

# Decentral 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 eller bad.

Kun ved en relativ 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 "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme", som der henvises til i denne energiløsning.

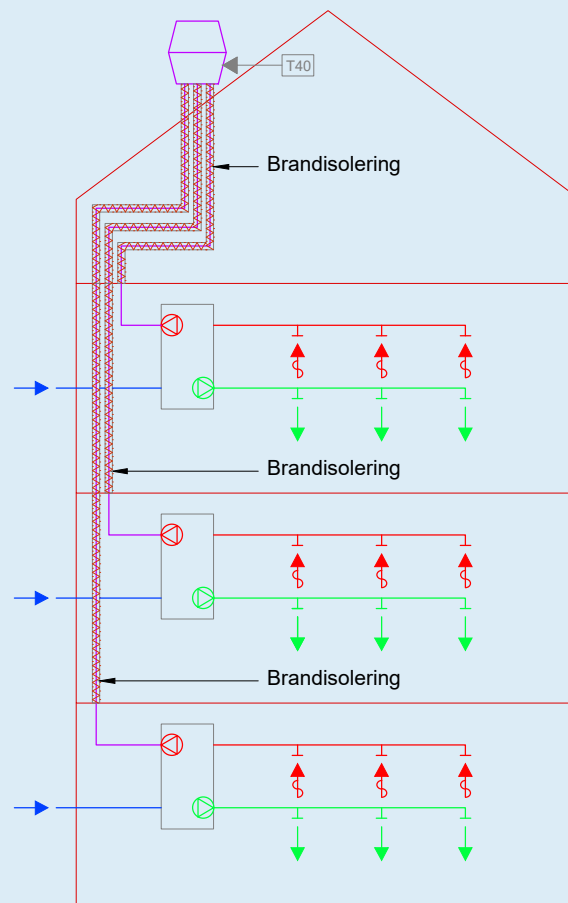
## Anbefaling

Minimum:

Varmegenvindingskrav	SFP krav
80 %	1000 J/m <sup>3</sup>

Lavenergi:

Varmegenvindingskrav	SFP krav
85 %	800 J/m <sup>3</sup>



## 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 %.

Det specifikke elforbrug skal være inkl. evt. energi til ro-tormotorer og den luftstrøm, der kræves til den enkelte lejlighed (typisk 126 m<sup>3</sup>/h) Vær opmærksom på, at aggregatleverandører i deres brochuremateriale kan angive en virkningsgrad helt op til 90 %, selvom dette ikke gælder i det aktuelle driftsområde og uden kondensation og uden ventilatorvarmetilskud.

## Energibesparelse

Nedenstående skema viser størrelsesordenen af den årlige energibesparelse ved udskiftning fra hhv. mekanisk ventilation uden varmegenvinding og naturlig ventilation til decentral ventilation. Bemærk, at der ved konvertering fra naturlig ventilation kommer et mindre tillæg på elforbruget, idet der bruges el til at drive ventilationsanlægget

Eksisterende ventilationssystem	Nyt <u>decentralt</u> ventilationsanlæg med varmegenvinding (VGV)		
	Lejlighedens størrelse m <sup>2</sup>	Minimum VGV = 80 % Varmebesparelse kWh/år	Lavenergi VGV = 85 % Varmebesparelse kWh/år
Naturlig ventilation eller mekanisk udsugning	60	3.640	3.870
	80	3.640	3.870
	100	3.640	3.870
	120	3.755	3.990
	Lejlighedens størrelse m <sup>2</sup>	SFP = 1000 J/ m <sup>3</sup> Mer elforbrug KWh/år	SFP = 800 J/ m <sup>3</sup> Mer elforbrug KWh/år
Naturlig ventilation	60	307	245
	80	307	245
	100	307	245
	120	316	253
Mekanisk udsugning (SFP = 1000 J/m <sup>3</sup> )	60	0	-61
	80	0	-61
	100	0	-61
	120	0	-63

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

### CO<sub>2</sub>-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,211 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

### Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.  
(højest for nye kedler)

### Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	En tætnet og efterisoleret lejlighed med naturlig ventilation forsynes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 85 % og en SFP på 800 J/m <sup>3</sup> . Lejligheden er i alt 60 m <sup>2</sup> med et køkken og et badeværelse.  Elprisen er 2,70 kr./kWh Fjernvarmeprisen er 0,50 kr./kWh	
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	Opvarmning af friskluft ved naturlig ventilation Elforbrug til drift af ventilationsanlæg Besparelse	3.870 kWh 245 kWh 3.625 kWh
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	3.870 kWh/år x 0,50 kr./kWh Omkostninger i el til drift af ventilationsanlæg 2,70 kr./kWh x 245 kWh Besparelse	1.935 kr. 662 kr. 1.935 kr. - 662 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	CO <sub>2</sub> -besparelse fjernvarme      0,072 kg/kWh x 3.870 kWh = CO <sub>2</sub> -tillæg el                      0,211 kg/kWh x 245 kWh = CO <sub>2</sub> -besparelse                      333 kg - 55 kg = =	279 kg 52 kg 227 kg 0,2 tons

### Udførelse

Ved en decentral løsning er aggregatet placeret i lejligheden. Afhængigt af systemets opbygning er der forskellige muligheder for, hvordan luften energimæssigt og økonomisk tilvejebringes lettest. Dette er beskrevet i "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme".

Fælles for alle systemerne er, at ventilationen tilvejebringes ved udsugning i køkken og bad/WC og evt. bryggers samt indblæsning i stuer og værelser. Afkast og indtag etableres over tag, som ventilationsriste i facaden eller en kombination af disse.

#### Dimensionering

*Ventilationsanlæg med separat emhætte (egen ventilator)*

Ventilationsanlægget skal dimensioneres til et luftskifte på minimum 0,30 l/s pr. kvadratmeter opvarmet etageareal.

Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilladt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/s pr. m<sup>2</sup> i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse. Derudover skal der, evt. på anden vis, være mulighed for et øget luftskifte fra køkken, bad, toilet bryggers og kælder på:

Køkken:            20 l/s (72 m<sup>3</sup>/h)  
Bad og toilet:    15 l/s (54 m<sup>3</sup>/h)  
Toilet/bryggers: 10 l/s (36 m<sup>3</sup>/h)

Er den arealmæssige udelufttilførsel lavere end hvad udsugningen fra køkken, bad, toilet og bryggers kanforøges til, kan det tillades, at anlægget kører behovs-

styret (variabelt VAV-anlæg). Mindre areal og flere fugtige zoner giver større mulighed for at anvende VAV.

Ved etablering af mekanisk ventilation med varmegenvinding vil emhætten typisk blive udskiftet som led i arbejdet. Emhætten skal jf. BR18 have en emfangsevne på 75 % eller højere. Ofte vil den udsugede luftmængde fra emhætten være væsentligt højere end de krævede 72 m<sup>3</sup>/h.

*Ventilationsanlæg med emhætte tilkoblet anlægget*  
Ventilationsanlægget skal i princippet dimensioneres som et anlæg med separat emhætte (egen ventilator). Forskellen er dog, at hvis den maksimalt udsugede luftmængde fra emhætten er større end de krævede 72 m<sup>3</sup>/h, så skal anlægget dimensioneres efter den største luftmængde.

#### Montering

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 cm<sup>2</sup> mod adgangsrum og oplukkelig vindue/dør eller lem i rum, som der suges fra.

Det anbefales, at aggregatet placeres over et nedhængt loft i lejlighedens gang, hvor loftshøjden typisk er over 270 cm (i det ældre byggeri). Kanaler i plast føres til lejlighedens øvrige rum over nedhængt loft, hvilket sikrer en nem montage.

Er anlægget hængt op under nedhængt loft i gangen, skal anlægget ophænges i egnede svingningsdæmpere. Da loft i ældre bygninger ofte er pudsede bræddeloft, anbefales det, at svingningsdæmperne befæstes i mere end et punkt. Dette kan udføres ved underlag af krydsfiner skruet fast til loft, hvorved en større flade på loftet belastes. Det anbefales også at fastgøre underlaget til de overliggende gulvbjælker, hvis det er muligt.

Er lofthøjden ikke tilstrækkelig, kan aggregat i køkkenmodulstørrelse anvendes. Aggregatet placeres i køkkenet mod gang i et højskab, der også skjuler kanaler ført fra aggregat til lejlighedens gang. Ventilationsaggregatet placeres i køkkenmodul og skal stå på et fast underlag. Underlaget skal være vibrationsdæmpet. Dette kan fx opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion af en finerplade nederst, herover 100 mm trædefast mineraluld afsluttet med betonflise, som aggregatet med svingningsdæmpere stilles på.

Det anbefales at koble emhætten til ventilationsanlægget, fordi en emhætte med separat afkast til det fri uden om ventilationsanlægget ellers kan inducere en kuldebro og øge infiltrationen. Styrepanel med relevante driftsalarmer placeres synligt i øjenhøjde. Ved behovsstyring anbefales det, at regulere luftmængden, så vandindholdet i luften indendørs er maksimalt 3 gram større end det aktuelle vandindhold udendørs.

## Udførelse (fortsat)

Ved brug af ventilationsaggregater med modstrømsvarmeveksler skal kondens afløb tilsluttes til afløb. En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til aggregatet og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne, såfremt de udføres i stål.

### Ventilationskanaler

Det er stort set altid at foretrække både økonomisk og arkitektonisk i videst omfang at anvende de eventuelle eksisterende kanaler/skorstene til indtag og afkast. Det forudsætter, at de brandmæssigt (hvad angår tæthed og brandmodstand) samt lugtmæssigt (sod i skorstene) kan bringes i orden med en brand-sikker coating. Herved respekteres arkitekturen i den aktuelle ejendom og samtidigt reduceres omkostningerne til installationerne. Det er yderst vigtigt, at valg af løsning foretages på baggrund af de mulige fremførings- og installationsmuligheder, der er tilstede i ejendommen. Der henvises her til "Guide: Ventilation med varmegenvinding i etageejendomme".

Hvis den eksisterende skorsten anvendes som fælles indtag/afkast for en opgang, indmures en betonflise mellem skorstenens øvre og nedre del. Over flisen anvendes skorstenen som enten afkast eller indtag. Skorstenens nedre del anvendes ikke.

Hvis der skal etableres nye kanaler til indtag og afkastkanaler, skal disse udføres i spiralfalsede rør/rektangulære metalkanaler med tætning af gummiringe. Hvis de eksisterende føringsveje for kanaler tillader større dimensioner end 100 x 100 mm, bør dette udnyttes. En dimension større (125 mm) vil reducere tryktabet til ca. 30 % af det ellers opnåede.

Kanaler i uopvarmede rum skal kondensisoleres med minimum 50 mm isolering. Vær opmærksom på, at der ud over kondensisolering kan kræves brandiso-

lering. Se mere herom i "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme". Kanalerne inde i lejligheden kan udføres med plastkanaler. I så fald er der krav om, at afkast- og indtagskanaler til og fra lejligheden ikke må udføres i plast, og at disse føres separat til op over tagflade. Hvis der anvendes plastkanaler udgår disse oftest fra manifold til den enkelte udsugning/indblæsning. Typisk mellem  $\varnothing 60$  -  $\varnothing 80$  mm.

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). Er trykfaldet eksempelvis for højt over en ventil, fordi kanalsystemet er udført med få små dimensioner, kan dette forårsage øget støj, hvorved kravet ikke kan overholdes. Det er derfor vigtigt, at hele anlægget er veldimensioneret. Indblæsnings- og udsugningsarmaturerne skal ved ønsket luftstrøm have et maksimalt tryktab på 10-15 Pa.

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. Hvis skorstenspipecapen over tagryg er revet ned, skal der etableres nyt afkast, som i mange tilfælde i ældre byggerier skal være arkitektonisk korrekt pga. facadeklausuler.

Da de eksisterende aftræk i en decentral løsning ofte fungerer som både indtag og afkast, kræver det udfletning fra de forskellige lejligheder på loft. Den ene side af betonkernen er en opgangsindtag, og den anden er afkast. Skal det undgås, at kanalerne føres separat og brandisoleret fra betonkernen til indtag/afkast, skal tryktabet i afkastet/indtaget være meget lille (under 20 Pa, og der må i så fald ikke anvendes plastikkanaler i lejligheden). Indtags- og afkasthætter bør som minimum overholde nedenstående punkter med hensyn til afstande:

- 1,0 meter målt vandret i ydervæg og på tag. Alternativt kan afkast hæves 1,0 meter målt lodret over overkant af luftindtag
- 2,5 meter målt lodret nedad i ydervæg, hvis den vandret er placeret indenfor 1,0 m
- 2,5 meter målt vandret på tag til luftafkast fra røgventilator for røgventilerede systemer eller for røgdudluftningsanlæg. Alternativt kan afkast hæves 1,0 meter målt lodret over overkant af luftindtag

Hvis dette ikke kan overholdes, skal luftindtag forsynes med røgspjæld og røgdetektor jf. DS 428. Indtagshætter skal føres over tagryggen.

Hvis der er tale om en indtagsrist, bør den placeres på en nordvendt væg for at opnå køleeffekt om sommeren.

Indtag kan også etableres i den enkelte lejlighed mod gårdside via eksisterende rist/åbning i klimaskærm fra tidligere fadebur, hvilke ofte kan være en billigere løsning. Se eksempler på indtag og afkast i "Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme".

Armaturerne skal ved ønsket luftstrøm have et maksimalt tryktab på 10-15 Pa.

#### Aflevering og indregulering

Ventilationsanlægget skal indreguleres og afleveres som anvist i DS 447, Norm for mekaniske ventilationsanlæg.

Relevante punkter mht., hvad en aflevering skal indeholde, er gengivet her.

- Drifts- og vedligeholdsinstruktion
- Anlægs beskrivelse indeholdende:
  - Beskrivelse: Fx kontroludsugningsanlæg der består af ...
  - Funktion: Fx ½ gang luftskifte i timen
  - Beskrivelse af brand- + røgsikring
  - Opbygning (tegninger)
- Komponent oversigt + data (datablade)
- Styringsbeskrivelse + funktionsdiagram
- Vedligeholdsanvisninger. Rengøring bl.a.:
  - Bruger: Rengøring af ventiler mv. - hvordan og tidsinterval
  - Bruger/varmemester: Rengøring og vedligehold af hele systemet - hvordan og tidsinterval
- Anlægstegninger
- Indreguleringsrapport

## Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Bygningsalder	Opførelsesår for bygning	Årstal [     ]	Se 1
Skorsten	Kan eksisterende skorsten anvendes som kanal?	Ja [   ] Nej [   ]	Se 2
Fredning	Er ejendommen omfattet af facadeklausuler eller anden fredning?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis ja: se 3
Tætning af klimaskærm	Er klimaskærmen tilstrækkelig tæt?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 4
Kanalføring (1)	Findes der et eksisterende hul mod gård (fadebur) og en aftrækskanal?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 5
Kanalføring (2)	Findes der to eksisterende aftrækskanaler dels fra køkken og bad?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 6
Placering af aggregat	Er lofthøjden over 2,7 m?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 7
Adgangsforhold til lejlighed	Kan der træffes aftale med lejerne om adgang til lejlighederne i forbindelse med udførelsen af service på anlæggene?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 8
Afløb for kondensvand	Er det muligt at føre afløb fra aggregat til øvrige afløbsinstallationer?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 9
Underlag for aggregat	Er det muligt at etablere et fast og vibrationsfrit underlag, hvis aggregatet placeres i køkkenet?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 10
Ophæng for aggregat	Er det muligt at etablere et fast og vibrationsfrit ophæng, hvis aggregatet placeres i gangen?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 11
Plads til servicering af aggregat	Er der med den valgte placering tilstrækkelig plads foran aggregatet, så man kan komme til at servicere det?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 12
Fald på afkastkanal	Er det muligt at udføre afkastkanal fra aggregat til eksisterende aftrækskanal med svagt fald?	Ja [   ] Nej [   ]	Hvis nej: se 13

**1. Bygningsalder**

Alder er afgørende for fremføringsmuligheder. Se ”Guide: Ventilation med varmegenvinding i eksisterende etageejendomme.”

**2. Skorsten**

Større renovering kan have medført, at skorstenspi-ben er blevet revet ned, og byggeaffald er nedkastet i skorstensrør. I så fald kan øvrig del af skorstenen ikke anvendes til samlet indtag/afkast. Se guide.

**3. Fredning**

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

**4. Tætning af klimaskærm**

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

**5. Kanalføring (1)**

Findes der én eksisterende aftrækskanal, men intet eksisterende hul mod gård (fadebur) etableres en ny indtagskanal i gangen langs væg. Findes der ingen eksisterende aftrækskanal, skal der fremføres ny separat afkastkanal til den enkelte lejlighed. Indtag som ovenstående. Se guide

**6. Kanalføring (2)**

Findes der to kanaler, anvendes disse hhv. til indtag og afkast. Hvis ikke, fremføres to nye separate kanaler til hhv. indtag og afkast i gangen. Se guide.

**7. Placering af aggregat**

Er lofthøjden 2,7 m eller derover placeres aggregatet i lejlighedens gang over nyt nedhængt loft (byggehøjde for aggregat 30 cm). Er loftshøjden under 2,7 m overvejes alternativ placering i køkken med aggregat i køkkenmodul mål placeret i nyt højskab, som skjuler kanalføringer. Se guide.

**8. Adgangsforhold til lejlighed**

Er det ikke muligt, bør en central løsning overvejes.

**9. Afløb for kondensvand**

Hvis der ikke kan etableres et afløb, kan et aggregat med roterende veksler alternativt anvendes.

**10. Underlag for aggregat**

En sandwichkonstruktion skal anvendes. Se guide.

**11. Ophæng for aggregat**

Anlægget skal om muligt ophænges i mere end fire punkter (større areal). Se guide. Om muligt vurderes yderligere støjdæmpende foranstaltninger (trædefast mineraluld fastgjort til væg og loft) over nyt nedhængt loft i gang

**12. Plads til servicering af aggregat**

Aggregatet skal placeres, så der er god mulighed for serviceadgang for at kunne skifte filtret.

**13. Fald på afkastkanal**

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

## Indeklima

Et ventilationsanlæg hjælper til 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 beboerne instrueres i udskiftning af filtret, og hvor ofte dette skal gøres, 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.



## Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved nyinstallation i en eksisterende bygning eller en total udskiftning af et eksisterende mekanisk ventilationsanlæg stiller det gældende bygningsreglement krav.

Kravene er blandt andre, at ventilationssystemet skal projekteres og udføres i overensstemmelse med DS 447, DS 428 og DS 452.

For bygninger, der anvendes til bolig skal de konkrete ventilationskrav i gældende bygningsreglement opfyldes med hensyn til luftmængder. For den energimæssige ydeevne af et mekanisk ventilationsanlæg stilles der krav i bygningsreglementet om brug af varmegenvinding og til anlæggets elforbrug til lufttransport (SFP-krav). Energiløsningens minimumsanbefaling opfylder netop kravene.

I særlige tilfælde, hvor det for eksempel af bygningstekniske årsager ikke kan lade sig gøre at opfylde kravene i det gældende bygningsreglement fuldt ud, kan der søges om dispensation. Fx kan der af pladshensyn, være behov for at bruge mindre ventilationskanaler, og dermed øges tryktabet, som har betydning for SFP-kravet, hvorved kravet måske ikke kan opfyldes.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning, inden ventilationsanlægget tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

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 BR18

[www.bygningsreglementet.dk](http://www.bygningsreglementet.dk)

- Kapitel 22 "Ventilation" - Krav og vejledning
- Andre vejledninger - Vejledning om installationer i eksisterende bygninger - kapitel 3 "Eksempler på installationsarbejder - Balanceret mekanisk ventilation"

EU-forordninger

[www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)

- 1253/2014 vedr. krav til miljøvenligt design for ventilationsaggregater
- 1254/2014 om energimærkning af ventilationsaggregater til boliger

### Danske standarder

DS 428 Brandsikring af ventilationsanlæg

- DS 447 Ventilation i bygninger - Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer
- DS 452 Termisk isolering af tekniske installationer
- DS/EN 308 Varmeveksler. 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](http://www.ByggeriOgEnergi.dk)



Videncenter for  
Energibesparelser i Bygninger