

## Retningslinjer for dimensionering af ventilationsanlæg

Go' Energis anbefaling af det samlede anlæg (aggregat og kanalsystem), forudsætter at nærværende retningslinjer er fulgt.

Dimensioneringen skal primært overholde bygningsreglementets krav.

Ventilationsberegners resultatudskrift angiver kun beregningsværdier for anlæg, der opfylder bygningsreglementets krav i det ønskede arbejds punkt.

Ventilationsanlægget kan medvirke til at opretholde et sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima.

(Bygningsreglementets kapitel 6.)

I forhold til naturlig ventilation uden (varmegenvinding) kan der i nye tætte huse opnås en betydelig energibesparelse ved anvendelse af ventilationsanlæg med varmegenvinding. Tallet fremgår af EDB-beregningen.

Luftskiftet på 0,30 l/s per m<sup>2</sup> bruttoareal som bygningsreglementet BR10 kræver uden hensyntagen til rumhøjden, svarer omtrent til et luftskifte på ½ gang i timen ved 2,5 m rumhøjde og vil normalt sikre et fornuftigt atmosfærisk indeklima ved et normalt aktivitetsniveau i boligen (=acceptabel friskhed af luft, når der ikke ryges, ikke tørres tøj i stuerne mv). Bruttoarealet beregnes af det opvarmede areal.

BR10 kapitel 6.3.1.2 nævner begrebet udsugning fra kælderrum. Da der ikke er tale om opvarmede opholdsrum med balanceret ventilation må kælderrum ikke tilsluttes boligventilationsanlægget.

### Luftskifte

Et luftskifte på ½ gang i timen kan dog ikke køle rummene i en varm sommerperiode. Her skal der på sædvanlig vis benyttes udvendig solafskærmning, åbning af vinduer mv.

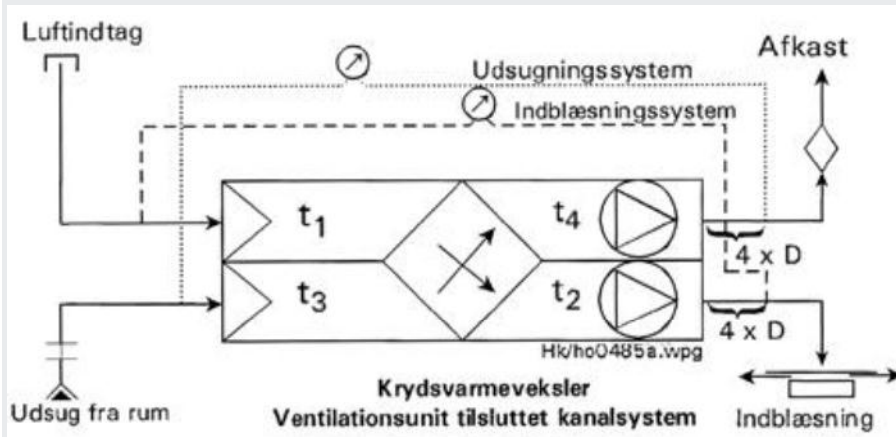
### Stort Anlæg

Ventilationsberegners resultatudskrift angiver kun beregningsværdier for anlæg, hvis luftydelse (normalt ved lavt modtryk) maksimalt er 3 gange det ønskede. Dette er en service over for brugerne, der derved undgår at vælge et anlæg, hvis energioekonomi er god, men hvis tilbagebetalingstid er for lang. Hvis brugerne ønsker at få energidata for anlæg, hvis maksimale ydelse er større end 3 gange det ønskede, marker da checkboks "Medtag store anlæg" Dimensioneringsvejledningen omfatter primært krav til kanalstørrelser og udformning af hensyn til energiforbrug. Tillige findes en installationsvejledning.

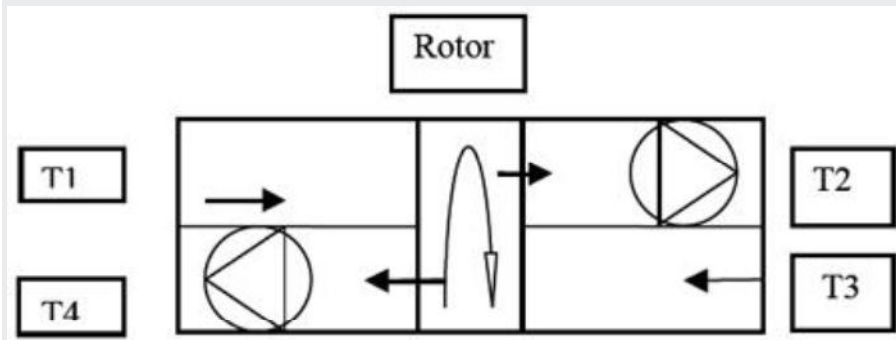
## Generelt - det samlede anlæg

Generelt - det samlede anlæg

Ud over retningslinjerne i denne vejledning bør fabrikanternes vejledninger følges, ligesom dimensionering skal være i overensstemmelse med DS 447, og anlægget skal opfylde kravene i Bygningsreglementet BR10.



Principskitse af ventilationsanlæg med krydsveksler og kanalføring, idet der kun er vist 1 betjent rum.



Principskitse af samme ventilationsanlæg, idet ventilationsaggregatet nu er forsynet med en roterende veksler. (Kanaler mv. er ikke vist)

## Terminologi

Ydelser mv. :

$q$  = luftstrøm, måles i  $m^3/h$  eller  $l/s$ ,  $q = q_{ind} = q_{ud}$ .

Omregning:  $1 l/s = 3,6 m^3/h$

$dp$  eller  $H$ , er ventilationsunittens trykdifferens over korresponderende stutse, måles i  $[Pa]$

SFP (Specific fan power) = SEL (Specifikt el-forbrug) samlet elforbrug (af begge ventilatorer + automatik) til lufttransport, ( $J/m^3$  udeluft), dog uden drivmotor til rotor, pumpe etc.

Bygningsreglementet BR10 stiller krav om et maksimalt elforbrug til boligventilation på  $1000 J/m^3$ . Dette svarer eksempelvis til, at et anlæg, der yder  $q=180 m^3/h$  maksimalt må bruge  $50 W = q/3.6$  Bygningsreglementet BR10 stiller også krav om en vekslervirkningsgrad på  $0,80 = 80\%$  Man må kun anvende tør virkningsgrad i beregningsprogrammet "ventilationsberegner". Eta ( $\eta$ ) tør temperaturvirkningsgrad for varmeveksler  $[0..1]$ .

Programmet anvender et beregningsudtryk på formen  $\eta = C_0 + C_1 \cdot q + C_2 \cdot q^2 + C_3 \cdot q^3$ . Normalt er  $C_3 = 0$ .  $\eta$  bør gælde ved omtrentlig udetemperatur  $t_1$  på  $+4^\circ C$  svarende til middeltemperaturen i fyringssæsonen og en udsugningstemperatur  $t_3$  på ca.  $23^\circ C$

Temperaturvirkningsgraden angiver hvor meget indblæsningsluften stiger i temperatur ved passage af veksleren i forhold til den disponible maksimale temperaturdifferens.  $\eta = (t_2 - t_1) / (t_3 - t_1)$ , se ovenstående tegning uden tilskud af varme fra ventilatorer og eventuel lækageluft . Bygningsreglementet forlanger at virkningsgraden skal være mindst  $0,80 = 80\%$

### Energiforbrug

Vægtet energiforbrug svarer til års-elforbrug  $\times 2,5$  + årsvarmeforbrug  $[kWh/år]$ .

Varmeforbruget svarer til indblæsningstemperatur = udsugningstemperatur =  $20^\circ C$  Vægtet energiforbrug og energiudgiften i kroner kan beregnes ved hjælp af programmet.

### Øvrige krav

Anlægget skal i installeret stand overholde bygningsreglementet krav til støj fra installationer Unitten skal overholde EN 308 mht. lækage mellem luftstrømmene

## Ventilationsaggregatet

### Lyddæmpning

For at undgå ubehagelige lydpåvirkninger i de betjente rum monteres lyddæmper på indblæsnings og udsugningskanalsystemet imellem aggregatet og de første indblæsnings-/udsugningsarmaturer. Det A-vægtede lydtrykniveau fra ventilationssystemet i boligens rum må ikke overstige 30 dB(A) Til lyddæmpning anvendes kanallyddæmper for at holde et lavt tryktab i anlægget. Der er her ikke taget stilling til eventuelle gener ved lydtransmission via kanalsystem fra rum til rum.

### Måling af luftstrøm

Målesteder for måling af hovedluftstrømme skal være tilgængelige evt. ved let aftagelig isolering For at kunne måle luftstrømmen i indblæsnings = tilluftsystem, (DS447) og udsugningssystem= fralufts system skal der monteres en målebøjning eller et målekryds på indblæsnings- og udsugningskanalsystemet imellem aggregatet og de første afgangene. Såfremt aggregatet har indbyggede målepunkter for luftstrøm kan dette udelades.

### Efteropvarmning

Da varmeveksleren ikke kan genvinde al varmen i udsugningsluften, vil indblæsningsluften i vinterperioden være koldere end rumtemperaturen. Da temperaturvirkningsgraden skal være  $\geq 0,8$  vil en eftervarmeplade normalt fravælges. Et eventuelt varmetilskud vil da blive leveret af rummets varmeanlæg.

Vandeftervarmeplade ( bør undgås). Vandeftervarme pladen skal sikres imod frostsprængning, dette gøres ved at montere en frosttermostat på vandeftervarmepladens lameller kombineret med en frostsikringspumpe, der mindst skal køre ved udetemperaturer under 5°C En ulempe er at pumper skal motioneres jævnligt med et særligt program for at sikre at de fungerer når der er brug for dem. Vandtilslutning skal udføres af en autoriseret VVS installatør.

El-eftervarmeplade:

Denne er generelt ikke acceptabel i energieffektive ventilationsanlæg. Føleren til styring af el-varmepladen monteres i indblæsningskanalen, men ikke nærmere end ca.500 mm, da den ellers kan blive påvirket af strålevarme, og dermed vise forkert.

### Frostløsning

I ventilationsberegner indgår løsningen hvor en føler i udsugningsluften drosler indsugningen ned afhængigt af udetemperaturen. Dette er et kendt veldokumenteret styringsprincip.

### Armaturer for indblæsning og udsugning

Armaturer for indblæsning og udsugning skal vælges så det A-vægtede lydtrykniveau fra ventilationssystemet i boligens rum iht. BR 10 kap 6.4.3. ikke overstiger 30dB (A) Ved valg af armaturet skal tages hensyn til støj fra kanalsystemet så ovenstående overholdes. Praksis viser at toiletter ikke regnes som opholdsrum, hvilket er heldigt, da det er små hårde rum, hvor det er vanskeligt at overholde de 30dB (A). Projektets krav skal dog altid overholdes.

Armaturer med tilhørende fordelingsboks dimensioneres så en fornuftig opblanding med rumluft kan opnås, ved en passende start-indblæsningshastighed. Det samlede tryktab ved passage af boks og armatur bør specielt ikke overstige 5-10 Pa ved lavtrykssystemer (dvs. max 40 Pa over korresponderende stutse af ventilationsanlægget) af hensyn til energiforbruget. Armaturer til indblæsning skal vælges således at indblæsningsluften opblandes tilstrækkeligt med rumluften og så lufthastigheden i opholdzonen ikke overstiger 0,15 m/s.

Samlinger mellem kanal og armatur skal udføres lufttætte.

## Kanalsystem

### Dimensionering af kanalsystem

Kanalsystemets dimensioner skal være i overensstemmelse med hjælpekemaet for valg af kanaldimension (se nedenfor), så de anbefalede hastigheder i kanalsystemet ikke overskrides. Der dimensioneres ud fra en lav lufthastighed for at sikre et lavt elforbrug og for at undgå støj. Det aktuelle tryktab og elforbrug kan let eftermåles på det samlede installerede anlæg, så det kan konstateres om anlægget på disse områder opfylder Go' Energis krav.

Det er installatørens ansvar at udforme kanalsystemet så trykbehovet ikke overstiger den angivne trykdifferens i data-arket, f.eks 70 Pa. (læses 70 Pascal) eller 40 Pa over korresponderende stutse ved den angivne luftydelse.

De stigende temperaturvirkningsgrader bevirker stigende vandudskillelse, dog undtagen ved rotorvekslere. Kanalstrækning for fugtig luft bør derfor have faldende forløb (ikke opadgående) ved passage af varmeveksler for at forbedre afløb fra veksler og hindre tilbageløb til udsugningsfilter, der kan blive fugtigt, muldnet og få et forhøjet tryktab. Bypasspjæld bør vælges til en type, der har glidende regulering (ikke on/off).

### Kanaldimensioneringsskema

Udsugning sker iht BR10 fra fugtige rum. Indblæsning sker i opholds- og soverum, således at der er luftbalance. Hvis der skal udsuges mere end de fugtige rum kræver, sker dette fordelt over det øvrige hus, gerne fra evt. forældresoverum.

### Luftindtag og afkast

Afkastriste- og luftindtag skal have en dimension der er mindst 1 dimension større end den kanal den betjener, da disse komponenter erfaringsmæssigt har stort tryktab. Dette gælder ikke mindst populære riste med brede lameller som i sig selv har et reduceret gennemløbsareal, som derfor skal bruges to dimensioner større end kanalen de betjener.

Friskluft og udsugnings taghætter/ riste skal placeres med mindst 3 meters afstand for at afkastluften ikke bliver suget ind igen. Det er desuden bedst at friskluftindtaget sidder på en nordvendt væg eller tag.

For at undgå uønsket opvarmning af luften om sommeren bør luftindtaget om muligt placeres på nordsiden i en lodret vægflade, og mindst ½ meter over en eventuel mørk flade. Hvis det ikke kan lade sig gøre at få frisk luften fra en nordvendt væg eller lignende, bør man sikre sig at friskluftindtaget sidder højest muligt. Gerne en 1 meter over taget.

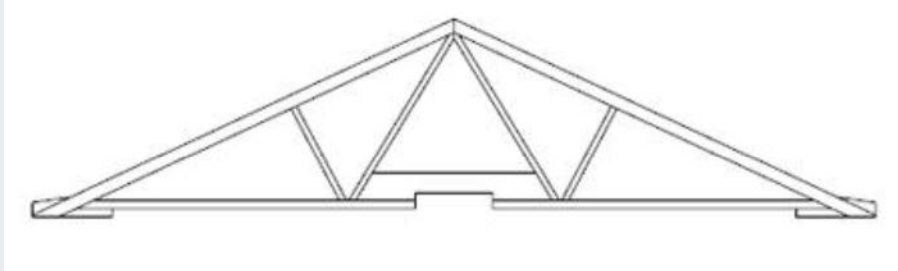
Alle kanaltilslutninger bør udføres med et lige kanalstykke før afgreninger eller bøjninger for at undgå ekstra tryktab. Såfremt fabrikantens anvisninger ikke angiver den nødvendige lige kanalstrækning ved tilslutning, kan en lige rørstrækning på 4 gange rørdiameteren anvendes. For aggregater indbygget i skabe skal de ekstra tryktab i forbindelse med ekstra bøjninger indgå i vurderingen af aggregatets energiforbrug.

Udform anlægget så det er let at indregulere og vælg armaturer der er lette at indregulere.

Gør måle- og indreguleringsstedet tilgængeligt.

Kanalsystemet skal være enkelt og symmetrisk, Det kan gøre at luftbalancen opnås uden indreguleringspjæld ud over det der sidder i armaturet

Dimensioner luftmængden til de enkelte udsugnings- og indblæsningsarmaturer ved anvendelse af systemets minimums kanaldimensioner og dermed opnå lave tryktab.



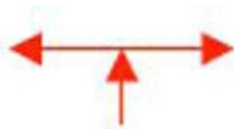
Eksempel på spærfod med plads til føring af ventilationskanaler (BYG-DTU R-069).  
Foto. (BYG-DTU R-069).

## Vejledende kanaludformning

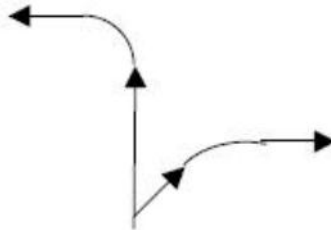
Mindst de sidste 3 T-afgreninger på fordelingskanalen længst væk fra forsyningskanalen skal være af type sadel-afgrening (afrundet bygget afgrening, der har reduceret tryktab).

Undgå T-rørs fordeling (indløb fra stamme og 180 graders fordeling på indblæsningssystem) og erstat dette af 45 graders påstik på hovedgren (se tegning)

Undgå skarpkantet  
T - fordeling



Brug i stedet 45° afgrening  
+ 45° + 90° bøjning

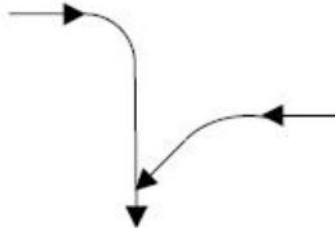


Undgå T-rørs sammenløb (180 graders modsat rettede tilløb og udløb via stamme på udsugningssystem) og erstat dette af 45 graders påstik på hovedgren (se tegning)

Undgå T-sammenløb



Brug i stedet 45° sammenløb  
+ 45° + 90° bøjning





## Vejledende kanaludformning – 2

- Luftindtagshætte og luftafkastrist af traditionel udformning med højt tryktab. Begge armaturer skal vælges én dimension større (25 % større diameter) end hovedkanalen de betjener. F.eks. vil en hovedkanal på  $\varnothing$  250 mm kræve armaturer på  $\varnothing$  315 mm eller udføres som 2 samtidigt virkende armaturer i samme dimension som hovedkanalen. Denne regel skal tillige sikre at tryktabet ikke stiger efter eventuel udskiftning af tagarmatur i forbindelse med vedligeholdelse.
- Kanaldimensionerne skal vælges efter manuel beregning eller ved hjælp af et kanalberegningsprogram, kombineret med praktiske erfaringer om beregningsnøjagtighed (fx fra eftermålinger). Beregningsresultatet tillægges ca. 25 % for ekstra tryktab begrundet med indregulerings unøjagtighed.
- For at undgå uoprettelige fejl ved dimensionering af kanaler og samlestykker bør der rundes op i stedet for ned på kanaldimensionering. Dette gælder især hvis der er tvivl om den endelige udformning af kanalsystemet.
- En dimension større (= 25 % større diameter) reducerer tryktabet i kanalsystemet ekskl. armaturer til ca. 40 % af det oprindelige.
- Brug kanaldimensionsskemaet, som er et enkelt redskab til valg af dimension ud fra luftstrøm og lufthastighed. Undgå kanalhastigheder over 3,0 m/s pga. støj og tryktab.
- Kanalsystemets tryktab skal være lavt langs den strømningsvej, der passerer flest samlestykker (fittings) fra ventilationsunit til fjernest betjente armatur, og som tillige ofte har størst længde målt langs kanalen.

### Materialer

T-rør og 90-graders bøjninger i metalkanaler og lige kanaler kan fås i standarddimensionerne 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400 mm osv.

Der må af hensyn til tryktab og brand ikke bruges fleksslanger i kanalsystemet.

## Indregulering

Ventilationsanlæggets kanalsystem indreguleres på følgende måde:

- ved hjælp af proportional-indreguleringsmetoden (der tillige er den hurtigste metode)
- således at hvert armatur har den ønskede luftstrøm
- således at luften fordeles med mindst mulig trykydelse af ventilatoren
- således at der er præcis balanceret ventilation, dvs. ens massestrømme ind/ud. Dette har stor betydning for anlæggets energiforbrug. (aldrig overtryk i bygninger da det kan medføre at fugt presses ud i konstruktionerne.
- hovedluftstrømmene skal ske i henhold til gængs praksis indstilles med en energibesparende metode, hvor ventilatorens omdrejningstal justeres, (normalt med elektronisk styring) og ikke ved hjælp af drøvlespjæld.
- Indreguleringsrapport:

1. målte luftstrømme for alle armaturer og de to hovedluftstrømme skal angives.

2. øjebliksværdi for eleffekt ( $W$ ) forbrug skal måles og angives
3. aktuel SFP-værdi skal beregnes og angives  $SFP = w/q \cdot 3600$   $q$  målt i  $m^3/h$
4. statisk trykdifferens mellem korresponderende stutse skal angives.

### **Tips**

- Armaturer placeret nærmest ventilationsunitten har alt afhængig af den valgte indreguleringsform størst risiko for at give støjgener
- Hvis anlæggets armaturer er kanalføringsmæssigt er gruppevis er symmetrisk opbygget kan indreguleringsarbejdet forenkles.