

Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer

Ventilation in buildings – Mechanical, natural
and hybrid ventilation systems

DANSK STANDARD
Danish Standards

Kollegievej 6
DK-2920 Charlottenlund
Tel: +45 39 96 61 01
Fax: +45 39 96 61 02
dansk.standard@ds.dk
www.ds.dk

DS 447

København

DS projekt: M253995

ICS: 91.140.30

Første del af denne publikations betegnelse er:

DS, hvilket betyder, at det er en standard udarbejdet på nationalt niveau.

DS-publikationen er på dansk.

Denne publikation erstatter: **DS 447:2005**.

DS-publikationstyper

Dansk Standard udgiver forskellige publikationstyper.

Typen på denne publikation fremgår af forsiden.

Der kan være tale om:

Dansk standard

- standard, der er udarbejdet på nationalt niveau, eller som er baseret på et andet lands nationale standard, eller
- standard, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som har fået status som dansk standard

DS-information

- publikation, der er udarbejdet på nationalt niveau, og som ikke har opnået status som standard, eller
- publikation, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som ikke har fået status som standard, fx en teknisk rapport, eller
- europæisk præstandard

DS-håndbog

- samling af standarder, eventuelt suppleret med informativt materiale

DS-hæfte

- publikation med informativt materiale

Til disse publikationstyper kan endvidere udgives

- tillæg og rettelsesblade

DS-publikationsform

Publikationstyperne udgives i forskellig form som henholdsvis

- fuldtekstpublikation (publikationen er trykt i sin helhed)
- godkendelsesblad (publikationen leveres i kopi med et trykt DS-omslag)
- elektronisk (publikationen leveres på et elektronisk medie)

DS-betegnelse

Alle DS-publikationers betegnelse begynder med DS efterfulgt af et eller flere præfikser og et nr., fx **DS 383**, **DS/EN 5414** osv. Hvis der efter nr. er angivet et **A** eller **Cor**, betyder det, enten at det er et **tillæg** eller et **rettelsesblad** til hovedstandard, eller at det er indført i hovedstandard.

DS-betegnelse angives på forsiden.

Overensstemmelse med anden publikation:

Overensstemmelse kan enten være IDT, EQV, NEQ eller MOD

- **IDT:** Når publikationen er identisk med en given publikation.
- **EQV:** Når publikationen teknisk er i overensstemmelse med en given publikation, men præsentationen er ændret.
- **NEQ:** Når publikationen teknisk eller præsentationsmæssigt ikke er i overensstemmelse med en given standard, men udarbejdet på baggrund af denne.
- **MOD:** Når publikationen er modificeret i forhold til en given publikation.

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	6
Indledning	7
1 Anvendelsesområde	8
2 Normative referencer	9
3 Definitioner	10
4 Symboler og enheder	18
Generelle krav	
5 Generelle krav	19
5.1 Systemvalg	19
5.2 Indeklima.....	19
5.2.1 Luftkvalitet.....	19
5.2.2 Termisk indeklima.....	20
5.2.2.1 Generelt	20
5.2.2.2 Lokal termisk komfort.....	20
5.2.3 Akustisk indeklima.....	20
5.2.3.1 Støj fra installationer.....	20
5.2.3.2 Støj fra omgivelserne	20
5.2.3.3 Lyddæmpning mellem rum.....	20
5.3 Brugerens mulighed for indflydelse.....	20
5.4 Støj til omgivelserne.....	21
Mekanisk ventilation	
6 Mekanisk ventilation	22
6.1 Projektering	22
6.1.1 Generelt.....	22
6.1.2 Tæthed	22
6.1.2.1 Generelt	22
6.1.2.2 Aggregat.....	22
6.1.2.3 Kanalsystem inklusive komponenter	23
6.1.3 Tolerancer for luftstrømme.....	23
6.1.4 Energiforbrug	24
6.1.4.1 Generelt	24
6.1.4.2 SEL – specifikt elforbrug til lufttransport	24
6.1.4.3 Varmegenvinding.....	24
6.1.4.4 Dokumentation.....	24
6.1.5 Drift og vedligeholdelse.....	25
6.2 Anlægsudførelse og komponenter.....	26
6.2.1 Generelt.....	26
6.2.2 Luftindtag og -afkast.....	26
6.2.3 Ventilatorer og motorer.....	27
6.2.4 Filtre	27
6.2.5 Varme- og køleflader	28
6.2.5.1 Generelt	28
6.2.5.2 Varmeflader for varmt vand, hedt vand og damp	28
6.2.5.3 Elvarmeflader	28
6.2.5.4 Køleflader	28
6.2.6 Be- og affugtere.....	28
6.2.7 Varmegenvindingskomponenter.....	29
6.2.8 Kanalsystem inklusive bygningsmæssige kanaler	29
6.2.9 Spjæld	29
6.2.10 Lyddæmpere	30
6.2.11 Tilluftsarmaturer, fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler.....	30
6.2.11.1 Armaturer til personlig ventilation	30
6.2.12 Regulering.....	30
6.2.13 Følere.....	31
6.2.14 Driftskontrol	31

6.3	Tæthedsprøvning, indregulering og aflevering.....	31
6.3.1	Tæthedsprøvning	31
6.3.2	Indregulering	31
6.3.3	Aflevering.....	32

Naturlig ventilation

7	Naturlig ventilation	33
7.1	Projektering	33
7.1.1	Generelt.....	33
7.1.2	Dimensioneringsforudsætninger og driftsstrategi	33
7.1.3	Luftstrømning i naturligt ventilerede bygninger	33
7.1.4	Komponenters tæthed	34
7.1.5	Energiforbrug	34
7.1.6	Regulering og styring	34
7.1.7	Drift og vedligeholdelse	34
7.2	Systemudførelse og komponenter	35
7.2.1	Generelt.....	35
7.2.2	Ventilationsåbninger	35
7.2.2.1	Generelt	35
7.2.2.2	Manuelt styrede åbninger for tilluft og fraluft	36
7.2.2.3	Automatisk styrede åbninger for tilluft og fraluft.....	36
7.2.3	Filtre	36
7.2.4	Varmeflader	36
7.2.5	Kanalsystem inklusive bygningsmæssige kanaler	37
7.2.6	Lyddæmpere	37
7.2.7	Udførelse af regulering og styring	37
7.2.8	Driftskontrol	37
7.2.9	Følere	37
7.3	Indregulering og aflevering	38
7.3.1	Indregulering	38
7.3.2	Aflevering.....	38

Hybrid ventilation

8	Hybrid ventilation.....	39
8.1	Projektering	39
8.1.1	Generelt.....	39
8.1.2	Driftsstrategi	39
8.1.3	Luftstrømning i bygninger med hybrid ventilation	39
8.1.4	Energiforbrug	39
8.1.5	Regulering og styring	40
8.1.6	Drift og vedligeholdelse	40
8.2	Systemudførelse og komponenter	40
8.2.1	Generelt.....	40
8.2.2	Ventilationsåbninger	40
8.2.3	Varmegenvindingskomponenter.....	40
8.2.4	Ventilatorer	41
8.2.5	Driftskontrol	41
8.3	Indregulering og aflevering	41
8.3.1	Indregulering	41
8.3.2	Aflevering.....	41

Anneks A	(informativt) Ventilationssystemer, udformninger og principper.....	42
A.1	Generelt.....	42
A.2	Mekanisk ventilation	42
A.2.1	Centrale anlæg	42
A.2.2	Decentrale anlæg.....	42
A.3	Naturlig ventilation	42
A.3.1	Opdriftsventilation	43
A.3.2	Tværvventilation	43
A.3.3	Ensidet naturlig ventilation.....	44
A.3.4	Kombinationer	44
A.3.5	Køling via naturlig ventilation	45
A.3.6	Energineutral ventilation	45

A.4	Hybrid ventilation	45
A.4.1	Ventilatorunderstøttet naturlig ventilation	45
A.4.2	Naturlig og mekanisk ventilation.....	46
A.4.3	Naturlig understøttet mekanisk ventilation.....	47
A.4.4	Mekanisk ventilation med køling via naturlig ventilation.....	47
A.5	Behovstyring og luftfordelingsprincipper	48
A.5.1	Behovstyret ventilation	48
A.5.2	Luftfordelingsprincipper	48
A.5.2.1	Opblandingsventilation.....	48
A.5.2.2	Personlig ventilation	48
A.5.2.3	Passiv termisk fortrængningsventilation	48
A.5.2.4	Lavimpulsfortrængning.....	48
A.5.2.5	Aktiv termisk fortrængning	49
A.5.2.6	Stempelfortrængning	49
A.5.3	Rum med særlige belastninger.....	49
Anneks B	(informativt) Boligventilation	50
B.1	Generelt	50
B.2	Valg af ventilationssystem	50
B.3	Rumluftens fugtindhold	50
B.4	Regulering og styring	51
B.5	Energiforhold	52
Anneks C	(informativt) Indeklima	53
C.1	Luftkvalitet	53
C.2	Lufthastighed	54
Anneks D	(informativt) Ventilationseffektivitet	56
D.1	Generelt	56
D.2	Total ventilationsrate	56
Anneks E	(informativt) Personlig ventilation	58
E.1	Generelt	58
E.2	Ventilation	58
E.3	Termisk komfort	58
E.4	Systembalance	58
Anneks F	(informativt) Anvendelse af luftrensning	59
F.1	Generelt	59
F.2	Test af gasfaseluftrensere baseret på kemiske målinger	59
F.3	Test af luftrensere baseret på oplevet luftkvalitet (PAQ, Perceived Air Quality)	59
Anneks G	(informativt) Ventilation i storkøkkener	61
G.1	Generelt	61
G.2	Rumtemperatur og luftfugtighed	61
G.3	Lufthastigheder	61
G.4	Lydniveau	61
G.5	Luftfordelingsprincip	62
G.6	Beregningmetode for nødvendig fraluftsmængde	62
G.7	Emhætter og køkkenventilationslofter	62
G.8	Filtre	62
G.9	Opfangningseffektivitet	62
G.10	Brandsikring	62
	Bibliografi	63

Forord

Denne standard er udarbejdet af standardiseringsudvalget DS/S-313, Ventilation, i samarbejde med Energistyrelsen, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet og Danmarks Tekniske Universitet.

Ikrafttræden

Standarden erstatter DS 447: 2005 2.udgave. Den reviderede udgave træder i kraft 2013.03.01.

Overgangsbestemmelser

Projekter kan i en overgangsperiode på 6 måneder fra den reviderede udgaves ikrafttræden udføres enten efter DS 447: 2005, 2. udgave eller efter denne reviderede udgave. Projekter skal dog udføres alene efter en af udgaverne. Efter overgangsperiodens udløb er kun DS 447: 2013, 3.udgave gældende.

Indledning

Formålet med revisionen af DS 447:2005, 2. udgave, er at opdatere indholdet i forhold til den tekniske udvikling, herunder energieffektivitet, nye erfaringer og europæiske standarder på området samt at udvide standardens dækningsområde. Standarden gælder nu såvel mekanisk ventilation som naturlig og hybrid ventilation.

Standarden forudsætter, at brugeren har fornøden teknisk indsigt samt viden om yderligere lovgivning på området. Gældende og kommende bestemmelser skal overholdes eksempelvis bygningsreglementet og love og regler fra Miljøstyrelsen og Arbejdstilsynet herunder CE-mærkning.

Jævnfør bygningsreglementet er det bygherren, som har ansvaret for, at kravene i standarden er overholdt, og at der foreligger dokumentation herfor.

Vedrørende fortolkningsspørgsmål henvises til standardiseringsudvalget DS/S-313 Ventilation.

Standardens normative del omfatter de tekniske krav, der skal opfyldes ved projektering og udførelse. Noter til den normative del er informative og dermed vejledende. Vejledningerne må ikke betragtes som krav. Desuden rummer standarden følgende annekser, som har status som vejledning:

Anneks A Ventilationssystemer, udformninger og principper

Anneks B Boligventilation

Anneks C Indeklima

Anneks D Ventilationseffektivitet

Anneks E Personlig ventilation

Anneks F Anvendelse af luftrensning

Anneks G Ventilation i storkøkkener

1 Anvendelsesområde

Denne standard specificerer krav til ventilation og ventilationssystemer i bygninger, herunder boliger, beregnet til menneskeligt ophold.

Formålet med standarden er at sikre, at ventilationssystemer indrettes, udføres og kan vedligeholdes på en teknisk og hygiejnisk forsvarlig måde bl.a. under hensyntagen til komfort og energieffektivitet. Standarden indeholder bestemmelser vedrørende projektering, udførelse, afprøvning og drift af ventilationssystemer.

Standarden gælder for mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer, der monteres fast i bygninger, og som har til hovedformål at holde én eller flere parametre inden for nærmere specificerede grænser.

Standarden gælder ikke for ventilationssystemer, hvis hovedformål er at fjerne forureninger frembragt ved industrielle, landbrugstekniske eller industrilignende processer, men den gælder for ventilationssystemer, som skal skaffe den nødvendige erstatningsluft.

Standarden dækker ikke de brandtekniske krav til ventilationssystemer; der henvises til DS 428, *Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg*, når det gælder mekaniske ventilationssystemer, og bygningsreglementet, når det gælder naturlige ventilationssystemer.

2 Normative referencer

Normative referencer er henvisninger til andre standarder, hvis bestemmelser gælder for denne standard. Disse normative referencer er anført de relevante steder i teksten, og publikationerne er nævnt nedenfor. Når daterede referencer ændres eller revideres, vil ændringen eller revisionen ikke gælde for denne standard, medmindre der udgives et tillæg eller en revideret udgave. For udaterede referencer gælder den nyeste udgave af den pågældende publikation.

DS 428, *Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg*

DS 452, *Termisk isolering af tekniske installationer*

DS 469, *Varme- og køleanlæg i bygninger*

DS 474, *Norm for specifikation af termisk indeklima*

3 Definitioner

I denne standard gælder nedenstående definitioner.

3.1

aggregat

Sammenbyggede luftbehandlingskomponenter.

3.2

aktuator

Styringsenhed, almindeligvis en motor, der på baggrund af et signal omsætter energi til bevægelse, fx for at manøvrere spindlen i en ventil eller akslen i et spjæld.

3.3

armatur

Komponent, hvorigennem luften tilføres eller fjernes fra rummet.

3.4

baggrundsventilation

Den ventilation, der skal til, for at holde forureningen fra baggrunden (ikke personer) under et acceptabelt niveau.

3.5

balanceret ventilation

En tilstand, hvor mængden af tilført luft og fjernet luft er tilnærmelsesvis den samme.

3.6

betjeningsområde

Område bestående af et eller flere rum, der ventileres af ventilationssystemet.

3.7

brugstid

Den tid, hvor angivne termiske og atmosfæriske betingelser skal opfyldes.

3.8

bygningsmæssig kanal

Ventilationskanal udført som en del af bygningens konstruktion.

3.9

driftsstrategi

Strategi for drift af ventilationssystemet ud fra den valgte tidsmæssige styring af ventilationsbehovet i afhængighed af indeklimakrav, udeklimaforhold, belastninger og brugsmønstre. Driftsstrategi kan underopdeles på følgende måde:

sommerstrategi

Strategi for drift af ventilationssystemet under sommerforhold, dvs. under forhold, hvor der typisk er varmeoverskud i bygningen og et mildt udeklima.

vinterstrategi

Strategi for drift af ventilationssystemet under vinterforhold, dvs. under forhold, hvor der typisk er varmebehov i bygningen og et koldt udeklima.

strategi for forår og efterår

Strategi for drift af ventilationssystemet i overgangsperioderne. Strategien kan være nødvendig på grund af hyppige variationer i udeklimaet.

omskiftningsstrategi

Strategi for skift mellem naturlig og mekanisk ventilation i hybride ventilationssystemer.

3.10**DRY – Design Reference Year**

Et sæt af klimadata for et dansk normalår, som kan anvendes til eksempelvis computerbaserede beregninger af indeklima i bygninger.

3.11**eksfiltration**

Ukontrolleret luftstrømning via sprækker og andre utætheder fra et rum til det fri.

3.12**fortyndingsligningen**

Fortyndingsligningen beskriver, hvordan koncentrationen af en forurening i et rum afhænger af tilførslen af ren (eller mindre forurennet) luft, tilførslen af forurening og koncentrationen af forureningen i den tilførte luft.

3.13**frekvens, nominal**

Den frekvens en motors stemplingsværdier henføres til. Betegnes også mærkefrekvens.

3.14**føler**

Element, der omsætter den størrelse, som skal måles, fx en temperatur, til en størrelse, som måleudstyret, som udgør en del af reguleringsudstyret, kan behandle, fx en elektrisk modstand.

3.15**indregulering**

Fordeling af volumenstrømmene på en sådan måde, at de nominelle luftstrømme opnås overalt i anlægget inden for de angivne tolerancer ved referencetilstanden.

3.16**infiltration**

Ukontrolleret luftstrømning via sprækker og andre utætheder fra det fri og ind i bygningen.

3.17**kanalsystem**

Fællesbetegnelse for samtlige kanaler herunder bygningsdele, som indgår som kanal.

3.18**komponent**

Enkeltdel i ventilationssystemet, fx filter, varmeplade, armatur, kanal, herunder bygningsmæssig kanal.

3.19**kontrasplæd**

Spjæld, som automatisk sørger for, at luften kun kan strømme i én retning.

3.20**luftafkast**

Åbning, hvorigennem afkastluften ledes fra en bygning ud i det fri.

3.21

luftfordelingsprincipper**fortrængning**

Luftfordelingsprincip, hvor konvektionsstrømninger i rummet spiller en helt afgørende rolle. Luften tilføres med undertemperatur på en sådan måde, at der ikke sker nogen væsentlig opblanding (normalt tilføres luften med lav impulsstrøm i eller nær gulv). Luftfjernelse foretages i eller lige under loftet.

opblanding

Luftfordelingsprincip, der bygger på lufttilførsel ved hjælp af en eller flere stråler, som opblandes med rumluften uden for opholdszonen.

3.22

luftindtag

Åbning, hvorigennem udeluften ledes fra det fri ind i en bygning.

3.23

luftoverføringsventil

Tilsluttet åbning, som muliggør, at luften i en bygning kan strømme fra ét rum til et andet.

3.24

luftskifte

Den totale ventilationsrate, der tilføres pr. time, divideret med betjeningsområdets volumen.

3.25

luftstrøm, nominel, q_{vn}

Projekteret luftstrøm ved en referencetilstand. Summen af luftstrømmene til/fra betjeningsområderne giver den nominelle luftstrøm. Tillæg til lækage tillægges kun i særlige tilfælde, hvor dette er præciseret.

3.26

lydeffektniveau, L_w

Lydeffekten er et mål for den udsendte lydenergi fra en lydkilde og er således uafhængig af de akustiske forhold. Bruges til mærkningsværdi. Angives ofte A-vægtet (L_{wA}) og i oktaver.

3.27

lydtrykniveau, L_p

Lydtrykket er et mål for den lyd, en person hører og måler på en given position, og det er afhængigt af de akustiske forhold og afstanden til lydkilden.

3.28

lydtrykniveau, A-vægtet, L_{pA}

Lydtrykniveauet angivet ved en enkelt værdi, der er bestemt ved, at der i måleudstyret er indskudt et standardiseret såkaldt A-filter, som modsvarer den subjektive opfattelse af lyden.

3.29

lækage

Luftstrøm, der utilsigtet udsiver fra eller tilføres et ventilationsanlæg gennem utætheder.

3.30

lækage, bypass

Utilsigtet luftstrøm forbi en komponent, fx et filter.

3.31**lækagefaktor**

Lækagen ved et givet prøvetryk divideret med det samlede indvendige overfladeareal i den pågældende del af ventilationsanlægget.

3.32**middellufthastighed**

Middelværdi af luftens hastighed målt over tre minutter.

3.33**moment, nominelt**

Det drejningsmoment som ved nominel spænding og nominelt omløbstal virker på en motors akseltap. Betegnes også mærkemoment.

3.34**motoreffekt, nominel**

Den mekaniske effekt, som afgives af motorakslen ved nominelt omløbstal og nominelt moment, når motoren er tilsluttet nominel spænding og nominel frekvens. Betegnes også mærkeeffekt.

3.35**natkøling**

Udnyttelse af forskelle mellem inde- og udetemperatur til luftbåret køling ved hjælp af lufttransport om natten i varme perioder med det formål at fjerne akkumuleret varme fra bygningsmassen og derved opnå en lavere inde-temperatur om morgenen.

3.36**neutralplan**

Det bygningsmæssige plan, hvor det atmosfæriske tryk uden for og inden for bygningen er lige stort.

3.37**omløbstal, nominelt**

Det motoromløbstal, der er bestemt ved nominel spænding, nominel frekvens og nominelt moment. Betegnes også mærkeomløbstal.

3.38**opholdszonen**

Det område i et rum, hvor personer normalt kan forventes at opholde sig, og hvor angivne termiske og atmosfæriske betingelser skal opfyldes.

Opholdszonen begrænses af gulvet og et øvre plan 1,8 m over gulvet samt af flader 0,2 m fra indervægge, 0,2 m fra ydervægge og 0,6 m fra større vinduer og døre i ydervæggen. Ved større vinduer forstås vinduer med højde over 1,5 m og bredde over 0,8 m.

Ud for tilluftsåbninger placeret ved gulv kan det være nødvendigt at reducere opholdszonen til 1,0 m fra tilluftsåbningen.

3.39**overstyring**

Midlertidig ændring eller afbrydelse af den automatiske styring af et ventilationssystem.

3.40**pendling**

Periodisk svingning af en størrelse.

3.41

personlig kontrol (individuel)

Reguleringsform, hvor brugerne individuelt ud fra egne præferencer, har mulighed for at regulere en eller flere parametre, der har betydelig indflydelse på indeklimaet.

3.42

pulsventilation

Skiftevis perioder med og uden ventilering, hvor pauseperioderne justeres ud fra ventilationsbehovet.

3.43

referencetilstand

Forudsat tilstand, der benyttes som udgangsværdi ved projektering, måling, justering, regulering, styring, tilstandssammenligning o.l.

3.44

reguleringssystem

Et reguleringssystem udgør en lukket sløjfe, i hvilken værdien af den regulerede størrelse sammenlignes med den ønskede værdi, og en korrektion udføres således, at afgivelsen bliver mindre.

3.45

SEL – specifikt elforbrug til lufttransport [J/m^3]

Effektbehovet til ventilatormotorerne inklusive reguleringsudstyr [W] divideret med den transporterede volumenstrøm [m^3/s].

Betegnelsen SFP – Specific Fan Power, som anvendes i udenlandsk litteratur og undertiden i Danmark, har ikke altid samme betydning som *SEL*. SFP tager i visse sammenhænge kun én ventilatormotor i betragtning.

3.46

setpunkt

Indstilling, der angiver et mål for en ønsket værdi eller et ønsket område, den regulerede størrelse skal holdes inden for ved hjælp af reguleringssystemet.

3.47

spalteventilation

Kontinuert, begrænset åbning af klimaskærmen, fx spalteåbning af klimaskærmen.

3.48

spjæld

Komponent, der indsat i et ventilationsanlæg muliggør ændring af luftstrømmen (gennem ændring af tryktabet). Der findes en lang række forskellige spjældtyper fx afspærringsspjæld, blandespjæld, overtryksspjæld, indreguleringspjæld.

3.49

spænding, nominel

Den spænding, en motors stemplingsværdier henføres til. Betegnes også mærkespænding.

3.50

stemplingsværdier

De værdier, motorfabrikanten angiver på en motors stemplingsplade. Betegnes også mærkeværdier.

3.51 styring

Ændring af en driftstilstand eller påvirkning eller ændring af en indstilling eller position af komponenter i ventilations-systemer med det formål at ændre en eller flere indeklimaparametre eller energiforbruget.

automatisk

Styring, hvor ændringen af en komponents indstilling eller position sker automatisk ved en mekanisk eller elektrisk proces uden brugerens betjening.

manuel

Styring, hvor ændringen af en komponents indstilling eller position sker ved brugerens betjening.

3.52 styringsenhed

Enhed, der varetager styringen af ventilationen, enten automatisk eller på baggrund af manuel betjening.

3.53 styringssystem

Et styringssystem er en åben sløjfe, hvori udgangsstørrelsen styres af en af udgangsstørrelsen uafhængig indgangsstørrelse.

3.54 støj

Uønsket lyd.

3.55 temperatur, operativ

Den fiktive ensartede temperatur af luft og omgivende flader, som vil medføre det samme varmetab fra en person ved stråling plus konvektion, som de faktiske temperaturer af luft og omgivende flader medfører.

3.56 temperaturvirkningsgrad, η_t

Forholdet mellem udeluftens temperaturændring ved strømning gennem varmegenvinderen og temperaturforskellen mellem de to luftstrømme umiddelbart før varmegenvinderen. Eventuel varmeafgivelse fra motorer o.l. indgår ikke i temperaturvirkningsgraden.

3.57 termisk opdrift

Luftstrøm forårsaget af trykforskelle, der opstår på grund af forskelle i luftens densitet (forskelle i temperatur eller fugtighed).

3.58 turbulensintensitet

Forholdet mellem standardafvigelsen på lufthastigheden og middellufthastigheden.

3.59 udeluftventil

Regulerbar åbning til det fri, oftest anbragt i en ydervæg eller i en vinduesramme. Eksempler er klapventiler, skydeventiler, spalteventiler og tallerkenventiler.

3.60 udluftning

Brug af vinduer, døre, ventilationsklapper etc. til kortvarigt at forøge ventilationen i et rum.

3.61 ventilation

Transport og udskiftning af luftmassen i indeklimaet med det formål at forbedre indeklimaet.

3.62 ventilationsanlæg

Installation, som omfatter komponenter og kanalsystem til mekanisk ventilation og den mekaniske del af hybrid ventilation herunder eventuel luftbehandling.

3.63 ventilationseffektivitet, ε_v

Mål for, hvor hurtigt en forurening fjernes fra rummet.

Defineres som forholdet mellem forureningskoncentrationen i fraluft og i opholdszonen.

3.64 ventilationsprincipper

mekanisk

Ventilation ved udnyttelse af mekaniske drivkræfter.

naturlig

Ventilation ved udnyttelse af naturlige drivkræfter.

hybrid

Ventilation ved brug af både naturlig og mekanisk ventilation i den samme del af en bygning, underkastet en styring, der vælger ventilationsprincip i den givne situation (enten naturlige eller mekaniske drivkræfter, eller en kombination heraf).

3.65 ventilationsskorsten

Konstruktivt element, der løfter afkastets højde i forhold til neutralplanet for den naturlige ventilation med henblik på forøgelse af de naturlige drivkræfter.

3.66 ventilationsstrategi

Det valgte ventilationsprincip bestemt ud fra bygningsudformning, bygningsplacering, eksterne påvirkninger, interne varme- og forureningsbelastninger m.m.

3.67 ventilationssystem

Kombination af komponenter, som har til formål at transportere og udskifte luftmassen i indeklimaet. Ventilations-system refererer til både mekanisk ventilation, naturlig ventilation og hybrid ventilation.

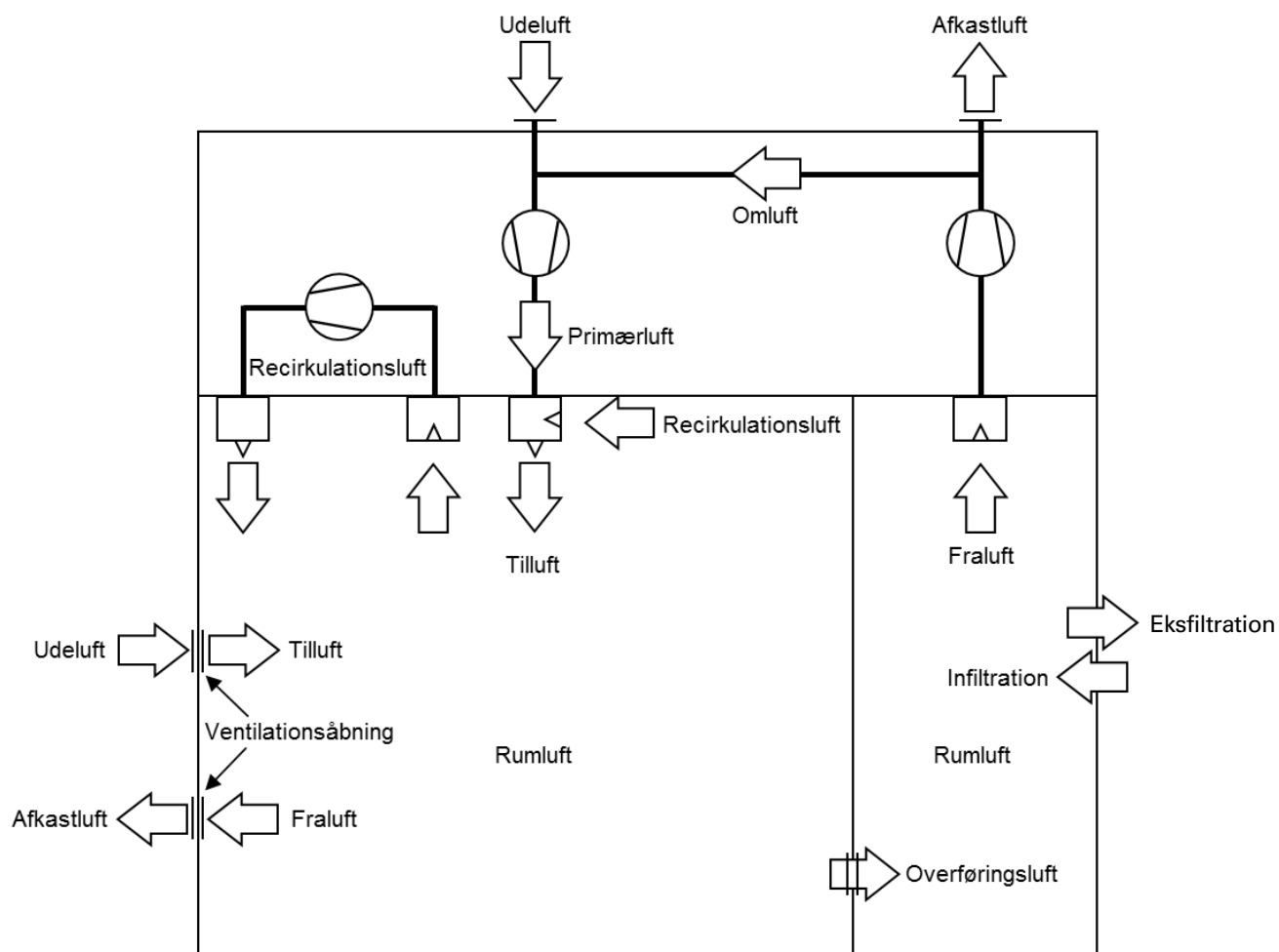
3.68 vinduesmotor

Aktuator, som er monteret på et vindue med henblik på elektrisk betjening af vinduet.

3.69 åbningsareal

Det dimensionerende areal af åbningen eller åbningerne, som er nødvendigt for at opfylde kravene til det atmosfæriske og termiske indeklima i rummet.

NOTE – Definitionslisten dækker brugen af denne standard. For supplerende definitioner henvises til Danvak, VVS-Terminologi (Publ. 97-1) og DS/EN 12792.



Figur 1 – Betegnelser på luft og luftstrømninger^{a)}

a) Figuren illustrerer alene betegnelser på luft og luftstrømninger. Lækage, som er luftstrømme, der udsiver fra eller tilføres et ventilationsanlæg gennem utætheder, er ikke vist.

4 Symboler og enheder

I denne standard gælder nedenstående symboler og enheder.

Symbol	Enhed	Betegnelse
A	m^2	areal
A_m	pct.	middeludskilningsgrad
c	m^3/m^3	koncentrationen af en forurening
E	J	energi
E_m	pct.	middeleffektivitet
ε_v	-	ventilationseffektivitet
η	-	virkningsgrad
φ	pct.	relativ fugtighed
L_{pA}	dB	A-vægtet lydtrykniveau
L_p	dB	lydtrykniveau
m	kg	masse
n	m^3/h pr. m^3	luftskifte
p	Pa	tryk
Δp	Pa	tryktab
P	W	effekt
q_c	m^3/s	tilført forurening
q_v	m^3/s , kg/s	luftstrøm
ρ	kg/m^3	densitet
SEL	$\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$	specifikt elforbrug til lufttransport
t	$^{\circ}\text{C}$	temperatur
τ	s	tid
v	m/s	hastighed
V	m^3	volumen
x	kg/kg	vandindhold

5 Generelle krav

5.1 Systemvalg

Der skal redegøres for valg af ventilationssystem til de forskellige rum i bygningen. Ventilationssystemerne kan være mekaniske, naturlige eller hybride.

Udstyres en bygning med flere samtidigt virkende ventilationssystemer skal systemernes interaktion og gensidige påvirkning beskrives.

NOTE – Forud for de egentlige beregninger er det nødvendigt at foretage nogle forhåndsberegninger og overvejelser. Der henvises til anneks A for en beskrivelse af mekanisk, naturlig og hybrid ventilation.

5.2 Indeklima

Det ønskede indeklima angives i form af krav til luftkvalitet (atmosfærisk indeklima), termisk indeklima og akustisk indeklima.

Kravene i bygningsreglementet er minimumkrav, som skal følges.

De interne belastninger, som har indflydelse på indeklimaet, og som ligger til grund for dimensionering af bygning og installationer, angives, samt samtidigheden af belastningerne.

De dimensionerende udeklimaværdier for de væsentligste driftsstrategier angives.

Af tekniske årsager kan indeklimaet i tid og sted afvige fra det ønskede, dvs. de angivne krav til luftkvalitet (atmosfærisk indeklima), termisk indeklima og akustisk indeklima. Acceptable afvigelsers art, størrelse og forekomst angives.

NOTE 1 – I visse projekter, eksempelvis projektering af ventilationsanlæg til fritliggende énfamiliehuse, som ikke anvendes til erhverv, kan kravet om angivelse af interne belastninger og samtidigheden af disse fraviges.

NOTE 2 – Dimensionerende udeklimaværdier kan fastsættes ved anvendelse af DRY, Design Reference Year.

NOTE 3 – Dimensionerende udeklima for dimensionering af varmeplader og køleanlæg fremgår af DS 469.

5.2.1 Luftkvalitet

Den dimensionerende udelufttilførsel, som ventilationssystemet skal levere til rummet, angives. Ved bestemmelsen af den dimensionerende udelufttilførsel skal ventilationseffektiviteten medtages i beregningen, se endvidere anneks D. Infiltrationsluft medtages ikke i beregningen.

For mekaniske systemer angives den dimensionerende udelufttilførsel til rummet ved maksimal og minimal driftstilstand.

For naturlige systemer angives den dimensionerende åbningsareal til rummet ved maksimal samt ved de almindeligt forekommende driftstilstande.

Ved anvendelse af overføringsluft, se figur 1, skal det sikres, at den samlede udelufttilførsel er tilstrækkelig til at sikre tilfredsstillende luftkvalitet i alle rum.

Der angives en strategi for styring og behovsstyring.

NOTE 1 – I anneks C er vist, hvordan udelufttilførslen kan beregnes ud fra hensyn til dels emission fra personer (bioeffluenter) dels emission fra bygning, inventar og installationer.

NOTE 2 – Ved instationære forhold kan der ved bestemmelsen af udelufttilførslen tages hensyn til rummets volumen og varigheden af opholdet.

NOTE 3 – Ved anvendelse af overføringsluft skal der træffes nødvendige foranstaltninger til sikring mod røg- og brandspredning efter gældende bestemmelser.

NOTE 4 – Krav til udelufttilførsel og luftfjernelse i boliger, daginstitutioner og skoler findes i bygningsreglementet.

5.2.2 Termisk indeklima

5.2.2.1 Generelt

Kravene til det termiske indeklima angives i overensstemmelse med DS 474. Vedrørende opvarmning, køling og sommertemperaturer se DS 469.

NOTE 1 – DS 474 er baseret på kategori II (B) i DS/EN 15251:2007 og DS/EN ISO 7730:2006.

NOTE 2 – For boliger i lavenergiklasse 2015 og 2020 rummer bygningsreglementet krav til det termiske indeklima.

5.2.2.2 Lokal termisk komfort

Middelluftshastigheden i opholdszonen må ikke overstige 0,15 m/s ved opvarmning af rum og 0,22 m/s ved mekanisk køling af rum. Hvis ventilationen er under individuel personlig kontrol eller ved operative temperaturer i den øvre ende af komfortintervallet, kan højere middelluftshastighed accepteres; se anneks C.

Forskellen i vertikal lufttemperatur i opholdszonen mellem 1,1 m og 0,1 m over gulvet må højst være 3 K.

NOTE – Supplerende vejledende kriterier for lokal termisk komfort findes i DS/EN ISO 7730.

5.2.3 Akustisk indeklima

5.2.3.1 Støj fra installationer

For de enkelte rum i bygningen angives krav til efterklangstid og maksimalt tilladeligt lydtrykniveau hidrørende fra vedvarende lydavgivelse fra ventilationsanlægget. Målepunkter og forudsætninger skal være anført.

NOTE 1 – Ventilationsanlægget projekteres og konstrueres på en sådan måde, at det sikres, at ventilationsanlæggets bidrag til støjniveauet i bygningen ikke forårsager gener. Ventilationsanlægget kan være kilde til maskin- og aerodynamisk støj (fx fra ventilatorer, tillufts- og fraluftsarmaturer), ventilationsanlæggets åbninger til det fri kan befordre luftbåren støj fra eller til det eksterne miljø, og endelig kan kanalsystemet medvirke til transmission af støj mellem rum.

NOTE 2 – Forceret emhættedrift i en bolig betragtes ikke som vedvarende lydavgivelse i det betjente rum.

NOTE 3 – Krav til støjniveauet for udvalgte lokaler findes i bygningsreglementet.

5.2.3.2 Støj fra omgivelserne

Tilladelig middelværdi for lydtrykniveau inden døre fra vedvarende udefrakommende vejstøj, jernbanestøj og støj fra tilstødende virksomheder angives, for så vidt angår ventilationssystemet.

Målepunkter og forudsætninger skal være anført.

NOTE – Der henvises til At-vejledning D.6.1 Støj. Vedr. støjniveau i boliger se planloven og bygningsreglementet.

5.2.3.3 Lyddæmpning mellem rum

Der angives grænser for overføring af lyd mellem rum via ventilationssystemer for relevante rum.

NOTE – Krav til udvalgte lokaler findes i bygningsreglementet.

5.3 Brugernes mulighed for indflydelse

Brugerens individuelle muligheder for indflydelse på regulering af opvarmning, ventilation og køling i forhold til tilpasning af det personlige indeklima beskrives.

Det angives, både hvilke forhold brugeren individuelt skal kunne tilpasse, herunder fx justering af personlige ventilationsarmaturer, setpunkt for lufttemperaturen, åbning af vinduer e.l., og i hvilket omfang (rum)reguleringsmulighederne er individuelle (én arbejdsplads), eller hvorvidt reguleringen berører flere brugere ad gangen (flere arbejdspladser, rum, etage eller bygning).

I boliger skal der være udluftningsmulighed i alle beboelsesrum.

NOTE – Muligheden for personlig regulering giver en forbedret oplevelse af indeklimaet. Brugernes mulighed for regulering kan være manuel eller automatisk styring.

5.4 Støj til omgivelserne

Det maksimalt tilladelige støjniveau fra ventilationsanlægget til omgivelserne angives i henhold til gældende myndighedsbestemmelser.

NOTE – I Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, ekstern støj fra virksomheder, findes vejledende værdier.

6 Mekanisk ventilation

6.1 Projektering

6.1.1 Generelt

Der redegøres for, hvorledes det mekaniske ventilationssystem opfylder kravene til indeklime, jf. pkt. 5, Generelle krav.

NOTE 1 – Der henvises til annek A vedrørende beskrivelse af mekanisk ventilation.

NOTE 2 – Der henvises til annek G vedrørende ventilation i storkøkkener.

NOTE 3 – Naturlige ventilationssystemer kan i visse tilfælde levere erstatningsluften for mekaniske fraluftsanlæg.

6.1.2 Tæthed

6.1.2.1 Generelt

Tæthedsklasse(r) for henholdsvis aggregat og kanalsystem skal vælges under hensyntagen dels til bygningens og rummenes brug dels til anlæggets driftstryk, størrelsen af det samlede indvendige overfladeareal, luftens behandling samt anlæggets driftstid. Generelt skal aggregat og kanalsystem have en sådan tæthed, at der sikres god energioekonomi.

6.1.2.2 Aggregat

De tæthedskrav, som ventilationsaggregatet skal opfylde, angives ved én af tæthedsklasserne i henhold til tabel 1 og tabel 2.

Når aggregatet eller dele af aggregatet tæthedsprøves ved stikprøver, angives stikprøvernes omfang.

Producenter skal dokumentere overholdelse af tæthedskravene.

Tabel 1 – Tæthedsklasser for aggregater, som alene arbejder ved undertryk

Tæthedsklasse, aggregat	Tilladelig lækagefaktor [l/s pr. m ²] ved testtryk $p_{\text{test}} = 400 \text{ Pa}$ (undertryk)	Filterklasse
L1	0,15	Bedre end F9
L2	0,44	F8-F9
L3	1,32	G1-F7

Tabel 2 – Tæthedsklasser for aggregater, som arbejder ved både under- og overtryk

Tæthedsklasse, aggregat	Tilladelig lækagefaktor [l/s pr. m ²] ved testtryk $p_{\text{test}} = 700 \text{ Pa}$ (overtryk)
L1	0,22
L2	0,63
L3	1,90

NOTE – Klasse L1 gælder aggregater til anvendelse under særlige forhold fx renrum.

NOTE 1 – Ventilationsaggregaters tæthed testes i henhold til DS/EN 1886 og DS/EN 13053.

NOTE 2 – De anførte lækagefaktorer i tabel 1 er i overensstemmelse med tæthedsklasserne for kanalsystem inklusive komponenter specificeret i DS/EN 1507:2006 og DS/EN 12237:2003 (fx L2=B), men testtrykkene er forskellige.

NOTE 3 – Tæthedsklasser og tilladelige lækagefaktorer i tabel 1 og tabel 2 er angivet i henhold til DS/EN 1886:2008. Filterklasser er angivet i henhold til DS/EN 779:2003.

NOTE 4 – Omregning af lækagen ved ét tryk til lækagen ved et andet tryk kan foretages ved hjælp af følgende formel.

$$q_{L2} = q_{L1} \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0,65}$$

hvor q_{L1} og q_{L2} er lækagen henholdsvis ved det statiske tryk p_1 og p_2

6.1.2.3 Kanalsystem inklusive komponenter

De tæthedskrav, som kanalsystemet inklusive komponenter skal opfylde, angives ved én af tæthedsklasserne i henhold til tabel 3.

Når kanalsystemet eller dele af systemet tæthedsprøves ved stikprøver, angives stikprøvernes omfang. Stikprøverne udtages, så de er repræsentative for kanalsystemet.

Resultaterne af stikprøverne kan kun tages som samlet udtryk for kanalsystemets tæthed, hvis stikprøverne har et omfang, der indbefatter alle komponenter, fx også bokse til tillufts- og fraluftsarmaturer.

Tabel 3 – Tæthedsklasse og tilladelig lækagefaktor

Tæthedsklasse	Tilladelig lækagefaktor [m^3/s pr. m^2] ved testtryk p_{test} [Pa]	Tilladelig lækagefaktor [m^3/s pr. m^2] ved testtryk $p_{\text{test}} = 400$ Pa
A	$0,027 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$
B	$0,009 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	$0,44 \cdot 10^{-3}$
C	$0,003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
D	$0,001 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$

NOTE 1 – Tæthedsklasser og tilladelige lækagefaktorer i tabel 3 er angivet i henhold til DS/EN 1507:2006, DS/EN 12237:2003 og DS/EN 15727:2010.

NOTE 2 – Valg af tæthedsklasse(r) sker under hensyntagen dels til bygningens og rummenes brug dels til anlæggets driftstryk, størrelsen af det samlede indvendige overfladeareal, luftens behandling samt anlæggets driftstid. Generelt skal kanalsystemer have en sådan tæthed, at der sikres god energioekonomi. Der kan opnås store besparelser på driften af ventilationsanlægget, jo tættere dette er udført. Lækage og tab af varme-/køleenergi elimineres i videst muligt omfang. Det er et kernepunkt, at de dimensionerede luftmængder tilgår betjeningsområdet, og at lækager ikke forårsager gener i form af træk og støj.

NOTE 3 – Tæthedsklasse A: Anvendes udelukkende i anlæg, som arbejder ved driftstryk under 50 Pa, eller hvor lækagen kommer betjeningsområdet rimeligt til gode.

Tæthedsklasse B: Er det almindelige krav til rektangulære kanalsystemer og minimumkravet til cirkulære kanalsystemer.

Tæthedsklasse C: Er den anbefalede klasse for cirkulære kanaler i mange projekter, specielt hvis differencetrykket er større end 300 Pa, eller hvis lækagen kan medføre en risiko for indeklimaet, trykstyring eller funktion af anlægget.

Tæthedsklasse D: Anvendes i de under klasse C nævnte tilfælde med særligt høje krav til hygiejne eller stort fokus på energiforbrug.

6.1.3 Tolerancer for luftstrømme

Tolerancer for de luftstrømme, der skal leveres af ventilationsanlægget, angives. Tolerancerne angives som afvigelser fra de nominelle luftstrømme. Normalt anvendes værdierne i tabel 4.

NOTE – Tolerancerne fastlægges ved en afvejning mellem økonomi, de strømningstekniske forhold i anlægget og det ønskede indeklima. Tolerancerne angives for de luftstrømme, der ønskes kontrolleret. Eventuelt angives tillige tolerancen for den samlede luftstrøm, der tilføres eller fjernes, for hvert rum.

Tabel 4 – Eksempel på angivelse af tolerancer

Luftstrøm gennem armaturer	Samlet luftstrøm til rummet	Hovedluftstrøm fra/til aggregat
± 15 pct.	± 10 pct.	± 8 pct.

6.1.4 Energiforbrug

6.1.4.1 Generelt

Ventilationsanlæg skal udformes, så der opnås lavt energiforbrug under hensyntagen til funktion og økonomi. Effektoptag til komponenter, der ikke vedrører lufttransport, medregnes ikke i beregninger af *SEL*, men skal oplyses, så deres effektoptag bliver taget i betragtning. Eksempler på sådanne komponenter er pumper, spjældmotorer, motorer, styringer, automatik og kontrolinstallationer.

6.1.4.2 *SEL* – specifikt elforbrug til lufttransport

SEL-værdien beskriver forholdet mellem effektbehov og transporteret volumenstrøm. Værdien bestemmes ved rene filtre og ved en massefylde på 1,2 kg/m³ luft. Alle komponenter fra nettilslutning til ventilator medregnes, fx frekvensomformere.

SEL for en enkelt ventilator bestemmes ved:

$$SEL = \frac{P}{q_v}$$

SEL for et aggregat med tilluft, fraluft og varmegenvinding bestemmes ved:

$$SEL = \frac{P_{tilluft} + P_{fraluft}}{q_{max}}$$

hvor:

P , $P_{tilluft}$ og $P_{fraluft}$ er effektbehov til henholdsvis ventilator, tilluftsventilator og fraluftsventilator [W]

q_v er luftstrøm gennem ventilatoren; q_{max} er største dimensionerende luftstrøm gennem aggregatet (m³/s).

Ved bestemmelse af P , $P_{tilluft}$ og $P_{fraluft}$ tages hensyn til virkningsgraden af ventilatoren, transmissionen, motoren og reguleringen.

NOTE – For yderligere detaljer henvises til DS/EN 13779.

6.1.4.3 Varmegenvinding

Varmegenvinderens temperaturvirkningsgrad (ikke-kondenserende betingelser) angives.

Producentens oplysninger om virkningsgrad og dimensionerende tryktab skal være bekræftet ved dokumenterbare afprøvninger.

NOTE 1 – Varmegenvindere testes i henhold til DS/EN 308.

NOTE 2 – Temperaturvirkningsgrad skal opfylde bygningsreglementets minimumkrav og angives ved nominel tilluftsstrøm (maks. projekteret luftmængde) og med den samme fraluftsstrøm og uden kondenserende drift. Til energirammeberegninger anvendes temperaturvirkningsgrad ved aktuel luftstrøm ved aktuelle luftkonditioner.

6.1.4.4 Dokumentation

Det årlige energiforbrug til behandling af luften angives. Forbruget opdeles i:

- opvarmning
- køling
- befugtning
- affugtning
- ventilatorer
- afisning af varmegenvindingsinstallation.

Desuden oplyses eleffekt til:

- automatik herunder følere
- pumper
- motorer ved roterende varmegenvindere
- ventilmotorer
- aktuatorer
- spjældmotorer
- VAV-armaturer
- CTS
- integrerede kompressorer til varmepumper og køleanlæg.

Som forudsætninger for beregningerne angives:

- indeklimaet
- brug af bygning(er) og rum
- anlæggets tæthed
- ventilationseffektiviteten
- antal driftstimer
- virkningsgrader for køle- og varmegenvindingskomponenter
- udeklima.

Desuden angives grundlaget for energiforbrugsberegningerne, fx en driftstilstand for anlægget, eksempelvis en referencetilstand, et gennemsnit af forskellige typiske driftstilstande eller en beregning på grundlag af DRY.

Producenter skal levere validerede produktdata.

Såfremt lokale forsyningsselskaber stiller særlige krav fx til afkøling af fjernvarmevand, angives kravene.

6.1.5 *Drift og vedligeholdelse*

Komponenter, der kræver tilsyn og vedligeholdelse, skal være let tilgængelige og skal projekteres og monteres sådan, at arbejdet kan foretages på en hensigtsmæssig og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde.

Krav til og intervaller for tilsyn og vedligeholdelse af komponenter angives. Interval for tilsyn på anlægget må ikke overstige et år.

Der skal udarbejdes en fyldestgørende drifts- og vedligeholdelsesinstruktion. Instruktionen skal være på dansk og indeholde et sæt opdaterede hovedtegninger med alle måle- og kontrolpunkter anført, samt datablade og specifikationer på alle hovedkomponenter.

NOTE 1 – I større bygninger med BMS (Building Management System) lagres relevante indeklima-, udeklima- og driftsparametre, således at funktionen af ventilationsanlægget kan undersøges ved analyse af de gemte data, evt. suppleret med specifikke målinger. Ventilationsanlæggets funktion eftervises ved beregning.

NOTE 2 – For andre bygninger uden BMS (Building Management System) kan ventilationsanlæggets funktion eftervises baseret på data for minimum 2 ugers drift for hver af de væsentligste driftsstrategier, i særdeleshed sommer, vinter samt overgangsperioder. Funktionen kan alternativt eftervises ved målinger ved hver af de væsentligste driftsstrategier.

NOTE 3 – Drifts- og vedligeholdelsesinstruktionen skal indeholde skitser og tegninger, der gør det muligt for driftspersonalet at fastholde en forståelse af anlæggets funktion og reguleringer. Instruktionen kan fx være på videoform, der muliggør gentagelser for nyt personale. Drifts- og vedligeholdelsesinstruktionen bør indeholde:

- anlægsbeskrivelse (formål, forsyningsområde, anlægsprincip mv.)
- komponentoversigt og komponentdata
- styringsanlæg (funktionsdiagrammer og -beskrivelser)
- vedligeholdelsesanvisninger

- indreguleringsrapporter
- anlægstegninger
- opdaterede hovedtegninger med alle måle- og kontrolpunkter anført
- datablade og specifikationer på alle hovedkomponenter.

6.2 Anlægsudførelse og komponenter

6.2.1 Generelt

Ventilationsanlæg skal isoleres i henhold til DS 452 og brand- og røgsikres i henhold til DS 428.

Ventilationsanlæg skal dimensioneres og udføres således, at de nominelle luftstrømme er til stede ved tillufts- og fraluftsarmaturer under hensyntagen til bl.a. anlæggets tæthed.

Ventilationsanlæg skal udføres og monteres, så der sikres mekanisk stabilitet.

Ventilationsanlæg skal frostsikres for at imødegå skade på anlæggets enkelte dele.

Komponenter skal monteres sådan, at den tilsigtede fordeling af luften over den enkelte komponent opnås.

Der skal træffes foranstaltninger til imødegåelse af korrosion ved komponenters tilslutning til bygningsdele og til det øvrige ventilationsanlæg.

Komponenter skal udføres af holdbare materialer, som er modstandsdygtige over for omgivelserne og over for ventilationsluften. Komponenter skal endvidere udføres af materialer, som ikke kan afgive fibre, og som ikke kan afgive luftarter i mængder, som forringer indeklimaet herunder medfører lugtgener og sundhedsfare.

Komponenter skal være konstrueret og monteret, så vedligeholdelse kan foretages på en hensigtsmæssig og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde. Komponenter, der kræver regelmæssig vedligeholdelse eller udskiftning, skal forsynes med mærkning, der angiver fabrikat, type og betegnelse.

Af hensyn til projektering, udførelse, vedligeholdelse og eventuelle senere anlægsændringer skal alle komponenter leveres med oplysninger om:

- forudsætninger for anvendelse
- materiale og overfladebehandling
- mål
- kapacitets- og dimensioneringsdata
- masse (for varme- og køleflader med og uden væske)
- lydeffektdata
- montagevejledning
- vedligeholdelsesvejledning.

NOTE – Klassificering af et aggregats mekaniske stabilitet er angivet i DS/EN 1886:2008.

6.2.2 Luftindtag og -afkast

Udvendigt placerede luftindtag og -afkast skal være placeret og udformet under hensyntagen til udeluftens renhed og temperaturforhold og således, at ventilationsluften tilføres og bortkastes på en for ventilationsanlægget hensigtsmæssig måde og uden gene for omgivelserne.

Luftindtag og -afkast skal være placeret og udformet således, at tryksvingninger i ventilationsanlægget fra vindpåvirkning begrænses, at indtrængen af fugle og andre dyr forhindres, og således, at indtaget og det tilsluttede kanalsystem holdes fri for plantedele og fremmede genstande.

Luftindtag og -afkast skal være placeret og udformet således, at gennemslag af nedbør ikke sker. Såvel luftindtag og -afkast som det tilsluttede kanalsystem skal være modstandsdygtigt over for indtrængende vand. Indtrængende vand opsamles og bortledes.

Luftindtag skal være placeret således, at risikoen for kortslutning fra luftafkast minimeres og bl.a. under hensyntagen til hyppigst forekommende vindretning.

Ved installation af luftafkast skal der gives en sådan udformning, at ubehagelig lugt eller forureninger ikke føres tilbage til bygningens luftindtag, oplukkelige vinduer, døre, altaner o.l. eller til nærliggende bygninger. Dette gælder også individuelle emhætter i boliger. Kravet vil normalt indebære, at afkast fra emhætter skal føres over tag.

Note 1 – DS 428 stiller supplerende krav til placering af indtag og afkast samt anvendelse af fælles indtag og afkast.

Note 2 – Afkast bør placeres minimum 0,3 m over terræn eller tagflade til underside af afkast for sikring mod sne.

Indtag bør placeres minimum 0,5 m over terræn eller tagflade, dog minimum 1,0 m over flade sorte tage, til underside af indtag for at sikre bedre luftkvalitet.

Indtag bør placeres minimum 5,0 m over terræn ved trafikeret område.

Indtag bør placeres med mindst 10,0 m afstand til afløbsudluftninger og køkkenafkast.

6.2.3 Ventilatorer og motorer

Ventilatorer skal vælges ud fra driftsformen, og de skal dimensioneres under hensyntagen til de angivne tolerancer. De skal endvidere dimensioneres og monteres sådan, at der opnås stabil drift. Der skal anvendes ventilatorer og transmission med høj virkningsgrad.

Motorer skal dimensioneres under hensyntagen til de angivne tolerancer for luftstrømme, roterende deles inertimoment, startperiodens længde og driftsforhold.

NOTE 1 – Der anvendes motorer med virkningsgrad jævnfør kravene i Ecodesign Regulativ 327/2011.

NOTE 2 – Ventilatorer testes i henhold til DS/ISO 5801.

6.2.4 Filtre

Filtre skal vælges, så det sikres, at øvrige komponenters ydeevne ikke forringes på grund af tilsmudsning, samt at hygiejniske og komfortmæssige grænser for tilluftens indhold af støv og andre partikler er overholdt.

Filtermaterialer skal vælges, så de er bestandige mod alle driftsforhold herunder temperatur og fugt.

Filtre skal forsynes med udstyr for kontrol af filtrets renhed, fx tryktabskontrol.

Filtre skal indbygges, så den tilstræbte udskilningsevne ikke nedsættes på grund af utætheder omkring filtret.

Filtre skal være tilstrækkelig tætte mod bypasslækage.

For at undgå forurening af tilluften skal filtersektionen udformes således, at det sikres, at filtret ikke i længere perioder er fugtigt.

NOTE 1 – Filtre testes og klassificeres i henhold til DS/EN 779.

NOTE 2 – Krav vedrørende bypasslækage angives i henhold til DS/EN 1886. For boligventilationsaggregater, som kun betjener én bolig, angives krav i henhold til DS/EN 13141-7 og DS/EN 13141-8.

NOTE 3 – I filtersektioner, hvor der er risiko for tilstedeværelse af fugt, udføres bunden som korrosionsklasse C4 eller bedre i henhold til DS/EN ISO 12944-2.

NOTE 4 – Anbefalede mindste filterklasser:

M5 for beskyttelse af genvindingskomponenter, varme-/køleflader m.m.

F7 for tilluftssystemer i komfortanlæg.

F8 for tilluftssystemer med poseindblæsning, til edb-rum eller rum, hvor højere hygiejniske krav stilles.

Stilles højere hygiejniske krav og ønskes større sikkerhed anbefales flere filtertrin, hvor filterklasserne kan bestemmes ud fra udeluftkvaliteten – DS/EN 13779 indeholder anbefalinger til komfortanlæg.

6.2.5 *Varme- og køleflader*

6.2.5.1 **Generelt**

Varme- og køleflader skal dimensioneres, så de er i stand til at holde den ønskede tilluftstemperatur.

Varme- og køleflader for væske skal opfylde de samme krav som det tilsluttede rørsystem.

Hvor der kan forekomme risiko for tilisning, skal der træffes foranstaltninger til frostsikring.

6.2.5.2 **Varmeblader for varmt vand, hedt vand og damp**

Varmeblader skal kunne udluftes og aftappes. Varmeblader skal være forsynet med mærkning, der angiver tryktrin samt fremløbs- og returstuds og luftretning.

Ud over de oplysninger, der skal leveres i henhold til 6.2.1, skal der medleveres oplysninger om:

- sammenhørende værdier af ind- og udgående vand- og lufttemperaturer samt vand- og luftstrømme
- tryktab for luft og vand (eller damp) som funktion af henholdsvis luft- og vandstrøm (eller dampstrøm).

6.2.5.3 **Elvarmeblader**

Elvarmeblader skal være sikrede mod overophedning.

Ud over de i oplysninger, der skal leveres i henhold til 6.2.1, skal der medleveres oplysninger om:

- spænding
- effekt og effektopdeling
- minimumlufthastighed gennem varmebladen
- koblingsskema med angivelse af sikring mod overophedning
- tryktab som funktion af luftstrøm.

Der skal sikres efterløb på ventilatorer, tilstrækkelig afstand til andre komponenter samt iagttages brandkrav jf. DS 428.

6.2.5.4 **Køleblader**

Køleblader med væske skal kunne udluftes og aftappes. Køleblader skal være forsynet med mærkning, der angiver tryktrin samt fremløbs- og returstuds og luftretning.

Kondensvand skal bortledes, og der skal være vand- eller luftlås med tilstrækkelig lukkehøjde på kondensafløbet. Vandlås skal sikres mod udtørring og frostsikres.

Ud over de i afsnit 6.2.1 Generelt nævnte skal der medleveres oplysninger om:

- sammenhørende værdier for ind- og udgående kølemedie- og lufttemperaturer samt kølemedie- og luftstrømme
- tryktab for kølemedium og luft som funktion af henholdsvis kølemedie- og luftstrøm.

6.2.6 *Be- og affugtere*

Overskudsvand herunder kondensvand skal bortledes, og der skal være vand- eller luftlås med tilstrækkelig lukkehøjde på afløbet. Vandlås skal sikres mod udtørring.

Der må ikke anvendes vand, der kan afgive stoffer og mikroorganismer i mængder, der kan give gener eller være sundhedsskadelige. Vandstænk må ikke trænge uden for be- og affugterkammeret til tilstødende komponenter.

NOTE – Anvendelse af befugtere skal normalt undgås.

6.2.7 Varmegenvindingskomponenter

Valg af varmegenvindingstype skal ske under hensyntagen til risikoen for lækage og konsekvenserne af forurening af tilluften. Varmegenvindere skal være udformet, så lækage fra fraluften til tilluften begrænses. Fraluft fra rum, der er specielt indrettet til rygerum, må ikke føres gennem roterende varmegenvinder. Anvendelse af roterende varmegenvinder i forbindelse med luftfjernelse fra andre særlige rum, fx køkkener, tekøkkener og kopirum forudsætter, at der foretages nøje vurderinger af det hensigtsmæssige heri.

Kondensvand skal bortledes, og der skal være vand- eller luftlås med tilstrækkelig lukkehøjde på kondensafløbet. Vandlås skal sikres mod udtørring og frostsikres.

Hvor der kan forekomme risiko for tilisning, skal der træffes foranstaltninger til frostsikring.

Roterende varmegenvindere skal være forsynet med mærkning, der angiver rotorens omløbsretning og luftens strømningsretning.

Varmegenvindere med væskegennemstrømning skal opfylde de samme krav som det tilsluttede rørsystem, skal kunne udluftes og aftappes og skal være forsynet med mærkning, der angiver tryktrin, fremløbs- og returstuds samt luftretning. Endvidere skal tilsvarende data oplyses som for varme- og køleflader, 6.2.5.

NOTE – Temperaturvirkningsgraden, η_t , for en varmegenvinder, er forholdet mellem udeluftens temperaturændring ved strømning gennem varmegenvinderen og temperaturforskellen mellem de to luftstrømme umiddelbart før varmegenvinderen. Eventuel varmeafgivelse fra motorer o.l. indgår ikke i temperaturvirkningsgraden.

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

hvor

t_{11} er fraluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen

t_{21} er udeluftens temperatur ved tilgangen til varmegenvinderen

t_{22} er udeluftens temperatur ved afgang fra varmegenvinderen

6.2.8 Kanalsystem inklusive bygningsmæssige kanaler

Kanalsystemet skal monteres, udformes og placeres således, at det er muligt at inspicere kanalerne, kontrollere renhedsgraden og rense og vedligeholde kanalsystemet. Kravet gælder også kanaler, som ligger uden for bygningen.

Kanalsystemet skal være udformet således, at kravene til det akustiske indeklima, der er angivet i 5.2.3, opfyldes.

Kanalsystemet skal opfylde de tæthedskrav, der er angivet i 6.1.2.3.

Kanalsystemet skal af hensyn til energiforbruget være udformet, så tryktab begrænses.

NOTE – Ventilationskanaler udformes i henhold til DS/EN 1505 (rektangulære tværsnit) og DS/EN 1506 (cirkulære tværsnit).

Ventilationskanaler monteres i henhold til DS 428 (Norm for brandtekniske foranstaltninger) samt DS/EN 12236 (ophæng og understøttelse), DS/EN 12097 (krav til kanalkomponenter ved vedligeholdelse) og DS 1123 (pladsbehov for montage).

Ventilationskanaler af plade testes i henhold til DS/EN 1507 (rektangulære tværsnit) og DS/EN 12237 (cirkulære tværsnit).

6.2.9 Spjæld

Spjæld skal udføres således, at der sikres stabilitet, bevægelighed og opnåelse af den ønskede tæthed. Lejer skal være letløbende og vedligeholdelsesfri.

Spjæld skal monteres sådan, at de kan inspiceres og afprøves. Spjæld skal være forsynet med stillingsmarkering, og manuelt indstilleligt spjæld skal have en effektiv låseanordning.

Reguleringsspjæld skal vælges, så tolerancerne for luftstrømme overholdes i hele reguleringsområdet.

NOTE 1 – Spjæld testes i henhold til DS/EN 1751.

NOTE 2 – Spjæld klassificeres (0, 1, 2, 3, 4) i henhold til DS/EN 1751:1999 under hensyntagen til lækage over spjældet i lukket tilstand i relation til trykforskelle.

NOTE 3 – Anbefalede mindste tæthedsklasser for spjæld:

Indreguleringsspjæld: kl. 0

Afspærringsspjæld: kl. 3

6.2.10 *Lyddæmpere*

Lyddæmpere må ikke frigive fibre, partikler eller gasser.

NOTE 1 – Kravet kan opfyldes ved at overfladebehandle eller på anden måde afdække, indkapsle eller forsegle absorptionsmateriale.

NOTE 2 – Lyddæmpere testes i henhold til DS/EN ISO 7235.

6.2.11 *Tilluftsarmaturer, fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler*

Tilluftsarmaturer, fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler skal dimensioneres og placeres således, at ventilationsluften ved alle forekommende luftstrømme fordeler sig på en sådan måde, at det tilsigtede atmosfæriske og termiske klima opnås i opholdszonen, og at kravene til lufthastigheden overholdes.

Tilluftsarmaturer, fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler skal være monteret, så de kan renses.

Ud over de i afsnit 6.2.1 Generelt nævnte skal der medleveres oplysninger om:

- kastelængder og spredningsbilleder ved forskellige temperaturer på tilluften.

NOTE 1 – Tillufts- og fraluftsarmaturer testes i henhold til DS/EN 12589.

Diffusorer testes i henhold til DS/EN 12238 og DS/EN 12239.

Udeluftventiler og luftoverføringsventiler til boligventilation testes i henhold til DS/EN 13141-1.

Tillufts- og fraluftsarmaturer til boligventilation testes i henhold til DS/EN 13141-2.

Emhætter til boligventilation testes i henhold til DS/EN 13141-3.

NOTE 2 – Anvendelse af luftoverføringsventiler forudsætter, at brandkravene er overholdt i det aktuelle tilfælde.

6.2.11.1 *Armaturer til personlig ventilation*

Armaturer til personlig ventilation skal placeres, så andre personer ikke kan blive generet af luftstrømninger eller termiske effekter.

Luftstrømmen skal kunne reguleres, hvad angår størrelse og retning.

NOTE – Der henvises til anneks E for yderligere information om personlig ventilation.

6.2.12 *Regulering*

Ventilationsanlægget skal være forsynet med et reguleringssystem, der er projekteret og udført sådan, at ventilationsanlægget kan opretholde de stillede krav til indeklimaet i relation til luftkvalitet samt termisk og akustisk indeklima.

Reguleringssystemet skal være projekteret med sigte på energioekonomisk drift af ventilationsanlægget.

NOTE – Reguleringssystemet og automatiseringsgraden vælges under hensyntagen til de krav, som er stillet til ventilationsanlægget, idet de enkelte parametre afpasses efter de rum, som ventilationsanlægget betjener, og efter de krav, der stilles til ydelserne de enkelte steder i anlægget. Kravene fastlægges på baggrund af oplysninger om rummenes brug og belastninger i rummene. Med henblik på energioekonomisk drift indrettes ventilationsanlæg med tilhørende reguleringssystem sådan, at udeluftandelen kan tilpasses det aktuelle behov, fx ved anvendelse af omluft, luftstrømsændring eller periodisk drift. Der kan endvidere installeres reguleringssystem for periodisk temperatur- og fugtighedsændring.

6.2.13 Følere

Følere skal vælges og placeres, så de måler den pågældende størrelse og beskyttes mod uvedkommende påvirkninger.

Lufthastighedsfølere skal monteres i overensstemmelse med fabrikantens vejledninger.

Lufthastighedsfølere til fast montage skal være forsynet med indikation af strømningsretning.

Følere for driftskontrol skal via BMS (Building Management System) kunne kobles med andre energistyringer i bygningen af hensyn til effektiv styring og kontrol med bygningens samlede energiforbrug.

NOTE 1 – Lufthastighedsfølere til indbygning i kanaler kan fx være udformet som kanalstykker med indbygget måleblænde, som venturidyser eller som indreguleringsboks med fast måleudtag umiddelbart ved armaturet. Nøjagtigheden af luftstrømsmålere er stærkt afhængig af korrekt montage.

NOTE 2 – Lufthastighedsfølere testes i henhold til DS/EN 14277.

NOTE 3 – Rumfølere placeres, så de ikke påvirkes utilsigtet fra fx solstråling, varme- og ventilationsanlæg, belysning, vinduer og døre, kolde eller varme vægoverflader. CO₂-følere placeres i den øvre del af opholdszonen. Indendørs temperaturfølere placeres repræsentativt for det termiske indeklima. Udendørs temperaturfølere placeres i skygge. Vindmålere placeres i passende afstand fra genstande, som kan medføre lokal turbulens og ændringer i vindretningen. Regnfølere placeres, så de eksponeres for eventuel regn uanset øvrige vind- og vejrforhold. Solfølere placeres, så de udsættes for de samme solintensiteter som de flader, de repræsenterer.

NOTE 4 – Der er typisk risiko for voksende, tidsafhængig fejlvisning i CO₂- og fugtfølere. Derfor bør disse i nødvendigt omfang kalibreres, enten via en indbygget funktion eller ved en årlig kalibrering. Metoden bør fremgå af driftsvejledningen.

6.2.14 Driftskontrol

Ventilationsanlæg skal være forsynet med måleudtag, komponenter eller instrumenter, der muliggør kontrol af driften herunder anlæggets ydelse og energiforbrug.

Ventilationsanlæg skal være forsynet med fastmonterede udtage til måling af hovedluftstrømme eller have mulighed for udlæsning af hovedluftstrømme på betjeningspanel. Firmaspecifikke krav til afstande til forstyrrelser skal være overholdt.

Tilluftens og fraluftens temperatur skal kunne måles. Desuden skal udeluftens temperatur kunne måles.

Ved varmegenvindere skal der kunne foretages lufttemperaturmålinger, som muliggør bestemmelse af varmegenvinderens temperaturvirkningsgrad.

I bygninger med BMS (Building Management System) og automatisk styret mekanisk ventilation skal det være nemt at konstatere anlæggets driftstilstand, og indstillingsmuligheder skal være let tilgængelige af hensyn til løbende regulering og vedligehold og med henblik på afhjælpning af driftsforstyrrelser. Det skal være muligt at udtage ventilationsanlæggets registreringer til analyse. Der skal desuden være adgang til data for udeklimaet.

NOTE 1 – Måling af temperaturvirkningsgrad på et enhedsaggregat kan ske i kanalsystemet umiddelbart uden for aggregatet med eventuel eftervarmefflade koblet fra. I målingen vil eventuel varmeafgivelse fra motor(er) indgå.

NOTE 2 – Der henvises til bygningsreglementet vedrørende krav til måling af energiforbrug til ventilation.

6.3 Tæthedsprøvning, indregulering og aflevering

6.3.1 Tæthedsprøvning

Det skal dokumenteres ved tæthedsprøvning, at ventilationsanlægget opfylder de stillede tæthedskrav.

6.3.2 Indregulering

Ventilationsanlægget skal indreguleres, så anlægget yder de nominelle luftstrømme inden for de specificerede tolerancer.

Indreguleringen skal udføres, således at tryktabet i anlægget bliver mindst muligt.

I forbindelse med indreguleringen udfærdiges en indreguleringsrapport med angivelse af målepunkter.

6.3.3 Aflevering

Ventilationsanlæg skal leveres i driftsklar og rengjort stand herunder med rene filtre.

I forbindelse med afleveringen skal det eftervises, at anlægget er udført og fungerer i overensstemmelse med de krav, der er gældende på afleveringstidspunktet, herunder anlæggets energieffektivitet.

Målinger af luftstrømme skal ske ved en referencetilstand.

I forbindelse med afprøvningen udfærdiges en afprøvningsrapport, som skal indeholde de målte værdier med angivelse af målemetoder, måleinstrumenter og sandsynlige målefejl. Alle setpunkter skal være anført i afprøvningsrapporten.

Derudover skal der udføres en funktionstest, der efterviser, at automatiksystemet fungerer som forudsat. Dokumentation herfor leveres for indregulering af alle de væsentligste parametre.

Anlæggets virkemåde skal være beskrevet på dansk i et sprog rettet mod driftspersonalet.

Drifts- og vedligeholdelsesinstruktionen er en del af afleveringen, og instruktionen skal foreligge ved afleveringen.

Der skal foreligge verificerede testresultater, der specifikt dokumenterer de leverede varmegenvinders temperaturvirkningsgrad.

NOTE 1 – Anlægget kan afprøves i henhold til DS/EN 12599.

Ventilationsanlæg til boliger kan afprøves i henhold til DS/EN 14134.

NOTE 2 – Testresultater kan fx være som et Euroventcertifikat

7 Naturlig ventilation

7.1 Projektering

7.1.1 Generelt

Det skal angives, hvorledes det naturlige ventilationssystem opfylder kravene til indeklima, se pkt. 5, idet der tages hensyn til den naturlige ventilations virkemåde.

NOTE 1 – Ved naturlig ventilation er luftbevægelsen gennem åbninger i klimaskærmen bestemt af trykforhold på bygningen skabt af vind og termisk opdrift. Disse kan enten virke hver for sig eller i kombination. Se A.3 for yderligere beskrivelse af principper for naturlig ventilation.

NOTE 2 – Luftmængder og luftkvalitet i bygninger med naturlig ventilation kan beregnes med simple håndregningsmetoder eller med simuleringssoftware. DS/EN ISO 13791, anneks J, indeholder en generel simpel håndregningsmetode, der kan anvendes for alle bygningstyper. Se også DS/EN 15242. For kontorbygninger o.l. kan metoden i anvendes. Under hensyntagen til den konkrete bygning vil metoden også kunne benyttes til mindre bygninger, herunder boliger. Simuleringssoftware kan anvendes til beregning af luftmængder og luftkvalitet i alle bygningstyper.

NOTE 3 – Krav til brand- og røgsikring stilles i medfør af bygningsreglementet. DS 428 anvendes, i den udstrækning ventilationssystemet kan sidestilles med et mekanisk ventilationsanlæg.

7.1.2 Dimensioneringsforudsætninger og driftsstrategi

Alle for naturlig ventilation relevante dimensioneringsforudsætninger skal angives.

Det angives, hvilke driftsstrategier ventilationssystemet opererer med under forskellige betingelser i såvel uden-dørsklimaet som indeklimaet. Ved angivelse af en driftsstrategi skal samtlige betydende faktorer for valg af denne specificeres.

Naturlige ventilationssystemer skal indrettes således, at der er mulighed for ventilation uden for brugstiden.

Hvis det naturlige ventilationssystem interagerer med andre ventilationssystemer, angives, hvorledes denne interaktion finder sted.

NOTE 1 – Relevante dimensioneringsforudsætninger omfatter ud over krav til indeklimaet, fx bygningens udformning, varmeisolering, termisk masse, solafskærmning, klimatisk referenceår, brugsmønstre, indre varmelast samt nødvendige åbningsarealer og strømningsveje for den naturlige ventilation.

NOTE 2 – Eksempler på driftsstrategier kan fx være vinterstrategi og sommerstrategi samt driftsstrategi for overgangsperioderne forår og efterår. Som elementer i driftsstrategien kan indgå forskellige driftstilstande fx pulsventilation, baggrundsventilation, udluftninger, spalteventilation og natkøling.

NOTE 3 – For større ventilationssystemer bør relevante indeklima-, udeklima- og driftsparametre lagres, således at funktionen af ventilationssystemet kan undersøges og eftervises ved analyse af de gemte data, evt. suppleret med specifikke målinger.

NOTE 4 – For mindre ventilationssystemer er lagring ikke nødvendig, og funktionen kan eftervises baseret på målinger for minimum 2 ugers drift for hver af de væsentligste driftsstrategier, i særdeleshed sommer, vinter samt overgangsperioder.

NOTE 5 – For simple systemer (primært systemer i boliger) er lagring eller måling ikke nødvendig, og ventilationssystemets funktion kan betragtes som eftervist ved beregning. Beregningen bør omfatte som minimum den dimensionerende sommer- og vintertilstand.

7.1.3 Luftstrømning i naturligt ventilerede bygninger

Der skal redegøres for, at der er tilstrækkelige strømningsveje gennem bygningen fra luftindtag til luftafkast for de væsentligste driftstilstande, under hensyntagen til de brandmæssige enheder.

Eventuelle påvirkninger på det naturlige ventilationssystem fra mekaniske ventilationsanlæg, der måtte finde anvendelse i særskilte dele af bygningen, fx i toiletter, kopirum eller køkken, angives.

Ventilationsåbninger, der anvendes i brugstiden, skal placeres under hensyntagen til, at det tilsigtede atmosfæriske, termiske og akustiske indeklima opnås i opholdszonen, og at kravene til lufthastigheden overholdes.

For at opnå en god luftfordeling skal åbningerne placeres og udformes hensigtsmæssigt. Luftfordelingen kan enten fungere efter fortrængnings- eller opblandingsprincippet.

NOTE 1 – Det tilstræbes, at det naturlige ventilationssystem og eventuelle mekaniske ventilationsanlæg i bygningen virker til gavn for hinanden, og at u hensigtsmæssig gensidig påvirkning begrænses.

NOTE 2 – I et naturligt ventilationssystem benyttes bygningens volumen til luftstrømning. Bygningens rumfordeling har indflydelse på strømningsvejen og skal ses som en del af bygningens ventilationsstrategi. Strømningsvejen kan omfatte indvendige åbninger, i den udstrækning at brandkravene er overholdte, og skal være så direkte som muligt.

NOTE 3 – I større bygninger kan det af hensyn til luftstrømningen være nødvendigt at forsyne interne skillevægge med riste, spjæld eller lemme eller have glaspartier med vindueslignende åbninger. De udformes og styres, så brandsikkerheden mellem rummene ikke reduceres, og således, at uønsket spredning af lyd minimeres.

NOTE 4 – Naturlige ventilationssystemer kan i visse tilfælde levere erstatningsluften for mekaniske fraluftsanlæg.

NOTE 5 – Luftindtag placeres normalt højt eller i en vis afstand af dedikerede opholdsområder, herunder spiseplads, arbejdspladser i køkkenet, o.l. I større bygninger placeres luftindtag generelt i et niveau, der svarer til den øverste del af opholdszonen eller over denne.

7.1.4 Komponenters tæthed

Kanaler og øvrige komponenter i forbindelse med kanalsystemet skal opfylde tæthedsklasse A, jf. tabel 3.

7.1.5 Energiforbrug

Naturlige ventilationssystemer skal projekteres, så der opnås et lavt energiforbrug under hensyntagen til funktion og økonomi.

Eleffekten for elforbrugende komponenter i ventilationssystemet oplyses.

Såfremt der anvendes andre energiforbrugende komponenter til konditionering af luften i det naturlige ventilationssystem, fx varme- eller køleflader, oplyses de for energirammeberegningen relevante data.

NOTE 1 – Det bemærkes, at naturlig ventilation ikke har et elforbrug direkte knyttet til lufttransport ($SEL = 0$).

NOTE 2 – Typiske elforbrugende komponenter i et naturligt ventilationssystem er vinduesmotorer, følere og styreenheder. Andre komponenter kan forekomme i afhængighed af det konkrete projekt.

NOTE 3 – Såfremt der benyttes varmegenvinding, oplyses virkningsgraden for varmegenvinderen.

7.1.6 Regulering og styring

Naturlige ventilationssystemer skal være styrede for at sikre et godt indeklima og en høj energieffektivitet. I boliger og for simple systemer generelt kan styringen være automatisk eller manuel. I andre bygninger end boliger skal styringen være automatisk, såfremt der er tale om koblede zoner eller zoner for mere end én person.

Der skal være mulighed for, at den automatiske styring kan overstyres af brugeren, således at det er muligt for den enkelte bruger at åbne vinduerne nær dennes arbejdsplads. I boliger skal alle automatisk styrede vinduer kunne overstyres.

NOTE 1 – Regler og vejledning for anvendelsen af naturlig ventilation fremgår for visse rum- og bygningstyper af bygningsreglementet.

NOTE 2 – Automatisk styring er især relevant i rum med varierende belastninger eller mange personer, fx kontorlandskaber, møderum, institutioner og vådrum i boliger. Desuden er automatisk styring relevant i forbindelse med natkøling, der ofte finder sted i tidsrum, hvor der ikke er personer til stede i bygningen. Styringen bør baseres på relevante indeklimaparametre, fx CO_2 og temperatur og på måling af udeklimaet. Se desuden B.4 og annek B.

NOTE 3 – Brugerens løbende involvering i styringen af den naturlige ventilation må ikke være en forudsætning for at sikre den specificerede luftkvalitet.

7.1.7 Drift og vedligeholdelse

Alle komponenter, der kræver tilsyn og vedligeholdelse, skal være let tilgængelige og skal projekteres og monteres sådan, at arbejdet kan foretages på en hensigtsmæssig og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde.

Krav til og intervaller for tilsyn og vedligeholdelse af komponenter angives. Intervaller for tilsyn og vedligeholdelse må ikke overstige et år.

Funktionen af styresystem og følere skal kunne kontrolleres.

Der skal udarbejdes en drifts- og vedligeholdelsesvejledning.

NOTE – Drifts- og vedligeholdelsesvejledningen bør som minimum indeholde (for simple systemer kan et reduceret omfang være tilstrækkeligt):

- Systembeskrivelse (formål, forsyningsområde, virkemåde)
- Komponentoversigt og komponentdata
- Beskrivelse af eventuel styring (funktionsdiagram og beskrivelse)
- Vedligeholdelsesanvisninger
- Indreguleringsrapporter
- Opdaterede systemtegninger
- Redegørelse for brand- og røgsikringen i forhold til bygningens brandmæssige enheder.

7.2 Systemudførelse og komponenter

7.2.1 Generelt

Naturlige ventilationssystemer skal dimensioneres og udføres således, at kravene opfyldes, og således, at beskrevne driftsstrategier kan etableres i afhængighed af det aktuelle udeklima og indeklima. Komponenter skal kunne fungere ved dimensionerende temperatur for såvel vinter som sommer.

Det samlede tryktab fra komponenter, der anvendes i forbindelse med et naturligt ventilationssystem, fx varme- og køleflader, skal være så lavt, at systemet fungerer efter hensigten i den af de væsentligste driftstilstande, der har det mindste drivtryk.

Komponenter skal udføres af holdbare materialer, som er modstandsdygtige over for omgivelserne og over for ventilationsluften. Komponenter skal endvidere udføres af materialer, som ikke kan afgive fibre, og som ikke kan afgive luftarter i mængder, som forringer indeklimaet herunder medfører lugtgener og sundhedsfare.

Komponenter skal være konstrueret og monteret, så vedligeholdelse kan foretages på en hensigtsmæssig og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde. Komponenter skal forsynes med mærkning, der muliggør entydig identifikation, fx fabrikat, type og betegnelse.

Af hensyn til projektering, udførelse, vedligeholdelse og eventuelle senere systemændringer skal alle komponenter leveres med oplysninger om:

- forudsætninger for anvendelse
- montagevejledning
- materiale og overfladebehandling
- mål
- vedligeholdelsesvejledning.

7.2.2 Ventilationsåbninger

7.2.2.1 Generelt

Luftindtag og -afkast placeres og udformes under hensyntagen til de ønskede hygiejniske og komfortmæssige forhold (se også 7.1.3), udeluftens renhed og temperaturforhold.

Åbninger monteres, så de kan renses.

Åbninger placeres, så vindtrykket bidrager til en forøgelse af drivtrykket i så stor en del af året som muligt, ikke mindst i sommerperioden.

Afkast udformes, så ventilationssystemets funktion i videst muligt omfang er uafhængig af vindretningen.

Alle luftindtag, med undtagelse af vinduer i facaden eller taget, placeres og udformes således, at gennemslag af nedbør ikke sker. Såvel luftindtag og -afkast som det tilsluttede kanalsystem skal være modstandsdygtigt over for indtrængende vand. Indtrængende vand opsamles og bortledes. For vinduer i facaden eller taget angives forholdsregler i tilfælde af nedbør.

Luftindtag placeres således, at risikoen for kortslutning fra luftafkast minimeres og bl.a. under hensyntagen til hyppigst forekommende vindretning.

Luftindtag og -afkast tilsluttet bygnings- eller ventilationskanaler skal være udformet således, at indtrængen af fugle og andre dyr forhindres, og således, at indtaget og det tilsluttede kanalsystem holdes fri for plantedele og fremmede genstande.

For bygninger placeret i støjende omgivelser skal der ved placering og udformning af åbningerne tages de nødvendige forholdsregler for at sikre opfyldelse af kravene i 5.2.3.2.

Det skal sikres, at åbningernes bevægelighed ikke begrænses af bygningsmæssige forhold, andre bygningsinstallationer, e.l.

NOTE 1 – Ventilationsåbninger vil kun med sikkerhed fungere som afkaståbninger, hvis de befinder sig i læsiden. I større bygninger kan der være ønske om at sikre, at åbningerne alene fungerer som afkast. Såfremt den naturlige ventilation er automatisk styret, bør afkaståbningerne i dette tilfælde placeres i mindst to forskellige retninger og styres i afhængighed af vindretningen.

NOTE 2 – Udeluftventiler og luftoverføringsventiler til boligventilation testes i henhold til DS/EN 13141-1.

NOTE 3 – For enfamiliehuse og rækkehuse udformes afkasthætter, så vindhastigheden udnyttes til at øge vindens suges effekt. På bygninger med flade tage, hvor vinden kan skabe overtryk på den del af taget, der ligger over mod læsiden facade, bør afkastkanalen forsynes med et kontrapjæld. På skrå tage bør afkasthætter placeres tæt på tagryggen, og udmundingen bør ske mindst i højde med tagryggen. På flade tage bør udmundingen ske mindst 0,5 m over tagfladen.

NOTE 4 – For bygninger placeret i støjende omgivelser kan åbninger placeres på den side af bygningen, der vender bort fra støjilden. Alternativt kan der foretages konstruktive, lyddæmpende tiltag.

7.2.2.2 Manuelt styrede åbninger for tilluft og fraluft

Manuelt styrede udeluftventiler (klapventiler, skydeventiler, spalteventiler, tallerkenventiler, ventilationsklapper e.l.) skal kunne lukke tæt.

Vinduer, der benyttes som ventilationsåbning i brugstiden, skal kunne fastholdes i en af brugeren valgt position, så vinden under normale forhold ikke påvirker åbningsarealet.

NOTE 1 – Ventilens udformning gør, at disse kan bruges som baggrundsventilation inden for og uden for bygningens brugstid. Vinduer bør som udgangspunkt kun benyttes til baggrundsventilation i bygningens brugstid.

NOTE 2 – Ved brug af ventiler bør risiko for træk, kondens og påvirkning af det termiske indeklima indgå i overvejelserne

NOTE 3 – Midler til fastholdelse af vinduesrammen kan fx være stormkrog, udskyderstang, friktionsbremse e.l.

7.2.2.3 Automatisk styrede åbninger for tilluft og fraluft

Produkter tilknyttet automatisk styrede ventilationsåbninger skal kunne minimere støjafgivelsen ved automatisk drift.

Kravet til minimering af støjafgivelse gælder ikke i tilfælde af brand og ved brugeroverstyring af ventilationssystemet, fx overstyring af vinduer, hvor brugeren har en forventning om akustisk feedback på overstyringen.

Automatisk styrede ventilationsåbninger kan benyttes til ventilation af bygningen både under og uden for bygningens brugstid.

NOTE – Ved ventilation uden for brugstiden, fx ved natventilation i kontorer, institutioner o.l. bygninger, designes eller placeres åbningerne, så risiko for indbrud gennem åbningerne minimeres. Alternativt kan der etableres særskilt sikring mod indbrud enten ved opsætning af foranstaltninger ved vinduet eller som en del af bygningens generelle sikringstiltag, fx alarmsystemer.

7.2.3 Filtre

Foruden de krav, der er angivet i 7.2.1, skal filtre overholde de funktionskrav, der er angivet i 6.2.4.

7.2.4 Varmeflader

Foruden de krav, der er angivet i 7.2.1, skal varmeklader overholde de funktionskrav, der er angivet i 6.2.5.

NOTE – Varmeflader anbringes horisontalt for at imødegå problemer med lagdeling grundet lav lufthastighed over fladen.

7.2.5 *Kanalsystem inklusive bygningsmæssige kanaler*

Kanalsystemet skal monteres, udformes og placeres således, at det er muligt at inspicere kanalerne, kontrollere renhedsgraden samt rengøre og vedligeholde kanalsystemet.

Kanalsystemet skal være udformet således, at kravene til det akustiske indeklima, der er angivet i afsnit 5.2.3, opfyldes.

NOTE 1 – Kanaler og ventilationsskorstene skal have stort tværsnit og færrest mulige retningsændringer for at gøre strømningsmodstanden mindst mulig.

NOTE 2 – På grund af de lave lufthastigheder, der forekommer ved naturlig ventilation, kan der forekomme aflejring af partikler i bygningsmæssige kanaler, hvilket stiller ekstra krav til renseligheder og beskrivelse af rensinterval i driftsinstruktionen.

NOTE 3 – Kanaler varme- og kondensisoleres i henhold til DS 452. Kanaler brandisoleres, samt brand- og røgskres i henhold til DS 428.

7.2.6 *Lyddæmpere*

Lyddæmpere, der anvendes i forbindelse med naturlig ventilation, skal opfylde kravene i 7.2.1 mht. tryktab.

Det dokumenteres, at de anvendte lyddæmpere opfylder de stillede funktionskrav.

Lyddæmpere udformes, så de kan rengøres.

Lyddæmpere må ikke frigive fibre, partikler eller gasser.

NOTE 1 – Kravet om, at lyddæmpere ikke må frigive fibre, partikler eller gasser, kan opfyldes ved at overfladebehandle eller på anden måde afdække, indkapsle eller forsegle absorptionsmaterialet.

NOTE 2 – Lyddæmpere omfatter også bygningsmæssige kanaler, gennemføringer i vægge o.l.

7.2.7 *Udførelse af regulering og styring*

Når der i medfør af 7.1.6 skal etableres automatisk styring, skal denne måle relevante parametre i indeklimaet opdelt på de enkelte zoner og på baggrund heraf vælge driftstilstand for ventilationssystemet og foretage den nødvendige regulering af komponenterne.

Forholdsregler omkring begyndende regn, stærk vind, lave udetemperaturer og brand skal indgå i den automatiske styring, i det omfang det er nødvendigt, for at undgå skade på bygningen, forebygge reduktion af komponenternes levetid og sikre overholdelse af brandkravene.

NOTE – En bygning med et automatisk styret naturligt ventilationssystem vil typisk også indeholde manuelle eller elektrisk betjente åbninger, der ikke er en del af ventilationsstrategien.

7.2.8 *Driftskontrol*

I større bygninger med automatisk styret naturlig ventilation skal det være nemt at konstatere systemets driftstilstand, og indstillingsmuligheder skal være let tilgængelige af hensyn til løbende regulering og vedligehold og med henblik på afhjælpning af driftsforstyrrelser.

Det skal være muligt at udtage ventilationssystemets registreringer af indeklimaet opdelt i zoner til analyse. Der skal desuden være adgang til data for udeklimaet.

7.2.9 *Følere*

Følere skal besidde fornøden præcision og stabilitet og skal placeres hensigtsmæssigt i forhold til den ønskede funktion.

NOTE 1 – Rumfølere placeres, så de ikke påvirkes utilsigtet fra fx solstråling, varme- og ventilationsanlæg, belysning, vinduer og døre, kolde eller varme vægoverflader. CO₂-følere placeres i den øvre del af opholdszonen. Indendørs temperaturfølere placeres repræsentativt for det termiske indeklima. Udendørs temperaturfølere placeres i skygge. Vindmålere placeres i passende afstand fra genstande, som kan medføre lokal turbulens og ændringer i vindretningen. Regnfølere placeres, så de eksponeres for eventuel regn uanset øvrige vind- og vejrforhold. Solfølere placeres, så de udsættes for de samme solintensiteter som de flader, de repræsenterer.

NOTE 2 – Der er typisk risiko for voksende, tidsafhængig fejlvisning i CO₂- og fugtfølere. Derfor bør disse i nødvendigt omfang kalibreres, enten via en indbygget funktion eller ved en årlig kalibrering. Metoden bør fremgå af driftsvejledningen.

7.3 Indregulering og aflevering

7.3.1 Indregulering

Det naturlige ventilationssystem skal indreguleres i henhold til de beskrevne driftsstrategier.

NOTE – Det vil typisk være nødvendigt at foretage indreguleringen efter ibrugtagning af bygningen og for alle de væsentligste driftstilstande. Indregulering er ikke relevant for manuelle systemer til boliger.

7.3.2 Aflevering

Naturlige ventilationssystemer skal afleveres i driftsklar og rengjort tilstand.

I forbindelse med afleveringen skal det eftervises og dokumenteres, at systemet er udført og fungerer i overensstemmelse med de krav, der er gældende på afleveringstidspunktet.

Dokumentationen skal som minimum omfatte funktionstest ved aflevering af bygningen. For automatiske systemer skal der desuden afleveres dokumentation for indregulering af alle de væsentligste driftstilstande.

Der skal foreligge en fyldestgørende drifts- og vedligeholdelsesinstruktion på dansk samt en detaljeret systembeskrivelse af ventilationssystemet. Der skal desuden foreligge en letforståelig vejledning til brugerne om, hvordan ventilationssystemet fungerer, samt forslag til, hvad de kan gøre for at få opfyldt deres indeklimabehov.

8 Hybrid ventilation

8.1 Projektering

For hybride ventilationssystemer gælder pkt. 6 for den mekaniske funktion og pkt. 7 for den naturlige funktion samt dette punkt.

Det forudsættes, at både den mekaniske og den naturlige funktion er til stede samtidig i hele eller dele af en bygning, samt at der foregår en styring af skift mellem mekanisk og naturlig ventilation.

For komponenter, der indgår både i den mekaniske og den naturlige funktion, og hvor kravene til komponenterne er forskellige, skal det sikres, at komponenterne kan fungere tilfredsstillende under både mekanisk og naturlig drift.

NOTE 1 – Hybrid ventilation er en kombination af naturlig ventilation og mekanisk ventilation. Ved at veksle imellem systemerne kan indeklimaet optimeres og energiforbruget minimeres gennem udnyttelse af begge systemers respektive styrker, fx ved at kombinere god energieffektivitet i vinterperioden via mekanisk ventilation med varmegenvinding og naturlig ventilation med energineutral køling i sommerperioden. Se A.4 for yderligere beskrivelse af principper for hybrid ventilation.

NOTE 2 – For *ventilatorunderstøttet naturlig ventilation*, se A.4.1, vil det primært være pkt. 7, der vil være gældende, mens det for *naturligt understøttet mekanisk ventilation*, se A.4.3, primært vil være pkt. 6, der vil være gældende.

8.1.1 Generelt

Det skal angives, hvorledes det hybride ventilationssystem ved kombination af naturlig og mekanisk ventilation opfylder kravene til indeklima, se pkt. 5, idet der fokuseres på udnyttelse af begge ventilationsprincippers styrker til at opnå en energieffektiv drift.

NOTE – I driftsstrategien for sommerperioden vil luftkvaliteten ofte kunne forbedres i forhold til det projekterede minimumniveau, uden at det giver anledning til et øget energiforbrug.

8.1.2 Driftsstrategi

Der skal redegøres for driftsstrategien for det hybride ventilationssystem, og det skal angives, hvorledes det mekaniske og det naturlige ventilationssystem skal koordineres, således at der opnås en energieffektiv drift, samtidig med at det foreskrevne indeklima opretholdes.

Det skal angives, hvilke driftsstrategier det hybride ventilationssystem opererer med under forskellige udeklimaforhold og belastninger i indeklimaet. Det skal specificeres, hvilke betydende faktorer der er afgørende for valg af driftsstrategi, herunder anvendelse af naturlig eller mekanisk funktion.

Hvis det hybride ventilationssystem og andre ventilationssystemer virker sammen under gensidig påvirkning, angives, hvordan dette finder sted.

NOTE 1 – Driftsstrategien inkluderer typisk en vinterstrategi, hvor luftkvaliteten normalt er dimensionerende for luftstrømmen, og en sommerstrategi, hvor termisk komfort kan være dimensionerende for luftstrømmen. Den kan også inkludere en driftsstrategi for forår og efterår, hvor der lejlighedsvis er opvarmningsbehov i bygningen, og lejlighedsvis er varmeoverskud.

NOTE 2 – For *ventilatorunderstøttet naturlig ventilation* drejer det sig især om strategi for start/stop og omdrejningsstyring af ventilator, mens det for *naturlig og mekanisk ventilation* drejer sig om strategi for skift mellem de to ventilationsfunktioner eller for en glidende overgang, hvor alle dele af en bygning ikke skifter strategi samtidigt (enten fordelt i forhold til orientering eller i forhold til belastning).

NOTE 3 – For enfamiliehuse benyttes oftest styreformen naturlig og mekanisk ventilation, hvor den på et givent tidspunkt optimale driftstilstand (naturlig eller mekanisk) vælges med udgangspunkt i udetemperaturen.

8.1.3 Luftstrømning i bygninger med hybrid ventilation

Systemernes virkemåde og samspil dokumenteres i de tilfælde, hvor dele af bygningen ventileres ved naturlig ventilation og andre ved mekanisk ventilation.

8.1.4 Energiforbrug

Hybride ventilationssystemer skal projekteres, så der opnås et lavt energiforbrug under hensyntagen til funktion og økonomi.

Komponenter, herunder automatik, ventilationsaggregater, fraluftsventilatorer, spjæld, ventilatorer, vinduesmoto-

rer o.l., i det hybride ventilationssystem, som ikke er i brug, skal kunne sættes i en dvaletilstand, hvor energiforbruget er minimalt.

8.1.5 *Regulering og styring*

Styringen skal omfatte såvel den mekaniske del (fx ventilatorer) som den naturlige del (fx vinduer eller andre åbninger).

Automatisk styring skal kunne overstyres af brugerne. Dette gælder også for tilvalg eller fravalg af såvel den naturlige som den mekaniske funktion, i det omfang systemopbygningen giver mulighed for dette.

Omskiftningsstrategien mellem den naturlige og mekaniske del skal beskrives både i forhold til opfyldelse af indeklimakrav og i forhold til en energieffektiv drift. Det skal specificeres, hvilke betydende faktorer der indgår i strategien, og med hvilken prioritering.

Omskiftningsstrategien skal indrettes således, at der ikke opstår pendling mellem de to ventilationsfunktioner.

NOTE 1 – Kriterier for skiftet mellem naturlig og mekanisk ventilation kan fx være:

- udetemperatur (har indflydelse på termisk komfort og behov for varmegenvinding)
- CO₂-niveau indendørs
- indetemperatur (har indflydelse på valg af driftstilstand for sommer).

Uden for brugstiden vil kriterierne være anderledes end i brugstiden, idet energieffektiviteten her har førsteprioritet.

NOTE 2 – I enfamiliehuse kan skiftet mellem naturlig og mekanisk ventilation foregå manuelt eller automatisk og på en sådan måde, at ventilationen i alle situationer er i overensstemmelse med bygningsreglementet.

8.1.6 *Drift og vedligeholdelse*

Krav til tilsyn og vedligeholdelse angives, herunder specielle krav i forbindelse med opstart af naturlig/mechanisk ventilation efter længere tids stop. Intervaller for tilsyn og vedligeholdelse må ikke overstige et år.

8.2 *Systemudførelse og komponenter*

8.2.1 *Generelt*

Af hensyn til projektering, udførelse, vedligeholdelse og eventuelle senere systemændringer skal alle komponenter i hybride ventilationssystemer leveres med oplysninger om, i hvilke driftsstrategier de anvendes.

Der må ikke forekomme utilsigtet udelufttransport gennem komponenter, der på et givent tidspunkt ikke indgår i den valgte driftsstrategi. Endvidere skal systemet sikres mod kondensrisici under stilstand.

Sikkerhedsfunktioner, fx brandventilation og regnfølere, skal altid være aktive, selvom dele af systemet er i dvale.

Det samlede tryktab i komponenter fastlægges i forhold til, om der er tale om den naturlige eller den mekaniske del, og i forhold til de driftstilstande, der har det mindste drivtryk.

NOTE – Trykfaldet i det mekaniske anlæg vil have betydning for, hvor lang en periode varmegenvinding vil være fordelagtigt, hvad angår genvundet varme i forhold til elforbrug. For at reducere energiforbruget til lufttransport kan anlægget udformes som et lavtryksanlæg med tryktab < 100 Pa, idet dele af bygningen og/eller bygningskroppen anvendes som transportvej for luften.

8.2.2 *Ventilationsåbninger*

Ved placering af indtag og afkast skal der tages hensyn til de forskellige driftsstrategier, systemet vil fungere under.

NOTE – Fx bør afkastet fra mekanisk ventilation ved ventilatorunderstøttet naturlig ventilation placeres i passende afstand fra vinduer eller andre åbninger for naturlig ventilation.

8.2.3 *Varmegenvindingskomponenter*

Foruden de krav, der er angivet i 8.2.1, skal varmegenvindingskomponenter overholde de krav, der er angivet i 6.2.7.

NOTE – Varmegenvindingskomponenter bør anbringes horisontalt for at imødegå problemer med lagdeling grundet den lave lufthastighed.

8.2.4 *Ventilatorer*

Ventilatorer i hybride ventilationssystemer, som er monterede i kanaler, der også anvendes til strømningsvej for den naturlige ventilation, skal enten kunne bypasses eller have et for den naturlige ventilation ubetydeligt tryktab, når de er i stilstand.

NOTE – Kravet gælder fx særlige aksialventilatorer, som indgår i ventilatorunderstøttet naturlig ventilation.

8.2.5 *Driftskontrol*

Det skal være muligt for driftspersonalet at identificere systemets driftstilstand, herunder om naturlig eller mekanisk ventilation er i anvendelse, samt betydende faktorer i forhold til valg af driftstilstand.

8.3 *Indregulering og aflevering*

8.3.1 *Indregulering*

Det hybride ventilationssystem skal indreguleres, så skiftet mellem de to ventilationsfunktioner følger den beskrevne strategi.

NOTE – Det vil normalt være nødvendigt at foretage indreguleringen efter ibrugtagning af bygningen og for alle de væsentligste driftstilstande. Indregulering er ikke relevant for manuelle systemer til boliger.

8.3.2 *Aflevering*

I forbindelse med aflevering skal det eftervises, at systemets omskiftningsstrategi mellem naturlig og mekanisk ventilation er udført i overensstemmelse med de krav, der er gældende på afleveringstidspunktet.

For automatiske systemer skal der desuden afleveres dokumentation for omskiftningsstrategiens funktion under alle driftstilstande.

Drifts- og vedligeholdelsesinstruktionen skal indeholde en separat vejledning rettet mod bygningens brugere. Vejledningen skal beskrive systemets driftstilstande og hensigtsmæssig adfærd i forhold til disse.

NOTE – Fx for systemer med mekanisk køling er det vigtigt, at brugerne i drifts- og vedligeholdelsesinstruktionen gøres opmærksom på, hvornår og hvorfor den mekaniske køling er i funktion, således at unødige vinduesåbning og forøget energiforbrug til køling begrænses.

Anneks A (informativt)

Ventilationssystemer, udformninger og principper

A.1 Generelt

Annekset har til formål at identificere forskellige ventilationssystemer, udformninger og principper og at henlede opmærksomheden på, at standarden stiller krav, som i visse tilfælde er afhængige af valgt system.

A.2 Mekanisk ventilation

Ved mekanisk ventilation skabes drivkræfterne af elektrisk drevne ventilatorer. Anlægget kan bestå af tillufts- og/eller fraluftsanlæg. Et anlæg med både mekanisk tillufts- og mekanisk fraluftsanlæg betegnes typisk balanceret ventilation. Ofte indreguleres luftstrømmen dog sådan, at fraluften er lidt større end tilluften. Et svagt undertryk i bygningen reducerer risikoen for, at fugtig indeluft trænger ud i bygningens konstruktioner og medfører fugtskader.

Mekaniske ventilationsanlæg kan yde et højere drivtryk end naturlige ventilationssystemer, og de er derfor væsentlig mindre følsomme over for variationer i udeklimaet. Mekaniske ventilationsanlæg kan derfor reguleres præcist, og kan derfor opretholde det ønskede indeklima inden for forholdsvis snævre tolerancegrænser.

Et ventilationsanlæg til balanceret, mekanisk ventilation omfatter en tilluftsdel, en fraluftsdel og normalt en varmegenvindingsdel. Endvidere indgår filtre, spjæld og ofte et antal komponenter til behandling af luften fx varmeblæser og/eller køleblæser. Når de enkelte dele og komponenter er bygget sammen til en enhed, anvendes typisk betegnelsen et aggregat.

I forbindelse med mekanisk ventilation anvendes ofte begreberne CAV, VAV og DCV, på trods af at begreberne ikke er begrænset til mekanisk ventilation og i øvrigt er knyttet til anlæggets regulering frem for anlæggets opbygning. CAV står for Constant Air Volume (konstant volumenstrøm), VAV står for Variable Air Volume (variabel volumenstrøm) og DCV står for Demand Controlled Ventilation (behovsstyret ventilation).

A.2.1 Centrale anlæg

Betegnelsen *centrale anlæg* anvendes om anlæg, hvis betjeningsområdet består af flere rum eller boliger. Luftbehandlingen foregår centralt, ofte via et aggregat, hvorfra luften føres via ventilationskanaler til betjeningsområdet.

Fordelene ved centrale anlæg er ofte, at teknikken er samlet i fx et teknikrum, hvilket gør service og vedligeholdelse mere enkelt og rationelt. Endvidere har man en central styring, hvilket giver lettere mulighed for at sikre, at krav til indeklima og energiforbrug overholdes. Til gengæld skal der afsættes plads til kanalføringen ud til betjeningsområderne.

A.2.2 Decentrale anlæg

Betegnelsen *decentrale anlæg* anvendes om anlæg, hvis betjeningsområdet består af et rum eller en bolig.

Fordelene ved decentrale anlæg er ofte, at anlægget ikke kræver så meget plads til kanalfremføringer, og at det normalt er enkelt at tilpasse luftstrøm, temperaturer m.m. individuelt. Service kan besværliggøres, da der er flere anlæg, især hvis de er placeret i boliger. Endvidere kan de individuelle styringer og evt. individuelt serviceniveau medføre mindre kontrol af indeklimaet.

Energimæssigt kan det være svært at sammenligne centrale anlæg med decentrale anlæg uden nøje kendskab til brugs mønstre og belastningsprofiler. Decentrale anlæg har normalt det laveste energiforbrug ved fuld belastning, grundet mindre tryktab til kanalsystem. Centrale anlæg opnår derimod større besparelser ved delbelastning, da energiforbruget falder eksponentielt.

A.3 Naturlig ventilation

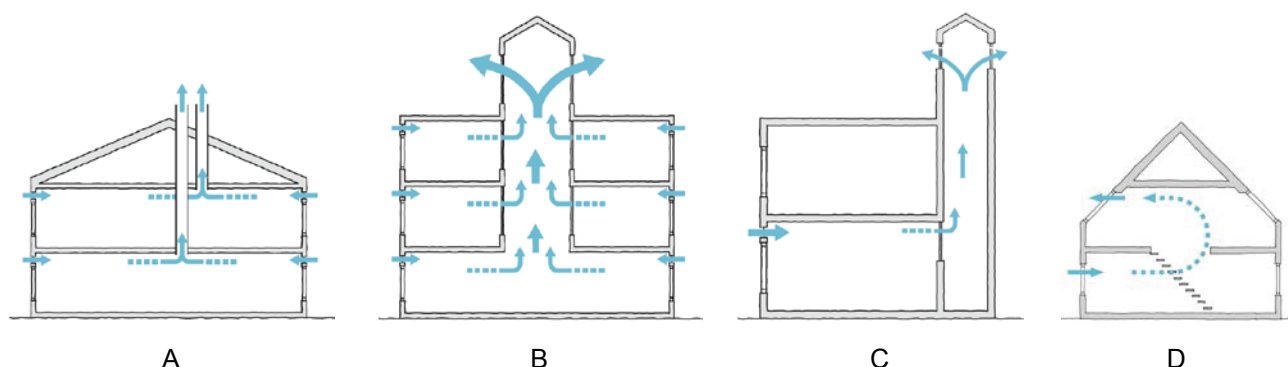
Drivkræfterne ved naturlig ventilation er termisk opdrift og vindpåvirkning af bygningen. Ved naturlig ventilation har bygningens udformning og åbningernes form og placering en væsentlig indflydelse på virkemåden.

Grundlæggende skelnes mellem tre forskellige principper for naturlig ventilation: opdriftsventilation, tværv ventilation og ensidet ventilation.

A.3.1 Opdriftsventilation

Opdriftsventilation er naturlig ventilation drevet af termisk opdrift. Termisk opdrift opstår, når indetemperaturen er højere end udetemperaturen. Dermed opstår et indvendigt overtryk i den øverste del af bygningen og et indvendigt undertryk i den nederste del, og luften drives ud gennem de højest placerede åbninger og ind gennem de lavest placerede åbninger. I en vis højde er udvendigt og indvendigt tryk lige store, og i denne højde ligger det såkaldte neutralplan. Det er vigtigt at neutralplanet i bygningen er placeret højt nok til, at luftindtag sikres til alle opholdsarealer i bygningen.

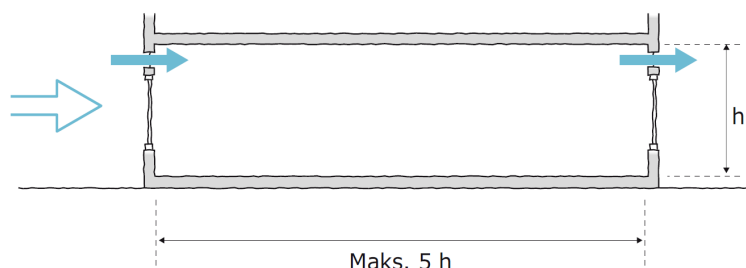
Den termiske opdrift kan øges ved at øge den lodrette afstand mellem indtags- og afkaståbningerne. Derved øges trykforskellen, som driver ventilationen. Den øgede åbningsafstand kan opnås på flere måder, fx ved at øge rumhøjden, åbne bygningen mellem etagerne, etablere åbninger i taget eller ved at etablere lodrette kanaler eller ventilationsskorstene. Kanaler og skorstene uden for opvarmede rum skal isoleres for at udnytte den termiske opdrift. Neutralplanets placering kan også justeres ved at ændre forholdet mellem åbningsarealerne i bygningen. En høj placering sikres ved at have relativt små indtagsarealer og et relativt stort åbningsareal i afkastet øverst i bygningen.



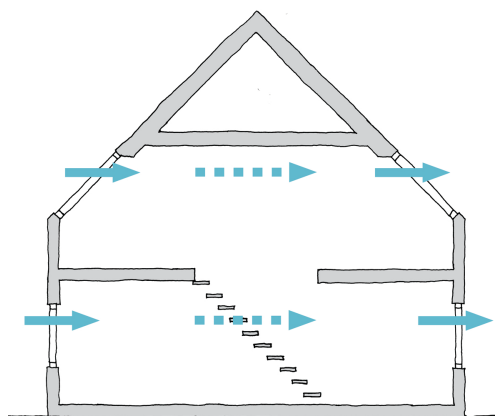
Figur A.1 – Eksempler på principsnit for bygninger med opdriftsventilation

A.3.2 Tværv ventilation

Tværv ventilation er naturlig ventilation drevet af forskelle i vindtryk på bygningens klimaskærm. På bygningens vindside skabes relativt høje tryk, mens der på bygningens læside og på tage med lav hældning skabes relativt lave tryk. Udeluften drives ind gennem åbninger i vindsiden, og ud gennem åbninger i læsiden. Der kan etableres tværv ventilation i et rum, når der er åbninger i to eller flere ydervægge eller tagflader. Som tommelfingerregel vil tværv ventilation være effektiv, når rumdybden er højst 5 gange rumhøjden, se figur A.2.



Figur A.2 – Retningslinjer for forhold mellem højde og dybde i rum med tværv ventilation



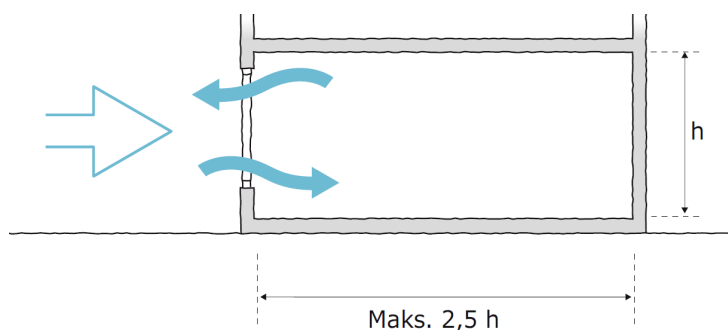
Figur A.3 – Eksempel på principsnit for bolig med tværventilation

A.3.3 Ensidede naturlig ventilation

Hvis der kun er åbninger i den ene af et rum's ydervægge, er der tale om ensidet ventilation. Fx vil der være ensidet ventilation i et lukket rum med et enkelt, åbentstående vindue.

Ved ensidet ventilation skabes ventilationen ved termisk opdrift, ved forskelle i vindtryk på klimaskærmen og ved vindhastighedens fluktuationer. Hvis der kun er én åbning, fx et vindue, afhænger bidraget fra termisk opdrift af åbningsareal og åbningshøjde, og bidraget fra vind af åbningsareal og åbningstype. Er der flere åbninger placeret i forskellige højder, afhænger bidraget fra termisk opdrift af åbningsareal og åbningsafstand, mens bidraget fra forskelle i vindtryk og vindhastighedens fluktuationer afhænger af åbningsareal, åbningernes placering og deres type.

Luftstrømmens indtrængningsdybde er begrænset ved ensidet ventilation, og derfor anbefales ensidet ventilation som tommelfingerregel kun, hvis rumdybden ikke overstiger 2-2,5 gange rumhøjden, se figur A.4.



Figur A.4 – Retningslinjer for forhold mellem højde og dybde i rum med ensidet ventilation

A.3.4 Kombinationer

I praksis vil forskellige principper for naturlig ventilation ofte blive brugt i en bygning afhængigt af udeklimaforhold og brugeradfærd. Med bygningsskitsen i figur A.1.C som eksempel vil ventilationen i et kontorlokale med lukket dør være ensidet naturlig ventilation, mens ventilationen ved åben dør kan være opdrifts- eller tværventilation afhængigt af, hvilke drivtryk der er dominerende. Tværventilation vil ofte være dominerende i sommerperioden, når temperaturforskellen mellem inde og ude er lille, mens opdriftsventilation vil være dominerende i resten af året.

I enfamilieboliger vil ventilationen i enkelte rum være ensidig ventilation, men oftest kan der ventileres på tværs af en bygning ved åbning af vinduer i flere rum, og ved brug af ovenlysvinduer vil der være opdriftsventilation.

Når vind og termisk opdrift optræder samtidigt, kan vindtrykket både forstærke og reducere det samlede drivtryk. Virkningen afhænger af vindtrykket og åbningernes placering. Åbninger til naturlig ventilation bør placeres, så vindtrykket bidrager til en forøgelse af drivtrykket i så stor en del af året som muligt, ikke mindst i sommerperioden. Det er især vigtigt, at afkaståbningerne placeres og udformes, så der i videst muligt omfang altid skabes et undertryk af vinden.

A.3.5 Køling via naturlig ventilation

Naturlig ventilation er meget effektiv til passiv køling af bygninger med udeluft. I bygninger med varmeoverskud i brugstiden (kontor-, skole og institutionsbyggeri) vil det derfor ofte året rundt være energimæssigt fordelagtigt – ved høje varmebelastninger, og i den udstrækning det er muligt af hensyn til den termiske komfort – at benytte naturlig ventilation eller vinduesudluftning i brugstiden enten alene eller som supplement til mekanisk ventilation. Især i sommerperioden kan naturlig ventilation bidrage til forbedring af såvel termisk komfort som luftkvalitet ved at give mulighed for højere luftskifter og gennem forøget luftbevægelse en bedre oplevet termisk komfort.

I sommerperioden, hvor udeluftens kølekapacitet er størst om natten, kan naturlig ventilation effektivt fjerne den akkumulerede overskudsvarme fra bygningsmassen (natkøle bygningen) således, at temperaturniveauet i bygningen i dagtimerne kan holdes inden for komfortgrænserne, eller at kølebehovet reduceres betydeligt. Dette forudsætter dog eksponerede tunge konstruktioner og høje luftskifter ($> 4\text{--}6\text{ h}^{-1}$) og kræver åbninger af en vis størrelse, som indbrudssikres og sikres mod indtrængende nedbør.

A.3.6 Energineutral ventilation

I den varme del af året er naturlig ventilation ikke forbundet med et varmetab, og der er ligeledes ikke noget elforbrug forbundet med transport af luft. I denne del af året kan ventilation med naturlig ventilation derfor beskrives som energineutral. Udetemperaturen og solindstrålingen afgør, hvornår naturlig ventilation er energineutral, og "balancepunktet" afhænger af bygningen. For nye bygninger er balancepunktet lavere end for ældre bygninger. Hvis der af praktiske årsager benyttes en forsimplet metode, der alene er baseret på udetemperatur til angivelse af balancepunktet, vil dette for eksisterende boliger kunne ligge i intervallet 10 °C til 14 °C , mens balancepunktet for kontorbygninger kan ligge i intervallet 0 °C til 10 °C .

Da ventilationen er energineutral, kan der benyttes et øget luftskifte, hvilket kan medvirke til en forbedret luftkvalitet i den varme del af året. Er balancepunktet ved en lav udetemperatur (under 10 °C til 14 °C) skal man dog i overgangsperioden være opmærksom på, om energineutral naturlig ventilation kan udnyttes, uden at det giver anledning til termisk diskomfort (se også afsnit 5.2.2.2 Lokal termisk komfort).

A.4 Hybrid ventilation

Ved hybrid ventilation ventileres bygningen ved en kombination af naturlig ventilation og mekanisk ventilation. Karakteristisk for en bygning ventileret ved hybrid ventilation er, at såvel selve bygningen som de ventilationstekniske løsninger gennem integreret bygningsprojektering er udformet på en sådan måde, at der tilsigtet er skabt gode muligheder for effektiv udnyttelse af både naturlige og mekaniske drivkræfter. Ved nogle hybride ventilationssystemer er ventilationsprincippet baseret på, at systemet i perioder fungerer som et naturligt ventilationssystem og i andre perioder som et mekanisk ventilationssystem, mens det ved andre hybride ventilationssystemer drejer sig om, at ydelsen af mekaniske lavtryksventilatorer kontinuert reguleres op eller ned, i takt med at de naturlige drivkræfter henholdsvis svækkes eller øges. Udnyttelse af egenskaberne ved henholdsvis naturlig og mekanisk ventilation kan ske i forskellige situationer fx i forhold til tidspunkt på døgnet eller året, under bestemte udeklimaforhold eller ved en brug af rummene, som medfører særlige belastninger og dermed særlige ventilations- og/eller kølebehov.

Hybride ventilationssystemer er kendetegnet ved at veksle imellem ventilationsprincipperne for herved at optimere indeklimaet og energiforbruget gennem udnyttelse af begge systemers respektive styrker. Hybrid ventilation kombinerer således god energieffektivitet i vinterperioden via mekanisk ventilation med varmegenvinding med passiv køling og naturlig ventilation i sommerperioden. Se også SBI 2008:19.

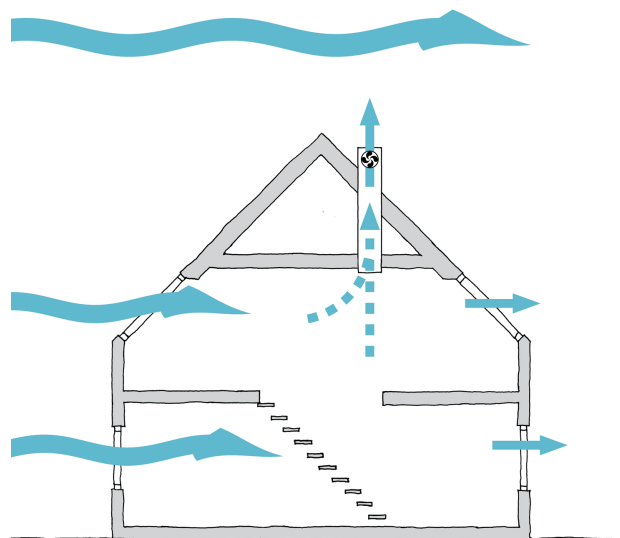
Ved hybrid ventilation skelnes der mellem 4 typiske måder at udføre systemerne på:

- ventilatorunderstøttet naturlig ventilation
- naturlig og mekanisk ventilation
- naturligt understøttet mekanisk ventilation
- mekanisk ventilation med køling via naturlig ventilation.

A.4.1 Ventilatorunderstøttet naturlig ventilation

Dette ventilationsprincip er baseret på at fungere ved lave drivtryk både for den naturlige del og den mekaniske del. Ventilationsprincippet er opbygget som et naturligt ventilationssystem, hvor en eller flere ventilatorer understøtter de naturlige drivkræfter. Afhængigt af systemets udformning og dermed trykfaldet i systemet vil ventilatoren være i funktion i en større eller mindre del af året.

Ventilatorunderstøtning sikrer systemets kapacitet uafhængigt af tilstedeværelse af naturlige drivkræfter og muliggør i visse tilfælde (fx ved centralt luftindtag og -afkast) varmegenvinding og/eller forvarmning af indtagsluften for optimering af indeklima og energiforbrug i opvarmningssæsonen.



Figur A.5 – Hybrid ventilationsprincip: Ventilatorunderstøttet naturlig ventilation

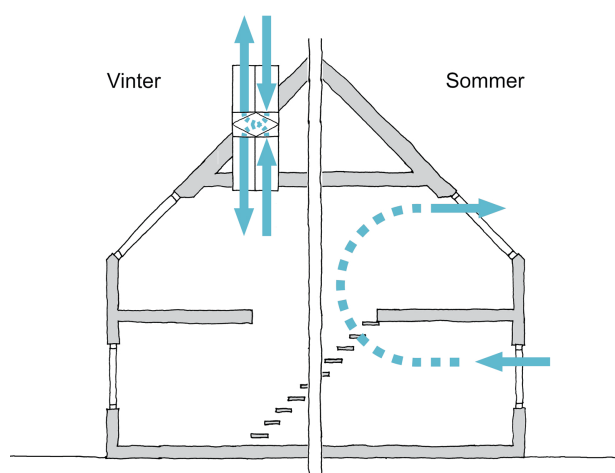
A.4.2 Naturlig og mekanisk ventilation

Dette ventilationsprincip er opbygget som to separate ventilationssystemer – et naturligt ventilationssystem og et balanceret mekanisk ventilationssystem, evt. med mekanisk køling. Hvilket af de to systemer der vil være i drift på et givet tidspunkt, afhænger af de naturlige drivkræfter og udeklimaet samt luftkvalitets- og kølebehovet, idet systemet med det mindste energiforbrug, og som kan opfylde indeklimabehovene, vælges.

Typisk vil den mekaniske ventilation være i drift i vintersituationen, når varmegenvinding er fordelagtig og/eller forvarmning af ventilationsluften nødvendig. Den mekaniske ventilation kan også være i drift i perioder, hvor udefra kommende støj, forurening eller høje temperaturer ikke gør det muligt at anvende naturlig ventilation. Endelig vil der i bygninger med stor intern varmebelastning og/eller solbelastning, hvor der er behov for mekanisk køling i de varmeste perioder, også være behov for mekanisk ventilation i sommerperioden.

Naturlig ventilation vil typisk blive anvendt i den varme del af året, som beskrevet i A.3.6, i overgangsperioder, hvor udeklimaet er moderat, samt til passiv køling af bygningen i sommerperioden i eller uden for brugstiden i form af natkøling.

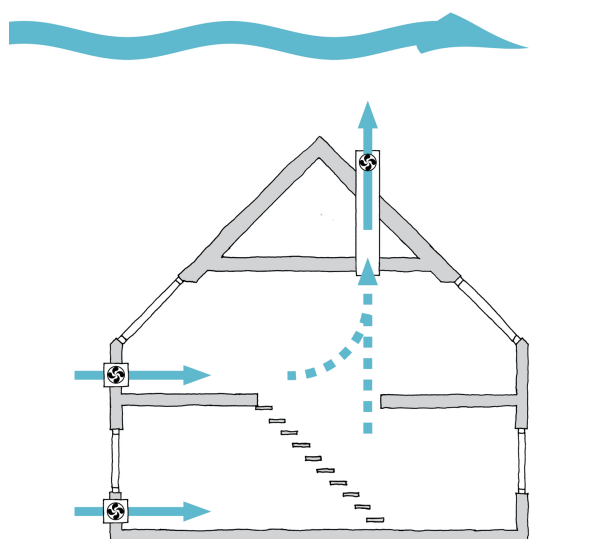
Mekaniske ventilationssystemer skal indrettes, så de kan slukkes i den varme del af året uden risiko for vinddrevet tilførsel af udeluft gennem afkastkanaler i det mekaniske ventilationsanlæg.



Figur A.6 – Hybrid ventilationsprincip: Naturlig og mekanisk ventilation

A.4.3 Naturligt understøttet mekanisk ventilation

Dette ventilationsprincip er opbygget som et mekanisk ventilationssystem med et meget lavt tryktab. Naturlige drivtryk vil således kraftigt påvirke systemets ydelse, og det vil i perioder være nødvendigt at slukke ventilatoren.



Figur A.7 – Hybrid ventilationsprincip: Naturligt understøttet mekanisk ventilation

A.4.4 Mekanisk ventilation med køling via naturlig ventilation

Dette ventilationsprincip er opbygget med et mekanisk ventilationsanlæg, som er dimensioneret af hensyn til luftkvalitetskrav i opvarmningsperioden, som så suppleres med naturlig ventilation til køling af bygningen i sommerperioden. Dette vil give besparelser i forhold til forceret drift af ventilatorer til forøgelse af luftskiftet i bygningen og vil kunne eliminere eller betydeligt reducere behovet for mekanisk køling.

A.5 Behovsstyring og luftfordelingsprincipper

A.5.1 Behovsstyret ventilation

Behovsstyring af ventilationsraten i andre bygninger end boliger og i de enkelte ventilerede zoner anvendes til sikring af indeklimaet og minimering af energiforbrug. Ydelsen varieres i tid og sted i afhængighed af belastningen, så luftskiftet er højere i de rum, hvor belastningen er størst og mindre i rum, hvor der er mindre behov. Ventilationsraten kan reguleres i forhold til tilstedeværelse i rum med veldefineret belastning, fx enkeltmandskontor og klasseværelse, eller i forhold til indeklimakrav (fx CO₂, fugtighed) ved måling i opholdszonen. Da kravene til mængden af udeluft afhænger af belastningen fra personer og belastningen fra bygning, sikres et minimumluftskifte ved CO₂-reguleret behovsstyret ventilation svarende til belastningen fra bygningen. Stoppes ventilationen helt uden for opholdstiden, skal ventilation startes før opholdstiden starter igen. Denne tid er afhængig af det anvendte luftskifte.

Vedrørende behovsstyret ventilation i boliger, se B.4.

A.5.2 Luftfordelingsprincipper

Tilførsel af ventilationsluft til bygningens rum foregår efter forskellige luftfordelingsprincipper, der har stor betydning for rummenes indeklima og ventilationssystemets ventilations- og temperatureffektivitet.

A.5.2.1 Opblandingsventilation

Luftfordelingsprincip, hvor tilluften tilføres uden for opholdszonen med høj impuls, således at der sker en opblanding med rumluften. Sker opblanding med stort induktionsforhold, kan tilnærmelsesvis fuldstændig opblanding opnås, hvorved der er ens koncentration og temperatur i hele lokalet.

Luftfordelingsprincippet kan benyttes til både opvarmning og køling af rum. Princippet bruges i rum med normal rumhøjde, men kan også anvendes i højloftede lokaler for at begrænse temperaturredifferensen.

A.5.2.2 Personlig ventilation

Ved tilførsel af udeluft direkte til indåndingszonen ved den enkelte arbejdsplads kan der opnås højere ventilationseffektivitet. Har personen yderligere mulighed for at justere lufthastigheden, giver personlig ventilation samtidig mulighed for individuel justering af termisk komfort. For at der ved personlig ventilation kan tages hensyn til højere ventilationseffektivitet, skal denne testes for at sikre, at luftstrømmen kan gennembryde grænselaget omkring personen, se annek E. Anvendelse af personlig ventilation ændrer ikke ved, at bygningsreglementets bestemmelser vedrørende den almene rumventilation fortsat skal opfyldes.

A.5.2.3 Passiv termisk fortrængningsventilation

Luftfordelingsprincip, hvor konvektionsstrømninger i rummet spiller en helt afgørende rolle. Tilluften skal have en undertemperatur i forhold til rummet og tilføres ved gulv med lav impulsstrøm således, at der ikke sker nogen væsentlig opblanding med rumluften.

Der tilstræbes en lagdeling af rumluften med høj luftkvalitet og lavt temperaturniveau i opholdszonen, og hvor forureninger og varmebelastninger transporteres med konvektive strømninger til rummenes øverste del, hvor fraluftsarmaturer placeres ved loftet.

Luftfordelingsprincippet benyttes primært i lokaler med stor varmebelastning og med rumhøjde over 3,5 meter.

A.5.2.4 Lavimpulsfortrængning

Luftfordelingsprincip som passiv termisk fortrængning, men hvor tilluften tilføres over opholdszonen med lav impulsstrøm således, at der ikke sker nogen væsentlig opblanding. Den undertempererede tilluft vil falde til gulvet med lav hastighed. Konvektionsstrømninger i rummet vil medføre, at den varme og forurenede luft føres til loftet, hvor fraluftsarmaturerne placeres.

Luftfordelingsprincippet benyttes primært for tilførsel af store luftmængder samt i lokaler, hvor opblanding ikke ønskes af hensyn til begrænsning af tværstrømninger ved punktudsugninger.

A.5.2.5 Aktiv termisk fortrængning

Luftfordelingsprincip, hvor man kombinerer opblandings- og fortrængningsprincippet. Tilluften tilføres under den forurenede zone. Lufttilførsel sker via tynde luftstråler med en kort impuls længde, hvorved der i en lille overgangsfase sker en opblanding med rumluften, inden luften kommer i opholdszonen som lavimpuls fortrængning. Tilluften kan styres i bestemte retninger og kan herved bidrage til at skabe rene zoner. Fraluft placeres i forhold til forureningskildernes egenskaber og konvektionsstrømme.

Luftfordelingsprincippet benyttes primært i industrien med store kølebehov samt i lokaler, hvor opblanding ikke ønskes af hensyn til begrænsning af tværstrømninger ved punktudsugninger.

A.5.2.6 Stempelfortrængning

Luftfordelingsprincip, hvor tilluften tilføres gennem tilnærmelsesvis hele loft-, gulv- eller vægarealet med tilnærmelsesvis laminar luftstrøm. Der tilstræbes en meget lille opblanding med rumluften. Tilluften presser herved rumluften mod fraluftsåbningen, som placeres modsat tilluftstilførslen.

Luftfordelingsprincippet benyttes primært ved renrum, ved produktbeskyttelse og i industrien til personbeskyttelse ved sundhedsskadelig forurening.

A.5.3 Rum med særlige belastninger

Det skal vurderes, om der er rum eller zoner i bygningen, der kræver særsilt opmærksomhed i relation til sundheds-, arbejds-, natur- eller miljømæssige forhold, og som i medfør heraf stiller særlige krav til ventilationen.

Anneks B (informativt)

Boligventilation

B.1 Generelt

Dette anneks omtaler forhold, der i særdeleshed har betydning for valg af ventilationssystem til boliger. Hvilket system der er mest hensigtsmæssigt i et konkret projekt, afhænger af en række parametre relateret til boligen, dens omgivelser samt bygherrens forventninger.

Boliger ventileres for at opfylde menneskers hygiejniske og komfortmæssige behov samt for at kontrollere fugtforholdene i rummene. Samtidig skal ventilationssystemet medvirke til at sikre det termiske indeklima på en energioekonomisk måde.

Boliger skal ventileres på en sådan måde, at spredning af lugte fx fra køkkener og badeværelser forhindres.

Af hensyn til oplevelsen af indeklimaet skal der i boliger være mulighed for manuelt at påvirke luftstrømmen i boligens primære rum, det gælder især beboelsesrum, køkkener og soverum, fx ved oplukkelige vinduer. Mekaniske ventilationsanlæg skal indrettes, så der er mulighed for at ændre luftstrømmen.

Naturligt ventilerede boliger skal indrettes således, at der er mulighed for luftpassage gennem boligen med udnyttelse af tværv ventilation samt evt. opdriftsventilation.

B.2 Valg af ventilationssystem

Bygningsreglementets energiramme har indflydelse på valget af ventilationssystem, og generelt er mekanisk ventilation med varmegenvinding den mest energieffektive løsning til den kolde del af året. I den varme del af året er der ikke varmetab forbundet med ventilation, og her kan energineutral ventilation opnås med naturlig ventilation i bygninger, hvor bygningsreglementet ikke kræver mekanisk ventilation.

Overophedning kan minimeres med ventilation ved anvendelse af øget luftskifte i varme sommerperioder. For mekanisk ventilation skal anlægget dimensioneres til at kunne yde større luftmængde og lede tilluften uden om varmegenvindingskomponenter. For naturlig ventilation skal der være et tilstrækkeligt åbningsareal.

Uønsket luftbevægelse i den kolde del af året er sjældent et problem ved mekaniske ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ved naturlig ventilation forebygges gener ved uønsket luftbevægelse ved hensigtsmæssig placering af vinduesåbninger og valg af tidspunkt for udluftninger. I den varme del af året har luftbevægelse en kølende effekt.

Anvendelse af naturlig ventilation i tæt trafikerede områder kræver særlige overvejelser.

Mekaniske ventilationsanlæg kræver vedligeholdelse i henhold til drifts- og vedligeholdelsesvejledningen, og særligt er det væsentligt, at filtre skiftes regelmæssigt for at opretholde en god luftkvalitet.

Regulering af ventilationen på rumniveau er mulig med naturlig ventilation. Ønskes regulering af mekanisk ventilation på rumniveau, kan det kræve særlige overvejelser.

B.3 Rumluftens fugtindhold

Om vinteren, hvor der typisk er stor forskel mellem inde- og udeluftens fugtindhold, kan rumluftens fugtindhold reduceres med ventilation, mens det er vanskeligere i overgangsperioderne forår og efterår. Udeluftbehovet for nedbringelse af rumluftens fugtighed fra et givet niveau er således mindre om vinteren end i overgangsperioderne. Om sommeren, hvor boligens døre og vinduer ofte er åbne både hyppigt og i længere perioder, vil rumluftens fugtindhold være på niveau med udeluftens.

Områder med høj fugtighed kan rumme betingelser for svampevækst, der kan fremkalde lugtgener og allergitilfælde. Svampesporer og husstøvmider kan forårsage allergiske symptomer hos overfølsomme personer. Husstøvmider forekommer især i boliger, hvor rumluftens vanddampindhold er højere end ca. 7 g vand pr. kg luft. 7 g vand pr. kg luft svarer til ca. 45 % relativ fugtighed ved 20-22 °C. Det anbefales derfor, at rumluftens relative fugtighed holdes under ca. 65 % for at hæmme svampevækst og under ca. 45 % i en længere periode i den koldeste tid for at bekæmpe husstøvmider.

Fugt bør først og fremmest fjernes ved kilden, fx ved mulighed for effektiv ventilation af badeværelser og køkken. Emhætte benyttes i køkkener. I badeværelser kan der benyttes naturligt aftræk eller mekanisk ventilator. Det skal også sikres, at der er mulighed for ventilation af køkken og bad med naturlig ventilation, således at disse rum kan ventileres energineutralt om sommeren.

Tabel B.1 viser eksempler på den samlede fugttilførsel og udeluftbehovet i boliger med forskellig personbelastning.

Tabel B.1 – Typisk fugttilførsel samt udeluftbehov i boliger med forsk. belastning, DS/CEN/TR 14788:2006

Personbelastning (familiestørrelse)	Typisk fugttilførsel, evt. en familie med børn [kg vand pr. døgn]	Udeluftbehov ^{a)} [l/s]
1 person	6	16
2 personer	8	22
3 personer	9	25
4 personer	10	27
5 personer	11	30
6 personer	12	33

^{a)} Boligens volumen, V , er sat til 250 m³. Der er forudsat et fugtoverskud på 3,5 g vand per kg luft, og der er benyttet personbelastning samt fugttilskud som angivet i tabellen. Tabellen forudsætter en ligevægtstilstand.

B.4 Regulering og styring

Behovsstyret ventilation i en bolig giver mulighed for at sikre et godt indeklima i de perioder, hvor beboerne er til stede, og i de rum, hvor beboerne opholder sig. I perioder, hvor beboerne ikke er til stede, eller hvor kun dele af boligen benyttes (fx soverum om natten), kan ventilationen i andre rum reduceres, og i perioder, hvor der er mange personer i boligen, kan ventilationen øges.

Ventilationsmængden bør altid som minimum sikre, at rumluftens CO₂-indhold og luftfugtigheden holdes på et acceptabelt niveau.

Ofte benyttes en af de følgende to ventilationsstrategier, se DS/CEN/TR 14788:2006:

1. Kontinuerlig og konstant luftstrøm benyttes dels som baggrundsventilation dels til at fjerne forurening fra kilder, der varierer over tid med brugen af boligen
2. Kontinuerlig luftstrøm til baggrundsventilation, der suppleres med en øget luftstrøm efter behov i rum med aktivitet. Den øgede luftstrøm kan styres manuelt eller automatisk med relevante følere.

Der findes en lang række muligheder for automatisk kontrol af ventilationssystemer, fx. timere, tidsbegrænset efterløb, fugtfølere og CO₂-følere, trykdifferenskontrol, tilstedeværelsesfølere (PIR), etc.

Timere og tidsbegrænset efterløb på fx lokale fraluftsventilatorer kan med fordel anvendes, hvor der er et forudsigeligt og veldefineret behov for supplerende ventilation fx i forbindelse med madlavning og badning.

Om vinteren, hvor udeluftens vanddampindhold er lavt, er rumluftens fugtighed ofte bestemmende for ventilationsbehovet, og automatisk kontrol af ventilationen kan derfor fx ske ved anvendelse af fugtfølere. Om sommeren kan udeluftens vanddampindhold være højt, og styring efter fugtighed er vanskelig.

B.5 Energiforhold

For nye enfamiliehuse er mekanisk ventilation med varmegenvinding ofte energimæssigt en fordel i opvarmnings-sæsonen, da varmebesparelsen er større end elforbruget til lufttransport. I den øvrige del af året vil naturlig ventilation ofte være en energimæssig fordel, da der ikke er noget elforbrug til lufttransporten; dette muliggør energineutral ventilation.

Mekaniske ventilationsanlæg til enfamiliehuse skal derfor indrettes, så de kan slukkes i varme perioder, og naturlige ventilationsanlæg skal indrettes således, at der ikke er et kontinuert elforbrug til lufttransport i kolde perioder. For at undgå kondensvand og evt. skimmelsvamp i mekaniske ventilationsanlæg i varme perioder, hvor anlægget ikke er i drift, kan anlægget indrettes til automatisk at køre i nødvendigt omfang.

I de fleste tilfælde kan boliger projekteres således, at der ikke er behov for brug af køling for at opnå et tilfredsstillende termisk indeklima om sommeren. Dette opnås bl.a. ved brug af øgede luftstrømme om sommeren, fx naturlig ventilation gennem vinduer.

Behovsstyring af ventilation kan medvirke til at reducere bygningens energiforbrug ved at undgå unødigt ventilation. Det skal sikres, at der altid ventileres således, at et sundt indeklima kan opretholdes.

Anneks C (informativt)

Indeklima

C.1 Luftkvalitet

Som supplement til bygningsreglementets ventilationskrav kan den nødvendige udelufttilførsel bestemmes ud fra to komponenter: (a) udelufttilførsel af hensyn til emission fra personer (bioeffluenter) og (b) udelufttilførsel af hensyn til emission fra bygning, inventar og installationer. Den samlede udelufttilførsel for hver kategori bestemmes som summen af de to komponenter:

$$q_{\text{tot}} = n \cdot p_p + A \cdot q_B$$

hvor

q_{tot} = samlede udelufttilførsel til rummet, l/s

n = antal personer i rummet, der dimensioneres for

p_p = udelufttilførsel pr. person, l/s pr. person (se tabel C.1)

A = gulvareal, m²

q_B = udelufttilførsel for emissionen fra bygning og inventar, l/s pr. m² (se tabel C.2).

Tabel C.1 – Nødvendig udelufttilførsel, q_p , af hensyn til emission fra voksne personer i rummet

Kategori	Forventet antal utilfredse (ikke-adaptede), [pct.]	Udelufttilførsel pr. person, [l/s pr. person]
I	15	10
II	20	7
III	30	4

Tabel C.2 – Nødvendig udelufttilførsel, q_B , af hensyn til emission fra bygning, inventar og installationer

Kategori	Meget lavt forurenede bygning, [l/s pr. m ²]	Lavt forurenede bygning, [l/s pr. m ²]	Ikke lavt forurenede bygning, [l/s pr. m ²]
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,3	0,4	0,8

Det forventede antal utilfredse i procent i tabel C.1 gælder ikke-adaptede personer.

Ovenstående værdier er baseret på fuld opblanding af udelufttilførslen, ventilationseffektivitet = 1. Afviger ventilationseffektiviteten fra fuld opblanding, korrigeres udelufttilførslen ved hjælp af anneks D.

Anvendes der indendørs bygningsmaterialer og materialer til inventar, der er indeklimamærkede jf. Dansk Indeklima Mærkning (DIM), kan rummet antages for at være lavt forurenede.

Det forudsættes, at udeluftens kvalitet er væsentlig bedre end rumluftens.

De anbefalede ventilationsrater er under forudsætning af, at der ikke ryges. Ved rygning inden døre kan den oplevede luftkvalitet forbedres ved en højere ventilationsrate; men der kan stadig være en helbredsrisiko for personer, der opholder sig i rummet (passiv rygning).

I boliger kan der ventileres for adapterede personer.

C.2 Lufthastighed

Den øvre grænse for acceptabel middellufthastighed øges, når den operative temperatur er i den øvre ende af komfortintervallet. Tabel C.3 angiver kriterier for middellufthastigheden med udgangspunkt i PMV-metoden iht. DS/EN ISO 7730. Der er antaget en relativ luftfugtighed på 60 % og et aktivitetsniveau på 1,2 met.

Når den operative temperatur er i den øvre ende af komfortskalaen, kan luftbevægelsens køleeffekt medvirke til at forbedre den termiske komfort, under forudsætning af at luftbevægelsen er under individuel kontrol, hvilket kan opnås med bordventilatorer, oplukkelige vinduer eller tilsvarende. Figur C.1 angiver den køleeffekt, der kan opnås ved en given luftbevægelse. Kurven gælder siddende personer med sommerbeklædning (beklædningsisolans 0,5 clo) og med et aktivitetsniveau på 1,2 met.

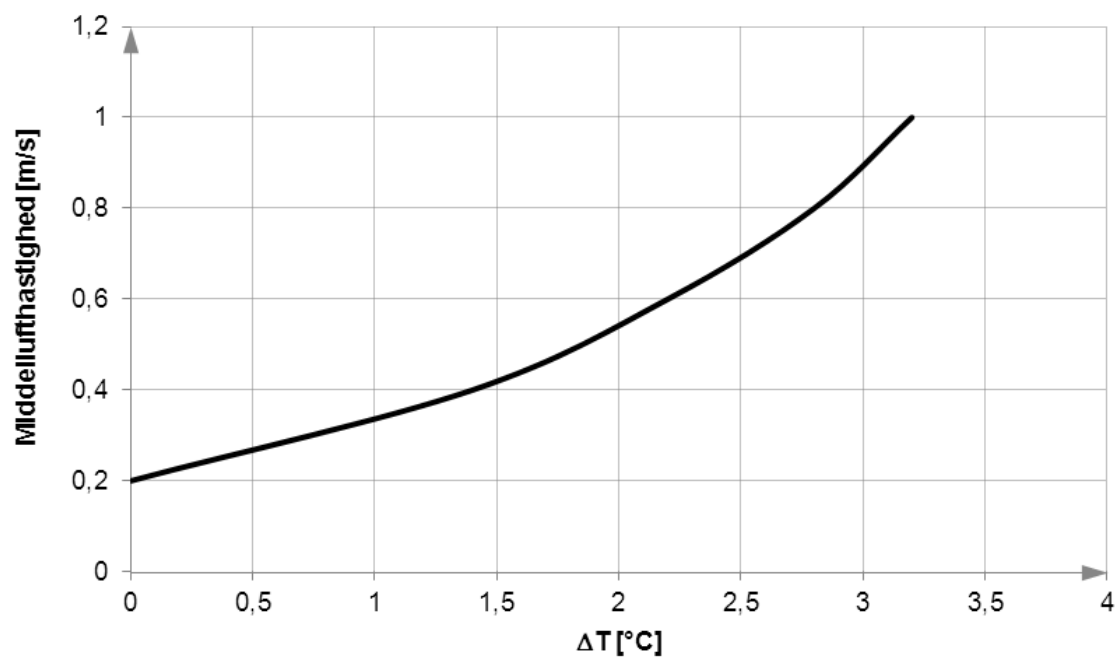
Kurven er baseret på en uforandret PMV-værdi; dvs. øges lufthastigheden jf. diagrammet for at kompensere for en øget temperatur, vil PMV-værdien være uændret. Det er antaget, at lufttemperaturen er lig med middelstrålingstemperaturen. Grundniveauet er 0,2 m/s; øges lufthastigheden over 0,2 m/s, skal den være under personlig kontrol (åbent vindue, loft-/bordventilator e.l. Dvs. personen kan selv bestemme, hvornår der ønskes en højere lufthastighed. Sammenhængen mellem ΔT og lufthastighed er uafhængig af temperaturniveauet.

Eksempel: Er lufttemperaturen i rummet 28 °C, vil en lufthastighed omkring 0,5-0,6 m/s medføre, at lufttemperaturen føles ca. 2 K lavere, dvs. 26 °C. Er lufttemperaturen 25 °C, vil en lufthastighed omkring 0,8 m/s medføre, at det føles som ca. 22 °C, dvs. lavere end komforttemperaturen for siddende personer.

Tabel C.3 – Anbefalede kriterier for luftbevægelse i sommersituationen efter PMV-metoden (DS/EN ISO 7730:2006)

Operativ temperatur [°C]	Beklædningsisolans [clo]	Maksimal middellufthastighed [m/s]		
		Kategori I	Kategori II	Kategori III ^{a)}
24	0,7	0,35	0,75	1,0
25	0,6	0,45	0,9	1,0
26	0,5	0,6	1,0	1,0

^{a)} Lufthastigheder over 1,0 m/s er uden for PMV-metodens gyldighedsområde og anbefales desuden af praktiske hensyn ikke.



Figur C.1 – Køleeffekt af luftbevægelse ved rumtemperaturer fra 23-30 °C under forudsætning af, at luftbevægelsen er under individuel kontrol (DS/EN ISO 7730:2006 og DS/EN 15251:2007)

Anneks D (informativt)

Ventilationseffektivitet

D.1 Generelt

Ventilationsraterne, der er specificeret i pkt. 5 og i anneks C, er de rater, der kræves i opholdszonen. For at beregne den nødvendige ventilationsrate i tilluftsarmaturerne skal der tages hensyn til, hvor effektivt en forurening fjernes fra opholdszonen. Dette afhænger både af ventilationssystemets evne til at fordele tilluften til opholdszonen, type af forureningskilde, og hvor forureningen tilføres opholdszonen. Mere præcist er det indåndingszonen i opholdszonen, der er kritisk, dvs. 1,1 m for siddende og 1,7 m for stående med undtagelse af rum, hvor børn leger på gulvet.

Værdierne i tabel C.1 og tabel C.2 er således kun gældende for fuld opblanding af tilluft med rumluft.

D.2 Total ventilationsrate

Den totale ventilationsrate q_v , der skal tilføres gennem tilluftsarmaturerne, bestemmes som:

$$q_v = \frac{q_{bz}}{\varepsilon_v}$$

hvor

q_{bz} er ventilationsraten i opholdszonen (tabel C.1 og tabel C.2).

$$\varepsilon_v = \frac{c_{fra} - c_{til}}{c_{oph} - c_{til}}$$

hvor

c_{fra} er forureningskoncentrationen i fraluften

c_{til} er forureningskoncentrationen i tilluften

c_{oph} er forureningskoncentrationen i opholdszonen

ε_v er ventilationseffektivitet.

Ventilationseffektiviteten kan bestemmes ved at måle koncentration af forureningen under stationære betingelser i fraluft, tilluft og i opholdszonen i et punkt eller som en middelværdi over flere målepunkter. Som forureningskilde anvendes ofte en sporgas.

Da ventilationseffektiviteten afhænger af både systemets evne til at fordele tilluften og forureningskilden (type og placering) er det kun muligt at måle den under de aktuelle forhold i en eksisterende bygning eller i en mock-up. Under en sådan måling er det vigtigt også at medtage indflydelsen af luftstrømninger, der genereres af personer eller andre varme/kolde kilder (vinduer) i rummet.

Under design er det muligt ved hjælp af CFD-beregninger at bestemme en tilnærmet værdi for ventilationseffektiviteten. Den tilnærmede værdi er dog normalt temmelig usikkert bestemt, idet, som det fremgår af det foregående, ventilationseffektiviteten i praksis afhænger af en lang række fysiske parametre, som er knyttet til bygningen, de faktiske forhold i rummet og de anvendte ventilationskomponenter, fx tilluftsarmaturer.

Da type og placering af forurening ofte ikke er kendt, er det tilladt at bruge luftudskiftningseffektiviteten i stedet.

$$\varepsilon^a = \frac{\tau_n}{\bar{\tau}_p}$$

hvor

τ_n er luftens alder i fraluften

$\bar{\tau}_p$ er luftens alder i opholdszonen.

Ved fuld opblanding er værdien 1. For en ensartet fordeling af forureningskilden i rummet er ventilationseffektiviteten den samme som luftudskiftningseffektiviteten. τ_n og $\bar{\tau}_p$ måles med sporgas. Ligeledes kan den bestemmes ved hjælp af CFD-beregninger.

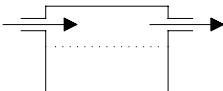
Luftudskiftningseffektiviteten er således uafhængig af forureningen og kun afhængig af ventilationssystemet. Luftudskiftningseffektiviteten afhænger af position og type af tillufts- og fraluftsamaturer samt af temperaturforskellen mellem tilluft og rumluft.

I tilfælde af manglende målinger eller beregninger kan værdierne i tabel D.1 anvendes.

Da luftudskiftningseffektiviteten er afhængig af, om tilluften er varmere eller koldere end rumluften, vil værdien bl.a. ved varm luft være forskellig fra sommer til vinter, hvilket betyder, at ventilationsraten vil være forskellig sommer og vinter. Er værdien lavere end 1 skal ventilationsraten øges tilsvarende; dvs. er værdien 0,5, kræves den dobbelte ventilationsrate i tilluften. Øges ventilationsraten, mindskes forskellen mellem tillufts- og rumluftstemperatur, hvilket kan betyde en øget effektivitet.

For ventilationsrater under ét luftskifte pr. time (1 ach) kan luftstrømninger fra personer og andre varme/kolde flader være dominerende, og en øgning af ventilationsraten kan være uden indflydelse på ventilationseffektiviteten.

Tabel D.1 – Typiske eksempler på luftudskiftningseffektivitet

Opblandingsventilation		Opblandingsventilation		Fortrængningsventilation		Personlig ventilation	
							
T tilluft - T indånding K	Ventilations- effektivitet -	T tilluft - T indånding K	Ventilations- effektivitet -	T tilluft - T indånding K	Ventilations- effektivitet -	T tilluft - T rum K	Ventilations- effektivitet -
< 0	0,9-1,0	< -5	0,9	< 0	1,2-1,4	-6	1,2-2,2
0-2	0,9	-5-0	0,9-1,0	0-2	0,7-0,9	-3	1,3-2,3
2-5	0,8	> 0	1	> 2	0,2-0,7	0	1,6-3,5
> 5	0,4-0,7						

Anneks E

(informativt)

Personlig ventilation

E.1 Generelt

Et personligt ventilationsanlæg kan give brugeren en delvis personlig kontrol af det atmosfæriske og termiske indeklima. Hver person har således sit eget tilluftsarmatur, hvor luftmængde og retning kan ændres. I visse tilfælde kan tilluftstemperaturen også ændres individuelt. Undersøgelser har vist, at sådanne anlæg kan tilføre ventilationsluften mere effektivt til brugeren og dermed forøge den oplevede luftkvalitet og/eller nedsætte energiforbruget til ventilation.

Hvert armatur bør forsynes med en timerfunktion således, at en arbejdsplads ikke forlades i længere tid med forceret tilførsel af tilluft og evt. med ekstra varme/køling aktiveret.

Tæt på brugeren opstår der en nærzone, som kan være delvis under personlig kontrol. I denne zone kan kravene til lufthastigheden slækkes, hvis den er under individuel personlig kontrol, se C.2. Ligeledes bliver indeklimaet i resten af rummet ikke så kritisk, da opholdstiden her bliver relativ lav.

Anvendelse af personlig ventilation ændrer ikke ved, at bygningsreglementets bestemmelser vedrørende den almindelige rumventilation fortsat skal opfyldes.

E.2 Ventilation

Ved bestemmelse af den nødvendige ventilationsrate tages der hensyn til ventilationseffektiviteten, som beskrevet i anneks D, idet målepunktet i opholdszonen er indåndingszonen for den pågældende arbejdsplads. Den tilførte ventilationsrate reduceres tilsvarende.

Brugeren skal have mulighed for individuelt at kunne ændre lufthastigheden dog således at, ventilationsluften stadig når ind i indåndingszonen ved min. lufthastighed. Der skal være udført en test svarende til den aktuelle opstilling. Her anvendes således en sporgas og koncentrationsmålinger i indåndingszonen og i fraluften.

E.3 Termisk komfort

Kravene til lufthastigheden (træk) i pkt. 5 er ikke gældende ved personlige ventilationsanlæg, forudsat at den er under individuel personlig kontrol, se anneks C.

E.4 Systembalance

Når disse anlæg anvendes, har hver bruger mulighed for manuelt at justere tilluftsmængden. For at der bibeholdes balance mellem den samlede tilluftsrate og fraluftsrate skal disse måles og automatisk justeres i forhold til hindanden i hvert betjent lokale.

Anneks F (informativt)

Anvendelse af luftrensning

F.1 Generelt

Der sker en stadig udvikling af produkter og metoder til luftrensning. Bedst kendt er rensning af luften for partikler ved hjælp af filtre. Produkter er nu på markedet til luftrensning af gasser. Det drejer sig om både adsorptionsfiltre og luftrenserne, der udnytter en kemisk reaktion (PCO-Photo Catalytic Oxidation, og andre). CEN/ISO og ASHRAE arbejder også med standarder for testmetoder, der bestemmer virkningsgraden og effektiviteten herunder Clear Air Delivery Rate, CADR.

Luftrenserne baseret på adsorption af forureningen afgiver normalt ikke i sig selv forurening til luften. Luftrenserne, som er baseret på en kemisk reaktion, kan i sig selv afgive forurening fra restprodukter og/eller øge ozonkoncentrationen. Sådanne systemer må kun anvendes på fraluftssystemer uden recirkulation.

Anvendelse af luftrenserne ændrer ikke ved, at bygningsreglementets bestemmelser vedrørende den almene rumventilation fortsat skal opfyldes. Luftrenserne kan ikke indregnes ved dimensionering af komfortventilation.

F.2 Test af gasfaseluftrenserne baseret på kemiske målinger

Til test af gasfaseluftrenserne (fx ASHRAE Standard 145.2) anvendes en kendt gas til at simulere en forurening (fx toluen til test for VOC'er), og koncentrationen før og efter luftrenseren måles. Hermed bestemmes luftrensningseffektiviteten:

$$\varepsilon_{\text{rens}} = (C_U - C_D)/C_U \cdot 100 \quad [\%]$$

hvor

$\varepsilon_{\text{rens}}$ er luftrensningseffektivitet

C_U er koncentrationen før luftrenser

C_D er koncentrationen efter luftrenser.

F.3 Test af luftrenserne baseret på oplevet luftkvalitet (PAQ, Perceived Air Quality)

Kriterierne for ventilationsrater kan baseres på den oplevede luftkvalitet, PAQ (Perceived Air Quality), som måles ved at anvende testpersoner til at bedømme luftkvaliteten. Derfor er det vigtigt også at teste en luftrenseres effektivitet mht. PAQ. I en sådan test bestemmes luftrensningseffektiviteten:

$$\varepsilon_{\text{PAQ}} = Q_o/Q_{AP} \cdot (PAQ/PAQ_{AP} - 1) \cdot 100 \quad [\%]$$

hvor

ε_{PAQ} er luftrensningseffektivitet for oplevet luftkvalitet

Q_o er ventilationsrate i l/s

Q_{AP} er luftstrømmen gennem luftrenseren i l/s

PAQ er oplevet luftkvalitet, når luftrenseren ikke er aktiv, decipol

PAQ_{AP} er oplevet luftkvalitet, når luftrenseren er aktiv, decipol.

Endelig kan Clean Air Delivery Rate bestemmes som:

$$\text{CADR} = \varepsilon_{\text{PAQ}} \cdot Q_{\text{AP}} \cdot (3,6/V) \quad [\text{h}^{-1}]$$

hvor

Q_{AP} er luftstrømmen gennem luftrenseren i l/s

V er volumen af rummet, m^3 .

Anneks G (informativt)

Ventilation i storkøkkener

G.1 Generelt

Annekset gengiver uddrag af DSF/prEN 16282:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – komponenter til ventilation i erhvervskøkkener*. Standarden omfatter 9 understandarder:

- DSF/prEN 16282-1:2011: Generelle krav samt beregningsmetoder
- DSF/prEN 16282-2:2011: Emhætter – Design og sikkerhedskrav
- DSF/prEN 16282-3:2011: Køkken ventilationslofter – Design og sikkerhedskrav
- DSF/prEN 16282-4:2011: Luftindsugning og luftafkast – Design og sikkerhedskrav
- DSF/prEN 16282-5:2011: Luftkanal – Design og sikkerhedskrav
- DSF/prEN 16282-6:2011: Aerosol separator – Design og sikkerhedskrav
- DSF/prEN 16282-7:2011: Installation og brug af faste branddæmpningssystemer
- DSF/prEN 16282-8:2011: Installationer til behandling af madlavnings dampe – Krav og prøvning
- DSF/prEN 16282-9:2011: Ydeevne for udsugningssystemer i erhvervskøkkener – Prøvningsmetoder

Annekset gælder alene storkøkkener; det gælder ikke almindelig husholdningsskøkkener eller tilsvarende. Storkøkkener er køkkener, hvor der gentagne gange produceres mindst 40 måltider dagligt, eller hvor tilslutningseffekten af køkkenudstyret overstiger 25 kW.

Effektiv ventilation etableres, hvor det er nødvendigt, for at fjerne forurening, varme, fugt og lugtgener. Derudover skal ventilationen sikre, at der ikke kan ske kontaminering af maden i forbindelse med tilberedning, opbevaring eller udlevering. Et mindre undertryk i køkkenet hindrer, at lugtgener spredes til andre dele af køkkenet. Der må ikke overføres luft fra områder med tvivlsom hygiejne.

G.2 Rumtemperatur og luftfugtighed

Rumtemperaturen skal være mindst 18 °C og bør ikke overstige 26 °C, medmindre dette er uundgåeligt grundet processer i køkkenet.

Luftfugtigheden bør ikke overstige 11,5 g/kg.

G.3 Lufthastigheder

Middellufthastigheden bør være en funktion af rumtemperaturen, aktivitetsniveauet, beklædningsisolansen samt turbulensintensiteten, jf. DS/EN ISO 7730. Fx bør middellufthastigheden i et punkt ikke overstige 0,35 m/s ved et aktivitetsniveau på 2,0 met, en beklædningsisolans på 0,6 clo og en rumtemperatur på 25 °C.

G.4 Lydniveau

Lydniveau i køkkener fra tekniske installationer bør begrænses til 50-60 dB(A).

G.5 Luftfordelingsprincip

Det anbefales, at der benyttes lavimpulstilluft til erstatningsluft i køkkener. Lufttilførsel med lav impuls reducerer forureningen og temperaturen i opholdszonen og har mindst mulig indflydelse på de termiske strømninger fra udstyr placeret under emhætter. Lufttilførslen kan ske direkte i opholdszonen, fra loft eller gennem fronten af emhætter. Opblandingsventilation frarådes, da dette kan forårsage mere forurening i indåndingsluften for personalet.

G.6 Beregningsmetode for nødvendig fraluftsmængde

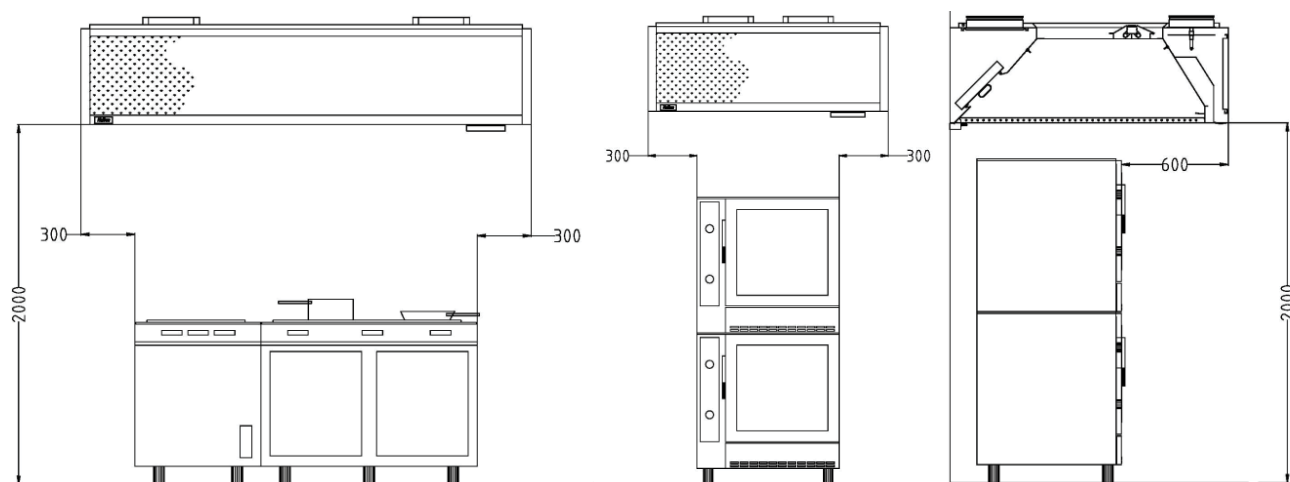
Der henvises til detaljeret beregningsmetode for nødvendige fraluftsmængder i DSF/prEN 16282-1:2011.

G.7 Emhætter og køkkenventilationslofter

Krav til emhætter er anført i DSF/prEN 16282-2:2011.

Emhætter bør installeres mindst 2,0 m og højst 2,5 m over gulv. Emhætter skal have et udhæng på mindst 300 mm i forhold til udstyret under dem; 400 mm ved installationshøjde på 2,5 m. Udhæng i forhold til ovne skal være mindst 600 mm. Emhætter skal være mindst 400 mm i højden.

Lysarmaturer skal være integreret i emhætten (planforsænket) med minimum 500 lux på arbejdsstedet og med RA-tal på min. 90, jf. DS 700.



Figur G.1 – Emhætter; udhæng og installationshøjde

G.8 Filtre

Filtre skal konstrueres således, at fedt ikke ophobes i filteret. Filtreret skal udformes og placeres, så der ikke kan dryppe fedt tilbage på madlavningsudstyret.

Filtre testes i henhold til DSF/prEN 16282-6:2011 mht. udskilningseffektivitet og flammestoppende evne.

G.9 Opfangningseffektivitet

Fraluftssystemer testes i henhold til DSF/prEN 16282-9:2011.

G.10 Brandsikring

Der skal monteres brandsikring over friture samt i fraluftskammeret.

Bibliografi

- [1] Kommissionens Forordning (EU) nr. 327/2011 – om gennemførelse af Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/125/EF for så vidt angår krav til miljøvenligt design af elmotordrevne ventilatorer med en indgangseffekt fra og med 125 W til og med 500 kW
- [2] Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, *Ekstern støj fra virksomheder*
- [3] At-vejledning D.6.1 (2007), *Støj*
- [4] DS 1123, *Installationer i byggeriet – Ventilationskanaler – Beregning af pladsbehov for montage*
- [5] DS/CEN/CR 14378, *Ventilation i bygninger – Forsøgsvis bestemmelse af mekanisk energitabs koefficienter – Luftbehandlingskomponenter* (engelsksproget)
- [6] DS/CEN/TR 14788, *Ventilation i bygninger – Design og dimensionering af boligventilationssystemer* (engelsksproget)
- [7] DS/EN 308, *Varmevekslere – Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger* (engelsksproget)
- [8] DS 700, *Kunstig belysning i arbejdslokaler*
- [9] DS/EN 779, *Partikelluftfiltre til generel ventilation – Bestemmelse af filtreringsegenskaber* (engelsksproget)
- [10] DS/EN 1505, *Ventilation i bygninger – Luftkanaler af plademetal og fittings med rektangulære tværsnit – Dimensioner* (engelsksproget)
- [11] DS/EN 1506, *Ventilation i bygninger – Luftkanaler af plademetal og fittings med cirkulære tværsnit – Dimensioner* (engelsksproget)
- [12] DS/EN 1507, *Ventilation i bygninger – Rektangulære luftkanaler af metalplade – Krav til styrke og tæthed* (engelsksproget)
- [13] DS/EN 1751, *Ventilation for bygninger – Dele til luftfordelingssystemer – Aerodynamisk test af spjæld og afspærringsventiler* (engelsksproget)
- [14] DS/EN 1886, *Ventilation i bygninger – Luftbehandlingsanlæg – Mekanisk ydeevne* (engelsksproget)
- [15] DS/EN 12097, *Ventilation i bygninger – Kanaler – Krav til kanalkomponenter til at lette vedligeholdelse af kanalsystemer* (engelsksproget)
- [16] DS/EN 12101-1, *Brandventilation – Del 1: Specifikation for røgbarrierer* (engelsksproget)
- [17] DS/EN 12101-2, *Brandventilation – Del 2: Specifikation for naturlige røg- og varmeudsugningsventilatorer* (engelsksproget)
- [18] DS/EN 12101-3, *Brandventilation – Del 3: Specifikation for ventilatorer til mekanisk brandventilation* (engelsksproget)
- [19] DS/CEN/TR 12101-4:2009, *Brandventilation – Del 4: Brandventilationsinstallationer – SHEVS* (engelsksproget)
- [20] DS/CEN/TR 12101-5:2005, *Brandventilation – Del 5: Retningslinjer vedrørende funktionelle henstillinger og beregningsmetoder for brandventilationssystemer* (engelsksproget)
- [21] DS/EN 12101-6, *Brandventilation – Del 6: Specifikation for trykdifferentialsystemer – Komponenter* (engelsksproget)
- [22] DS/EN 12101-7, *Brandventilation – Del 7: Røgkanaler* (engelsksproget)
- [23] DS/EN 12101-8, *Brandventilation – Del 8: Røgspjæld* (engelsksproget)

- [24] DSF/prEN 12101-9:2004, *Brandventilation – Del 9: Kontrolpaneler* (engelsksproget)
- [25] DS/EN 12101-10, *Brandventilation – Del 10: Energiforsyning* (engelsksproget)
- [26] DS/EN 12220, *Ventilation i bygninger – Kanaler – Dimensioner for cirkulære flanger til generel ventilation* (engelsksproget)
- [27] DS/EN 12236, *Ventilation i bygninger – Kanaler, ophængning og understøttelse – Styrkekrav* (engelsksproget)
- [28] DS/EN 12237, *Ventilation i bygninger – Kanaler – Styrke og lækage af cirkulære kanaler af metalplade* (engelsksproget)
- [29] DS/EN 12238, *Ventilation i bygninger – Diffusorer – Afprøvning og klassificering af diffusorer for opblandingsluft* (engelsksproget)
- [30] DS/EN 12239, *Ventilation i bygninger – Diffusorer – Afprøvning og klassificering af diffusorer for fortrængningsventilation* (engelsksproget)
- [31] DS/EN 12589, *Ventilation i bygninger – Indblæsnings- og udsugningsarmaturer – Aerodynamisk test og klassificering af armaturer for konstante og variable luftvolumenstrømme* (engelsksproget)
- [32] DS/EN 12599, *Bygningsventilation – Prøvningsprocedurer og målemetoder ved aflevering af installerede air-condition- og ventilationssystemer* (engelsksproget)
- [33] DS/EN 12792, *Ventilation i bygninger – Symboler, terminologi og grafiske symboler* (engelsksproget)
- [34] DS/EN 13030, *Ventilation i bygninger – Armaturer – Prøvning af jalousiriste ved simuleret regn* (engelsksproget)
- [35] DS/EN 13053, *Bygningsventilation – Luftbehandlingsanlæg – Ydeevneegenskaber for anlæg, komponenter og sektioner* (engelsksproget)
- [36] DS/EN 13141-1, *Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 1: Udluftsventiler og luftoverførselsventiler* (engelsksproget)
- [37] DS/EN 13141-2, *Bygningsventilation – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 2: Udsugnings- og indblæsningsarmaturer* (engelsksproget)
- [38] DS/EN 13141-3, *Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 3: Emhætter til boliger* (engelsksproget)
- [39] DS/EN 13141-4, *Bygningsventilation – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 4: Ventilatorer til boligventilationssystemer* (engelsksproget)
- [40] DS/EN 13141-5, *Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 5: Aftræks- og taghætter* (engelsksproget)
- [41] DS/EN 13141-6, *Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 6: Udsugningsventilationssystem til enfamilieboliger* (engelsksproget)
- [42] DS/EN 13141-7, *Bygningsventilation – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 7: Ydeevneprøvning af mekaniske til- og afgangsenheder (inkl. varmegenvinding) til mekaniske ventilationssystemer i enfamilieboliger* (engelsksproget)
- [43] DS/EN 13141-8, *Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 8: Ydeevneprøvning af mekanisk tillufts/fraluftsaggregat med varmegenvinding uden kanaler til mekaniske ventilationssystemer til anvendelse til enkeltrum* (engelsksproget)
- [44] DS/EN 13141-9, *Bygningsventilation – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 9: Udvendigt monteret fugtighedsstyret luftoverførselsventil* (engelsksproget)
- [45] DS/EN 13141-10, *Bygningsventilation – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 10: Fugtighedsstyret udblæsningsarmatur* (engelsksproget)

- [46] DS/EN 13142, *Ventilation i bygninger – Krævede og valgfrie komponenter/produkter til boligventilation – Ydeevnekarakteristika* (engelsksproget)
- [47] DS/EN 13182, *Ventilation i bygninger – Krav til måleudstyr for måling af lufthastighed i ventilerede områder* (engelsksproget)
- [48] DS/EN 13779, *Ventilation i bygninger ikke beregnet til beboelse – Ydeevnekrav til ventilations- og rumkonditioneringsanlæg* (engelsksproget)
- [49] DS/EN 13829, *Bygningers termiske ydeevne – Bestemmelse af luftgennemtrængelighed i bygninger – Prøvningsmetode med overtryk skabt af ventilator* (engelsksproget)
- [50] DS/EN 14134, *Ventilation til bygninger – Ydeevneprøvning og installationskontrol af systemer til boligventilation* (engelsksproget)
- [51] DS/EN 14239, *Ventilation i bygninger – Kanaler – Måling af kanalers overfladeareal* (engelsksproget)
- [52] DS/EN 14277, *Ventilation i bygninger – Indblæsnings- og udsugningsarmaturer – Metode til måling af luftgennemstrømning med kalibrerede sensorer i eller tæt på ATD-tilslutningsbokse* (engelsksproget)
- [53] DS/EN 15241, *Ventilation i bygninger – Beregningsmetoder for energitab som følge af ventilation og infiltration i erhvervsbygninger* (engelsksproget)
- [54] DS/EN 15242, *Ventilation i bygninger – Beregningsmetoder til bestemmelse af luftvolumenstrømme i bygninger, inklusive infiltration* (engelsksproget)
- [55] DS/EN 15251, *Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik* (engelsksproget)
- [56] DS/EN 15727, *Bygningsventilation – Kanaler og kanalkomponenter, tæthedsklassificering og prøvning* (engelsksproget)
- [57] DS/EN ISO 5135, *Akustik – Ventilationskomponenter – Støj fra ventilationskomponenter målt i efterklangsrum* (engelsksproget)
- [58] DS/EN ISO 5136, *Akustik – Ventilationskomponenter – Bestemmelse af lydeffekt i ventilationskanaler ved kanalmetoden* (engelsksproget)
- [59] DS/EN ISO 5801, *Industriventilatorer – Ydelsesmåling ved anvendelse af standardiserede luftstrømme* (engelsksproget)
- [60] DS/EN ISO 7235, *Akustik – Procedurer for laboratoriemåling af kanallyddæmpere og ventilationsarmaturer – Indsætningsdæmpning, strømningsstøj og totalt tryktab* (engelsksproget)
- [61] DS/EN ISO 7726, *Ergonomi i termisk miljø – Instrumenter til måling af fysiske størrelser* (engelsksproget)
- [62] DS/EN ISO 7730, *Ergonomi inden for termisk miljø – Analytisk bestemmelse og fortolkning af termisk komfort ved beregning af PMV- og PPD-indekser og lokale termiske komfortkriterier* (engelsksproget)
- [63] DS/EN ISO 11691, *Akustik – Støjreduktion – Kanallyddæmpere – Bestemmelse af indsætningstab i laboratorium – Overslagsmetode* (engelsksproget)
- [64] DS/EN ISO 11820, *Akustik – In situ-målinger af lyddæmpere* (engelsksproget)
- [65] DS/EN ISO 12944-2, *Maling og lak – Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med maling – Del 2: Klassificering af korrosionskategorier*
- [66] DS/EN ISO 13791, *Bygningers termiske ydeevne – Beregning af temperaturen om sommeren i et rum uden mekanisk køling – Generelle forudsætninger og vurderingsprocedurer* (engelsksproget)
- [67] DS/EN ISO 14163, *Akustik – Retningslinjer for støjkontrol ved brug af lyddæmpere* (engelsksproget)
- [68] DS/ISO 15665, *Akustik – Lydisolering af rør, ventiler og flanger* (engelsksproget)

- [69] DSF/prEN 16282-1:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 1: Generelle krav samt beregningsmetoder* (engelsksproget)
- [70] DSF/prEN 16282-2:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 2: Emhætter – Design og sikkerhedskrav* (engelsksproget)
- [71] DSF/prEN 16282-3:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 3: Køkken ventilationslofter – Design og sikkerhedskrav* (engelsksproget)
- [72] DSF/prEN 16282-4:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 4: Luftindsugning og luftafkast – Design og sikkerhedskrav* (engelsksproget)
- [73] DSF/prEN 16282-5:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 5: Luftkanal; Design og sikkerhedskrav* (engelsksproget)
- [74] DSF/prEN 16282-6:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 6: Aerosol separatorer – Design og sikkerhedskrav* (engelsksproget)
- [75] DSF/prEN 16282-7:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 7: Installation og brug af faste branddæmpningssystemer* (engelsksproget)
- [76] DSF/prEN 16282-8:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 8: Installationer til behandling af madlavnings dampe – Krav og prøvning* (engelsksproget)
- [77] DSF/prEN 16282-9:2011, *Udstyr til erhvervskøkkener – Komponenter til ventilation i erhvervskøkkener – Del 9: Effektivitet for udsugningssystemer i erhvervskøkkener – Prøvningsmetoder* (engelsksproget)
- [78] DSF/prEN ISO 10121-2:2012, *Prøvningsmetoder for fastsættelse af ydeevne for gas-fase luftrensningssystemer til generel ventilation – Del 2: Gas-fase luftrensningssystemer* (engelsksproget)
- [79] ASHRAE Standard 145.2-2011, *Laboratory Test Method for Assessing the Performance of Gas-Phase Air-Cleaning Systems: Air-Cleaning Devices*
- [80] Dansk Selskab for Varme- og Klimateknik. (1997). VVS-TERMINOLOGI (Publ. 97-1). Lyngby: Danvak
- [81] HEISELBERG, P. (2002). Principles of hybrid ventilation: IEA-ECBCS Annex 35: Hybrid ventilation in new and retrofitted office buildings. Paris: ECBS
- [82] LUDVIGSEN, Finn L. og Henning HØRUP SØRENSEN og Ole B. STAMPE. (Ed.). (2001). *Ventilation ståbi* (2. udg.) København: Nyt Teknisk Forlag
- [83] MØLLER JENSEN, J., & H. LUND (1995). Design Reference Year, DRY: Et nyt dansk referenceår (Meddelelse nr. 281). Lyngby: Laboratoriet for varmeisolering, DTU
- [84] SBI-anvisning 196: *Indeklimahåndbogen* (2. udg.) (2000). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut
- [85] SBI 2008:19: *Hybrid ventilation i kontorer og institutioner*. (2008). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut
- [86] By og Byg Anvisning 2002: Naturlig ventilation i erhvervsbygninger. Beregning og dimensionering. (2002). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut
- [87] STAMPE, O. B. (1998). *Lyd i VVS-anlæg*. Lyngby: Danvak