



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

GUIDE

Guide til ventilation i enfamiliehuse

INDHOLD

HVORFOR VENTILATION?	3
Bygningsreglementets krav til ventilation i enfamiliehuse.....	4
To grundlæggende ventilationsmetoder	6
Utætheder i klimaskærmen bør undgås.....	7
Udluftning anbefales	7
NATURLIG VENTILATION	8
Vejledning til naturlig ventilation.....	9
Krav til udeluftventiler	10
Sådan placeres afkastkanalerne.....	12
Tips til emhætter ved naturlig ventilation	12
MEKANISK VENTILATIONSANLÆG.....	13
Specifikke krav til mekanisk ventilation	13
Muligt at spare energi.....	14
Vær opmærksom på støj	14
Huset skal være tæt	15
Vigtigt ved brændeovn	15
Tips til emhætter ved mekanisk ventilation	15
BOLIGVENTILATIONSVARMEPUMPE	17
BRUGSVANDSVARMEPUMPE	18
SUPPLERENDE VENTILATIONSMETODER	19
Decentral mekanisk ventilation	19
Sommerventilation	21

HVORFOR VENTILATION?

Ventilation er nødvendigt for at opretholde et tilfredsstillende indeklima både termisk og atmosfærisk. I boliger er ventilationen desuden afgørende for at fjerne den daglige fugtafgivelse fra personer, tøjvask, badning, madlavning m.m.

I et enfamiliehus med fire beboere vil fugtproduktionen typisk være på ca. 10 liter vand pr. døgn. Hvis fugten i luften ikke fjernes, er der øget risiko for, at den vil kondensere på kolde overflader, som i løbet af kort tid kan medføre vækst af skimmelsvamp, hvis der er organisk materiale tilstede.

For at fjerne fugt effektivt bør et ventilationssystem altid sikre en luftbevægelse *fra* beboelsesrum som fx værelser og stuer *mod* de mest fugtbelastede rum som badeværelse, toilet, køkken og bryggers, hvorfra luften fjernes direkte.

Ved renovering af enfamiliehuse, som fx udskiftning af vinduer og døre, vil huset ofte blive mere tæt. Herved nedsættes ventilationen. Dette kan medføre, at fugtniveauet i huset stiger. Dermed øges også risikoen for, at kolde overflader angribes af skimmelsvamp. I forbindelse med renovering skal man derfor altid sikre sig, at ventilationen ikke forringes.



Bygningsreglementets krav til ventilation i enfamiliehuse

Ventilationskravene for bygninger er beskrevet i paragraf § 420-452 i bygningsreglementet (BR18).

Overordnet krav til udelufttilførsel

Bygningsreglementets krav til ventilation af enfamiliehuse opfyldes ved en udelufttilførsel på mindst 0,3 l/s pr. m² opvarmet etageareal (udvendige mål).

En udelufttilførsel på 0,3 l/s pr. m² etageareal svarer til et luftskifte på 0,5 gange pr. time i rum med en normal rumhøjde på 2,5 meter. Hvis loftshøjden er højere end 2,5 meter, vil kravet på 0,3 l/s pr. m² opvarmet etageareal medføre et luftskifte, som er lidt mindre end 0,5 gang pr. time.

Krav til udsugningen i forskellige rum

Der stilles krav til, at udsugningen til enhver tid skal kunne øges til de angivne niveauer efter behov - fx når beboerne laver mad eller tager et bad:

Køkken (emhætte)	20 l/s
Bade- og wc-rum	15 l/s
Særskilte wc-rum, bryggers og kælder	10 l/s



Andre generelle krav til ventilation

Udelufttilførsel skal ske gennem åbninger direkte til det fri eller med ventilationsanlæg med indblæsning i beboelsesrummene og udsugning i badeværelse, wc-rum, køkken og bryggers.

Overførsel af luft fra et rum til et andet må ikke ske fra et rum, der er mere luftforurennet (fx af fugt) end det rum, det overføres fra.

Ventilationen må ikke medføre, at der optræder træk i opholdszonen.

Desuden må hverken ventilationsanlæg eller ventilationsåbninger tilføre stoffer, herunder mikroorganismer, som gør indeklimaet sundhedsmæssigt utilfredsstillende.

Køkkener i boliger skal forsynes med en emhætte med udsugning over kogepladerne. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk skal for at have tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen have en luftstrøm på mindst 120 l/s. Denne luftstrøm kan dog reduceres ved anvendelse af korrektionsfaktorer, såfremt emhættens udformning og placering understøtter dette i en konkret byggesag. Præ-accepterede korrektionsfaktorer er angivet i bygningsreglementets vejledning om ventilation. En anden måde at dokumentere tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen er en emfangsevne på mindst 75 pct. i overensstemmelse med de relevante teststandarder for emhætter. Krav om emhætte, fjernelse og tilførsel af luft gælder også i de tilfælde, hvor køkkenet er en del af et beboelsesrum (køkkenalrum). Emhætter med recirkulation og kulfilter fjerner ikke fugt og anses derfor ikke at kunne opfylde bygningsreglementets krav.

Hvis det ønskes, kan der anvendes behovsstyret ventilation som fx fugtstyret eller tidsstyret.

Krav ved renovering og ombygninger

Ventilationskravene i bygningsreglementet gælder også ved større renoveringsarbejder eller ved anvendelsesændring af eksisterende bygninger, der indrettes til bolig (fx ændring af en garage til bolig).

Ved renoveringsopgaver, som eksempelvis udskiftning af vinduer og døre, skal det samtidigt sikres, at bygningens ventilationsevne på opførelsestidspunktet opretholdes.

I forbindelse med udskiftning af vinduer i enfamiliehuse kan dette krav normalt opfyldes ved brug af vinduer med indbyggede udeluftventiler eller ved etablering af udeluftventiler i ydervæggen.

Vil du vide mere?

Social- og Boligstyrelsen har udgivet en vejledning til bygningsreglementet om ventilation.

www.bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/22/Vejledninger/Generel_vejledning







To grundlæggende ventilationsmetoder

Der er grundlæggende to metoder til ventilation af enfamiliehuse: naturlig ventilation og mekanisk ventilation.

Drivkræfterne i et naturligt ventilationssystem er termisk opdrift og vindpåvirkning af huset, mens de ved mekanisk ventilation er elektrisk drevne ventilatorer.

Ved begge ventilationsmetoder fjernes rumluft fra husets fugt- og luftforurenede rum (bad, køkken, toilet og bryggers), og udeluft tilføres ved indblæsning i beboelsesrummene (værelser og stuer).

Naturlig ventilation - fordele og ulemper	
 <ul style="list-style-type: none"> • Intet elforbrug til drift • Fungerer lydløst (der kan dog komme støj udefra) • Kræver ikke kanalføring 	 <ul style="list-style-type: none"> • Ingen varmegenvinding • Svært at filtrere udeluften (fx for pollen) • Risiko for at der ikke ventileres tilstrækkeligt • Kræver gennembrydning af tag og ydervægge til afkastkanaler og udeluftventiler • Risiko for trækgener

Mekanisk ventilation - fordele og ulemper	
 <ul style="list-style-type: none"> • Reduceret varmeforbrug pga. varmegenvinding • Mindre risiko for trækgener • Ventilationen er uafhængig af udeklimaet • Mulighed for filtrering af udeluften (fx pollenfilter) 	 <ul style="list-style-type: none"> • Øget elforbrug til drift af ventilatorer og automatik • Kræver regelmæssig service til filterskift m.m. • Risiko for støjgener fra anlægget • Risiko for overførelse af støj mellem rum via kanal-systemet • Kræver plads til aggregat, kanalføring, og kondensafløb

Utætheder i klimaskærmen bør undgås

Ventilation bør tilvejebringes ved brug af et system, der kan tilpasse luftskiftet efter det aktuelle behov.

Utætheder i klimaskærmen kan ikke styres og vil ofte medføre et højt luftskifte, når behovet er lavt, som fx en blæsende vinterdag, hvor beboerne ikke er hjemme. Det bør derfor altid tilstræbes at gøre husets klimaskærm så tæt som muligt, og samtidig sikre at huset har de nødvendige ventilationsåbninger eller et effektivt mekanisk ventilationsanlæg til at opretholde et tilfredsstillende indeklime.

Udluftning anbefales

Udluftning sker ved en aktiv handling, når en beboer fx åbner et vindue eller dør. I naturligt ventilerede boliger kan regelmæssige udluftningsvaner være med til at sikre et sundt og tilfredsstillende indeklime. Det anbefales normalt, at man udlufter mindst tre gange om dagen i perioder af ca. 5 minutters varighed og gerne under eller efter aktiviteter som fx badning, madlavning eller rengøring.

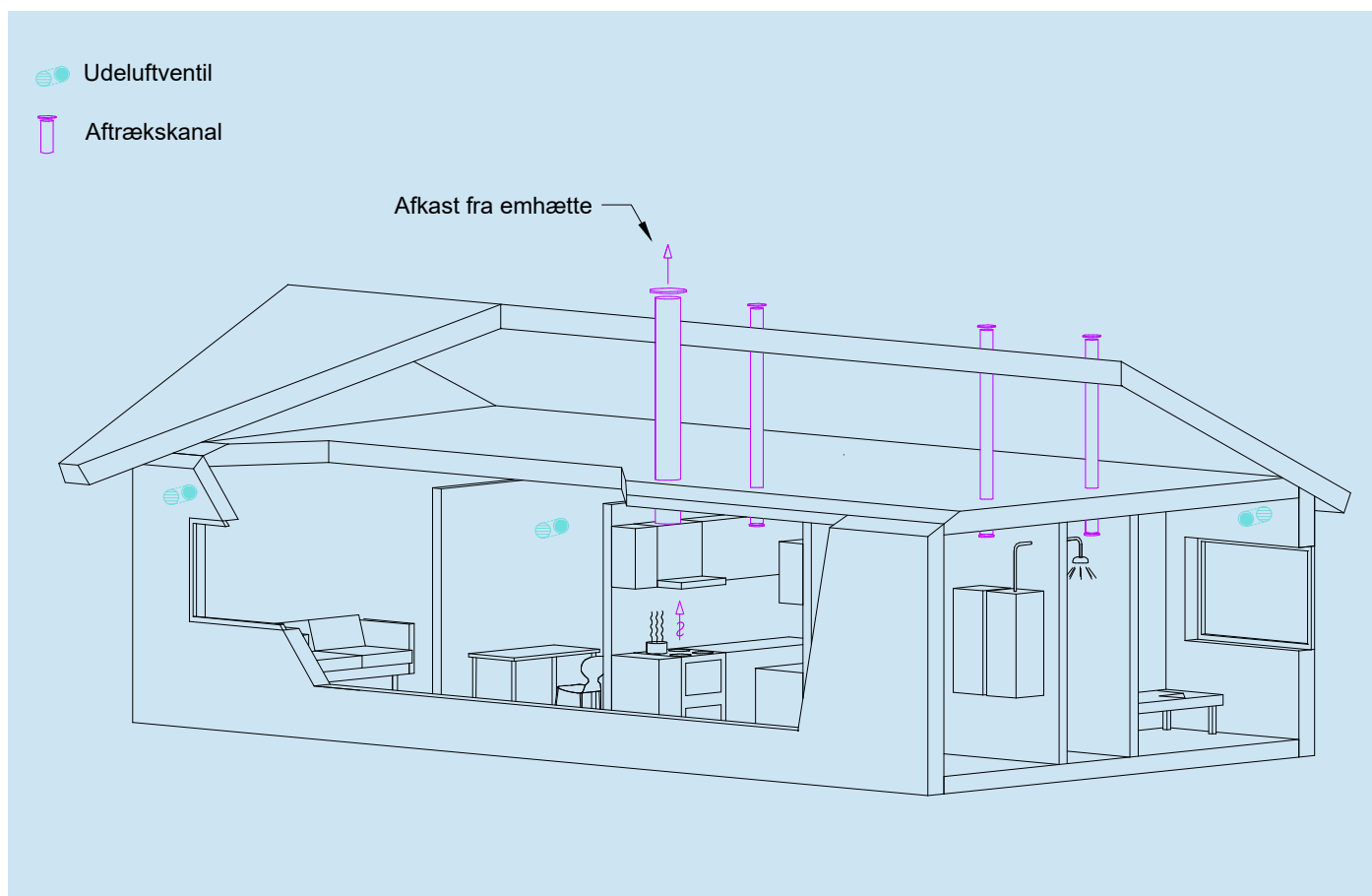
Udluftningsvanerne bør dog aldrig alene afgøre, om der kan opretholdes et godt indeklime. Dette skal ventilationssystemet kunne sørge for i samspil med beboernes mulighed for at justere efter behovet. Ved boliger med mekanisk ventilation opnås supplerende ventilation ved at åbne vinduer på varme dage og i situationer med mange personer til stede.



NATURLIG VENTILATION

Langt de fleste ældre huse har naturlig ventilation. Fordelen er, at der ikke er udgifter til elforbrug til de ventilatorer, som indgår i et mekanisk ventilationsanlæg. Dog er naturlig ventilation ofte kombineret med små fugtstyrede udsugningsventilatorer fx i badeværelser og på toiletter.

Naturlig ventilation fungerer ved, at indeluften fjernes fra huset via afkastkanaler, der monteres i loftet og føres op gennem loftrummet og husets tag. Dermed udnyttes den termiske opdrift i varm luft til at skabe grundventilationen. Udeluft tilføres normalt via udeluftventiler placeret i den øvre del af ydervæggene eller alternativt via friskluftventiler i vinduer eller ventilationsvinduer, der kan forvarme udeluften mellem glassene.



Vejledning til naturlig ventilation

Nedenfor er en nyttig oversigt over behovet for udeluftventiler og afkastkanaler ved naturlig ventilation af de forskellige rumtyper i et enfamiliehus.

Rumtyper i et enfamiliehus	Udeluft-ventil	Afkast-kanal	Forklaring
Køkken/alrum	✓	✓	Køkken/alrummet er en blanding mellem et vådrum og et beboelsesrum. Derfor skal der også være både en afkastkanal over tag med tværsnitsareal på mindst 200 cm ² og udeluftventiler med en samlet fri åbning på mindst 60 cm ² pr. 25 m ² gulvareal. Hvis rummet er mod ydervæg, skal der være et oplukkeligt vindue, lem eller yderdør. Emhætte med mekanisk udsugning over kogepladerne.
Køkken (separat)	⊘	✓	Afkastkanal over tag med tværsnitsareal på mindst 200 cm ² . Tilførsel af udeluft ved en åbning på mindst 100 cm ² mod adgangsrum. Hvis rummet er mod ydervæg, skal der være et oplukkeligt vindue, lem eller yderdør. Emhætte med mekanisk udsugning over kogepladerne.
Bade- og wc-rum	⊘	✓	Afkastkanal over tag med tværsnitsareal på mindst 200 cm ² . Tilførsel af udeluft ved en åbning på mindst 100 cm ² mod adgangsrum. Hvis rummet er mod ydervæg, skal der være et oplukkeligt vindue, lem eller yderdør.
Bryggers	⊘	✓	Afkastkanal over tag med tværsnitsareal på mindst 200 cm ² . Tilførsel af udeluft ved en åbning på mindst 100 cm ² mod adgangsrum. Hvis rummet er mod ydervæg, skal der være et oplukkeligt vindue, lem eller yderdør.
Stue og værelser	✓	⊘	Udeluftventil med fri åbning på 60 cm ² pr. 25 m ² gulvareal. I rum større end 25 m ² opfyldes kravet ved at supplere åbningsarealet på 60 cm ² med yderligere 2,4 cm ² pr. m ² gulvareal over 25 m ² .
Entré	⊘	⊘	Ingen krav, men yderdør og vinduer med ventilationsriste kan være en fornuftig løsning.
Gange	⊘	⊘	Gange ventileres indirekte, da de fungerer som forbindelsesrum mellem værelsernes udeluftventiler og vådrummenes afkastkanaler.
Kælder	✓	✓	Tilførsel af udeluft gennem en eller flere udeluftventiler. Fjernelse af indeluft fra mindst ét kælderrum med en aftrækskanal med kanaltværsnit på mindst 200 cm ² .

Vejledning om udeluftventiler og afkastkanaler ved naturlig ventilation i enfamiliehuse.

Krav til udeluftventiler

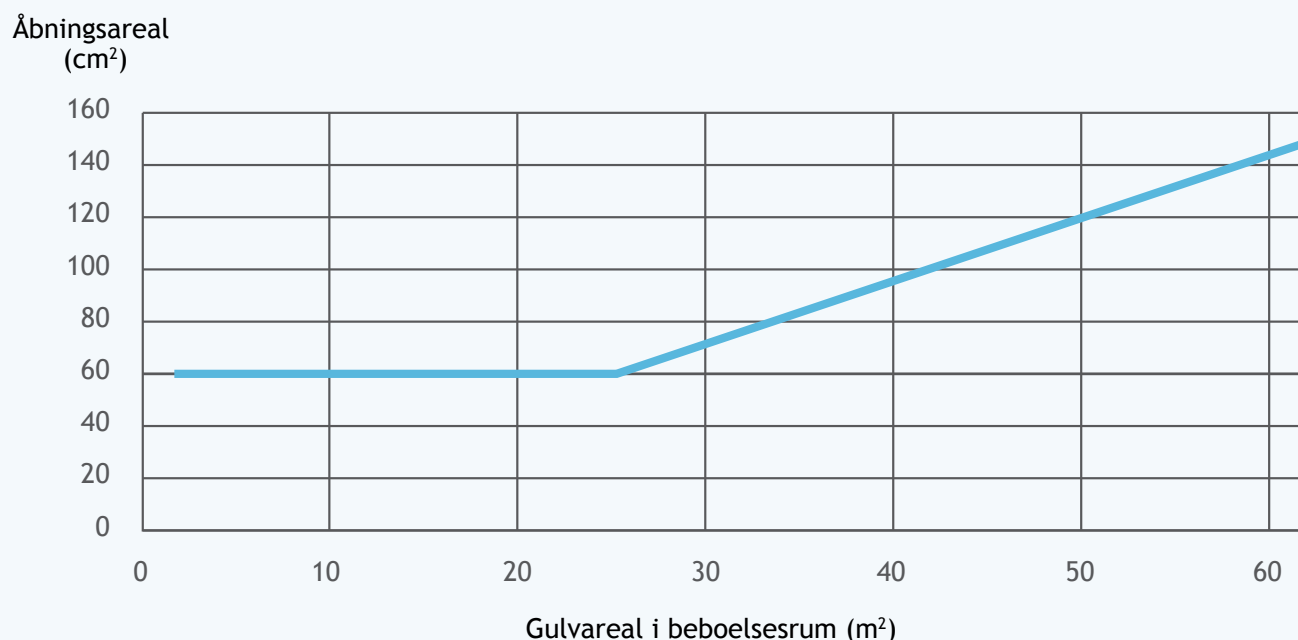
En udeluftventil tilfører udeluft til rummet og skal kunne regulere åbningsarealet enten trinvist eller kontinuerligt, sådan at der er mulighed for at tilpasse volumenstrømmen efter det behov, der er nødvendigt for at opnå et tilfredsstillende indeklima. For at beboerne aktivt anvender udeluftventilerne bør disse være lettilgængelige og simple at betjene.

Udeluftventilen kan være forsynet med insektnet og evt. et pollenfilter, og den skal derfor også være let at servicere og rengøre. Det er desuden vigtigt, at ude-

luftventilen er konstrueret og monteret, så den ikke giver anledning til kondensdannelse.

Krav til udeluftventilens størrelse eller åbningsareal er, at der skal være en samlet fri åbning på mindst 60 cm² indtil 25 m² gulvareal. I rum større end 25 m² opfyldes kravet ved at supplere åbningsarealet på 60 cm² med yderligere 2,4 cm² pr. m² gulvareal over 25 m². I diagrammet er dette forhold omregnet til cm² åbningsareal pr. m² gulvareal.

Bygningsreglementets krav til udeluftventilers samlede frie åbningsareal i beboelsesrum



Sammenhængen mellem udeluftventilens udvendige rørdiameter og det tilsvarende frie åbningsareal fremgår af tabellen nedenfor. Udeluftventiler kan være

isolerede for at reducere støj udefra. Lydisoleringen vil da reducere åbningsarealet markant, hvilket fremgår af tabellen.

Omregning af udvendig rørdiameter til indvendigt frit åbningsareal ved forskellige lydisoleringstykkelser						
Frit åbningsareal [cm ²]	Rørisoleringstykkelse [mm]					
Rørdiameter af udeluftventil, udvendigt [mm]	0	10	20	30	40	50
75	40	20	8			
90	58	34	17	5		
100	72	45	25	10		
125	115	80	52	29	13	
130	125	88	58	34	17	5
135	135	97	65	40	20	8
140	145	106	72	45	25	10
145	156	115	80	52	29	13
150	167	125	88	58	34	17
155	179	135	97	65	40	20
160	191	145	106	72	45	25
165	204	156	115	80	52	29
170	216	167	125	88	58	34
175	230	179	135	97	65	40
180	243	191	145	106	72	45
185	257	204	156	115	80	52
190	272	216	167	125	88	58
195	287	230	179	135	97	65
200	302	243	191	145	106	72

Eksempler

Et værelse på 20 m² skal have én udeluftventil med et indvendigt frit åbningsareal på mindst 60 cm² hvilket kan opfyldes med et rør med en udvendig diameter på 100 mm.

En stue på 30 m² skal have udeluftventiler med et samlet frit åbningsareal på ca. 70 cm², hvilket kan opfyldes med to udeluftventiler med en diameter på 75 mm (40 cm²).

Udeluftventiler i vinduer vil normalt ikke alene kunne udgøre hele det nødvendige åbningsareal i beboelsesrum, men disse kan være gode til at opnå en mere jævn tilførsel af udeluft til rummet og dermed mindske risikoen for trækgener. I større rum vil to mindre ventiler frem for én stor ventil sikre en bedre ventilering af rummet.

Sådan placeres afkastkanalerne

For at fjerne fugt effektivt fra et enfamiliehus placeres afkastkanalerne i loftet i badeværelse, toilet, køkken, og bryggers. Hvis en afkastkanal skal føres op gennem et koldt tagrum og en tagkonstruktion, er der risiko for, at den fugtige rumluft kondenserer indvendigt i kanalen, hvis denne ikke er isoleret. Afkastet over tag skal føres op til en højde, så udmundingen mindst er svarende til tagryggen. I huse med flere etager er det også et krav, at afkastkanaler fra fx stueetagen føres op gennem taget.

Brug af fleksible kanaler bør begrænses, da de medfører et stort tryktab og dermed nedsætter ventilationen.

Tips til emhætter ved naturlig ventilation

Kravet til udsugning via emhætten er mindst 20 l/s, men det anbefales, at der installeres en emhætte med en væsentlig større kapacitet for sikre en effektiv udsugning ved madlavning.

Emhætten må ikke tilsluttes den naturlige afkastkanal i køkkenet, da filter og ventilator vil reducere eller helt stoppe den termiske opdrift i perioder, hvor emhætten ikke er i drift. Det ville betyde, at det naturlige ventilationssystem med luftfjernelse gennem afkastkanalen ikke ville kunne fungere efter hensigten.

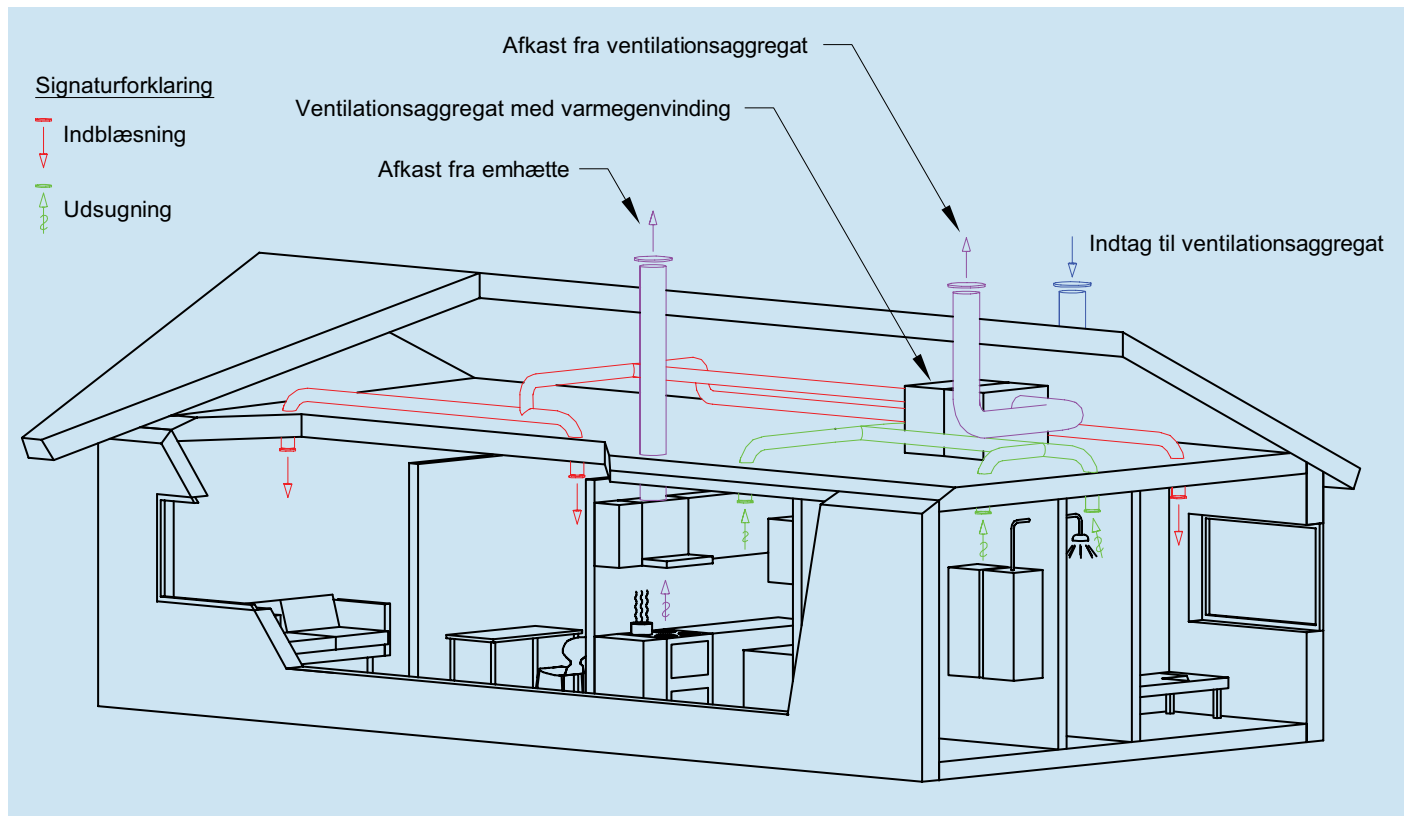
Vedr. yderligere krav til emhætter henvises til side 5 - Andre generelle krav til ventilation.



MEKANISK VENTILATIONSANLÆG

Ventilationsprincippet i et mekanisk ventilationsanlæg er det samme som i et naturligt ventilationssystem med hensyn til, hvor der fjernes luft, og hvor der tilføres luft.

Det vil sige, at der fjernes indeluft fra de fugtbelastede rum som køkken, badeværelse, toilet og bryggers. Tilsvarende tilføres der udeluft i beboelsesrummene som stue og værelser.



Mekanisk ventilationsanlæg med indblæsning i stue og værelser og udsugning fra køkken, badeværelser/toilet og bryggers.

Specifikke krav til mekanisk ventilation

I bygningsreglementet stilles der krav om, at mekaniske ventilationsanlæg skal projekteres, udføres, indreguleres og afleveres i henhold til DS 447 og DS 428 med hensyn til brandtekniske foranstaltninger. I enfamiliehuse skal mekaniske ventilationsanlæg med indblæsning samt udsugning udføres med varmegenvinding.

Der stilles specifikke krav til den energimæssige ydeevne i form af mindste krav til temperatur-virkningsgrad og det specifikke elforbrug til lufttransport (SEL-værdi). Kravene er opfyldt, hvis aggregatet har en tør temperaturvirkningsgrad større end 80 %, og hele ventilationsanlægget har en SEL-værdi mindre end 1.000 J/m³.

Eksempel: Maksimalt tilladt effekt

For en bolig med et areal på 130 m² er det arealbetingede grundluftskifte $130 \text{ m}^2 \times 0,3 = 39 \text{ l/s}$.

Køkken + bad + gæstetoilet bruger i alt:
 $20 + 15 + 10 \text{ l/s} = 45 \text{ l/s}$

Det største af disse tal, altså her 45 l/s bestemmer det maksimale luftskifte.

Den maksimalt tilladte effekt =
 $q_v \times \text{SEL-værdi} = 0,045 \times 1000 = 45 \text{ W}$
 i alt for begge ventilatorer og automatik.

Hvordan skal anlægget placeres?

Installation af et mekanisk ventilationsanlæg kræver plads til fremføring af ventilationskanaler og montering af indblæsnings- og aftræksventiler i lofter. Derfor er det ofte lettere at lave installationen i enfamiliehuse i ét plan end i huse i flere plan, da kanalerne i et-plans huse kan fremføres i tagrummet.

For at mindske varmetabet fra ventilationskanalerne bør disse placeres under loftisoleringen, og det kan derfor være en fordel at få opgraderet husets loftisolering samtidig til mindst 300 mm. Hvis ventilationskanalerne placeres over loftisoleringen, bør de isoleres med mindst 50 mm. I forbindelse med monteringen af indblæsnings- og aftræksventilerne i lofterne er det nødvendigt at gennembryde dampspærren, og det er derfor vigtigt, at der efterfølgende laves en damp-tæt samling mellem ventiler/kanaler og dampspærre.

Desuden kræves plads til ventilationsaggregatet. Det skal placeres, så der er mindst 60 cm foran aggregatets front, og det derved er muligt at komme til at servicere det. Lågen skal desuden kunne åbnes 90° uden at støde på forhindringer.

Anlægget vil opnå en højere energimæssig ydeevne, hvis aggregatet kan placeres i et frostfrit rum, fx et bryggers. Desuden skal der være mulighed for tilslutning til kloak for afløb af kondensvand. Afløbsrøret skal forsynes med vandlås for at hindre lugtgener fra kloakken. Placeres aggregatet i et loftrum, skal vandlåsen frostsikres.

Muligt at spare energi

Det anbefales at anvende et ventilationsaggregat med en varmeveksler, der har en temperaturvirkningsgrad på mindst 85 %. Det vil normalt kunne opnås ved at vælge et aggregat med en modstrømsveksler. I et enfamiliehus på 140 m² til 180 m² vil besparelsen typisk være ca. 6.000 kWh pr. år, såfremt huset i udgangspunktet blev ventileret med et luftskifte svarende til ½ gang pr. time.

Elforbruget til drift af ventilatorer indgår også i den samlede vurdering af et mekanisk ventilationsanlægs ydelse. Bygningsreglementets krav er, at elforbruget til lufttransport ikke må overstige 1.000 J/m³ for anlæg, der forsyner én bolig, svarende til ca. 300 til 500 kWh pr. år.

Vær opmærksom på støj

Støj fra et mekanisk ventilationsanlæg kan være meget generende for beboerne, og det er derfor vigtigt, at der allerede ved installation er fokus på at minimere støj fra anlægget.

Hvor kan støjen komme fra?

- Ventilatorer
- Lydoverførelse mellem rum
- Indblæsningen fra ventiler
- Luftstrømme i kanaler

For at reducere støj fra aggregatet kan dette placeres på et vibrationsdæmpende underlag. Lydvibrationer fra aggregatet til ventilationskanalerne kan mindskes ved hjælp af et mindre stykke med fleksible forbindelser.

Desuden bør man ikke placere et aggregat over eller direkte op ad børne- og soveværelser, da støjen kan være mere generende, når der er helt stille i huset, fx om natten.

Ved installation af et mekanisk ventilationsanlæg skal der tages højde for, at der ikke forekommer lydoverførelse via ventilationskanalerne mellem de forskellige rum. Dette forhindres ved at anvende lyddæmpere før alle ventiler.

Støj fra luftstrømningen i ventilationskanalerne kan forekomme, hvis lufthastigheden er for høj. Det er derfor vigtigt, at kanalernes dimensioner ikke er for små. Hvis lufthastigheden er mindre end 3 m/s, vil der normalt ikke forekomme problemer med støj fra luftstrømningen.

Huset skal være tæt

Tæthed af bygningens klimaskærm er især vigtig for ydeevnen af mekaniske ventilationsanlæg med varmegenvinding. Det er nødvendigt at indregulere anlægget med et mindre undertryk i huset for at undgå risiko for, at fugtig rumluft presses ud i konstruktionerne. Undertrykket kan dog føre til forøget infiltration af udeluft, fx gennem samlinger mellem bygningsdele. Derved reduceres den luftmængde, der passerer varmegenvindingsaggregatet. Det betyder, at en del af den potentielle varmebesparelse mistes. Derfor er klimaskærmens tæthed afgørende.

Vigtigt ved brændeovn

Installation af et mekanisk ventilationsanlæg i et hus, der i perioder opvarmes med en brændeovn, kan skabe problemer med optimal forbrænding. Det skyldes, at lufttilførslen til brændeovnen reduceres på grund af undertrykket i huset skabt af ventilationsanlægget. Hvis brændeovnen skal kunne fungere sammen med et mekanisk ventilationsanlæg, bør den derfor have direkte udelufttilførsel via kanaler til brændkammeret. I perioder hvor brændeovnen ikke bruges er det vigtigt, at luftspjæld lukkes.

Tips til emhætter ved mekanisk ventilation

Hvis emhætten tilsluttes det centrale ventilations-system, skal der være et filter til beskyttelse af varmegenvinderen mod tilsmudsning.

Hvis emhætten ikke tilsluttes det centrale ventilationssystem, vil det normalt have en begrænset effekt for varmeforbruget, da emhætten typisk kun er i drift kortvarigt.

Vil du vide mere?

Læs mere om udførelse og energibesparelse i Energiløsning om ventilationsanlæg med varmegenvinding.

www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/ventilation/ventilationsanlaeg-med-varmegenvinding/





HYBRIDVENTILATION

Hybridventilation kombinerer naturlig ventilation med mekanisk ventilation.

Typisk vil det mekaniske ventilationsanlæg være i drift i vintersituationen, hvor der er fordele ved varmegenvinding.

Den naturlige ventilation anvendes i den varme del af året og i overgangsperioder, hvor udeklimaet er moderat.

Vil du vide mere?

Læs mere om udførelse og energibesparelse i Energiløsning om etablering af hybridventilation.

www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/ventilation/hybridventilation/

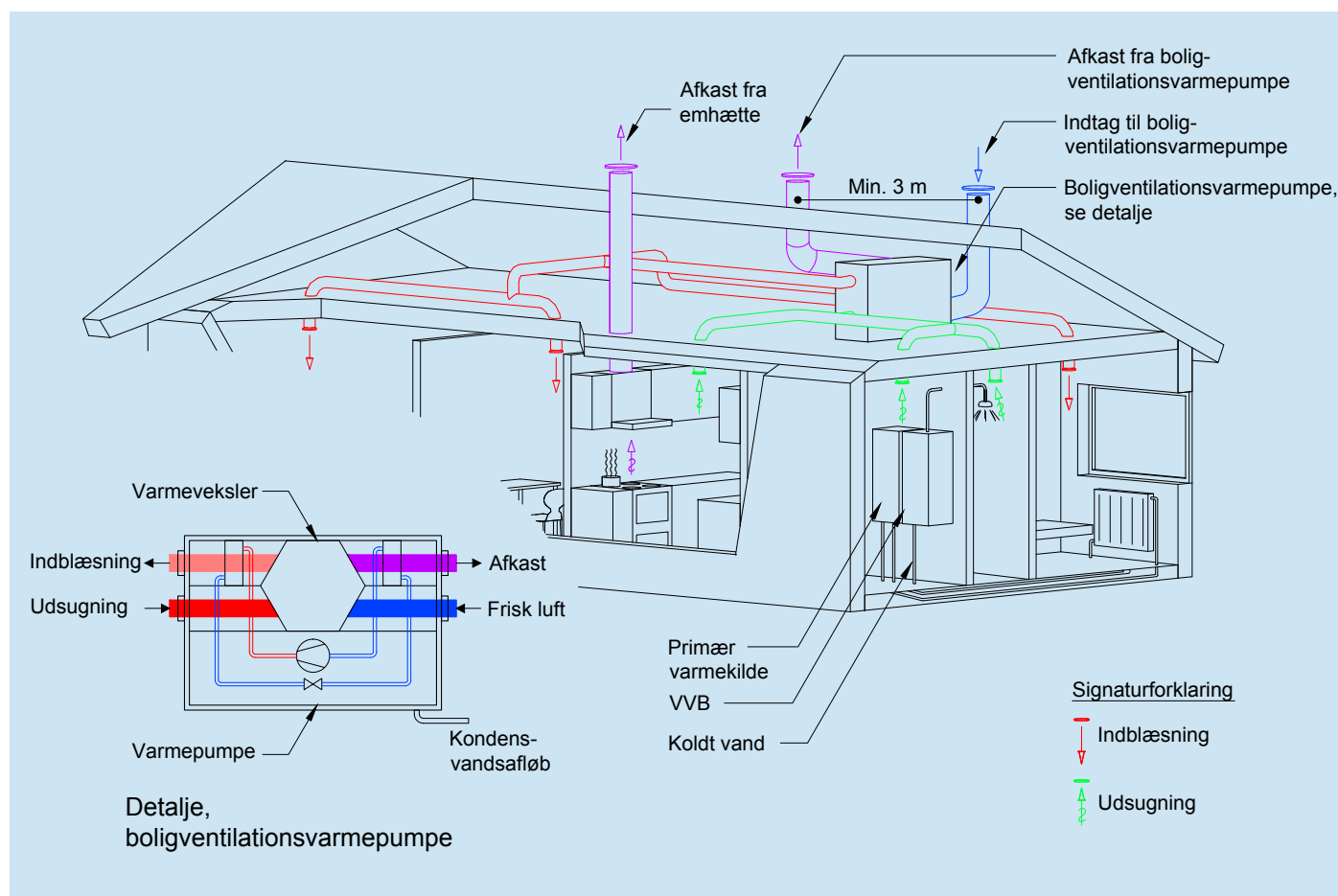
BOLIGVENTILATIONSVARMEPUMPE

En boligventilationsvarmepumpe er et ventilationsanlæg med både varmeveksler og varmepumpe til at genanvende varmen fra varm og fugtig udsugningsluft. Varmevekslerdelen genvinder størstedelen af varmen (70-90 %) fra husets ventilationsluft. Varmepumpedelen genvinder den resterende varme (10-30 %) og leverer et supplement af varme til ventilationsdelens indblæsningsluft eller - på nogle typer af boligventilationsvarmepumper - et supplement til varmt brugsvand.

Vil du vide mere?

Læs om udførelse og energibesparelser i Energiløsning om boligventilationsvarmepumper.

www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/ventilation/varmepumpe-til-boligventilation/



BRUGSVANDSVARMEPUMPE

En brugsvandsvarmepumpe adskiller sig fra en bolig-ventilationsvarmepumpe ved ikke at være indbygget i et ventilationsanlæg med varmegenvinding.

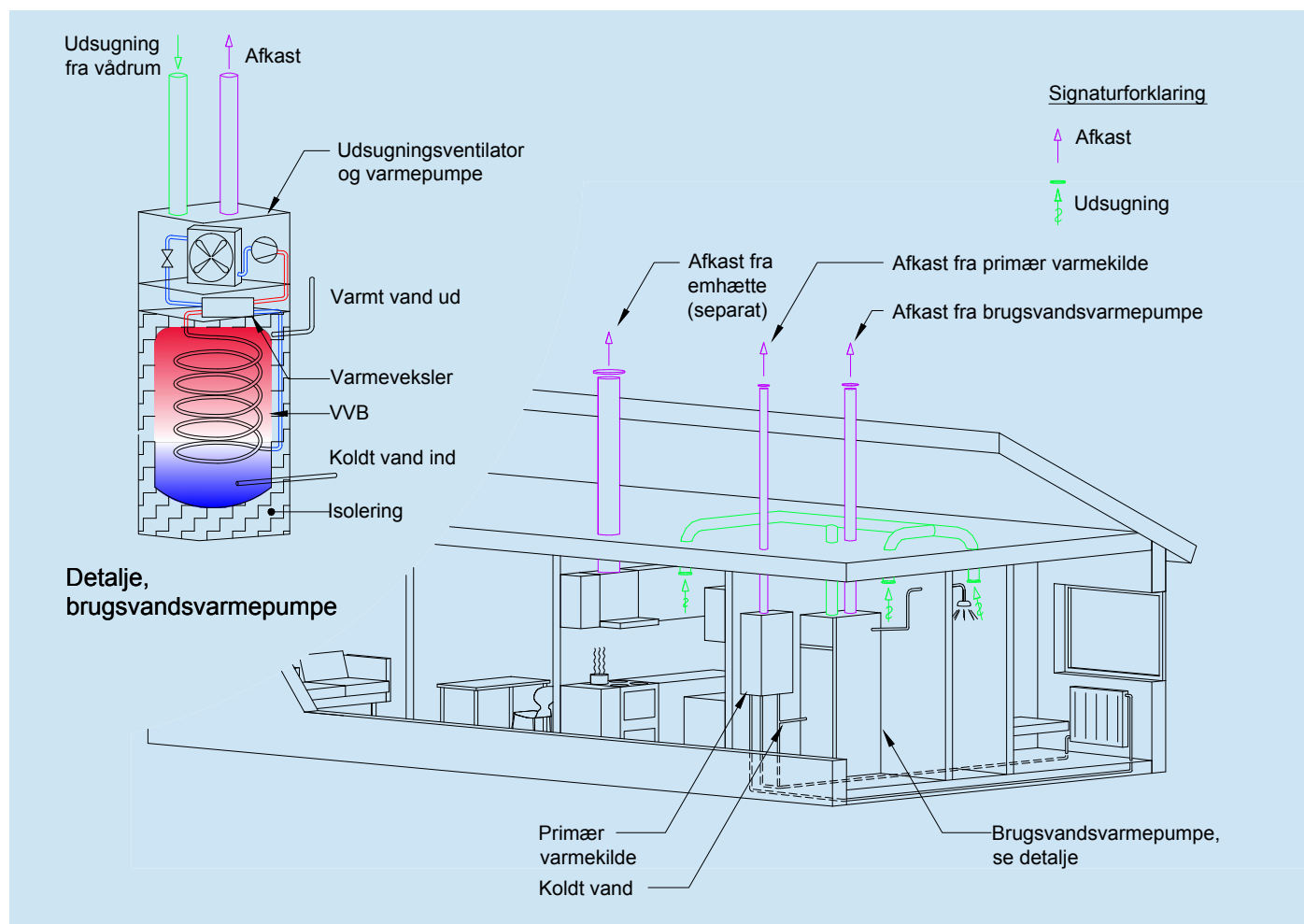
Brugsvandsvarmepumpen er normalt opbygget som et højt, smalt kabinet med udsugningsventilator, varmepumpe og varmtvandsbeholder. Varmepumpen genvinder varmen fra den varme og fugtige luft, der suges ud af køkken, badeværelse og bryggers til produktion af varmt brugsvand. Udeluft tilføres direkte til opholdsrum gennem friskluftventiler. Der kan optræde trækge-ner tæt ved udeluftventiler, og de skal derfor placeres hensigtsmæssigt.

Ved brug af såkaldte ventilationsvinduer, der forvarmer friskluftindtaget gennem vinduesproduktet, kan der opnås en højere samlet energimæssig ydeevne. Ventilationsvinduet forvarmer typisk luften mellem en to-lags energirude og et lag glas.

Vil du vide mere?

Læs om udførelse og energibesparelser i [Energiløsning om brugsvandsvarmepumper](#)

Find den på ByggeriOgEnergi.dk



SUPPLERENDE VENTILATIONSMETODER

I eksisterende boliger kan der være brug for at supplere det eksisterende ventilationssystem, især hvis huset er blevet mere lufttæt i forbindelse med en renovering. Dette kan fx gøres ved hjælp af mindre kanalløse mekaniske ventilationsenheder typisk placeret i ydervæggen.

Ventilationsenheder bør dog altid anvendes ud fra den betragtning, at de ikke kan erstatte et naturligt eller mekanisk ventilationssystem med aftræk fra badeværelse, toilet, køkken og bryggers.

Decentral mekanisk ventilation

I løbet af de seneste år er der kommet flere varianter på markedet af små decentrale ventilationsenheder, som betjener et eller flere rum. Typisk vil de bestå af små kanalløse enheder, der installeres gennem ydervæggen.

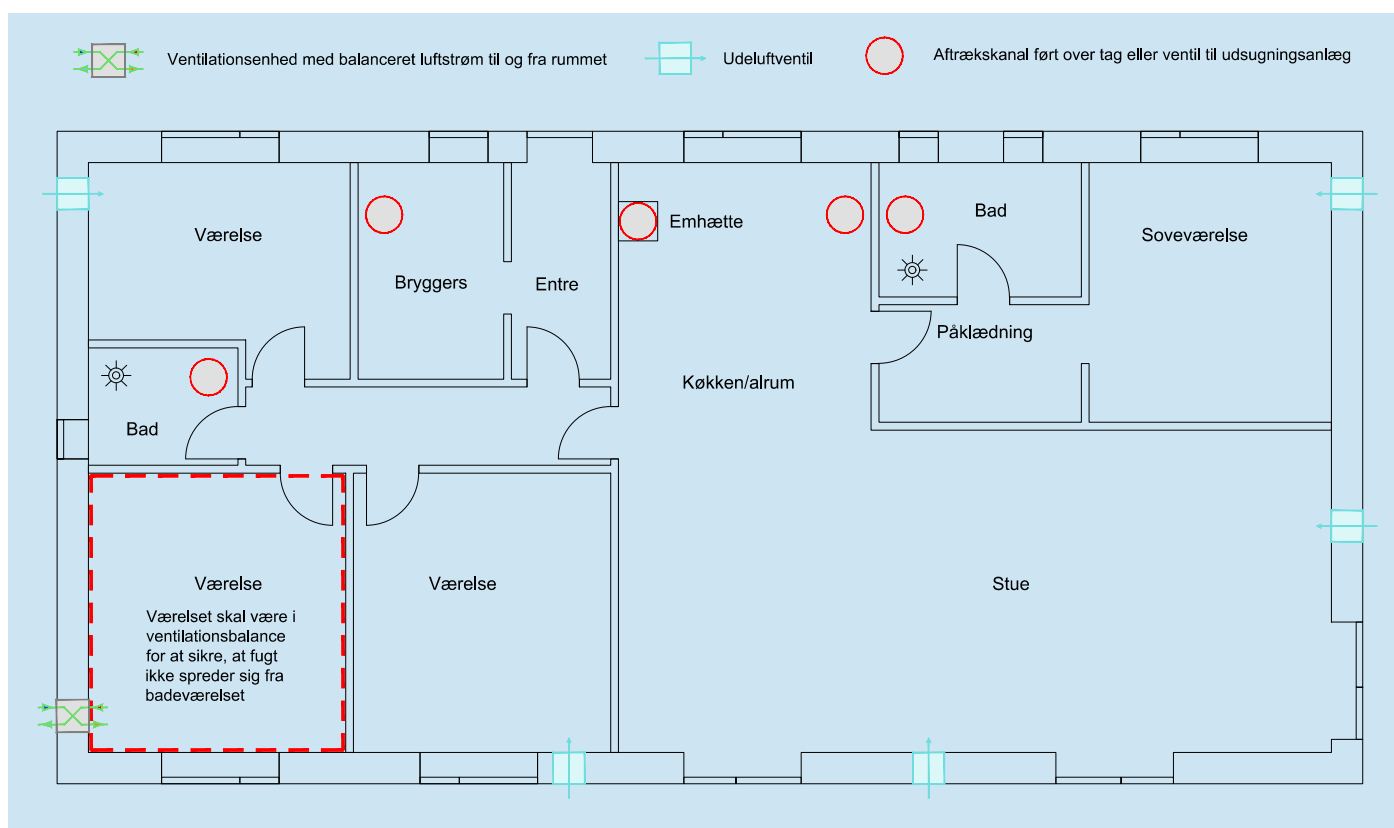
Der kan skelnes mellem to typer ventilationsenheder, nemlig balancerede kanalløse enheder og vekselrettings kanalløse enheder.

Balancerede kanalløse mekaniske ventilationsenheder

De balancerede kanalløse enheder virker ved, at hver enhed har samtidig indblæsning og udsugning af luft. I enhederne findes enten en rekuperativ eller regenerativ varmeveksler, der overfører varme fra udsugningsluften til indblæsningsluften.

I en *rekuperativ* varmeveksler er de to luftstrømme adskilt af en fast væg/plade, hvorigennem varmen overføres.

I en *regenerativ* varmeveksler overføres varmen gennem et varmeakkumulerende materiale, der vekselvis gennemstrømmes af den varme og den kolde luftstrøm. I disse enheder vil der i perioder blive overført fugt fra udsugningsluften til indblæsningsluften, og systemet er dermed ikke effektivt til at fjerne fugt fra en bolig. Enhederne placeres typisk i ydervæggen. Indblæsnings-temperaturen i en regenerativ veksler vil svinge over hver periode af typisk under et minuts varighed.



Vekselretnings kanalløse mekaniske ventilationsenheder

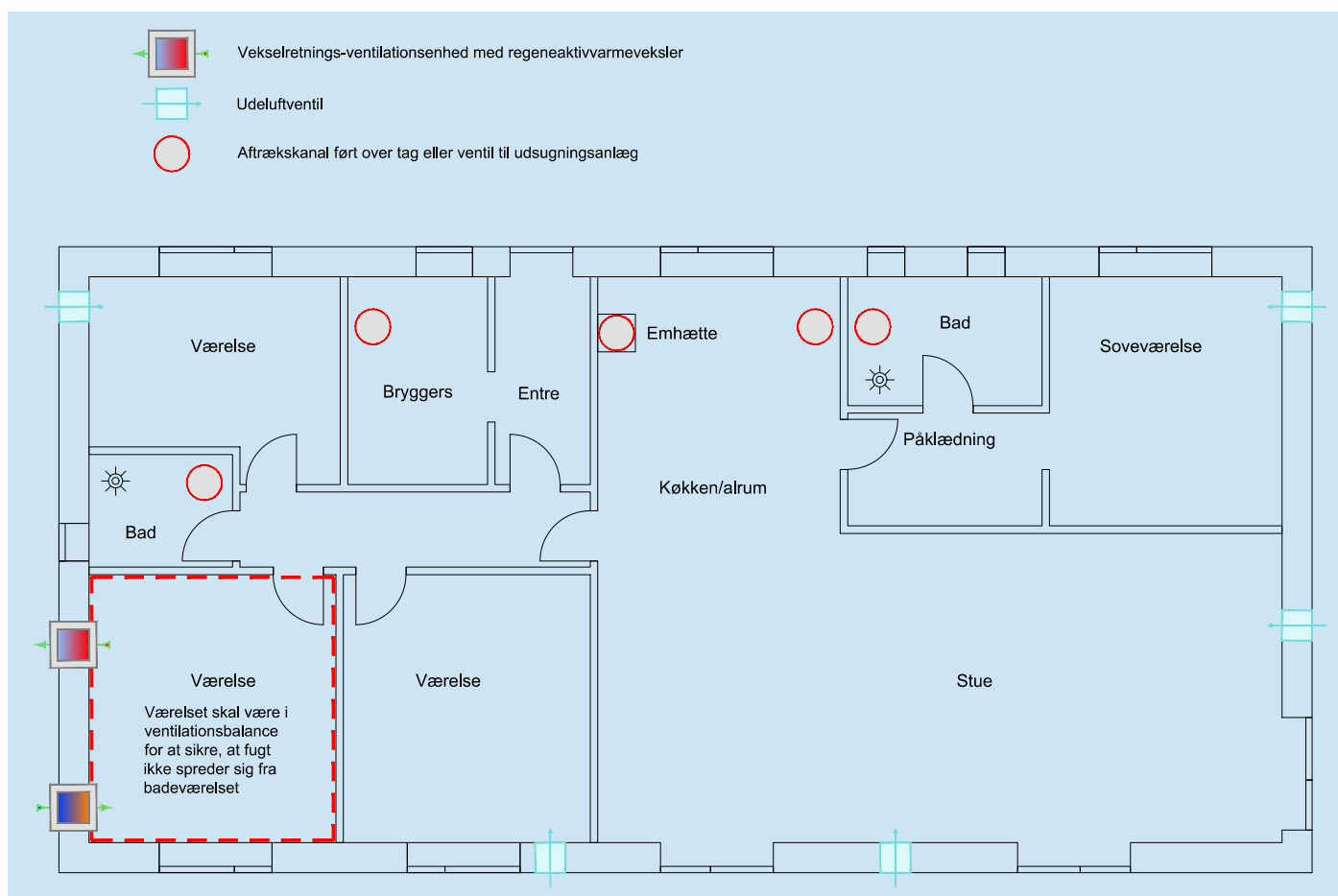
Kanalløse mekaniske ventilationsenheder med vekselretning virker ved, at to eller flere enheder skiftevis indblæser og udsuger luft. I enhederne findes typisk en indbygget ventilator og en regenerativ varmeveksler, der overfører varme fra udsugningsluften til indblæsningsluften. Enhederne placeres typisk i ydervæggen.

Ved denne type varmeveksler vil der i perioder blive overført fugt fra udsugningsluften til indblæsningsluften. Systemet er dermed ikke effektivt til at fjerne fugt fra en bolig.

For at bortventilere fugt effektivt ønsker man i boliger en luftbevægelse fra beboelsesrummene til de mere fugt- og lugtbelastende rum, dvs. køkken, badeværelse, toilet og bryggers. Dette er formuleret som et krav i bygningsreglementet, der siger, at der ikke må ske en overførsel af luft fra mere til mindre luftforurenede rum.

Vekselretningsystemet brugt i hele boligen vil ikke opfylde dette krav, men kan anvendes som supplement til den eksisterende ventilation i et eller flere værelser, såfremt der hele tiden er balance mellem indblæsning og udsugning for beboelsesrummene samlet set, og der ikke kan ske en overførsel af luft fra køkken, badeværelse, toilet og bryggers til beboelsesrum.

Installation af en enkelt vekselretningsventilationsenhed er ikke en løsning, der vil fungere i praksis, da perioden med indblæsning vil skabe overtryk i rummet og dermed presse fugtig rumluft ud i bygningskonstruktionerne med risiko for fugt- og skimmelsvamp. Ventilationssystemet skal derfor altid installeres med mindst to enheder, der vekselvirker med hensyn til indblæsning og udsugning.



I eksisterende enfamiliehuse med naturlig ventilation kan en decentral ventilationsløsning anvendes i beboelsesrummene, som supplement til den naturlige ventilation. Det anbefales, at der ikke benyttes enheder med regenerativ varmeveksler i køkken, toilet- og baderum og bryggers på grund af fugtgenvinding i varmeveksle-

ren. Badeværelse og toilet kan alternativt som supplement anvende udsugningsventilatorer, der kan være tids- eller fugtstyret.

Det skal bemærkes, at der forsat er begrænset erfaring med decentrale ventilationssystemer i danske boliger.

Decentrale ventilationsenheder - fordele og ulemper



- Kræver ikke plads til kanalføring og centralt ventilationsaggregat
- Kan anvendes i udvalgte beboelsesrum i boligen
- Giver mulighed for individuel regulering



- Med regenerativ varmeveksler kan uønsket fugtgenvinding forekomme
- Øget risiko for støjgener, da ventilatorer og motorer er placeret tæt på opholdszonen
- Følsomme overfor kraftig vind
- Flere enheder skal vedligeholdes



Sommerventilation

I sommerhalvåret kan grundventilationen suppleres ved brug af større udeluftventiler, der fx er indbygget som en oplukkelig lem i et vinduesparti. Tilsvarende kan grundventilationen suppleres ved åbning af tagvinduer og ovenlyskupler, der kan bortventilere varm rumluft på varme sommerdage.

Ventilationen kan fungere effektivt, hvis der kan opnås en ventilation på tværs af bygningen eller gennem taget, så vindpåvirkning vil drive luftstrømmen. Dermed kan der dog også være risiko for trækgener.

Om Videncenter for energibesparelser i bygninger

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger indsamler og systematiserer viden om energibesparelser i bygninger og formidler dette til byggebranchen. Det overordnede mål er at medvirke til at realisere flere energibesparelser i den eksisterende bygningsmasse.

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger er en del af Energistyrelsens målrettede informationsindsats og har eksisteret siden 2008.

Du er velkommen til at rette henvendelse om både overordnede emner og helt konkrete og praktiske spørgsmål.



Byggeri og Energi

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

www.ByggeriOgEnergi.dk • Tlf.: 7220 2555