

Central ventilation med varmegenvinding

Det anbefales at installere et ventilationsanlæg med varmegenvinding i en eksisterende etageejendom, hvis klimaskærmen er blevet energirenoveret og tætnet i forbindelse med fx vinduesudskiftning, facaderenovering og loftisolering eller i forbindelse med modernisering af køkken og bad.

Kun ved en relativt tæt klimaskærm sikres det, at beboerne får fuldt udbytte af ventilationen og opnår besparelser på energiforbruget til opvarmning.

Enten opsættes et ventilationsanlæg centralt i ejendommen eller decentrale ventilationsanlæg i hver lejlighed. Anbefalinger og råd til det endelige valg af enten decentral eller central ventilation kan findes i Videncentrets "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme", som der henvises til i denne energiløsning.

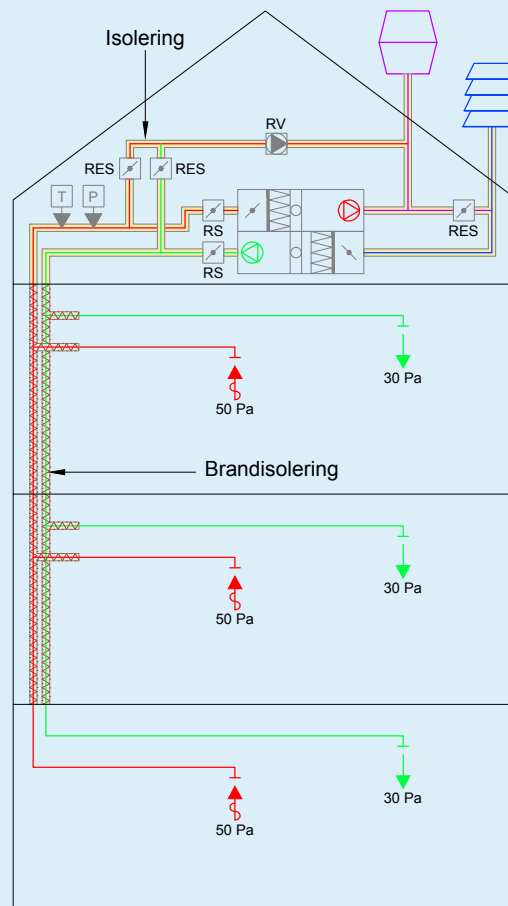
Anbefaling

Minimum:

Centralt anlæg	Varmegenvindings krav	SFP krav
Konstant luftmængde	67 %	1.500 J/m ³
Variabel luftmængde	67 %	2.100 J/m ³

Lavenergi:

Centralt anlæg	Varmegenvindings krav	SFP krav
Konstant luftmængde	85 %	1.200 J/m ³
Variabel luftmængde	85 %	1.800 J/m ³



Anbefaling (fortsat)

Den tørre virkningsgrad skal være dokumenteret iht. EN 308 og målt med ens massestrømme, uden kondensering af fugt og med en maksimal lækage på 3 %.

Vær opmærksom på, at aggregatleverandører i deres brochurermateriale kan angive en virkningsgrad helt op til 90 %, selvom dette ikke gælder i det aktuelle driftsområde og uden kondensation samt uden ventilatorvarmetilskud.

Det specifikke elforbrug skal være inkl. evt. energi til rotormotorer og målt ved de armaturtryktab, som brandnormen kræver (eks. 30, 50, 100 Pa), og den luftstrøm der kræves til den enkelte lejlighed (typisk 126 m³/h).

Ved valg af anlæg med roterende varmevekslere bør man være opmærksom på en mindre lækage/lugtoverføring til indblæsningsluften i forbindelse med varmegenvindingen.

Ligeledes bør det sikres, at leverandøren har en afisningsstrategi til varmeveksleren, da de højeffektive vekslere kan ise til. Afisningen bør ikke bero på et reduceret luftskifte eller elvarmevlade.

Energibesparelse

Ved montage af et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding opnås der en energibesparelse i de enkelte lejligheder, idet 67-85 % af den udsugede varme kan genvindes.

Bemærk, at der ved konvertering fra naturlig ventilation kommer et mindre tillæg på elforbruget, idet der bruges el til at drive ventilationsanlægget.

Fordele

- Bedre økonomi pga. varmegenvinding og dermed lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Fugt i luften reduceres, og derved minimeres risikoen for fugt i husets konstruktioner og dermed for kondensdannelse og skimmelsvamp på kolde overflader
- Altid frisk luft filtreret for bl.a. pollen og sodpartikler
- Friskluftsventiler i ydervægge undgås

Nedenstående skema viser størrelsesordenen af den energibesparelse, der opnås, når henholdsvis et mekanisk udsugningsanlæg (uden varmegenvinding (VGV)) eller naturlig ventilation udskiftes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding.

Eksisterende ventilationssystem	Nyt <u>centralt</u> ventilationsanlæg med varmegenvinding (VGV)		
	Energibesparelse kWh/år		
Naturlig ventilation eller mekanisk udsugning	Lejlighedens størrelse m ²	Minimum VGV = 67 %	Lavenergi VGV = 85
	60	3.049	3.870
	85	3.049	3.870
	100	3.049	3.870
	120	3.285	3.990
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	El energitillæg kWh/år		
	Lejlighedens størrelse m ²	Minimum SFP = 1.500 J/ m ³	Lavenergi SFP = 1.200 J/ m ³
	60	460	368
	80	460	368
	100	460	368
	120	475	379

Energibesparelse (fortsat)

Mekanisk udsugning (SFP = 1000)	El energitillæg kWh/år		
	Lejlighedens størrelse m ²	SFP = 1.800 ift. SFP 1.000	SFP = 1.500 ift. SFP 1.000
	60	245	153
	80	245	153
	100	245	153
	120	253	158

Hvis lejligheden ikke ventileres svarende til Bygningsreglementets krav, dvs. 12 gange i døgnet, bliver besparelsen mindre.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,440 kg CO₂ pr. kWh

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>En tætnet og efterisoleret etageejendom med naturlig ventilation forsynes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 85 % og en SFP på 1.500 J/m³. Der er 12 lejligheder i ejendommen.</p> <p>Lejlighederne er på 60 m² med et køkken og et badeværelse.</p> <p>Elprisen er 2,30 kr./kWh Fjernvarmeprisen er 0,60 kr./kWh</p>	
Årlig energibesparelse kWh	<p>Opvarmning af frisk luft ved naturlig ventilation 12 x 3.870 kWh =</p> <p>Elforbrug til drift af central ventilation 12 x 460 kWh =</p> <p>Besparelse 46.440 kWh - 5.520 kWh =</p>	<p>46.440 kWh</p> <p>5.520 kWh</p> <p>40.920 kWh</p>
Årlig økonomisk besparelse kr.	<p>Besparelse fjernvarme 46.440 kWh/år x 0,60 kr./kWh =</p> <p>Omkostninger el til drift af ventilationsanlæg 2,30 kr./kWh x 5.520 kWh =</p> <p>Besparelse 27.864 kr. - 12.696 kr. =</p>	<p>27.864 kr.</p> <p>12.696 kr.</p> <p>15.168 kr.</p>
Årlig CO₂-besparelse kg	<p>CO₂-besparelse fjernvarme 0,115 kg/kWh x 46.440 kWh =</p> <p>CO₂-tillæg el 0,478 kg/kWh x 5.520 kWh =</p> <p>CO₂-besparelse 5.341 kg - 2.429 kg =</p>	<p>5.341 kg</p> <p>2.429 kg</p> <p>2.912 kg</p>

Udførelse

Ved en central løsning placeres aggregatet typisk i loft- eller kælderrum med ventilationskanaler, der forsyner én eller flere opgange.

Anlægget kan opbygges som:

- Røgventileret system
- Brand- og røgafspærret system med lodret hovedkanal ført i EI 60 A2-s1,d0 (BS 60) skakt

- Brand- og røgafspærret system med lodret hovedkanal ført som almindelig kanal igennem etageadskillelser

Nedenstående tabel sammenligner energiforbrug, tryktab og anlægsomkostninger ved ovennævnte anlægsudformninger.

Anlægsudformning	Totalt energiforbrug	Standby forbrug	Tryktab over spjæld	Tryktab over armaturer	Anlægsomkostning
Røgventileret	Lavt	Lavt	Lavt	Mellem	Højt
Brand- og røgafspærret med spjæld til lejlighed	Mellem	Mellem	Mellem	Lavt	Højt
Brand- og røgafspærret med spjæld i etageadskillelserne	Højt	Højt	Meget højt	Lavt	Højt

Fælles for alle systemerne er, at ventilationen tilvejebringes ved udsugning i køkken, bad/WC og evt. bryggers samt indblæsning i stuer og værelser. Afkast og indtag sker over tag.

Afhængigt af systemets opbygning er der forskellige krav til brandsikkerhed og forskellige løsninger til, hvordan ventilationen energimæssigt og økonomisk bedst tilvejebringes. Se i *"Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme"*.

Dimensionering

Ventilationsanlægget skal dimensioneres til et "arealbetinget luftskifte" på 0,30 l/s pr. kvadratmeter brutto opvarmet etageareal og yderligere kunne forøges til et "fugtzone betinget luftskifte" fra køkken, bad og toilet. Er det arealmæssige luftskifte lavere end den funktionsbaserede, kan det tillades, at anlægget kører behovsstyret (VAV anlæg). Mindre areal og flere fugtige zoner giver større mulighed for at anvende VAV. For mere information om dette se *"Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme"*.

Montage

Friskluft skal indblæses i opholdsrum, og der skal suges ud fra køkken og bad. Det skal sikres, at der sker en god overførsel af luften fra opholdsrum til køkken og bad. Der er krav om 100 cm² mod adgangsrum og oplukkeligt vindue/dør eller lem i rum, som der suges fra.

Ventilationsaggregatet placeres typisk på loft eller i kælder. Placering af aggregat på anden etage er muligt, men stiller yderligere krav til ventilationsrum m.m.

Aggregatet bør placeres i centrum af det område, det skal betjene. Det er en god ide, hvis aggregatet ikke

placeres lige oven på et sove- eller opholdsrum for at minimere risikoen for eventuelle støjgener. Desuden skal aggregatet placeres med plads omkring det til at forbinde kanaler, tilslutte strøm og afløb.

Hvis aggregatet er placeret i et lille rum med hårde overflader, vil støjniveauet omkring dette stige i forhold til en fri placering i et større rum. Der bør være plads til opsætning af tykt lydabsorberende materiale på rummets indvendige sider (væg og loft). Dette kan reducere lydniveauet væsentligt.

Hvis ventilationsaggregatet placeres på loftet, skal det stå på et fast underlag. Underlaget skal være vibrationsdæmpet for at undgå bygningslyd fra aggregatet. Dette kan fx opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion af en finerplade nederst, herover 100 mm trædefast mineraluld afsluttet med betonflise og med svingningsdæmpere, som aggregatet stilles på.

Placeres anlægget på loftet, bør der monteres et styrepanel med relevante driftsalarmer placeret synligt for driftspersonalet i stueetage eller kontor .

Ved behovsstyring anbefales det, at der reguleres, så vandindholdet i luften indendørs ikke er større end det aktuelle vandindhold udendørs + 3 gram.

For at tilføre de sidste 10-20 % varme til indblæsningsluften om vinteren kan ventilationsaggregatet have en vandbaseret eftervarmeplade, hvis dets varmegenvindingsgrad er under ca. 85 %. Tilslutning af varmerør til vandeftervarmepladen skal udføres af en autoriseret vvs-installatør. Varmerørene skal isoleres, og der skal etableres frostsikring.

En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til aggregatet og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne.

Ventilationsanlæg med et elforbrug til ventilatorerne over 3.000 kWh pr. år skal forsynes med elmålere.

Ventilationsanlæg med et varmeforbrug til varmeflader over 10.000 kWh pr. år skal forsynes med varmeenergimålere. Elforbruget i elvarmeflader, hvor det samlede forbrug overstiger 3.000 kWh pr. år, skal også forsynes med målere.

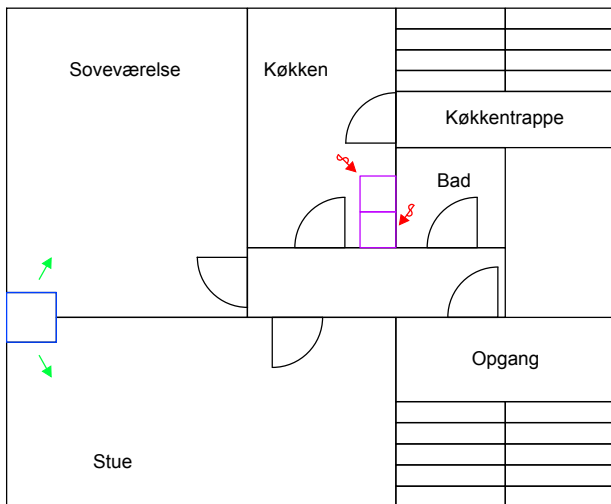


Fig 1: Løsning 1 - med anvendelse af eksisterende skorsten i stue til indblæsning + eksisterende aftræk i køkken/bad til udsugning.

Ventilationskanaler

Kanalsystemet bør som grundregel udføres så enkelt og ensartet som muligt i alle lejlighederne, da det gør indreguleringen lettere. Kanalsystemet kan udføres på flere forskellige måder afhængig af opførelsestidspunkt af den respektive ejendom. Se mere om det i "Guide Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme".

En central røgventileret løsning anbefales ofte til byggeri opført i perioden 1850 - 1900.

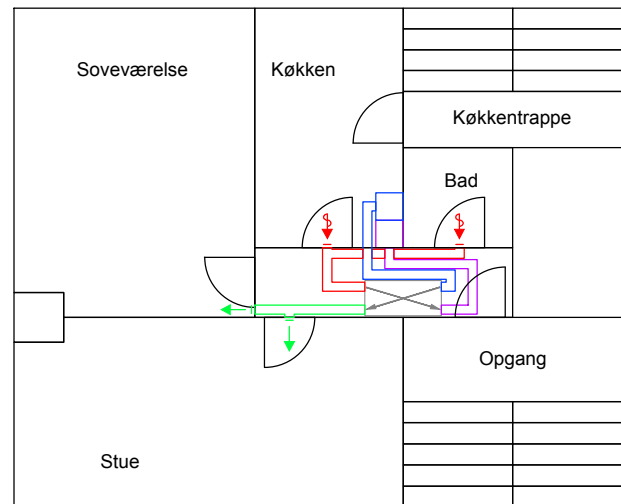


Fig 2: Løsning 2 - med anvendelse af eksisterende skorsten i køkken til udsugning og eksisterende skorsten i stue til indblæsning.

Udsugningarmaturer placeres så tæt på fugtafgiver som muligt. Indblæsningsarmaturer placeres længst væk fra døren/overstrømningsventilen. Hvis dette ikke er muligt, bruges armaturer, der blæser luften langt ind i rummet.

Luftlyd fra kanaler og ventiler i lejligheden samt støj fra aggregatet må ikke overstige 30 dB(A). Er der rene toner, reduceres kravet til 25 dB(A). Støjgener fra ventiler og kanaler kan opstå som følge af underdimensionerede kanaler og ventiler. Herved øges lufthastigheden og dermed trykfaldet over ventiler, hvilket forårsager "suselyde". Det er altså vigtigt, at hele ventilationssystemet er veldimensioneret, hvis risikoen for støjgener skal minimeres.

Indregulering og aflevering

Når ventilationsanlægget og ventilationskanalerne er monterede, skal det samlede ventilationsanlæg indreguleres og afleveres.

Ventilationsanlægget skal være udført, indreguleret og afleveret som anvist i DS 447, Norm for mekaniske ventilationsanlæg. Anvisningerne mht. aflevering og dokumentation SKAL overholdes.

Relevante punkter med hensyn til, hvad en aflevering skal indeholde, er gengivet nedenfor:

- Drifts- og vedligeholdsinstruktion
- Anlægsbeskrivelse indeholdende:
 - Beskrivelse: Fx kontroludsugningsanlæg der består af ...
 - Funktion: Fx ½ gang luftskifte i timen
 - Beskrivelse af brand- + røgsikring
 - Opbygning (tegninger)
- Komponentoversigt + data (datablade)
- Styringsbeskrivelse + funktionsdiagram
- Vedligeholdsanvisninger. Rengøring herunder bl.a.:
 - Bruger: Rengøring af ventiler mv. - hvordan og tidsinterval
 - Bruger/varmemester: Rengøring og vedligehold af hele systemet - hvordan og tidsinterval
- Anlægstegninger
- Indreguleringsrapport
- Kræv yderligere et maksimalt trykfald på
 - Enfamiliehuse 70 Pa
 - Etageejendomme 300 Pa/40 Pa ved decentrale aggregater
 - Alternativ som driftspunkt for det valgte aggregat

Tjekliste

Der skal foretages forundersøgelse af ejendommen, hvor der ønskes etableret balanceret ventilation med varmegenvinding. Tjeklisten nedenfor er baseret på, at det forventes, at et centralt anlæg kan etableres.

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Bygningsalder	Opførelsesår for bygning	Årstal []	Se 1
Renovering af bygning	Årstal for større renoveringer	Årstal []	Se 2
Fredning	Er ejendommen omfattet af facadeklausuler eller anden fredning?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Systemopbygning	Anvendes et røgventileret system?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Tætning af klimaskærm	Er klimaskærmen blevet tætnet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Antal opholds- og soverum	Er der flere end to opholdsrum pr. lejlighed?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Kanalføring (1)	Kan der skaffes adgang til to eksisterende skorstene/aftrækskanaler pr. lejlighed?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Kanalføring (2)	Er skorstene benyttet til røgaftræk?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Kanalføring (3)	Er skorstene fyldt med byggeaffald m.m.?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Placering af aggregat	Findes der et tilstrækkeligt frirum (højde og areal) i tagrum til at etablere et aggregat (til en eller flere opgange)?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10
Kanalføring fra aggregat	Er det muligt at føre vandrette kanaler i tagrum fra aggregat til lodrette kanaler (skorstene/eksisterende aftrækskanaler og nye kanaler)?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 11
Adgangsforhold til loft	Er det muligt at bære et modulopbygget centralt aggregat op til tagrum?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 12
Frostfri placering af aggregat	Kan aggregatet placeres frostfrit?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 13
Afløb for kondensvand	Er det muligt at føre afløb fra aggregat til faldstamme?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 14
Underlag for aggregat	Er det muligt at etablere et fast og vibrationsfrit underlag, som aggregatet kan stå på?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 15
Plads til servicering af aggregat	Er der god plads foran aggregatet, så man kan komme til at servicere det?	Ja [] Nej []	Se 16
Isolering af ventilationskanaler	Er det muligt at brand- og kondensisolere de nye kanaler fra aggregat til skorsten?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 17
Isolering af indtags- og afkastkanaler	Er indtags- og afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 18
Fald på afkastkanal	Er det muligt at opføre kanal til afkast med fald?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 19
Lydisolering mellem lejligheder	Benyttes fælles hovedkanal mellem etagerne?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 20

1. Bygningsalder

Alder er afgørende for fremføringsmuligheder. Se den nævnte guide.

2. Renovering af bygning

Større renovering kan betyde, at tagetagen udnyttes, hvilket umuliggør centralt anlæg på loft (alternativt placering kan være i kælder). Endvidere kan skorstens-piben være revet ned og byggeaffald nedkastet i skorstensrør.

3. Fredning

Hvis der er facadeklausuler eller anden fredning for ejendommen, vil det ofte betyde, at der er krav til den arkitektoniske udformning af henholdsvis indtag og afkast. Se guide.

4. Systemopbygning

Hvis ikke et røgventileret system anvendes, som anbefalet, skal det sikres, at der er tilstrækkelig plads til brand- og røgspjæld fra eksisterende skorstene/aftrækskanaler til lejlighed. Ved opførelse af nye kanaler kan brand- og røgspjæld i etageadskillelsen anvendes. Herved mindskes pladsbehovet. Se guide.

5. Tætning af klimaskærm

Hvis klimaskærmen ikke allerede er blevet tætnet, er der behov for dette, da infiltrationen ellers vil være for høj.

6. Antal opholds- og soverum

Er der flere end to opholds- og soverum, skal det kontrolleres, om alle rum støder direkte op til en skorsten. Én skorsten kan forsyne 5 etager med lejligheder op til 200 m².

7. Kanalføring (1)

Der er brug for enten to skorstene pr. lejlighed, en skorsten og en aftrækskanal pr. lejlighed eller to aftrækskanaler pr. lejlighed. Ellers skal der etableres nye lodrette kanaler/skakte som erstatning. Det er relativt pladskrævende og vil i mange tilfælde stille krav om brandisolering (se guide). Vær opmærksom på, at placering af skorstene skal være i henholdsvis køkken og mellem lejlighedens opholdsrum. Skorstenene må kun betjene en lejlighed pr. etage. Se yderligere løsninger i guide.

8. Kanalføring (2)

Hvis skorstenene er benyttet til røgaftræk, kan de ikke bruges til fremføring af ventilationskanaler.

9. Kanalføring (3)

Det bør undersøges, om byggeaffaldets top er højere end ½ m fra stueetagens loft. Hvis dette er tilfældet, kan skakten sandsynligvis ikke anvendes, medmindre nye oprensningsværktøjer udvikles.

10. Placering af aggregat

Se guide.

11. Kanalføring fra aggregat

Hvis ikke loftet kan anvendes, skal et alternativt sted til aggregatet findes fx kælder. Eller man kan vælge anden løsning fx decentral ventilation.

12. Adgangsforhold til loft

Hvis adgangsforholdene ikke er tilstrækkelige, skal taget åbnes og aggregat løftes ind med kran. Ellers kan andre placeringsmuligheder undersøges fx kælder. Vær opmærksom på, at der findes både modul- og ikke-modulopbyggede anlæg. Se guide.

13. Frostfri placering af aggregat

Hvis ventilationsaggregatet placeres et sted, hvor der er risiko for frost - fx i tagrum - skal det være sikret mod frost. Dvs., at det skal efterisoleres med minimum 50 mm isolering, eller der skal vælges et præisolert aggregat. Evt. vandeftervarme skal være sikret mod frostsprængning, og kondensafløbet skal være isoleret. Ekstra sikring kan opnås ved at placere aggregat på en vandtæt bakke med 10 cm opsamlingskant og afløb med fald mod tagrende. Vandeftervarmebladen og dyr frostsikringsautomatik kan dermed undværes, hvis varmevekslerens effektivitet er mindst 85 % ved den maksimale luftstrøm. Desuden kan der spares energi.

14. Afløb for kondensvand

Hvis der ikke kan etableres et afløb, kan et aggregat med roterende veksler alternativt anvendes. Vær opmærksom på lugtgener ved anvendelse af roterende veksler. I visse tilfælde kan afløb alternativt ledes til tagrende (el-tracer).

15. Underlag for aggregat

En sandwichkonstruktion skal anvendes. Se guide. Etableres der underlag på et elastisk bærelag, fx hanebånd er det vigtigt, at denne afstives under sandwichkonstruktionen.

16. Plads til servicering af aggregat

Aggregatet skal placeres med mindst 60 cm foran aggregatets front, så det er muligt at komme til at servicere det. Lågen skal desuden kunne åbnes 90° uden at støde på forhindringer.

17. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke det er muligt at brand- og kondensisolere ventilationskanaler, skal et brand- og røgafspærret system anvendes (BRS og RS). Se DS 428-4 og DS 452.

18. Isolering af indtags- og afkastkanaler

Indtags- og afkastkanaler skal isoleres med mindst 50 mm isolering afsluttet med en beklædning af plast eller alufolie udvendigt.

19. Fald på afkastkanal

Der skal være et let fald på afkastkanalen mod ventilationsaggregatet, så evt. kondensvand ledes væk.

20. Lydisolering mellem lejligheder

Ved fælles kanalføring skal der monteres en lyddæmper enten lige før eller efter en etageadskillelse for at undgå, at lyd bevæger sig fra lejlighed til lejlighed.

Bemærk, at der kan forekomme lydoverførelser mellem rum i en lejlighed. Dette kan afhjælpes ved at installere lyddæmpere på kanalstrækningerne.

Indeklima

Et ventilationsanlæg hjælper med at udskifte luften i bygningen. Hermed sikres en bedre luftkvalitet, og risikoen for fugtproblemer reduceres kraftigt. Hvis filtret udskiftes med jævne mellemrum, reduceres koncentrationen af udefrakommende partikler og pollen i indeluften. Det er vigtigt, at filtrene udskiftes i henhold til producentens anvisninger, da gamle tilsmudsede filtre kan være en væsentlig kilde til forurening af indeluften.

Når anlægget dimensioneres, er det vigtigt at reducere støjgener fra anlægget så meget som muligt. Overvej ligeledes risikoen for træk fra anlægget.

Virksomhedens stempel og logo:

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

Bygningsreglementet BR15
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder:

DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg
DS 447 Norm for mekaniske ventilationsanlæg
DS/EN 308 Varmevekslere. Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger

Kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.
Eller gå ind på hjemmesiden:
www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for energibesparelser i bygninger