



Ventilationsanlæg med varmegenvinding

Det anbefales at installere et A-mærket ventilationsanlæg (jf. EU forordning 1254/2014) med varmegenvinding (betegnelse: "Ventilationsanlæg til boliger" eller "RVU - residential ventilation unit"), hvis et hus er relativt nyt, velisoleret og tæt, eller hvis et ældre hus er blevet efterisoleret og tætnet grundigt.

Der bør vælges et ventilationsanlæg med centralt behovsstyret regulering fremfor lokal behovsstyret regulering, da det er en væsentligt dyrere løsning.

Regleringen af ventilationsanlægget skal ske via flertrinsdrev eller trinløs regulering.

Anbefaling

Minimum: Ventilationsanlæg med en tør virkningsgrad (VGV) på 80 % og et specifikt elforbrug (SFP) på 1.000 J/m³

Lavenergi: Ventilationsanlæg med en tør virkningsgrad (VGV) på 85 % og et specifikt elforbrug (SFP) på 800 J/m³

Den tørre virkningsgrad skal være dokumenteret iht. EN 13141-7.

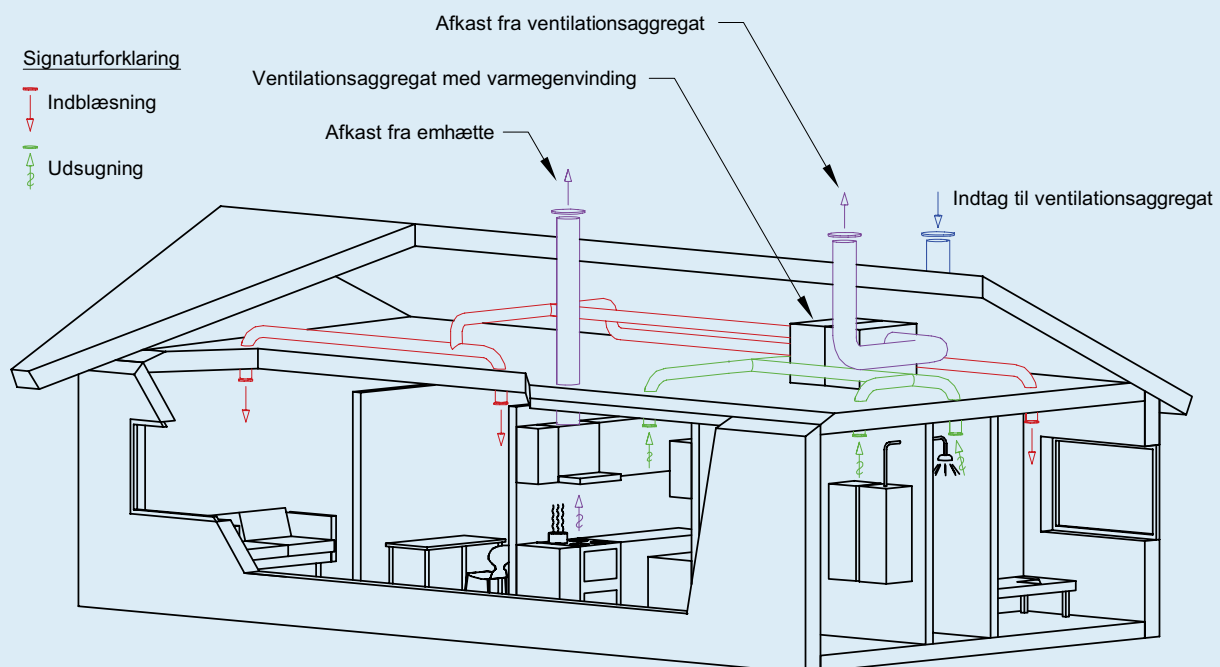
Ventilationsanlæg, der opfylder minimumskravene og har central behovsstyret regulering, vil altid opfylde kravene til et A-mærket anlæg i EU forordning 1254/2014.

Det specifikke elforbrug skal være incl. evt. energi til rotormotorer og målt ved 80 Pa eller det ønskede tryk til installationen, som typisk er:

- God plads til kanaler (hovedkanal $\varnothing 200$ - $\varnothing 250$): 40 Pa
- Alm. installation (hovedkanal $\varnothing 200$): 60 Pa
- Dårlig plads til kanaler (hovedkanal $\varnothing 160$ - $\varnothing 200$): 80 Pa
- Alle armaturer skal være store lavtryksarmaturer med tryktab på 5-10 Pa ved maksimal luftmængde

Fordele

- Bedre økonomi pga. varmegenvinding og dermed lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøger husets værdi
- Mulighed for ekstra ren luft ved valg af ekstra tætte filtre
- Fugt i luften reduceres, og derved minimeres risiko for fugt i husets konstruktioner og kondensdannelse og skimmelsvamp på kolde overflader
- Friskluftventiler i ydervægge er unødvendige



Energibesparelse

Ved montage af et ventilationsanlæg opnås der en besparelse på varmeregningen, idet en del af varmen genvindes.

Der kommer dog et mindre tillæg på elregningen, idet der bruges el til at drive ventilationsanlægget - svarende til 30-40 W.

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energibesparelse på varme ved installation af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 SFP 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	3.640	3.867
	140	5.720	6.077
	180	6.240	6.630

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energitillæg til el til drift af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 % SFP 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	307	245
	140	482	385
	180	526	420

Hvis huset tidligere ikke blev ventileret svarende til Bygningsreglementets krav, dvs. 12 gange i døgnet, bliver besparelsen mindre. Tallene i ovenstående tabeller, svarer *ikke* til det årlige elforbrug pr. 100 m² gulvareal (AEC) og den årlige opvarmningsbesparelse (AHS) i Ecodesigning forordning Nr. 1254/2014.

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ 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

Forudsætninger	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m ² forsynes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 85 % og en SFP på 800 J/m ³ . Huset er et standard et-plans parcelhus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ Elpris: 2,70 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Energiforbrug til opvarmning af den udluftede luft		6.077 kWh
	Elforbrug til drift af ventilationsanlæg		385 kWh
	Besparelse	6.077 kWh/år - 385 kWh/år =	5.692 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas	6.077 kWh/år / 11 kWh/m ³ =	552 m ³
	Besparelse gas	13,80 kr./m ³ x 552 m ³ =	7.624 kr.
	Omkostninger el til drift af ventilationsanlæg	2,70 kr./kWh x 385 kWh =	1.040 kr.
	Besparelse	7.624 kr. - 1.040 kr. =	6.584 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas	0,205 kg/kWh x 6.077 kWh =	1.246 kg
	CO ₂ -tillæg el	0,211 kg/kWh x 385 kWh =	81 kg
	CO ₂ -besparelse	1.246 kg - 87 kg =	1.165 kg
			1,2 ton

Udførelse

Dimensionering

Et egnet ventilationsanlæg kan findes ved hjælp af "Ventilationsberegneren". Den finder du her: <http://www.teknologisk.dk/ventilationslisten/korrekt-valg-af-anlaeg/35101>.

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. m² 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
Bad og toilet:	15 l/s
Toilet/bryggers/kælderrum:	10 l/s

Er huset over 300 m² eller betjener ventilationsanlægget mere end to etager, er der skærpede brandkrav (DS 428-5), og huset betragtes som en etageejendom. Se Videntcenterets energiløsning: "Central ventilation med varmegenvinding".

Kanalføringerne må ikke svække huset brandmæssigt eller statisk.

Det er væsentligt, at installatøren/montøren følger alle informationskravene fra punkt a til u i ecodesign-

forordning nr. 1253/2014, da en afvigelse fra dette medfører, at ventilationsfirmaet er ansvarlig for CE-mærkningen. Specielt punkt n vedrørende reguleringsfaktor og reguleringstypologi er væsentligt.

Montage

Ventilationen tilvejebringes ved udsugning i køkken og bad/wc og evt. bryggers samt indblæsning i stuer og værelser. Afkast og indtag over tag. Udsugningsarmaturer placeres så tæt på fugtafgiver som muligt. Indblæsningsarmaturer placeres længst væk fra dør til tilstødende rum.

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

En emhætte uden ventilator kan tilsluttes ventilationsanlægget.

Hvis ventilationsaggregatet placeres på loftet, skal det stå på et fast underlag, der har tilstrækkelig styrke til at bære anlægget samt 1-2 mand. Desuden skal underlaget være vibrationsfrit. Dette kan fx opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion, som aggregatet stilles på. Der bør være et styrepanel med en filteralarm placeret synligt i stueetagen. Aggregatet bør placeres i centrum af det område, det skal betjene.

Det er en god ide, hvis aggregatet ikke placeres lige oven på et opholdsrum af hensyn til støjgener. Desuden skal aggregatet placeres, så der er plads omkring det til at forbinde ventilationskanaler, tilslutte strøm og afløb - og ikke mindst til servicering.

Udførelse (fortsat)

Ventilationsaggregater med modstrømsvarmeveksler skal tilsluttes kondensafløb.

Er ventilationsanlæggets virkningsgrad over 85 % kan eftervarmeblade og tilhørende frostsikring undlades. For ringere anlæg kan de sidste 10-20 % varme til indblæsningsluften om vinteren tilføres med en vandbaseret eftervarmeblade. Tilslutning af varmerør til vandeftervarmebladen skal udføres af en autoriseret vvs-installatør. Varmerørene skal isoleres. Varmetabet kan også dækkes af husets radiatorer.

Der skal være by-pass på varmegenvindingsenheden. Der bør benyttes en løsning med automatisk by-pass via spjæld eller ved stop af rotor. En sommerboks bør undgås, da boligejeren enten selv skal montere den eller få et ventilationsfirma til at gøre det. By-pass ved sluk af indblæsningsventilatoren går ikke sammen med lokal behovsstyret regulering uden, at der er installeret automatiske friskluftventiler i facaden. Dette er en dyr løsning.

En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til aggregatet og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne. Anlægget skal forsynes via forbindelse, så elforbruget kan måles. Stikkontakt anbefales fremfor en fast forbindelse.

Ventilationskanaler

Kanalsystemet bør være så enkelt og symmetrisk som muligt, da det gør indregulering simpel. Kanalsystemet bør dimensioneres til en lufthastighed på 2,5 m/s, så der opnås et lavt tryk.

Ventilationskanalerne bør udføres i spiralfalsede rør med tætning af gummiringe. Til et enfamiliehus vil hovedkanalerne typisk være 160 mm eller 200 mm i diameter, og kanalerne til indblæsnings- og udsugningsarmaturer vil typisk være 100 mm i diameter.

Ventilationskanalerne skal minimum udføres med lige stykker, mindst svarende til 4 gange rørdiame-

teren før alle bøjninger. T-stykker bør så vidt muligt undgås. I stedet for T-stykker anbefales det at bruge 45° afgreninger og 45° og 90° bøjninger.

Alle ventilationskanaler tilsluttes aggregatet med en brandhæmmet fleksibel forbindelse for at undgå vibrationer i kanalerne. Når ventilationskanalerne føres gennem dampspærren, skal der anvendes en membrangennemføring. Det gælder også, hvis afløb eller elkabler gennembryder dampspærren.

Der skal monteres en lyddæmper ved ventilationsaggregatet, og det anbefales at montere lyddæmpere før indblæsnings- eller udsugningsarmaturer for at undgå, at lyd bevæger sig fra rum til rum via ventilationskanalerne.

Indtags- og afkasthætter eller tilsvarende riste bør placeres med minimum 3 meters afstand. 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.

Indtags- og afkasthætter eller indtagsriste bør være 1-2 dimensioner større end de kanaler, som de betjener for at formindske trykfald.

Indregulering

Når ventilationsanlægget og ventilationskanalerne er monterede, skal det samlede ventilationsanlæg indreguleres, så luftstrømmene, der suges ud og blæses ind, er lige store.

Tryktab over armaturer bør ikke overstige 10 Pa.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Frostfri placering af aggregat	Er aggregatet placeret frostfrit?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Afløb for kondensvand	Kræver aggregatet afløb for kondensvand?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Underlag for aggregat	Er der et fast og vibrationsfrit underlag, som aggregatet kan stå på?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Plads til servicering af aggregat	Er der god plads foran aggregatet, så man kan komme til at servicere det?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Isolering af ventilationskanaler	Er ventilationskanalerne isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Isolering af indtags- og afkastkanaler	Er indtags- og afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Fald på afkastkanal	Er der fald på kanal til afkast?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Indregulering	Foreligger der en indreguleringsrapport?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Manual til ventilationsanlægget	Findes der en manual til anlægget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9
Aflevering	Er aflevering udført i henhold til DS 447?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10

1. Frostfri placering af ventilationsaggregat

Hvis ventilationsaggregatet placeres et sted, hvor der er risiko for frost - fx i tagrum - skal det være sikret mod dette. Dvs., at det skal efterisoleres med minimum 50 mm isolering, eller der skal vælges et præisolere aggregat. Evt. vandeftervarme skal være sikret mod frostsprængning, og kondensafløbet skal være isoleret.

2. Afløb for kondensvand

Et ventilationsaggregat med modstrømsvarmeveksler kræver et afløb for kondensvand. Ventilationsaggregatets bund placeres, så der er fald mod afløb på 1-1,5 %. Afløbsrør skal have tilsvarende fald, og afløbet skal ledes til en vandlås. Vandlåsen skal være let tilgængelig for rensning og evt. efterfyldning om sommeren.

3. Underlag for aggregat

En sandwichkonstruktion kan fx opbygges af en gulvfinerplade 22 mm på bjælkelag, 100 mm trædefast mineraluld og en betonflise.

4. Plads til servicering af aggregat

Aggregatet skal placeres, så der er 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.

5. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke ventilationskanalerne ligger indbygget i isoleringslaget på loftet, skal de isoleres med mindst 50 mm isolering. Isoleringen afsluttes med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

6. Isolering af indtags- og afkastkanaler

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

7. Fald på afkastkanal

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

8. Indregulering

Der skal foreligge en indreguleringsrapport som dokumentation for, at der har været foretaget en indregulering. Hvis der ikke gør det, må der foretages en indregulering.

9. Manual til ventilationsanlægget

Brugermanualen skal være gennemgået med og udleveret til beboerne i huset.

10. Aflevering

Aflevering skal ske iht. DS 447 for, at ventilationsanlægget er lovligt installeret.

Indeklima

Et ventilationsanlæg sørger for, at luften i huset udskiftes. Hermed sikres en bedre luftkvalitet, og risikoen for fugtproblemer reduceres kraftigt. Det er vigtigt, at beboerne instrueres i udskiftning af filtre, og hvor ofte dette skal gøres, da gamle tilsmudsede filtre kan være en væsentlig kilde til forurening af indeluften. Ifølge EU forordning 1253/2014 skal ventilationsaggregater med et filter pr. 1. januar 2018 have et visuelt advarselssignal, som tændes, når filteret skal skiftes.

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

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

For bygninger, der anvendes til bolig, skal de konkrete ventilationskrav i gældende bygningsreglement opfyldes med hensyn til luftmængder, så der sikres tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold.

- Ventilationsanlægget skal således kunne yde et luftskifte på 0,30 l/s pr. kvadratmeter brutto opvarmet etageareal.
- Ventilationsanlægget skal kunne forøges til et funktionsbestemt luftskifte fra køkken, bad, toilet og bryggers. Køkken: 20 l/s, Bad og toilet: 15 l/s, Toilet/bryggers/kælderrum: 10 l/s.

For den energimæssige ydeevne af et mekanisk ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning der betjener én bolig, stilles der krav i bygningsreglementet om brug af varmegenvinding med en tør temperaturvirkningsgrad (VGV) på mindst 80% og et specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) på maksimalt 1.000 J/m³ ved maksimalt tryktab.

Ventilationssystemet skal projekteres og udføres i overensstemmelse med DS 447, DS 428 og DS 452.

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:

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder:

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

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

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

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.