættu að vera skilgreind. Umfjöllunarefnið á sér í raun margar hliðar og hliðstæður varðandi aðra þætti við byggingarframkvæmdir.

Í þessu sambandi set ég fram þrjár spurningar:

- er eitthvað í lögum og reglugerð sem segir fyrir um hönnun búnaðar og þá hvað?
- er eitthvað í lögum og reglugerð sem segir fyrir um samiburð á tilboðum og þá hvað?
- Og að lokum  
Er æskilegt að slíkt ákvæði séu til?

Ég mun leitast við að svara þessum spurningum hér á eftir en ég tók mér jafnframt það bessaleyfi að útvíkka umræðuefnið með því að gera grein fyrir skoðun minni á líklegri þróun hvað þetta varðar á næstu árum.

Þau lög og reglugerðir sem tengjast umfjöllunarefni þessarar ráðstefnu eru fyrst og fremst Skipulags- og byggingarlög nr. 73 frá 1997 og byggingarreglugerð nr. 441 frá 1998 með síðari breytingum.

Ég ætla hér að stikla á nokkrum ákvæðum laga og reglugerðar sem snerta umræðuefni þessa fundar.

Í 1. gr. laganna segir m.a. varðandi markmið þeirra: að tryggja faglegan undir-

búning mannvirkjagerðar og virkt eftirlit með því að kröfum um öryggi, endingu, útlit og hagkvæmni bygginga og annarra mannvirkja sé fullnægt einnig í sömu grein: að stuðla skuli að skynsamlegri og hagkvæmri nýtingu lands og landsgæða, tryggja varðveislu náttúru og menningarverðmæta ... með sjálfbæra þróun að leiðarljósi.

Í byggingareglugerð skal mælt fyrir um kröfur sem gera skal til hönnunar og mannvirkja um útlit og samsvörun við næsta umhverfi, hagkvæmni, og ... tæknilegan frágang. Auk þess skal kveðið á um einangrun gegn kulda, raka og hávaða, loftræsingu, lagnakerfi ofl.

Varðandi hlutverk byggingafulltrúa segir svo í 40. gr.:

Byggingafulltrúi ákveður í samræmi við byggingareglugerð hvaða hönnunargögn skulu lögð fram vegna byggingarleyfis. Hann annast úttektir og eftirlit einstakra þátta byggingarframkvæmda, eftir því sem nauðsyn krefur, svo og lokaúttekt fullbyggðs mannvirkis.

Í 46. gr. segir m.a. að sérupprætti lagnakerfa, s.s. raflagna, hitalagna, neysluvatnslagna, loftæsikerfa, slökkvilagna skuli sýna eðli þeirra, fyrirkomulag og frágang. Á séruppráttum er gerð grein fyrir þeim kröfum sem reglur og staðlar um öryggis, umgengnis- og heilbrigðismál gera til hönnunar.

Jafnframt segir að í byggingareglugerð skuli kveða nánar fyrir um kröfur um hönnunargögn s.s. vegna mismunandi bygginga.

Í 24. gr. kemur fram að sérupprætti skuli gera af lögnum fyrir s.s. neysluvatnskerfi, hitavatnskerfi, hitakerfi, og loftræsi-kerfi m.m. Á lagnauppráttum skal gera grein fyrir efniskröfum með tilvísun í staðla og reglugerða.

Skv. 30.gr sem fjallar um gæðamál segir m.a. að taka skuli tillit til hagkvæmni varðandi heildarkostnað, vegna byggingar og rekstrar og viðhalds.

Sú skylda hvílir á byggingarstjórum að



óska eftir áfangaúttektum byggingarfulltrúa á ýmsum verkþáttum við mannvirkja-gerðs.br. 48. gr. og er þar m.a. tíundað úttekt á neysluvatns- hitavatns-, hita og kælikerfu og síðast en ekki síst úttekt á tækjum og búnaði loftræsi- og lofthitunarkerfa.

Í 183. gr. reglugerðarinnar segir að miða skuli hitunarafli við að lágmarki 0,8 loftskipti á klukkustund við  $-15^{\circ}\text{C}$  útihita.

Greinar 186 og 187 fjalla um loftgæði, loftræsingu og stærðir og gerðir loftrása. Þar er skilgreind loftgæði húsrýma m.m. en ekkert fjallað um þau atriði sem eru til umfjöllunar hér í dag.

Við lestur laga og reglugerðar verður ekki annað séð en einungis almenn ákvæði gildi varðandi umfjöllunarefni þessarar ráðstefnu s.s. varðandi hagkvæmni og engin ákvæði taki til samanburðar tilboða. Það kemur hins vegar skýrt fram sá andi að gæta skuli hagkvæmni og þá ekki í bara í hönnun heldur einnig m.t.t. rekstar.

Varðandi hönnun búnaðar er það hlutverk hönnuða, væntanlega í samráði við meira eða minna vel upplýstan verkkaupa, að skilgreina þarfir og kröfur til búnaðar og þar á meðal hagkvæmni hans.

Í þessu sambandi er rétt að undirstrika þann greinarmun sem er á því hvort um er að ræða opinbera byggingu eða byggingu sem reist er af einkaaðila til sölu eða leigu. Á þetta við um hönnun og en einnig um val búnaðar og þau krítterium sem gilda við samanburð tilboða.

Hvorki í lögum né í reglugerð er að finna ákvæði um að það hvernig bera skuli saman mismunandi útfærslur og mismunandi búnað til loftræsinga. Sjálfsgagt er að líta svo á að þetta sé eðlilegt hlutverk ráðgjafa að fylgja verki sínu til enda.

Áreiðanlega væri til bóta að hafa í reglugerð einhver lágmarksviðmið um orkunotkun búnaðar sem gæti nýst t.d. við samanburð mismunandi lausna. Sem dæmi um þetta má nefna að Danir hafa skilgreind lágmarksákvæði um orkunýtni búnaðar.

Ef í gildi væru lágmarksviðmið væri unnt að koma í veg fyrir mjög óskynsamlegt val verkkaupa á ódýrri en orkufrekri samstæðu sem væri kostnaðarsöm í rekstri en ódýr í innkaupi og lýtur því vel út í tilboðspakka lægstbjóðanda.

Eins og mörg ykkar hafið heyrt þá stendur nú yfir heildarendurskoðun byggingar og

skipulagslaga. Enda þótt mikil vinna sé óunnin við endurskoðina má gera ráð fyrir að verulegar breytingar verði á ýmsum þáttum sem snúa að því sem er til umfjöllunar hér í dag og mun ég gera stuttlega grein fyrir því hér á eftir.

Víða um heim hafa menn vaxandi áhyggjur af loftslagsbreytingum sem stafa af starfsemi manna hér á jörðinni.

Sumir líta svo á að loftslagsbreytingar sé stærsta alþjóðlega umhverfisvandamálið og mesta ógnin við sjálfbæra þróun. Í þessu sambandi hefur verið bent á að CO<sub>2</sub> innihald í gufuhvolfi hafi verið 30% meira árið 1990 en það var fyrir iðnbyltingu og talið er að losun gróðurhúsa lofttegunda muni aukast um 70% á tímabilinu fram til 2020.

Áhrif þessa eru ykkur kunn og óparfi að rekja það frekar en í stuttu máli endurspeglar s.k. Kyoto bókun við loftslagssamning Sameinuðu Þjóðanna þessar áhyggjur.

Framkvæmdastjórn ESB hefur ákveðið að draga verulega úr orkunotkun jafnframt því að auka framboð á endurnýjanlegri orku og hefur gefið út s.k. orkutilskipun „energy performance of buildings“ sem lið í því að uppfylla ákvæði Kyoto bókunarinnar. Gert er ráð fyrir að tilskipunin taki gildi í ársbyrjun 2006 og að tíminn fram að því verði notaður til aðlögunar.

Í þessu samhengi er bent á að 40% allrar orkunotkunar í Evrópu fer til upphitunar húsa og því er haldið fram að unnt sé að draga úr þessari orkupörf um 22% á næstu 7 árum jafnframt því sem framboð á endurnýjanlegum orkugjöfum verði aukið verulega.

Það væri að æra óstöðugan að tíunda alla þá orku sem Ísland býr yfir og skal það ekki gert hér. En það er ekki nóg með að möguleikar okkar til orkuvinnslu eru nánast óþrjótandi heldur er sú orka gróðurhúsavinsamleg þ.e nýting hennar eykur ekki magn gróðurhúsalofttegunda og að auki er hún sjálfbær í þeim skilningi að hún er endurnýjanleg og nýting hennar almennt umhverfisvæn.

Í öllu falli er sérstaða landsins í samanburði við önnur lönd Evrópu augljós og er það einmitt ástæðan fyrir því að orkutilskipun ESB tekur ekki gildi hér á landi.

**En skiptir þá þessi tilskipun einhverju máli?**

Já, ég tel að svo sé og mun gera örstutta grein fyrir því.

Orkutílskipunin skiptist í fjóra megin þætti:

- A. Sameiginleg aðferðafræði við útreikning á heildarorkuþörf bygginga – „integrated energy performance of buildings“
- B. Lágmarksviðmið um orkuþörf nýrra bygginga og við endurnýjun/viðhald eldri bygginga.
- D. Vottun eða skírteini um ástand eignar m.t.t. orkunotkunar.
- C. Ástandsskoðun upphitunar (og kæli-) búnaðar.
- D.

A er lykilþátturinn í þessu sambandi. Víða um Evrópu vinna menn nú að því að finna aðferðir til þess að reikna út heildarorkuþörf bygginga, s.k. EP faktor. Inn í þessa útreikninga koma margir þættir s.s. einangrun bygginga og byggingahluta, notkun byggingar og hegðun notenda, orkunotkun lýsingar og búnaðar til hitunar og ekki síst loft-ræsingarbúnaður.

Eftirtektarvert er að vegna tiskustrauma í arkitektúr hefur komið upp í vaxandi mæli kæliþörf s.k. glerhúsabygginga sem reist hafa verið á norðlægum slóðum og má búast við slíkum vandamálum hér á landi einnig.

Byggingaryfirvöld í nágrennalöndum okkar taka á þessum málum af alvöru enda

skiptir orkunotkun húsa þar hlutfallslega miklu máli og eru þegar í gildi ýmis viðmið varðandi orkunotkun s.s. varðandi loftræsi-búnað.

Eins og áður sagði stendur nú yfir heildarendurskoðun byggingarlaga hér á landi. Ég tel líkur til þess að orkutílskipunin muni hafa áhrif á endurskoðunina t.d. varðandi ýmis lágmarksákvæði um búnað, jafnvel einhverskonar orkugildi húsa t.d. aðlagðan EP faktor húsa.

### Örstutt samantekt

Í gildandi lögum og reglugerð er fátt nema almennt orðalag um að gæta skuli hagkvæmni við hönnun, byggingu og rekstur húsa.

Það er minn skilningur að það sé í anda laganna og jafnframt heilbrigð skynsemi að hagkvæmni skuli gætt þegar skoðuð eru og borin saman mismunandi tilboð í loftræsi-samstæður.

Til þess að tryggja eins og kostur er að hönnun skili sér til enda og hagkvæmni sé gætt er mikilvægt að tryggja samráð verkaupa við hönnuð við val búnaðar t.d. þegar borin eru saman tilboð og að til viðmiðunar séu viðmið t.d. lágmarksgildi um orkunýtni búnaðar.

Líklegt má telja að sett verði lágmarksskilyrði varðandi orkunotkun og taki til alls eða meginhluta búnaðar húsa.



Aðferðir við samanburð tilboða:

# Núvirðisreikningar í vali lausna

**Verkkaupar standa oft frammi fyrir því að velja á milli mismunandi lausna. Séu fleiri en ein lausn sem uppfylla kröfur verkkaupa er það oftast en ekki verðið sem ræður valinu. Það verð sem oft ræður vali verkkaupa er innkaupsverðið (stofnkostnaður). Að bera saman mismunandi lausnir á grundvelli stofnkostnaðar gefur ekki rétta mynd af þeim kostnaði sem mismunandi lausnum er samfara.**

Þegar fjárfest er í loftræstikerfi er verkkaupi í raun að fjárfesta í viðunandi loftgæðum til lengri tíma litið. Til þess að tryggja loftgæði þá gefur það auga leið að kerfið þarf að virka og því þarf að sinna. Það ætti því að vera öllum ljóst að þó nokkur kostnaður er því samfara að reka og halda við loftræstikerfi.

Sé það markmið verkkaupa að velja hagstæðustu lausnina sem og að taka upplýsta ákvörðun þegar kemur að því að velja á milli mismunandi lausna er nauðsynlegt að heildarkostnaðurinn liggja fyrir. En hver er þessi heildarkostnaður og hvernig er hægt að bera mismunandi lausnir saman á jafnréttisgrundvelli?

Heildarkostnaðurinn er allur sá kostnaður sem til fellur á líftíma kerfisins og er oftast skilgreindur sem:

- Stofnkostnaður
- Rekstarkostnaður
- Viðhaldskostnaður
- Niðurrifs- & förgunarkostnaður

## Samspil vaxta & tíma

Áður en lengra er haldið er nauðsynlegt að gera sér grein fyrir því að þau útgjöld sem falla til vegna mismunandi lausna eru mismikil og eiga sér stað á mismunandi stað í tíma.

Til þess að gera lausnirnar samanburðarhæfar þarf því að færa öll útgjöldin til sama tímapunktur. Það er gert með því að núvirða öll útgjöldin.

Þegar nota á núvirðisreikninga er mjög

mikilvægt að gera sér grein fyrir samspili vaxta og tíma.

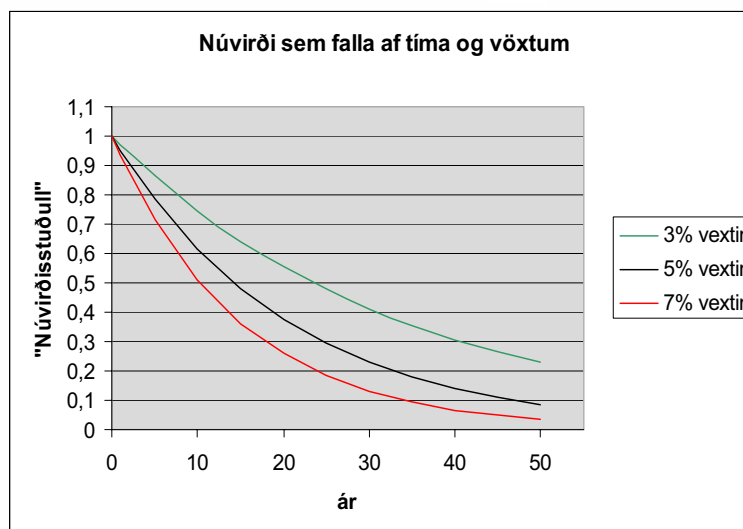
Séu vextirnir háir hafa framtíðar útgjöld minna vægi í núvirðisreikningunum, en með lækkandi vöxtum hafa framtíðar útgjöld eins og t.d. orkunotkun meira vægi.

Til þess að glöggva sig á samspili vaxta og tíma er fróðlegt að skoða meðfylgjandi ferla þar sem núvirðisstuðullinn  $(1+r_{\text{vextir}})^t$  er sýndur fyrir mismunandi vexti. 3% vextir efst, svo 5% og að lokum 7%.

Ekki er hægt að segja hvaða vexti beri að



Már Erlingsson  
(M.Sc), verkfræðingur  
Framkvæmdasýslu ríkisins



nota hverju sinni. En með því að velja mjög háa vexti vegur stofnkostnaðurinn mjög þungt eins og áður sagði. Óheppilegt getur því verið að fara offari þegar kemur að því að velja þá vexti sem reikna skal með. Ef orkunotkun er til að mynda viðvarandi og ef verkkaupi er í þeirri stöðu að nauðsynlegt sé fyrir hann að fjárfesta í vélrænni loftræstingu þá er ekkert óeðlilegt að hann stilli vöxtum sínum í hóf þegar kemur að því að bera saman mismunandi lausnir með núvirðisreikningum.

## Hvernig á að ákvarða líftíma?

Ekki er hægt að segja með vissu hver hinn „rétti“ líftími einstakra kerfa eða vöru sé, sér í lagi ef um tæknilega flókna hluti er að ræða, sem oft á tíðum eru samsettir úr mörgum hlutum sem hver um sig hefur

sinn eigin líftíma. Ein nálgunin getur verið sú að miða við þann tíma sem kerfið á að þjóna viðkomandi starfsemi. Sá tími getur verið mjög breytilegur og fer eftir eðli þeirrar starfsemi sem fram fer í viðkomandi rými.

Þegar bera á saman mismundi lausnir með tilliti til líftíma þeirra er hinsvegar hægt að nálgast viðfangsefnið með því að ákveða lengd þess tímabils sem samanburðurinn á að ná yfir. Þetta tímabil má svo skilgreina sem líftíma.

Við samanburð lausna skal svo taka tillit til alls þess kostnaðar sem til fellur á hinu skilgreinda tímabili sem við köllum líftíma. En sá kostnaður er breytilegur og það sem hefur m.a. áhrif á hann er hversu vel var vandað til verka í byrjun, viðhald, álag, umgengi um kerfið osfrv.

#### Flokka má líftíma á eftirfarandi hátt:

„Fysiskur“ líftími	Sá árafjöldi sem varan er í lagi
Fjárhagslegur líftími	Sá árafjöldi sem „borgar“ sig að halda vörinni gangandi.
Notenda tengdur líftími	Sá árafjöldi þar sem varan uppfyllir kröfur notandans
Tæknilegur líftími	Sá árafjöldi sem varan og notkun hennar er í takt við hina tæknilegu þróun.

Eflaust mætti útvíkka þessa flokkun eitt-hvað frekar, en lesendum er látið það eftir að þessu sinni.

#### Er ekki bara verið að flækja málið með þessum heildarkostnaði?

Til þess að hægt sé að reikna út „heildarkostnaðinn“ þurfa ákveðnar grunnforsendur að liggja fyrir. Þær helstu eru:

- Stofnkostnaðurinn
- Orkunotkun kerfisins
- Orkuverðið
- Tímabilið sem samanburðurinn nær yfir (árafjöldi)
- Vextirnir sem nota á

Þegar tilboð eru opnuð eiga allar þessar upplýsingar að liggja fyrir. Einnig á að vera hægt að nálgast upplýsingar um annan kostnað með ásættanlegri nákvæmni, svo sem kostnað við síuskipti ofl. Þar sem núvirðisreikningar eru í eðli sínu ekki flóknir

og þær forsendur sem nauðsynlegar eru til þess að nálgast skynsama/vitræna niðurstöðu eru fyrir hendi þá er alls ekki verið að gera samanburðinn neitt flókin með því að beita aðferðarfræði heildarkostnaðar (líftíma).

#### Hvaða gagn má hafa af þessu?

Það eru sameiginlegir hagsmunir verkkaupa, hvar sem þeir standa, að velja þá lausn sem er hagstæðust hverju sinni. Með því að skoða heildarkostnaðinn og grundvalla val sitt á honum er hægt að ná því markmiði að velja það sem hagstæðast er.

#### Hvað er framundan?

Í nánustu framtíð munu verkkaupar horfa í ríkara mæli til þess heildarkostnaðar sem er fylgjandi þeim lausnum sem valið stendur á milli hverju sinni. FSR er þegar byrjað að horfa til „líftímakostnaðar“ einstakra framkvæmda og mun á næstunni auka notkun þeirrar aðferðarfræði. Auknar kröfur verða gerðar til hönnuða og farið verður fram á að þeir tileinki sér aðferðarfræði „líftímakostnaðar“.

#### Raunhæft dæmi

Hér á eftir er heildarkostnaður þriggja mismunandi lausna reiknaður út. Hér er eingögnu tekið mið af stofn- & orkukostnaði. Framsetningin er einföld og glögg má sjá hvar skurðpunktar lausnanna eru.

Samstæðurnar afkasta allar 4m<sup>3</sup>/s við þrýstifall utan samstæðu 300Pa. M.v. að KWh = 7,68 kr.

Neðsti ferllinn (ár1).

Stofnkostnaður: 1.870 þús. Kr.

Raforkunotkun: 5,54 KW á innbl.

& 5,51KW á útsogi.

Mið ferllinn (ár1).

Stofnkostnaður: 2.188 þús. Kr.

Raforkunotkun: 4,39 KW á innbl.

& 4,38 KW á útsogi.

Efsti ferllinn(ár1).

Stofnkostnaður: 2.400 þús. Kr.

Raforkunotkun: 3,79 KW á innbl.

& 3,81KW á útsogi.

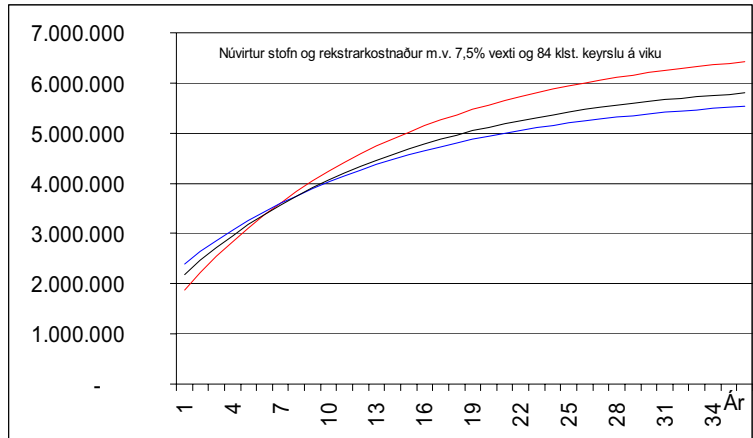
Eftir 9 ár er sú „dýrasta“ orðin „ódyrust“. Á einfaldan hátt er hægt að útbúa reiknilíkan í exel, með því að breyta orkunotkun, orku-



verði og vöxtum má svo sjá hvaða áhrif það hefur á ferlana og skurðpunkta þeirra. Séu vextirnir t.d. hækkaðir færast skurðpunktarnir aftar. Ef orkunotkunin eykst eða orkuverðið hækkar færast skurðpunktarnir hins vegar frammar.

#### Að lokum

Hver kannast ekki við spurninguna: Hvað kostar kerfið? Eflaust hafa margir svarað þessari spurningu nokkuð „rétt“ á feli sínum. En spyrja má þessu til viðbótar: Hvaða gagn er af „réttu“ svari þegar vitlaust er spurt?



Iðavöllum 4b • 230 Reykjanesbæ  
Sími 421 8005 • Fax 421 8009  
osn@osn.is • www.osn.is

## Sveitarfélög, verktakar og pípulagningarmenn

**OSN Lagnir sérhæfa sig í nútíma lagnaefni fyrir vatnsveitur, skólplagnir og útrásir frá skólþdælustöðvum. Við bjóðum heildarlausnir í veitumálum.**

Við höfum áratuga reynslu í lagningu polytylen lagna og gerum háar kröfur um endingu og gæði lagnaefnis.

Framleiðendur lagnaefnis sem við bjóðum upp á uppfylla allir ISO 9000 og ISO 9001 gæðavottun ásamt vottun frá öllum helstu Evrópuríkjum.



**Akatherm**  
**Helden**  
**Tega**  
**Widos**  
**VAG**

PP-PE fittings fyrir vatns- og skólplagnir 20 til 1200 mm  
Tengi og flangstengi fyrir allar gerðir lagnaefna 25 til 4000 mm  
PE-rafsuðumúffur og söðlar 20 til 1000 mm  
Suðuvélar fyrir plaströr  
Brunahanar og lokar



Aðferðir við samanburð tilboða:

# Tölvugreining með BSim 2002

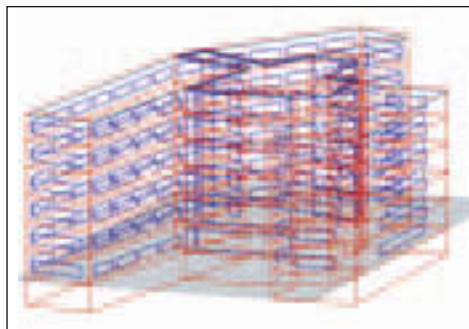
## Orkubúskapur bygginga



Jónas Már Gunnarsson  
Verkfræðingur, Fjarhitun hf.

Í dag er hægt með nákvæmni að reikna út orkubúskap bygginga mv. mismunandi forsendur og breytilegt veðurfar.

Við hjá Fjarhitun höfum verið að notast við danskt forrit til tölvugreiningar. Hér á eftir munum við sýna dæmi um niðurstöður er varða orkubúskap bygginga og orkunotkun við rekstur loftræsikerfa.

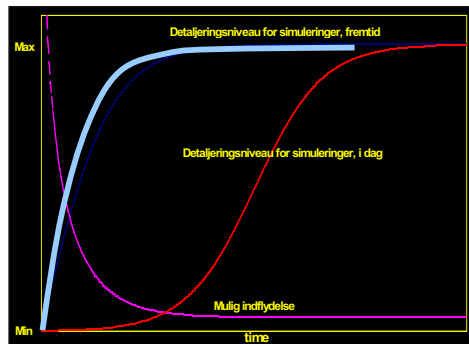


Ég vil þó nefna að möguleikarnir við notkun BSim 2002 eru mun meiri.

Eftirfarandi punktar eru úr fyrirlestri hjá Lagnatæknifélagi Íslands þann 10. apríl 2003.

### Af hverju tölvugreining?

- Hafa áhrif á hönnun í upphafi, á meðan það er ódýrast að gera breytingar.
- Koma í veg fyrir mistök með því að leysa vafamál í upphafi verks.
- Áætla rekstrakostnað, orkunotkun og orkubúskap bygginga með nákvæmni



### Hvað er BSim 2002?

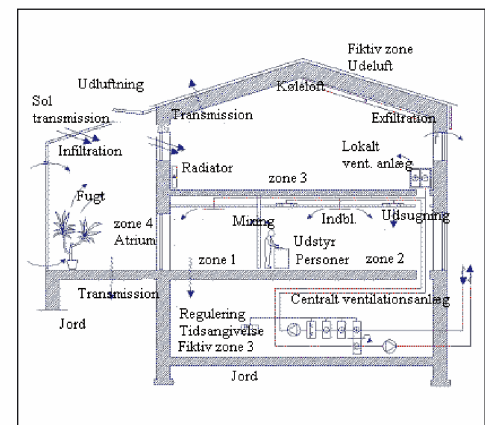
Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins í Danmörku (SBI) hefur þróað forrit til að

reikna út orkubúskap bygginga. BSim 2002 samanstendur af ýmsum forritum sem reikna með tilliti til breytinga á forsendum mv. tíma. Forsendur fyrir útreikningunum eru m.a. veðurfarsgögn frá Veðurstofu Íslands:

- Útihiti
- Raki
- Sólgeislun, normal og diffus
- Vindhraði
- Vindátt

Hægt er að byggja upp fjölbreytileg mólur í BSim 2002 af byggingum sem eru búnar mismunandi kerfum, þar má nefna:

- Loftræsikerfi
- Náttúruleg loftræsikerfi – gluggaopnir
- Hitakerfi
- Kælikerfi
- Gólfhitakerfi
- Sellsellukerfi
- Innra varmaálag: Lýsing, fólk, tækjabúnaður ofl.
- Rakakerfi



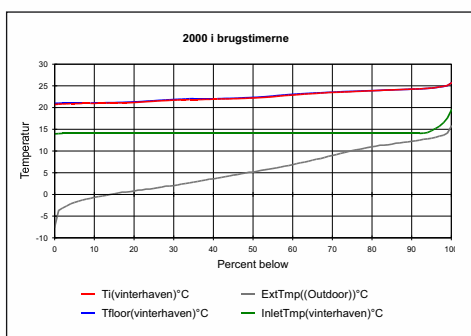
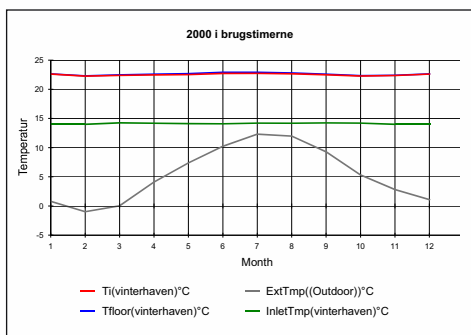
Til þess að nálgast raunveruleikann eins vel og hægt er með tölvugreiningu, hefur þeim hjá BSim 2002 tekist að nálgast stýringar á þægilegan og fjölbreyttan hátt.

### Niðurstöður

Ýmsar niðurstöður er hægt að fá úr forritinu, sem töflugildi eða á grafísku formi. Sem dæmi má nefna eftirfarandi niðurstöður:



- Afnotkun fyrir einstakan búnað í kerfunum
- Orku-, loft og rakjafnvægi byggingar
- Loftmagn í rýmum, frá loftræsikerfi eða í gegnum opnanlega glugga
- Hitabreytingar í byggingarhlutum, rýmum eða í einstökum búnaði.
- Rakabreytingu í byggingarhlutum, rýmum eða í einstökum búnaði
- Loftgæði, breytingar á CO2 innihaldi lofts í rýmum
- Reiknar út randskilyrði fyrir Flovent – CFD-módel
- Ýmsar aðrar niðurstöður



Á gröfunum má sjá breytingu hitastigs í rými, annarsvegar sem meðaltalsgildi yfir eitt ár og hinsvegar sem langægisferill yfir eitt ár.

Línurnar tákna:

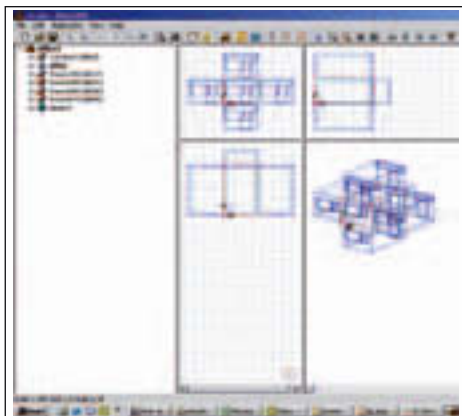
- Ti: Innhitastig °C
- Tfloor: Hitastig á gólfi °C
- ExtTmp: Útíhitastig °C
- InletTmp: Innblásturshitastig

### Orkunotkun

Sem dæmi um orkunotkun fyrir skrifstofu-

rými var byggt upp módel til nálgunar fyrir dæmigerða skrifstofu:

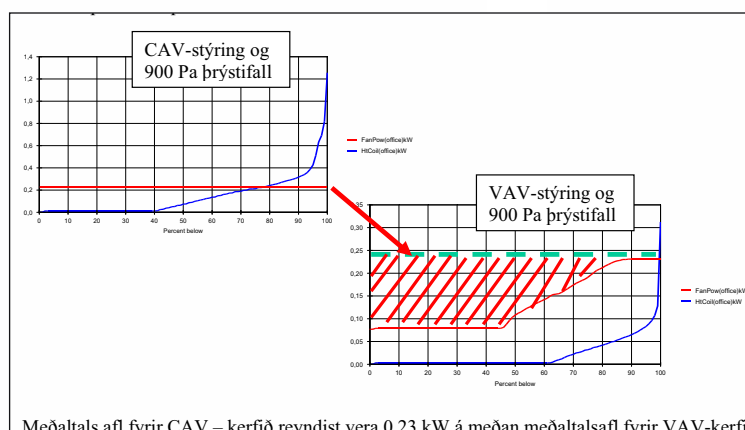
- Skrifstofa, 25 m<sup>2</sup>
- Loftmagn: 3,6 l/s pr. fermeter eða 90 l/s.
- Innra varmaálag m.v. dæmigerða skrifstofu



Loftræsikerfin eru byggð upp sem annarsvegar CAV-kerfi (stöðugt loftmagn) og hinsvegar VAV-kerfi (breytilegt loftmagn).

Sömu álagsforsendur eru fyrir bæði kerfin.

Að neðan má sjá afltöku samstæðunnar mv. þessi mismunandi kerfi. Rauði fyllti flöturinn er það afl sem sparast við það að nota VAV-kerfi í stað CAV-kerfis.



Meðaltals afl fyrir CAV – kerfið reyndist vera 0,23 kW á meðan meðaltalsafl fyrir VAV-kerfið

Meðaltals afl fyrir CAV – kerfið reyndist vera 0,23 kW á meðan meðaltalsafl fyrir VAV-kerfið reyndist vera 0,13 kW, mismunurinn er 0,10 kW eða 43 % (sjá rauða skástrikaða flötinn).

Við það að breyta þrýstifalli í VAV-kerfinu niður í 700 Pa lækkaði aflnotkun enn frekar eða niður í 0,1 kW, mismunur upp á 0,03 kW eða 23%.

Orkusparnað vegna notkunar á annarsvegar CAV-kerfi og hinsvegar VAV-kerfi með mismunandi þrýsting má sjá í eftirfarandi töflu.

Kostnaður		
Rafmagn	7,74	kr/kWh
Varmi	1,58	kr/kWh
12 h. pr. dag	2880	h/ár

Rafmagn og varmi		Mismunur	
		kr/ár	%
<del>CAV-900 Pa</del>	<del>/ VAV-900 Pa</del>	<del>2703</del>	<del>47</del>
<del>CAV-900 Pa</del>	<del>/ VAV-700Pa</del>	<del>3327</del>	<del>58</del>
VAV-900 Pa	/ VAV-700Pa	624	21

Rafmagn		Mismunur	
		kr/ár	%
CAV-900 Pa	/ VAV-900 Pa	2207	43
CAV-900 Pa	/ VAV-700Pa	2853	55
VAV-900 Pa	/ VAV-700Pa	646	22

Varmi		Mismunur	
		kr/ár	%
CAV-900 Pa	/ VAV-900 Pa	496	86
CAV-900 Pa	/ VAV-700Pa	473	82
VAV-900 Pa	/ VAV-700Pa	-23	0

Td. Ef notast er við loftræsikerfi með breytilegu loftmagni og 700 Pa í þrýstifalli í stað loftræsikerfis með stöðugu loftmagni og 900 Pa í þrýstifall má spara um 3300 kr/ár.

Þó svo að gildin séu lág, (aðeins ein skrifstofa) þá vitum við að aflnotkun blásara er háð snúningi blásarans í þriðja veldi.

$$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3$$

Ef við td. aukum snúning blásarans um 10%, þá eykst loftmagnið um 10%, þrýstingur eykst um 21% og aflnotkun eykst um 33%.

Tölurnar eru lágar þar sem aðeins er um að ræða 25 m2 skrifstofu með litlu loftmagni. Gefum okkur að við séum með 250 m2 skrifstofu og blásum inn 900 l/s. Við þetta myndi meðalafli notkun fyrir VAV-kerfið aukast upp í 130 kW eða um faktor 1000, þó svo að loftmagn hafi aðeins aukist um faktor 10.

Þetta segir okkur að möguleiki er á miklum sparnaði við hönnun loftræsikerfa og alls ekki sama hvernig staðið er að verki.

Þessu módeli var aðeins stillt upp til kynningar á BSim 2002 og þeim möguleikum sem eru fyrir hendi til útreikningar á breytilegri orkunotkun út frá íslenskri veðráttu ofl. Með þessum hætti er hægt að byggja upp nákvæmari módel til greiningar á orkunotkun bygginga.

Eigendur bygginga geta því fljótlega á hönnunarstigi ákvarðað orkunotkun bygginga sinna með nákvæmni og gert breytingar ef þörf þykir. Breytingar eru ódýrastar í upphafi verks.



## Til byggingarstjóra!

Byggingarfulltrúinn í Reykjavík minnir byggingarstjóra á að rækja þær skyldur sem á þá eru lagðar samkvæmt ákvæðum byggingarreglugerðar nr. 441/1998, gagnvart verkkaupum og byggingaryfirvöldum.

Þessar skyldur felast m.a. í því að:

- Óska eftir áfangaúttektum við verkframkvæmd.
- Óska eftir stöðuúttekt áður en ófullgert hús er tekið í notkun.
- Óska eftir lokaúttekt fullgerðs mannvirkis.
- Tilkynna til byggingarfulltrúa þegar foheldisstigi er náð.

Ef þessar skyldur eru vanræktar leiðir slíkt til aukinnar vinnu allra hlutaðeigandi síðar í byggingarferlinu og að auki til réttaróvissu.

Taktu þér tak og fylltu þann hóp sem vinnur hlutina rétt!

Byggingarfulltrúinn í Reykjavík



Aðferðir við samanburð tilboða:

# Mælingar og útreikningar

## á rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum

**Bent hefur verið á að loftræsisamstæður séu í mörgum tilfellum valdar of litlar fyrir sitt verkefni og séu því orkufrekar og líftímakostnaður loftræsikerfa verði því hærri en hann þyrfti að vera.**

Mælingar þær sem hér er greint frá voru gerðar til þess að fá nokkra mynd af því hver raunveruleg rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum hér á landi er. Mælingarnar geta því gefið vísbendingu um hvort fyrrgreindar ábendingar eru réttar.

### 1. Rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum

Orka er notuð í hefðbundnum loftræsikerfum annars vegar til þess að flytja loft á milli staða og hins vegar til þess að breyta ástandi loftsins, þ.e. hita, kæla og breyta rakastigi loftsins. Hér á eftir er eingöngu fjallað um þá orku sem þarf til að flytja loftið á milli staða, þ.e. rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum.

Rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum er háð því loftmagni sem blása á, þrýstifalli yfir kerfið og nýtni tækja í loftræsikerfinu.

Rafmagnsaflþörf blásara er skilgreind sem:

$$P_v = \frac{q_v \times \Delta p_t}{\eta_v \times \eta_r \times \eta_m \times \eta_f} = \frac{q_v \times \Delta p_t}{\eta_t} \quad [W]$$

Þar sem:

$P_v$ er rafmagnsaflþörf blásara [W]	$\eta_r$ er nýtni reimdrifs
$q_v$ er loftmagn [ $m^3/s$ ]	$\eta_m$ er nýtni rafmótors
$\Delta p_t$ er heildarþrýstiyfir blásara [Pa]	$\eta_f$ er nýtni aukningtíðnibreytis
$\eta_v$ er nýtni blásara	$\eta_t$ er heildarnýtni

Það er því ljóst að hönnuður loftræsikerfis hefur ýmislegt á valdi sínu til að takmarka rafmagnsaflþörf þess kerfis sem hann hannar.

### 2. Skilgreining á kenniaflþörf loftræsikerfis (SFP)

Kenniaflþörf er þýðing á enska heitinu „specific fan power“, skammstafað SFP. Á dönsku „specificke elforbrug“, skammstafað SEL.

Kenniaflþörf stakra blásara SFP er skilgreind með eftirfarandi hætti:

$$SFP = \frac{P_v}{q_v} \quad [W/m^3/s]$$

Þar sem:

$P_v$  er rafmagnsaflþörf blásara [W]

$q_v$  er loftmagn sem fer um blásarann [ $m^3/s$ ]

Kenniaflþörf loftræsikerfis SFP með innblæstri og útsogi er skilgreind með eftirfarandi hætti:

$$SFP = \frac{P_{v \text{ inn}} + P_{v \text{ út}}}{q_{v \text{ max}}} \quad [W/m^3/s]$$

Þar sem:

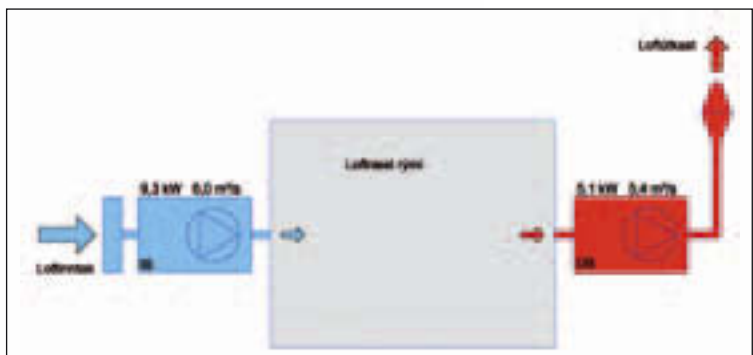
$P_{v \text{ inn}}$  er rafmagnsaflþörf blásara í innblæstri [W]

$P_{v \text{ út}}$  er rafmagnsaflþörf blásara í útsogi [W]

$q_{v \text{ max}}$  er stærra gildið af:

- loftmagn í innblæstri
- loftmagn í útsogi [ $m^3/s$ ]

Eftirfarandi er dæmi um reikning á SFP fyrir loftræsikerfi með eina innblásturssamstæðu og eina útsogssamstæðu:



$$SFP = \frac{P_{v \text{ inn}} + P_{v \text{ út}}}{q_{v \text{ max}}} = \frac{9.300 + 5.100}{6,0} = 2.400 \quad [W/m^3/s]$$



Högni Hróarsson, verkfræðingur Fjarhitun hf.

### 3. Viðmiðunarreglur um rafmagnsaflþörf í loftræsikerfum

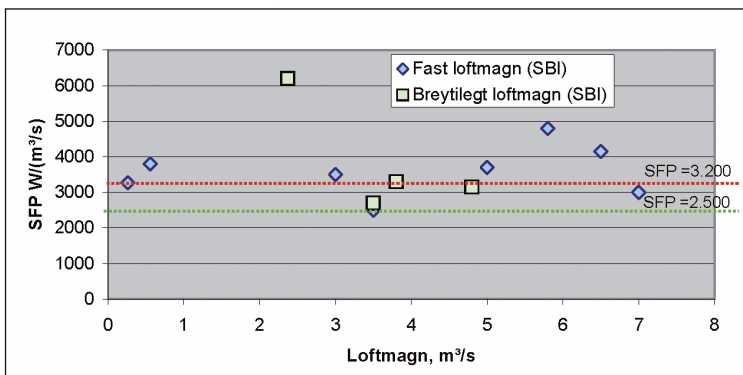
Misjafnt er eftir löndum hvort reglur hafa verið settar um hversu mikil rafmagnsaflþörf loftræsikerfa má vera. Settari hafa verið reglur um þetta í sumum þeim löndum sem hvað lengst hafa gengið í umhverfismálum og eru mjög meðvituð um orkueyðslu bygginga og hafa viljað minnka hana eins og hægt er. Hér á landi hafa ekki verið settar neinar reglur um rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum. Í Danmörku og Svíþjóð hefur hins vegar verið tekið á þessu.

Í dönsku byggingarreglugerðinni frá 1995, grein 12.3, eru eftirfarandi kröfur gerðar um rafmagnsaflþörf loftræsikerfa sem hafa bæði innblástur og útsog:

- Rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfi með fast loftmagn (CAV) má ekki vera meiri en 2.500 W/m<sup>3</sup>/s.
- Rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfi með breytilegt loftmagn (VAV) má ekki vera meiri en 3.200 W/m<sup>3</sup>/s við mestu afköst loftræsikerfisins.

Svenska Inneklimainstitutet (SI) hefur lagt til að loftræsikerfi séu flokkuð í svokallaða VAS flokka. Flokkarnir eru VAS-1500, VAS-2500, VAS-4000. Loftræsikerfi sem þannig félli undir flokkinn VAS-2500 hefði rafmagnsaflþörf að hámarki 2.500 W/m<sup>3</sup>/s. Tilgangurinn með VAS flokkuninni er annars vegar að hönnuður loftræsikerfis geti takmarkað þörf rafafis og þar með raforkunotkun loftræsikerfa í byggingu strax á hönnunarstigi, hins vegar að setja fram kröfur verkkaupa um hagkvæmni loftræsikerfisins eftir að það er komið í notkun.

Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarinnar í Danmörku (SBI) hefur rannsakað rafmagnsaflþörf í allmörgum loftræsikerfum í byggingum í Danmörku. Niðurstöðurnar eru þær, að flestar byggingar nota á milli



3.000 og 4.000 W/m<sup>3</sup>/s. Lægst, eða undir 3.000 W/m<sup>3</sup>/s voru þrýstingsléttari loftræsikerfi t.d. loftræsikerfi án varmanýtis. Athygli vekur að í þeim tilfellum sem notkunin var yfir 4.000 W/m<sup>3</sup>/s, voru þrengsli í loftræsikerfa mikil, sem leitt hefur til óhagkvæmra lausna.

Myndin hér til hliðar sýnir mælingar SBI og mörkin sem sett eru á SFP í dönsku byggingarreglugerðinni frá 1995.

### 4. Mæling á SFP í nokkrum loftræsikerfum

Mælingar þær sem hér er greint frá voru gerðar til þess að fá nokkra mynd af því hver rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum hér á landi er. Fyrir tilstuðlan byggingasviðs Landspítala Háskólasjúkrahúss voru gerðar mælingar á SFP gildum fyrir þrjú loftræsikerfi í LSH í Fossvogi. Tvö loftræsikerfi með fast loftmagn voru mæld og eitt með breytilegt loftmagn.

Mæling á loftmagni var ýmist gerð með hraðamælingu í stokkum, hraðamælingu yfir inntaks- og útkatsristar og mælingu á þrýstingi yfir mæliblendi í blásara. Loftmagn og aftaka loftræsikerfisins með breytilegt loftmagn var gerð við mesta mögulega loftmagn.

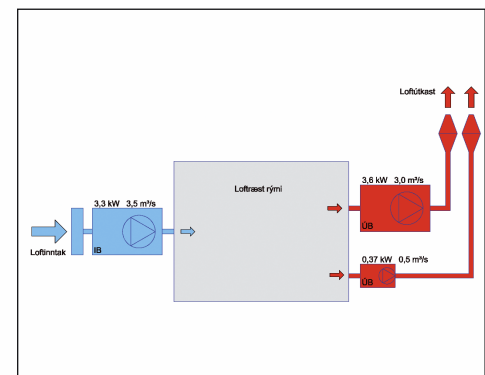
Gerðar voru tilraunir til að mæla afltöku blásara með ampertöng og reikna síðan út wöttin út frá þeim gildum sem til þess þarf en þar sem þau voru ekki öll þekkt var fallið frá því og fenginn fullkominn rafmagnsmælir sem hægt var að nota til að mæla beint afltöku hvers blásara í wöttum.

Niðurstaða mælinganna og skema af loftræsikerfunum er í eftirfarandi töflu.

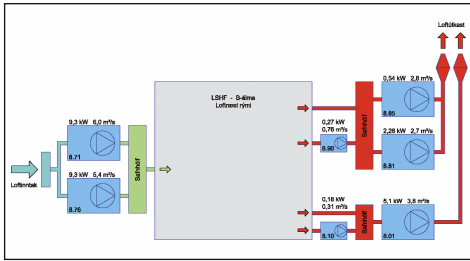
Kerfi A álmu.

Fast loftmagn.

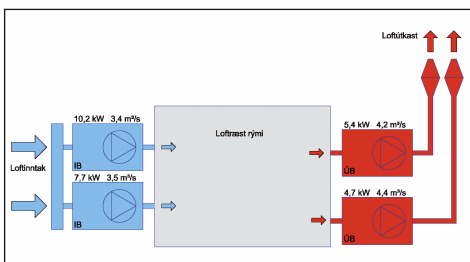
SFP = 2.100 W/m<sup>3</sup>/s



Kerfi B álmu.  
Fast loftmagn.  
SFP = 2.300 W/m<sup>3</sup>/s



Kerfi E álmu.  
Breytilegt loftmagn.  
SFP = 3.300 W/m<sup>3</sup>/s



Áhugavert er að skoða niðurstöðu mælinga í samanburði við fyrrgreindar mælingar frá SBI í Danmörku.

Myndin hér til hliðar sýnir eins og áður mælingar SBI, mörkin sem sett eru á SFP í dönsku byggingarreglugerðinni frá 1995 og mælingar þær sem gerðar voru á þremur loftræsikerfum í LSH í Fossvogi. Fram kemur að rafmagnsaflþörf loftræsikerfa LSH með fast loftmagn er vel innan þeirra marka sem eru í dönsku byggingarreglugerðinni en rafmagnsaflþörf loftræsikerfisins með breytilegt loftmagn er nokkuð yfir þeim mörkum sem gilda í Danmörku. Ástæður þess eru nokkuð ljósar þar sem þetta er loftræsikerfi fyrir skurðstofur sem sett var upp í eldra hús og lagnaleiðir þröngu og kræklióttar og meðhöndlun loftsins meiri en gengur og

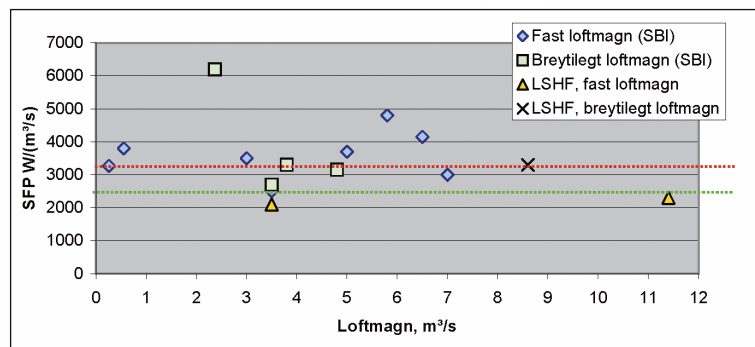
gerist, t.d. HEPA filterar í innblæstri í skurðstofum.

### 5. Niðurstöður

Ljóst er að mælingar þær sem hér er greint frá eru of fáar og kerfin of einsleit til að gefa sannfærandi mynd af því á hvaða bili rafmagnsaflþörf blásara í loftræsikerfum hér á landi almennt liggur. Enda liggur það í hlutarins eðli að kerfin eru án efa mjög ólík af gerð og gæðum og aflþörf þeirra því áreiðanlega mjög misjöfn. Kerfin sem mæld voru eru öll í sömu byggingunni og hönnuð á sömu verkfræðistofunni og því kemur það ekki á óvart að rafmagnsaflþörf þeirra liggur á nokkuð þröngu bili. Hins vegar má segja að þessar mælingar styðji ekki þá tilgátu að algengt sé að loftræsikerfi séu hönnuð þannig að raforkunotkun þeirra sé óhófleg.

### Heimildir:

- Loftræsikerfi. Leiðir til lækkunar rekstrarkostnaðar í loftræsikerfum. Háskóli Íslands, endurmenntunarstofnun. Oddur B. Björnsson. 1995.
- Den lille blå om ventilation. El selskaberne I Danmark. Claus M. Hvenegaard. 2002.
- Danska byggingareglugerðin. Bygningsreglement. 1995.
- Eleffektivitet hos flåktar och luftbehandlingsaggregat. Beräkning och kontroll af SFPvärden. Föreningen Ventilation. Installatörernas Förlag. 1995.



**nokalux**

**3F Filippi**

[www.falkinn.is](http://www.falkinn.is)

# Lampar og perur

**TRILUX**

**VALO**

**FÁLKINN**

100 ára  
PEKING REYNLA ÞJÓNUSTA

Suðurlandsbraut 8 • 108 Reykjavík • Sími: 540 7000  
Fax: 540 7001 • falkinn@falkinn.is • www.falkinn.is

- Lætur ljós sitt skína





Þegar hreint vatn skiptir máli

Gólfhitakerfi  
 Snjóbræðsla  
 Vatnslagnir  
 Hitalagnir  
 Kæliraftalagnir  
 Festingakerfi  
 Eldvarnarslifar  
 Kerfisveggir

 vatn og hiti

Smiðjuvegi 5  
 200 Kópavogur  
 sími 510 1400  
[vatnoghiti@vatnoghiti.is](mailto:vatnoghiti@vatnoghiti.is)

# Forsteyptar einingar og rör

Holplötur

Sorptunnuskýli

Forsteyptir byggingahlutar

- svalir
- stígar
- burðarbitar
- súlur undir brýr
- Fíligran loftaplötur  
- forspenntar



*Nefndu það  
-við steypum það*

**LOFT  
ORKA**  
BORGARNESI EHF.

Engjaási 2-8 • Borgarnesi • Sími 433 9000 • [www.loftorka.is](http://www.loftorka.is) • [loftorka@loftorka.is](mailto:loftorka@loftorka.is)

Aðferðir við samanburð tilboða:

# Mælingar á orkunotkun loftræstikerfa

Í þessari grein verður farið yfir hönnunarforsendur loftræstikerfa og hvernig umræðan síðustu mánuði um rekstrarkostnað og stofnkostnað lítur út frá sjónarmiði höfundar. Upphafið að þessari umræðu er tvímælalaust grein Jónasar Matthíassonar í Fréttabréfi Eggert Aðalsteinsson lagnafélagins í september 2002.

Í greininni fjallar Jónas um hvernig staðið er að útboðum á loftræstibúnaði. Þegar borin eru saman tilboð í loftræstisamstæður er yfirleitt ekki horft til rekstrarkostnaðar. Einungis stofnkostnaður er skoðaður og alltaf tekið lágsta tilboði sem uppfyllir hönnunarforsendur. Til að rifja upp þessa umræðu ætla ég hér að fara aðeins yfir útreikninga Jónasar og hvernig þeim ber saman við þekktar kennistærðir úr þessum fræðum.

Jónas gaf sér eftirfarandi forsendur:

1. Nýbyggingar á ári áætlaðar um 700.000 m<sup>3</sup> í atvinnuhúsnæði
2. Loftræst hlutfall húsnæðis áætlað 50%
3. Meðal loftskipti þessa hlutfalls áætlað 5 h<sup>-1</sup>
4. Heildarloftmagn loftræstikerfa sem sett eru upp árlega er því 486 m<sup>3</sup>/s
5. Meðalafköst hvernar loftræstisamstæðu eru áætluð 4 m<sup>3</sup>/s
6. Fjöldi loftræstisamstæðna á ári er því 122 stk

Þá gaf Jónas sér eftirfarandi forsendur:

1. Verð hvernar samstæðu er áætlað um 1.000.000 kr
2. Heildarverð loftræstisamstæðna sem keyptar eru árlega er því 121.527.000 kr
3. Fjöldi samstæðna í rekstri jafngildir þessum innkaupum í 15 ár
4. Heildar loftmagn loftræstikerfa í rekstri er því 7.292 m<sup>3</sup>/s
5. Áætlað að heildar þrýstifall í innblæstri og útsogi sé 1.350 Pa (þetta er áætlað til að fá fram svipaða niðurstöðu og Jónas)
6. Áætlað að margfeldi blásaranýtni og nýtni rafmótora, reimdrifa og hraðbreyta sé: 40%

Að þessum forsendum gefnum er hægt að reikna raforkuþörf blásaranna:

$Raforkuþörf\ blásara = (heildar\ loftmagn) \times (heildar\ þrýstifall) / (nýtni\ blásarahjóls \times nýtni\ reimdrifa \times nýtni\ rafmótora \times nýtni\ hraðabreyta).$

Raforkunotkun loftræstikerfa á islandi er því skv. þessu 24.609 KW (25 MW).

Þá liggur fyrir að:

Raforkuverð er skv. taxa OR 7,68 Kr/KWh.

Ef notkunartími er áætlaður að meðaltali 12 klst alla daga, alls 4.380h þá fæst að árlegur rekstrarkostnaður kerfanna er 827.820.000 kr.

Samkvæmt þessum útreikningum má nú reikna svokallað SFP gildi (Specific Fan Power) en það er skilgreint sem:

$SFP = (Heildar\ orkuþörf\ loftræstikerfa,\ innblástur\ og\ útsog) / (Heildar\ loftmagn\ loftræstikerfa).$

Þetta gerir:

$SFP = (24.609\ KW / 7.292\ m^3/s).$

Eða  $SFP = 3,38\ KW/m^3/s.$

Jónas sýnir í grein sinni fram á að ef samstæður hefðu verið valdar nokkru stærri þá hefðu þær aðeins notað um 15 MW afl, en það jafngildir að:

$SFP = 2,05\ KW/m^3/s$

Grein Jónasar gekk út á það að benda mönnum á hversu stóran þátt rekstrar-kostnaður á í heildarkostnaði loftræstikerfa. Því tók hann dæmi um stærðarval á samstæðum þar sem í fyrsta lagi var valin samstæða sem rétt með naumindum náði að ráða við fyrirskrifað loftmagn, í öðru lagi næsta stærð þar fyrir ofan og að síðustu tveimur númerum stærri samstæða.

Í nágrannalöndunum er í byggingarreglugerðum gerðar kröfur um hámarks orkunotkun loftræstikerfa. Í Danmörku eru kröfurnar 2,5 KW/m<sup>3</sup>/s fyrir kerfi með fast loftmagn en 3,2 KW/m<sup>3</sup>/s fyrir kerfi þar sem loftmagn er breytilegt eftir álagi. Í Svíþjóð er krafan enn meiri eða 2 KW/m<sup>3</sup>/s. Á Íslandi eru slíkar kröfur ekki í byggingarreglugerð.

Á mínum vinnustað, Verkfræðistofu



Eggert Aðalsteinsson, verkfræðingur VGK verkfræðistofu



Guðmundar og Kristjáns hf, hefur verið hannaður mikill fjöldi loftræstikerfa í þau 40 ár sem fyrirtækið hefur starfað.

Þá liggur beinast við að spyrja hvað við höfum við gert til að tryggja rekstrarhagkvæmni þeirra kerfa sem við hönnum.

Hér áður fyrr var algengast að teiknaðar væru þær samstæður sem setja átti upp og var þá oft ekki um útboð að ræða.

Hin síðari ár hefur alltaf verið gerð krafa um ákveðna nýtni blásarahjóna, oft miðað við amk. 80% nýtni ef um stóra blásara er að ræða en farið niður í um 70% í minni kerfum. Þá höfum við sett fram kröfu um 2,5 m/s sem hámarks lofthraða í hitaelementum og öðrum mikilvægum búnaði.

Tilgangurinn er sem sagt að ná fram ásættanlegri rekstrarhagkvæmni kerfa, þó ekki hafi beinlínis verið sett fram krafa um ákveðið SFP gildi.

Við hönnun loftstokka hefur verið beitt svipuðum aðferðum og við skilgreiningu einstakra samstæðuhluta. Hönnun stokka-kerfanna miðast að sjálfsögðu við að halda rekstrarkostnaði kerfanna í lágmarki, án þess að stofnkostnaður og umfang þeirra verði óraunhæft.

Ekki verður fram hjá því litið að stokka-kerfin skipta miklu máli í rekstrarhagkvæmni loftræstikerfa. Hlutur þeirra er svipaður og loftræstisamstæðanna í rekstrarkostnaðinum.

Eftir þá umræðu og útreikninga sem hér hefur verið farið í gegnum og fullyrðingar um mikla orkunotkun íslenskra loftræstikerfa var ákveðið að fara út í mælingar á

raunverulegri orkunotkun þeirra. Eins og venjulega gafst lítil tími til mælinga vegna mikils vinnuálags. Í fyrstu stóð til að mæla mörg kerfi en ekki vannst tími til þess. Þó gafst tími til að mæla tvö kerfi.

Þetta er auðvitað alltof lítil fjöldi til að byggja einhverja marktæka niðurstöðu á en gefur þó einhverja vísbendingu um hvernig ástandið er.

Bæði kerfin sem mæld voru eru á Landspítalanum við Hringbraut, þar sem höfundur þekkir vel til. Mælingarnar voru styrktar af Landspítalanum og er stjórnendum hans hér með þakkað fyrir það framlag.

Það verður að segjast alveg eins og er að kerfin voru valin til mælinga út frá aðgengi að kerfunum. Mjög erfitt er t.d. að mæla kerfi þar sem t.d. útsog er um marga útsogsblásara, sérstaklega þakblásara sem oft er erfitt að komast að og ná vitrænni afkastamælingu á. Það var sem sagt leitað að kerfum þar sem gott var að athafna sig og stunda mælingar. Þetta eitt og sér kann að skekkja nokkuð niðurstöðunnar því að þar sem slíkar aðstæður eru er líklegt að nægt pláss hafi verið fyrir kerfin og því séu þau léttari en önnur kerfi þar sem aðstæður eru þyngri.

Ljóst er að erfitt er að fá góðar mælingar þar sem þrengsli eru mikil og stokkar kræklóttir.

Töluverður kostnaður er við svona mælinga þar sem mælingarnar eiga að fara fram með hreinum síum. Þess vegna voru valin kerfi þar sem verjandi var að skipta út síum vegna þess hversu stutt var að næstu síuskiptum.



Félag pipulagningameistara

**1** HÖNNUN



Hringás ehf.

Skemmuvegur 10 (blá gata) • 200 Kópavogur  
Sími 567 1330 • Fax 567 1345 • www.hringas.is

Á myndunum hér fyrir neðan sést loft-  
ræstikerfi umferðarganga Landspítalans við  
Hringbraut.



Loft-ræstikerfi umferðarganga Landspítalans  
við Hringbraut



Loftinntak og útkast

Kerfinu fyrir umferðargangana má lýsa á eftirfarandi hátt:

*Þetta er 100% útiloftskerfi*

*Síur eru langar 10 poka EU7 síur*

*Förhitari er á frostlegi*

*Ekkert rakatæki er í samstæðunni*

*Blásarahjól eru með afturbeygðum blöðum.*

*4 svæðahitarar eru í kerfinu*

*EU7 sía er í útsogi*

*Kerfið er tveggja hraða með 4/6 pólpara mótorum*

*Kerfið var sett upp 1996.*

Við mælingarnar var farið eftir aðferðum í dönskum leiðbeiningabæklingi sem heitir "Den lille blå om ventilation", gefin út af rafveitunum í Danmörku. Þar er farið eftir viðurkenndum aðferðum við loft-

magns- og þrýstímælingar. Við straummælingar rafmótora er reiknað með að nota skuli aflmæli sem mælir fasavikið milli straums og spennu þ.a. ekki þurfi að áætla  $\cos\phi$  sem oftast er langstærsti óvissuþátturinn, sérstaklega þegar lítið álag er á mótora.

Niðurstaðan er sem sagt sú að þetta kerfi uppfyllir bæði sænsku og dönsku reglugerðina um orkunotkun loftræstikerfa. Hér er þó ekki farið alveg rétt að við SFP útreikningana því skv. skilgreiningu á að leggja saman heildarorkunotkun og deila útkomunni með hærri loftmagnstölunni. Hér er þó enginn munur á niðurstöðunni þar sem innblásturs og útsogsloftmagn er næstum það sama.

Helstu upplýsingar um blásara kerfisins

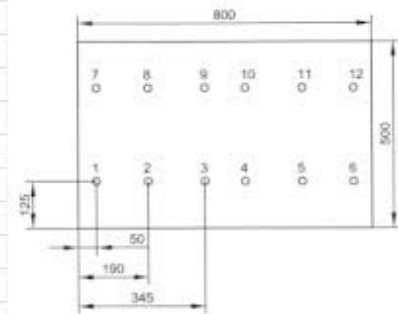
Gerð samstæðu:	Flákt
<b>Innblástur:</b>	
Blásari	KLLV-521-0521-0919
reimskífa blásara	SPZ 150
Mótor	ATAL-4-60300-2-1, 1400/640 rpm
reimskífa mótors	SPZ 100
<b>Útsog:</b>	
Blásari	KLLV-521-0521-0919
reimskífa blásara	SPA 200-2
Mótor	ATAL-4-00450-2-1, 1400/940 rpm
reimskífa mótors	SPA 90-2

Til að gefa hugmynd um hvernig staðið var að mælingunum er hér sýnt hvernig loftmagnið inn á kerfið sögmegin var mælt.

Mælingar í inntaksstokki

Inntaksstokkur 800x500 mm

Mæling (nr.)	Hraði (m/s)	Mæling (nr.)	Hraði (m/s)
1	5,2	7	5,8
2	5,2	8	6,3
3	6,1	9	5,9
4	6,3	10	6,1
5	6,1	11	5,3
6	4,6	12	5,3



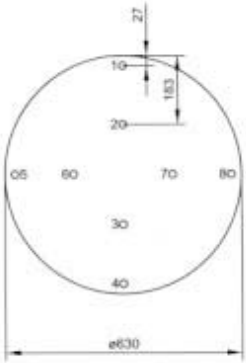
Mæliniðurstöður fyrir innblásturshluta kerfisins.

Loftmagn í ferköntuðum stokki er reiknað út frá eftirfarandi formúlu:		$q_V = V_m \cdot A \cdot K \text{ [m}^3/\text{s]}$
$V_m =$	5,68	Meðaltal mældra gilda (m/s)
$A =$	0,40	Þversniðsflatarmál (m <sup>2</sup> )
$K =$	0,96	Leiðréttingarstuðull, 0,98 fyrir liggjandi stokk og 0,96 fyrir lóðréttan
$q_V =$	2,18	(m <sup>3</sup> /s)
$P =$	2,79	Mælt afl í KW
$SFP =$	1,28	KJ/m <sup>3</sup> (bara innblásturshlutinn)
Þrýstingur yfir innbl.	410 Pa	

Mælingar í útkaststokki fóru fram á sama hátt, útsogstokkurinn er sívalur ø630 stokkur:

Svona var hraðadreifingin í útkaststokknum

Útkastsstokkur ø630 mm	
Mæling (nr.)	Hraði (m/s)
1	7,4
2	7,1
3	6,6
4	5,4
5	6
6	6,3
7	8,7
8	10



Mæliniðurstöður í útsogshluta

Loftmagn í sívolum stokki er reiknað út frá eftirfarandi formúlu:		$q_V = V_m \cdot A \cdot K \text{ [m}^3/\text{s]}$
$V_m =$	7,19	Meðaltal mældra gilda (m/s)
$A =$	0,31	Þversniðsflatarmál (m <sup>2</sup> )
$K =$	0,98	Leiðréttingarstuðull, 0,96 fyrir $d_n \leq 160$ mm, 0,97 fyrir $200 < d_n \leq 400$ og 0,98 fyrir $500 < d_n \leq 1200$
$q_V =$	2,20	(m <sup>3</sup> /s)
$P =$	1,56	Mælt afl í KW
$SFP =$	0,71	KJ/m <sup>3</sup> (bara útsogshlutinn)
Þrýstingur yfir útbl.	205 Pa	
$SFP_{\text{tota}} =$	1,99	KJ/m <sup>3</sup>



Hitt loftræstikerfið sem mælt var er loft-  
ræstikerfi 3 í A-álmu kvennadeildar Land-  
spítalans.



Myndin sýnir innblásturssamstæðu kerfisins



Myndin sýnir útsogsblásara kerfisins

Einföld lýsing á kerfinu:

- Þetta er 100% útiloftskerfi en inntak er sameiginlegt með öðrum kerfum fyrir A-álmuna.
- Síur eru langar 10 poka EU7 síur.
- Forhitari er á frostlegi.
- Rakatæki er í samstæðunni.
- Blásarahjól eru með frambyggðum blöðum.
- Kerfið þjónar aðeins einu svæði.
- Engin sía er í útsogi.
- Kerfið er á föstu loftmagni en hægt er að breyta afköstum útsogsblásara með hraðaveljara.
- Kerfið var sett upp um 1970, en ástand þess er gott miðað við aldur.

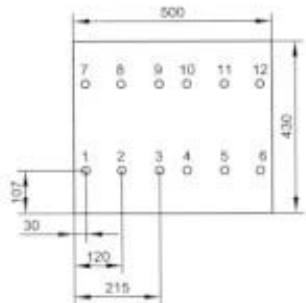


Meðfylgjandi upplýsingar fengust um búnað kerfisins.

<b>Gerð samstæðu:</b>	<b>Fläkt</b>		
<b>Innblástur:</b>			
Blásarahjól	KDDL-02-1-3-1-60		
Reimskífur	SPZ 160		
Mótor	0,75 hp / 0,55 kW 1450 rpm		
Reimskífur	SPZ 175		
<b>Útsog:</b>			
Blásari	E770/D500		
Mótor	Sambyggður		

Mælingar á loftmagni í inntaksstokki

Inntaksstokkur 500x430 mm			
Mæling (nr.)	Hraði (m/s)	Mæling (nr.)	Hraði (m/s)
1	0,7	7	0,9
2	1,5	8	1,4
3	1,6	9	1,7
4	1,9	10	2
5	2,1	11	2,2
6	2,2	12	2,2



Loftmagn í ferköntuðum stokki er reiknað út frá eftirfarandi formúlu:

$$q_v = V_m * A * K \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$V_m =$	1,70	Meðaltal mældra gilda (m/s)
$A =$	0,22	Þversniðsflatarmál (m <sup>2</sup> )
$K =$	0,98	Leiðréttingarstuðull, 0,98 fyrir liggjandi stokk og 0,96 fyrir lóðréttan
$q_v =$	<b>0,36</b>	<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>
$P =$	<b>0,54</b>	<b>Mælt afl í KW</b>
$SFP =$	<b>1,51</b>	<b>KJ/m<sup>3</sup></b> (bara innblástur)

Mælingar á loftmagni í útkaststokki.

Útkaststokkur 500x360 mm			
Mæling (nr.)	Hraði (m/s)	Mæling (nr.)	Hraði (m/s)
1	2,7	7	3,3
2	3,2	8	4,1
3	3,8	9	4,4
4	4	10	4,7
5	4,3	11	4,9
6	4,3	12	4,7

Loftmagn í ferkentuðum stokki er reiknað út frá eftirfarandi formúlu:

$$Q_V = V_m \cdot A \cdot K \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$V_m = 4,03$	Meðaltal mældra gilda (m/s)
$A = 0,18$	Þversniðsflatarmál ( $m^2$ )
$K = 0,96$	Leiðréttingarstuðull, 0,96 fyrir liggjandi stokk og 0,96 fyrir lóðréttan
$Q_V = 0,71$	( $m^3/s$ )
$P = 0,87$	Mælt afl í KW
$SFP = 1,22$	$KJ/m^3$ (bara útsog)
Drýstingunur yfir útbl.	200 Pa
$SFP_{total} = 2,73$	$KJ/m^3$ Allt kerfið

Hér er SFP-total gildið reiknað með því að leggja saman innblástursgildið og útsogsgildið. Þetta er ekki alveg skv. skilgreiningunni, því nota á summu aflmælinganna og deila henni með magni útilofts í kerfinu, þ.e.a.s. í þessu útiloftskerfi jafngildir það innblástursloftmagninu. Þar sem í þessu kerfi munar miklu á innblásturs og útsogsloftmagni hefur það veruleg áhrif á niður-

stöðuna sem verður þá:

$$SFP_{total} = (0,54 + 0,87) / 0,36 = 3,92 \text{ KJ/m}^3$$

En auðvitað hlýtur þetta umfram útsog að koma frá innblæstri annara kerfa. Því á í raun að bætast bæði við aflnotkun og heildarloftmagn kerfisins.



Almenna verkfræðistofan h



**Jón  
pípari**



### Samantekt niðurstaðna

Nýlega kerfið uppfyllir meira að segja sænsku byggingarreglugerðina, SFP er minna en 2 KJ/m<sup>3</sup> en gamla kerfið í kvennadeildinni hefur SFP gildi 2,73 KJ/m<sup>3</sup> sem er nokkru meira en danska reglugerðin kveður á um. Þetta eru bara tvær mælingar, sem segja svo sem lítið. Bæði kerfin eru lítil í samanburði við 4 m<sup>3</sup>/s sem áætluð meðal-afköst loftræstisamstæðna, enda er það sennilega ofmat í forsendum.

Hvorugt þeirra kerfa sem mælt var hefur fengið meira álag en þeim var í upphafi ætlað, þess vegna eru þessar mælingar svona lágar, þó kerfin séu lítil.

Eftir að hafa skoðað teikningar og gögn um nokkur kerfi sem hönnuð eru eftir viðurkenndum forsendum ábyrgra hönnuða þá kemur í ljós að SFP gildi þessara kerfa er yfirleitt um 2,5 KJ/m<sup>3</sup> og staðfesta þessar mælingar það.

Ljóst er þó að alltaf er hægt að finna dæmi um mikla orkunotkun einstakra kerfa. Skýringar á slíkri orkunotkun, aðrar en vanhönnun og samstæðuval sem aðeins byggir á að ná einhverri ákveðinni loftmagnstölu, án þess að lítið sé til nýtni eða

þrýstifalls í kerfishlutum geta verið eftirfarandi:

- Notkun rýma breytist eftir að byggingartíma lýkur þ.a. loftmagnspörf þeirra vex.
- Nýjum svæðum er bætt við loftræstikerfin en stofnstokkar og samstæðum ekki breytt enda oft erfitt eftir á.
- Álagsforsendur vanmetnar í upphafi og kerfin því keyrð að þolmörkum.

### Samantekt

Niðurstaða höfundar er að loftræstikerfi hönnuð eftir hefðbundnum aðferðum, amk. eins og þekkist hjá VGK, eru nálægt bestu rekstrarhagkvæmni. Sú aðferð að festa hámarksorkunotkun loftræstikerfa í reglugerð getur verið gagnleg en eðlilegt er að tengja slíka tölu gangtíma kerfa. Sú hugmynd Jónasar Matthíassonar að bera samstæður saman með núvirtum líftímakostnaði er mjög skynsamleg og ekkert er því til fyrirstöðu að henni verði beitt. Hún hefur einnig þann stóra kost í för með sér að eigendum kerfanna er í upphafi ljóst hvað rekstur þeirra muni kosta.

# MEIRA EN BAÐ

VICOTRY SPA NUDDBAÐKÖR FÁANLEG MED MARGSKONAR VATNSNUDDKERFUM



**HÖNNUÐ FYRIR FÓLK  
SEM GERIR KRÖFUR UM  
GÆÐI OG VELLÍÐAN.  
INNBYGGÐIR  
NUDDSTÚTAR VEITA  
NOTALEGT VATNSNUDD  
FYRIR HÁLS, FÆTUR,  
AXLIR, EFRA-, MIÐ-  
OG /EDA NEÐRA BAK.**

**BADHEIMAR**

FOSSHÁLSI 1 • 110 REYKJAVÍK

S: 525 0800

[www.badheimar.is](http://www.badheimar.is)



# Alþjóðasýning lagnamanna

## Frankfurt Þýskalandi í mars 2005

### Ferð sem flýtir sumarkomunni

**Hópfarð á ISH – Lagnasýninguna í Frankfurt Þýskalandi.  
Þetta er stærsta lagnasýning sem haldin er í heiminum.**

Flogið verður til Frankfurt mánudaginn 14. mars og flogið heim frá Frankfurt föstudaginn 18. mars 2005. Rúta bíður hópsins á flugvelli.

Gist verður í Hotel Ambassador Superior 3\* Moselstrasse 12 aðeins steinsnar frá Járnbrotastöðinni, sjáið kortin af Frankfurt.

Þessi fimm daga ferð kostar aðeins 91.900.- krónur miðað við 2 í herbergi og verðlag þann 20. ágúst 2004.

Innifalið er flug fram og til baka, flugvallarskattar, þjónustugjald, rútubíll frá flugvelli á hótél báðar leiðir erlendis og morgunmatur á hlaðborði.

Í hverju herbergi er snyrting með sturtu/baði, sjónvarpi, síma og míní-bar.

Að kvöldi þriðjudaginn 15. mars. býður Valsir, Vatnsvirkinn og Tækja-Tækni hf. öllum í ferðahópnum í “Hóf”.

Frankfurt er verslunarborg á heims mælikvarða. Það er ódýrt og gott að dvelja í Þýskalandi, bjóðum konunni með.

Farið verður í kynnisferðir og skemmtikvöld við þýska stemmingu. Ferð sem flýtir sumarkomunni. Íslensk fararstjórn.

**Pantanir berist fyrir 01. nóvember 2004, vegna staðfestingar á Hóteli og flugi.** Við höfum aðeins 25 tveggja manna herbergi á þessu lága verði.

**Sækjum þekkinguna þangað sem hana er að finna, við stöndum sterkari á eftir.**

Móttaka pantana, og allar frekari upplýsingar veitir Kristján Ottósson, Ystabæ 11 110 Reykjavík.

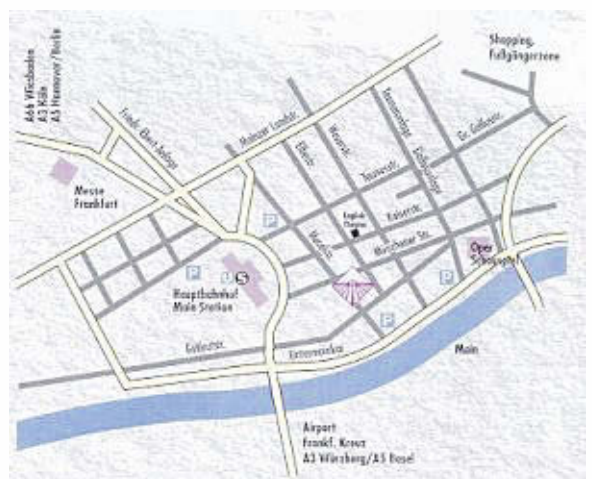
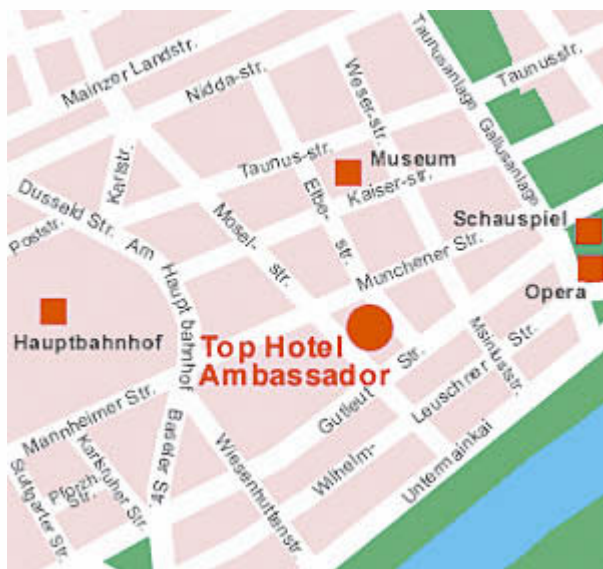
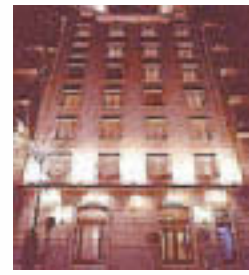
Sími: 567-7551 Fax: 567- 8551. GSM: 861- 5010. Tölvupóstfang: lki@lki.is



# Hotel Ambassador

Superior 3\* Moselstrasse 12

Myndir sem sýna gistaðstöðuna í hótelinu og staðsetningu þess.



Kort af Frankfurt sem sýnir hvar hótelið er. Messan sjá (kassa) vinstra megin uppi.

Kort frá Frankfurt sem sýnir hvar hótelið er.





## Pípulagnaverslun Húsasmiðjunnar

Í mars síðastliðnum opnaði Húsasmiðjan glæsilega sérverslun fyrir pípulagningamenn og verktaka að Skútuvogi 12. Verslunin er í 1400 fermetra björtu og rúmgóðu húsnæði og er ein stærsta pípulagnaverslun landsins.



Verslunin annast einnig birgðahald pípulagnaefnis fyrir verslanir Húsasmiðjunnar um land allt en þær eru 17 talsins. Því má treysta að í Pípulagnaverslun Húsasmiðjunnar í Skútuvogi sé ávallt til í nægu magni allt það helsta lagnaefni sem fagmenn þurfa á að halda. Samhliða opnun verslunarinnar var tekið í notkun fullkomið staðsetningarkerfi sem einfaldar mjög og bætur alla meðhöndlun og tiltektir og þar með þjónustu við viðskiptavini.

Í versluninni eru 14 starfsmenn sem veita allar upplýsingar um lagnaefni/kerfi og veita viðskiptamönnum Húsasmiðjunnar bestu fáanlegu þjónustu. Í versluninni er hægt að fá öll lagnaefni til húsbygginga, svo sem gólfhitakerfi, allar gerðir röra, svo sem ál, pex, pott, ryðfrí, hljóðeinangruð, járn, pressu, rör í rör og PVC. Einnig hefur verslunin á boðstólum mikið úrval miðstöðvarofna.



**HÚSASMIÐJAN**

Sími 525 3000 • [www.husa.is](http://www.husa.is)