

25. januar 2022

DS 447, Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer

Danvak
Dansk Standard

Ordstyrer:

Charlotte Forsingdal, Dansk Standard

Oplægsholdere:

Johannes Martin Utoft Christensen, BPST

Bjarne W. Olesen, ICIEE DTU

Morten Zimmermann, EKJ

Christen Lautrup, GENVEX

Lennart Østergaard, VELTEK

Jannick K. Roth, WindowMaster International



Dagens program

14:00

Velkomst, praktiske oplysninger og proces for revidering af DS 447
v/Claus Andreasson, Danvak og Charlotte Forsingdal, Dansk Standard

14:15

DS 447 relation til BR 2022
v/Johannes Martin Utoft Christensen

14:20

Indeklima
v/Bjarne W. Olesen

14:30

Projektering af mekanisk ventilation
v/Morten Zimmermann

14:40

Mekanisk ventilation til en-familieboliger
v/Christen Lautrup

14:50

Mekanisk ventilation – øvrige forhold
v/Lennart Østergaard

15:00

Naturlig og hybrid ventilation
v/Jannick K. Roth

15:15

Indregulering, tæthedsprøvning, aflevering
v/Lennart Østergaard

15:25

Spørgsmål og afrunding

Praktiske oplysninger

- Temamødet afholdes i et samarbejde mellem Danvak og Dansk Standard
- Spørgsmål skrives i chatten – holdes åben til 16:30
- 1-2 spørgsmål efter hvert oplæg – ellers afslutningsvis
- Udvalget S-313 tager ubesvarede spørgsmål op og følger op – resultatet kan ses på webinarets hjemmeside
- Webinaret uploades efterfølgende på Dansk Standards hjemmeside



Om Danvak

Følg med i vores kursusaktiviteter, herunder hvornår kurset DS447 kommer på:

<https://danvak.dk/aktiviteter/>

Hold dig orienteret via Danvaks nyhedsbrev – tilmeld dig på:

<https://danvak.dk/?nyhedsbrev>



- Danvak er paraplyorganisationen for IDA HVAC og VVS Teknisk Forening, etableret tilbage i 1945
- En forening for personer som interesserer sig for og/eller arbejder med HVAC, Indeklima og Energi
- Vores medlemmer involverer sig ofte i udformning af standarder, regulativer og reglementer
- Vi udvikler og gennemfører kurser indenfor tekniske installationer i byggeriet med henblik på opkvalificering og efteruddannelse
- Danvak afholder netværksaktiviteter for medlemmer og ikke medlemmer, såsom:
 - **Danvak Dagen 2022** – konferencen afholdes d. 6. april i IDA Huset i København. Se mere på: <https://danvak.dk/produkt/danvak-dagen-2022/>
 - **Temamøder**, som webinarer eller fysiske besøg på byggepladser eller i virksomheder.

Om Dansk Standard

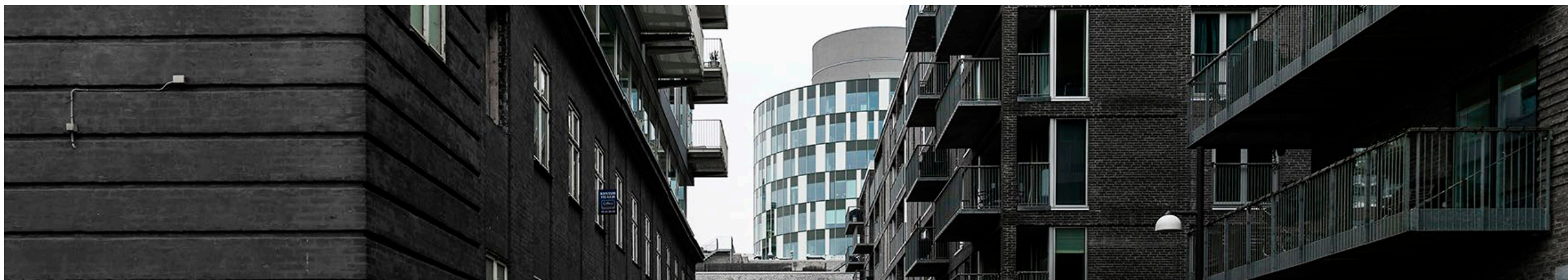
Hvem er Dansk Standard

- Danmarks officielle standardiseringsorganisation
- Erhvervsdrivende fond, grundlagt i 1926
- 168 medarbejdere (jan. 2021)
- Erhvervspolitisk partnerskab med Erhvervsministeriet

Vi er medlem af:



En stærk platform af solide brands:



A photograph of a modern building with a curved, elevated walkway or balcony. The building has large windows and a light-colored facade. The sky is blue with some clouds. The text is overlaid on the top left of the image.

Baggrund for revidering DS 447 Ventilation i bygninger

- DS 447 Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer, fremgår i dag som krav i kap. 22 i Bygningsreglementet
- Integreret i Bygningsreglementets vejledning om ventilation og funktionsafprøvning
- Seneste udgivelse af standarden var i 2013
- I mellemtiden er der sket en udvikling inden for
 - Europæiske standarder
 - Europæisk lovgivning
 - Teknologiske muligheder
- På den baggrund anbefalede S-313 og Dansk Standard en revision i efteråret 2019 til TBST (nu BPST).

Proces for revidering af standarden

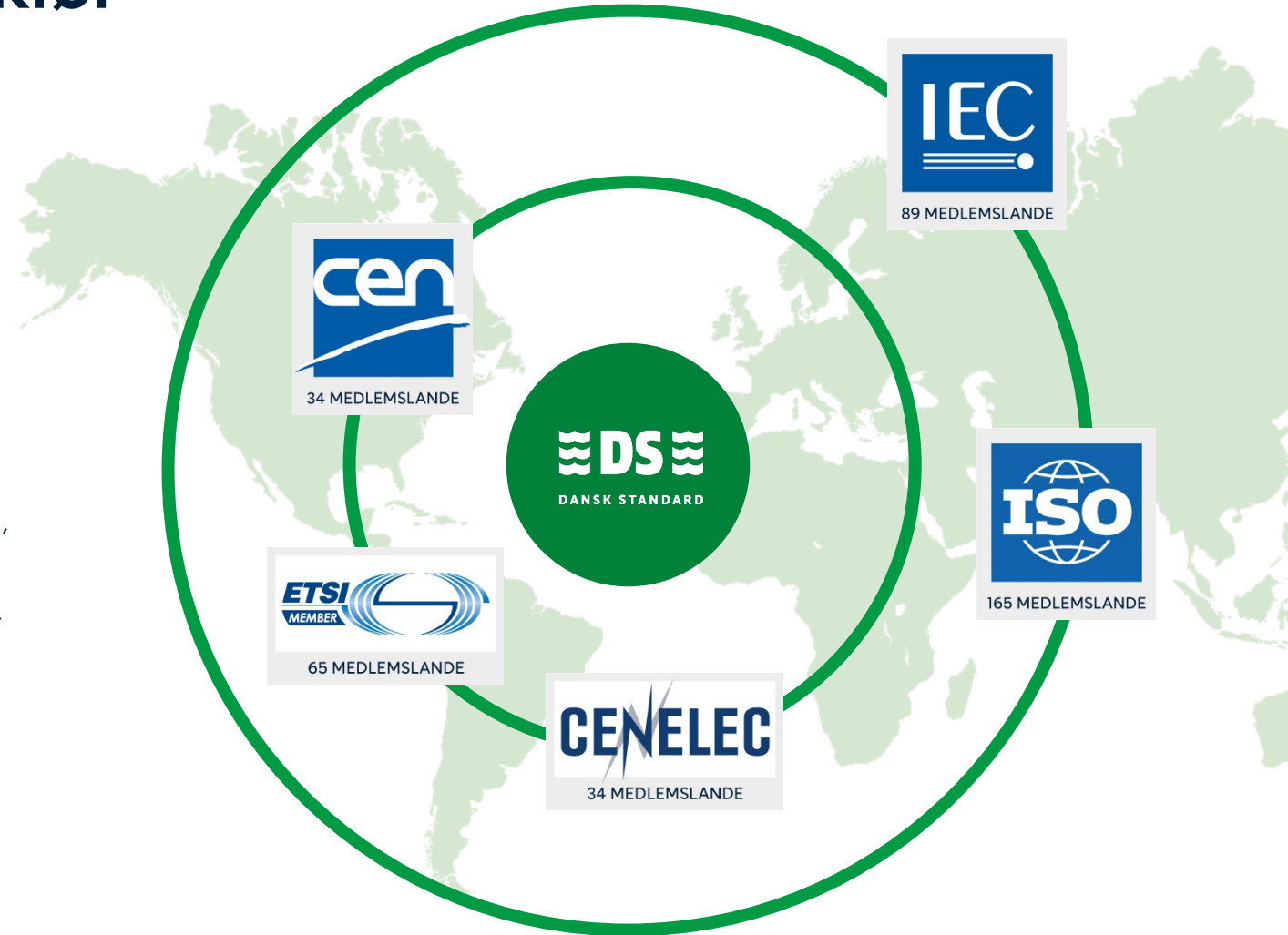
- **Forår 2019:** Forslag om revidering af DS 447
- **August 2019:** Nedsættelse af revisionsgruppe
- **September 2019 – sep. 2020:** Udarbejdelse af udkast
- **30. september 2020:** Åbent dialogmøde
- **Oktober – november 2020:** Indarbejdelse af kommentarer fra dialogmøde
- **7. december 2020 – 5. februar 2021:** Offentlig høring
- **Februar – september 2021:** Indarbejdelse af høringskommentarer
- **Oktober – december 2021:** Korrektur og opsætning
- **16. december 2021:** Udgivelse
- Godkendelser fra BPST og S-313 mellem hvert procestrin.

Dansk Standard – en stærk aktør i et europæisk og globalt standardiseringsnetværk

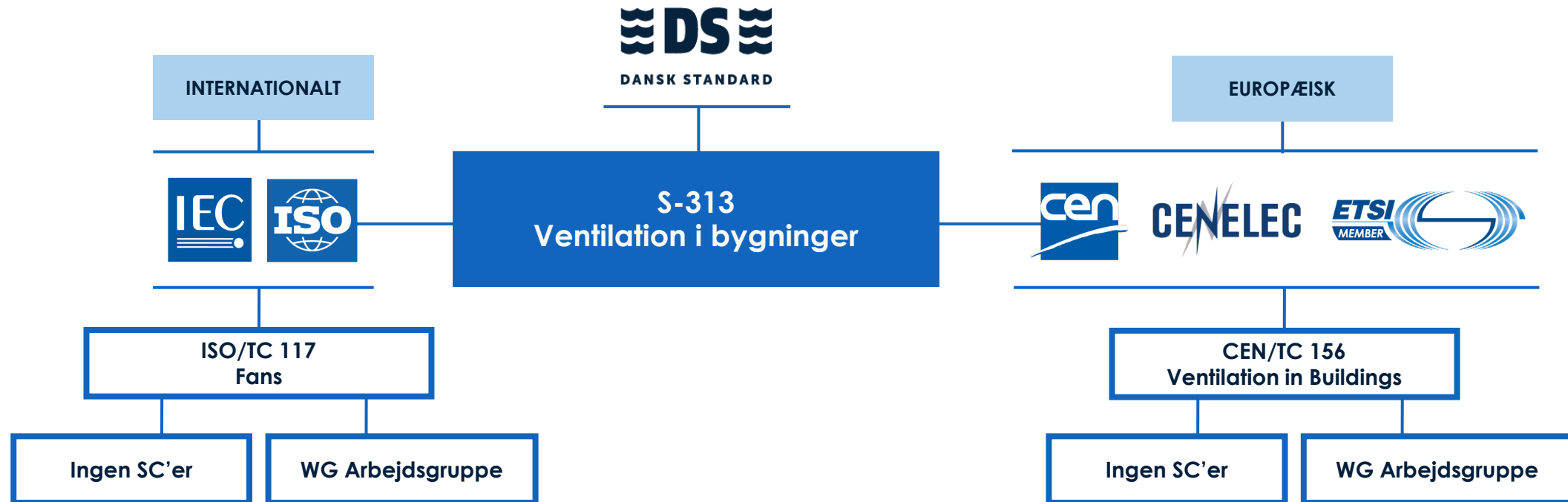
Behovet for en fælles indsats der kan skabe bæredygtige løsninger har aldrig været større. For at sikre kompatibilitet i løsningerne er en del af svaret, at udvikling af nye teknologier og produkter baseres på internationale standarder.

Den internationale standardiseringsverden har stort fokus på at understøtte udviklingen af standarder, der kan tale sammen på tværs af landegrænser. Dette skal styrkes og samtidig skal det sikres, at nye løsninger imødegår verdens klimamæssige udfordringer.

Danske virksomheder, som anvender internationale standarder, har lettere adgang til verdensmarkedet og kan dermed bevare deres styrkeposition på teknologiområder som fx grøn energi, vind/vand og robotteknik og dermed være med til at bidrage til løsningen af de fælles globale klimaudfordringer.



Medlemskabet af Dansk Standards udvalg er din indgang til internationalt samarbejde



CEN TC 156

TC/WG	Navn
156/WG 1	Terminology
156/WG 2	Natural and mechanical powered residential ventilation
156/WG 3	Ductwork
156/WG 4	Air terminal devices
156/WG 5	Air handling units
156/WG 8	Installation
156/WG 9	Fire precautions for air distribution systems in buildings
156/WG 14	Ventilation of commercial kitchens
156/WG 16	Joint Working Group between CEN/TC 156 and CEN/TC 113 - Multifunctional balanced ventilation units for single family dwellings, including heat pumps
156/WG 17	Fans
156/WG 18	Ventilation in hospitals
156/WG 20	Ventilation and Room-Conditioning Systems in non-Residential Buildings
156/WG 21	Energy performance calculation of ventilation and cooling systems
156/WG 23	Ventilation for Buildings – Inspection and checking
156/WG 24	Chairman Advisory Group

Deltag i Dansk Standards udvalg for ventilation i bygninger, S-313

Næste møde vil blive afholdt
22. marts 2022

Udvalget følger:

- CEN/TC 156 Ventilation in Buildings
- CEN/TC 110 Heat Exchangers
- CEN/TC 195 Air filters for general air cleaning
- CEN/TC 371 Project Committee – Energy Performance of Building project group

- ISO/TC 117 Fans
- ISO/TC Cleaning equipment for air and other gases
- ISO/TC Thermal performance and energy use in the built environment
- ISO/TC 205 Building environment design

Læs mere på ds.dk/s-313 eller kontakt
Charlotte Forsingdal på cfo@ds.dk

Medlemmer i udvalget

- DTU byg (formand)
- Bolig- og Planstyrelsen
- WindowMaster
- VELTEK Ventilation
- KVM-Genvex
- EKJ
- Velux
- Tekniq Arbejdsgiverne
- Lindab
- Nilan
- SystemAir
- Multi-Wing International
- Exhausto
- Venti
- Øland
- Build/Aalborg Universitet
- Halton
- Camfil Farr
- GK Danmark
- Projekt Universitet hospital Køge
- Thermex

Bygningsreglementet og DS 447

Johannes Utoft Christensen



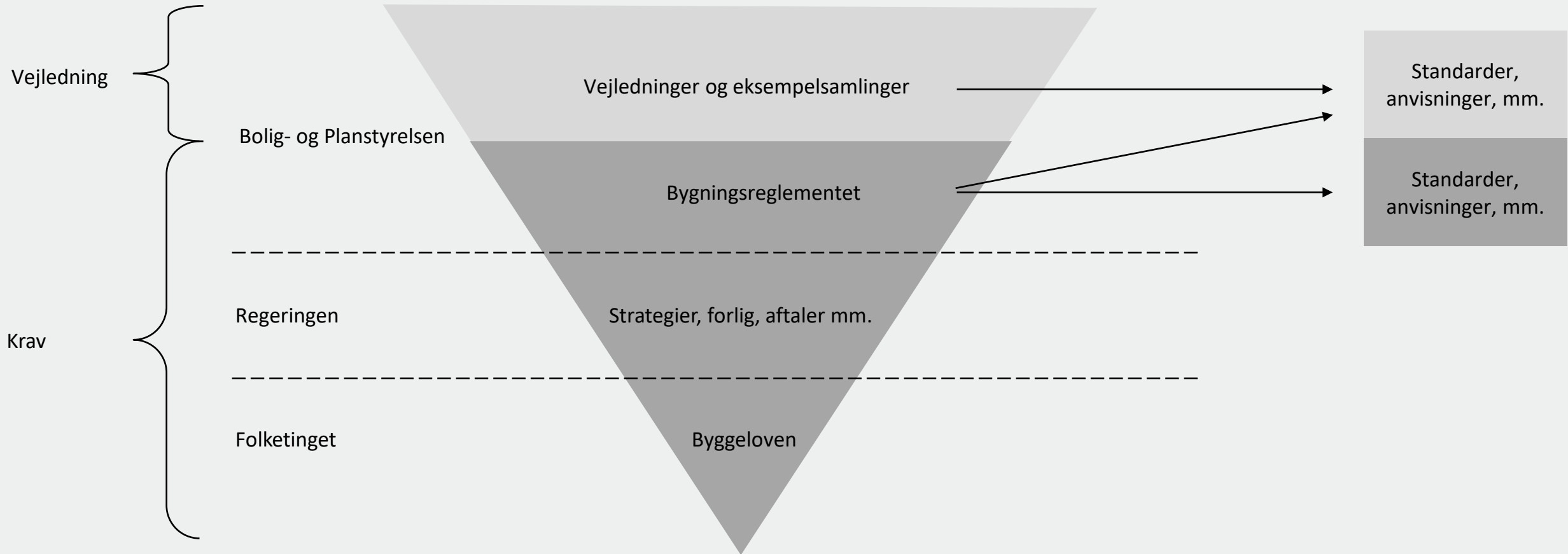
Bygningsreglementet og DS 447

25. Januar 2022

Johannes Utoft Christensen



Struktur



Hvor finder jeg reglementet?

Kravene:

<https://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/22/Krav>

Vejledningen:

https://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/22/Vejledninger/Generel_vejledning

Søg



1 Administrative bestemmelser (§ 1 - § 47)

Se reglementet i en anden periode

BR18 (Aktuelt)



Tekniske bestemmelser

- | | | | | | |
|---|---|----|---|----|---|
| 2 | Adgangsforhold (§ 48 - § 62) | 9 | Bygningens indretning (§ 196 - § 241) | 16 | Legepladser mv. (§ 358 - § 367) |
| 3 | Affaldssystemer (§ 63 - § 68) | 10 | Elevatore (§ 242 - § 249) | 17 | Lydforhold (§ 368 - § 376) |
| 4 | Afløb (§ 69 - § 81) | 11 | Energiforbrug (§ 250 - § 298) | 18 | Lys og udsyn (§ 377 - § 384) |
| 5 | Brand (§ 82 - § 158) | 12 | Energiforsyningsanlæg i tilknytning til bygninger (§ 299 - § 328) | 19 | Termisk indeklima og installationer til varme- og køleanlæg (§ 385 - § 392) |
| 6 | Brugerbetjente anlæg (§ 159- § 160) | 13 | Forureninger (§ 329 - § 333) | 20 | Ubebyggede arealer ved bebyggelse (§ 393 - § 402) |
| 7 | Byggepladsen og udførelsen af byggearbejder (§ 161 - § 165) | 14 | Fugt og vådrum (§ 334 - § 339) | 21 | Vand (§ 403 - § 419) |
| 8 | Byggeret og helhedsvurdering (§ 166 - § 195) | 15 | Konstruktioner (§ 340 - § 357) | 22 | Ventilation (§ 420 - § 452) |

Øvrige bestemmelser

- | | | | | | |
|----|--|----|---|----|---|
| 23 | Beregningsregler (§ 453 - § 458) | 28 | Dokumentation af bærende konstruktioner (§ 494 - § 505) | 32 | Certificerede statikers og brandrådgivers virke (§ 531 - § 535) |
| 24 | Beskrivelse af kontrolsystem for vand- og afløbsinstallationer (§ 459 - § 472) | 29 | Dokumentation af brandforhold (§ 506 - § 522) | 33 | Certificeret statikers virke (§ 536 - § 544) |
| 25 | Lavenergiklasse (§ 473 - § 484) | 30 | Kontrol af dokumentation for og udførelse af bærende konstruktioner og brandforhold (§ 523 - § 528) | 34 | Certificeret brandrådgivers virke (§ 545 - § 551) |
| 26 | Konstruktionsklasser (§ 485 - § 489) | 31 | Bygningsreglementet for de | 35 | Anerkendelse af statikere (§ 552 - § 553) |

Tak for ordet

Indeklima

Bjarne W. Olesen



INDEKLIMA

Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer
Tema møde 25-01-2022



Professor Bjarne W. Olesen, Ph.D., Dr.h.c., R.

Center for Indeklima og Energi

Danmarks Tekniske Universitet



Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet

- 5.1 Forudsætninger
- 5.2 Indeklima
 - 1. Generelt
 - 2. Luftkvalitet
 - 3. Termisk Indeklima
 - 4. Akustik
- 5.3 Brugernes mulighed for indflydelse
- 5.4 Støj til omgivelserne

Anneks A Eksempler på indeklimakriterier og afvigelser

Anneks B Ventilationseffektivitet

Anneks C Trækrate DR (Draught Rate)

Anneks D Dynamisk beregning af koncentrationer af forureninger

Anneks I Ventilation og smittespredning



Definition

3.78

ventilation

transport og udskiftning af luftmassen i indeklimaet med udeluft med det formål at forbedre indeklimaet

INDEKLIMA

- Forud for projektering opstilles på rumniveau eller rumtype forudsætninger, inputparametre og krav til ventilationssystemet i forhold til systemvalg, atmosfærisk-, termisk- og akustisk indeklima, brugernes mulighed for indflydelse samt støj til omgivelser.
 - Anneks A angiver eksempler på opsætning af indeklimakrav og afvigelser for typiske bygningstyper/rum. Lignende opsætning for indeklimagrænser til luftkvalitet (atmosfærisk indeklima), termisk indeklima og akustisk indeklima bør ligge til grund for projekteringen (DS/EN 16798-1:2019 DK-NA:2022)
- Den dimensionerende udelufttilførsel, som ventilationssystemet skal levere til rummet, angives ((DS/EN 16798-1:2019 DK-NA:2022)
 - Ved instationære forhold kan der ved bestemmelsen af udelufttilførslen tages hensyn til rummets volumen og varigheden af opholdet, se også anneks D.
 - anbefalinger vedrørende luftfugtighed findes i anneks A og i DS EN 16798-1 og -2. Fugtigheden kan i mange tilfælde delvis reguleres ved hjælp af ventilationssystemet
- Kravene til termisk indeklima angives.
 - På grund af lidt højere fysisk aktivitet ved ankomst til arbejde kan der startes med 1 K lavere rumtemperatur den første time af brugstiden.
- Trækkraten (Draught Rate) beregnes efter anvisningerne i Anneks C

INDEKLIMA

- Akustisk indeklima
- Støj fra installationer
 - Ventilationssystemet projekteres og konstrueres på en sådan måde, at det sikres, at bidraget til støjniveauet i bygningen ikke forårsager gener.
- Støj fra omgivelserne
 - Tilladelig middelværdi for lydtrykniveau inden døre fra vedvarende udefrakommende vejstøj, jernbanestøj og støj fra tilstødende virksomheder angives, for så vidt angår den andel, der kommer via ventilationssystemet
- Lyddæmpning mellem rum
 - Vedrørende støjniveau i boliger se planloven og bygningsreglementet.
- Støj til omgivelserne
- Det maksimalt tilladelige støjniveau fra ventilationssystemet til omgivelserne angives i henhold til gældende myndighedsbestemmelser.
 - Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 samt tillæg fra juli 2007

INDEKLIMA

- 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 skal både angives, hvilke forhold brugeren individuelt skal kunne tilpasse, herunder fx justering af personlige ventilationsarmaturer, setpunkt for rumtemperaturen, solafskærmning, åbning af vinduer eller lignende, 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 mulighed for at øge luftskiftet alle beboelsesrum enten ved udluftning eller forceret ventilation.

Anneks A Eksempler på indeklimakriterier

Kontorer

Tabel A.2 – Eksempler på kriterier til indeklimaet i kontorer

Lokale	Enkelt-kontor	Land-skabs-kontor	Mødeloka-ler	Kilde	Andre krav og bygningsregle-mentet (BR) ^a	Kommentar
				DS/EN16798-1:2019 DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021 DS/CEN/TR 16798-2:2019		
Personer	10 m ² /pers.	15 m ² /pers.	2 m ² /pers.	IEQ _{II} (kategori 2 i tabel B.6, DS/CEN/TR 16798-2:2019)		
Aktivitetsniveau	~1,2 met	~1,2 met	~1,2 met	DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2		Produktionen af CO ₂ pr. person fast-sættes til 20,4 l/h pr. person
Udstyr	12 W/m ²	12 W/m ²	12 W/m ²	DS/EN 16798-1:2019, anneks C		
Tilstedeværelse	Skal fast-lægges	Skal fast-lægges	Skal fast-lægges	DS/EN 16798-1:2019, anneks C		

Anneks A Eksempler på indeklimakriterier

Kontorer med mekanisk køling

Termisk indeklima årsforløb og energiberegninger, mekanisk køling						
Operative temp. [°C] Vinter (nov. – marts)	20 til 24	20 til 24	20 til 24	IEQ _{II} (kategori II i DS/ EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.5)		Middel udetemp. < 10 °C
Operative temp. [°C] Overgang (april + okt.)	21,5 til 25	21,5 til 25	21,5 til 25			10 °C < middel udetemp. < 15 °C Beklædning på 0,75 clo antaget
Operative temp. [°C] Sommer (maj – sept.)	23 til 26	23 til 26	23 til 26	IEQ _{II} (kategori II i DS/ EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.5)		Middel udetemp. > 15 °C
Overskridelse af Ope- rative temp. [°C] Sommer (maj – sept.)	3 % til 6 % årsbasis	3 % til 6 % årsbasis	3 % til 6 % årsbasis	DS/CEN/TR 16798- 2:2019, anneks E		Middel udetemp. > 15 °C

Anneks A Eksempler på indeklimakriterier

Tabel A.2 (fortsat)

Lokale	Enkelt-kontor	Land-skabs-kontor	Mødeloka-ler	Kilde DS/EN16798-1:2019 DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021 DS/CEN/TR 16798-2:2019	Andre krav og bygningsregle-mentet (BR) ^a	Kommentar
Fugt årsforløb og energiberegninger						
Relative fugtighed RH [%]	25 < RH < 60			IEQ _{II} (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.16)		Bruges til design af evt. be- og affugt-ningsanlæg. Sty-ring af ventilation Absolut fugtighed < 12 g/kg
Atmosfærisk indeklima, meget lavt forurennet bygning årsforløb og energiberegninger						
Ventilation l/s m ²	1,1	0,8	3,9	DS/CEN/TR 16798-2:2019, anneks E, IEQ _{II} (kategori II i ta-bel B.6)		Ventilation uden for opholdstiden DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021 (NA.3.3.1)
Tilsvarende ΔCO ₂ [ppm]	529	454	722	DS/CEN/TR 16798-2:2019, anneks E, IEQ _{II} (kategori II i ta-bel B.11)		

**Kontorer:
Luftkvalitet**

Anneks A Eksempler på afvigelser

Tabel A.4 - anbefalede værdier for acceptable afvigelser

Afvigelser		Uge	Måned	Årlig
Niveau I	[%]	20	12	3
8h/24h	[h]	8/33	21/86	63/259
Niveau II	[%]	50	25	6
8h/24h	[h]	20/58	44/180	126/518

For indeklimaet skal de maksimale tilladelige % afvigelser angives.

Tabellen angiver anbefalede værdier for to krav niveauer.

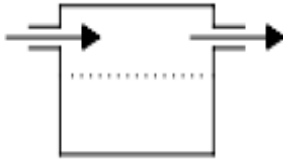
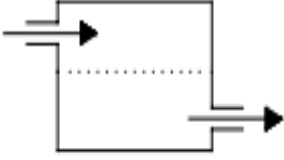
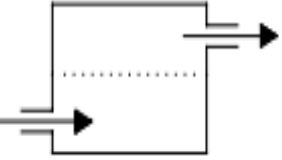

For rum temperatur afvigelser anvendes den vægtede rumtemperatur (grad x timer) ifølge Metode B i DS/CEN/TR 16798-2 Annex D.

Tabel A.5 - anbefalede værdier for acceptable afvigelser med hensyn til træk

Afvigelser	Uge	Måned	Årlig
%	10	8	6
h	4	14	126

Anneks B Ventilationseffektivitet

Ved bestemmelsen af den dimensionerende udeluft tilførsel skal ventilationseffektiviteten medtages i beregningen, se anneks B med eksempler

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						

Total ventilationsrate
der skal tilføres gennem
tilluft armaturerne

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

Anneks C Trækrate DR (Draught Rate)

- Lufthastigheden kan have både positiv og negativ indflydelse på den termiske komfort. Varme dis-komforten på grund af højere rumtemperaturer kan delvis kompenseres ved en forøget lufthastighed (se DS/EN16798-1 NA A.2.3).
- Ved normale termisk komfort resulterer kan højere lufthastigheder resultere i træk (se DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, NA.2.1 Tabel NA.3).
- I lokaler med stillesiddende aktivitet anvendes Cat. II dvs. en Træk Rate (Draught Rate, DR) på $< 20\%$.
 - Skyldes en høj middellufthastighed, og dermed en eventuel højere DR, åbne vinduer, loft- eller bordventilator, som er under personlig kontrol, kan DR være højere end 20%.

Tabel C.1 – Maksimale middellufthastigheder i opholdszonen

Lufttemperatur	°C	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Normal turbulens (Tu = 40 %)	m/s	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,31
Lav turbulens (Tu = 20 %)	m/s	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,33	0,37	0,42

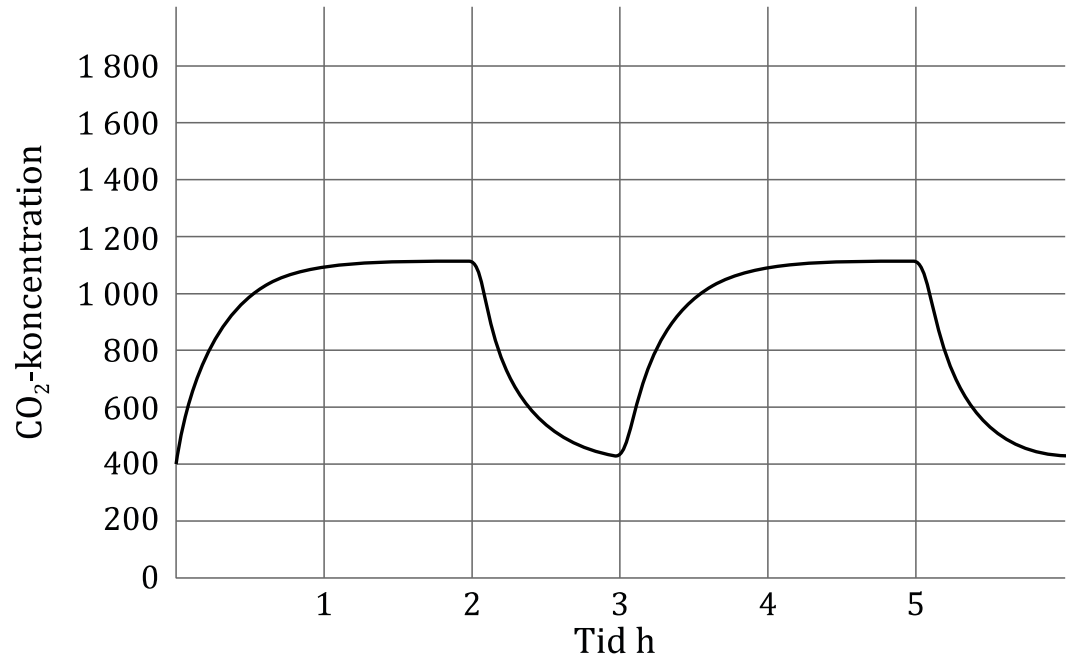
Anneks D Dynamisk beregning af koncentrationer af forureninger

$$c_{\text{rum}} = \frac{m}{n \cdot V} (1 - e^{-n\tau}) + (c_0 - c_i) \cdot e^{-n\tau} + c_i \quad (\text{D.1})$$

hvor

c_{rum}	er koncentrationen af en forurening i rummet [m^3/m^3 luft]
m	er tilførsel af forurening [m^3/h]
c_0	er begyndelseskoncentrationen i rummet [m^3/m^3 luft]
c_i	er koncentrationen af en forurening i den tilførte luft [m^3/m^3 luft]
n	er rummets luftskifte [h^{-1}]
V	er rumvolumen [m^3]
τ	er tid [h]

Anneks D Dynamisk beregning af koncentrationer af forureninger I mødelokale



60 m³ mødelokale

Mødelængde 120 min. Pause 60 min

Antal siddende personer 10

Maximal CO₂ 1100ppm

Middelkoncentration ca 1000ppm

Ventilation 3,9 l/s m²

Beregne hvornår ventilationen skal starts efter stop

Beregne en middle koncentration

Anneks I Ventilation og smittespredning

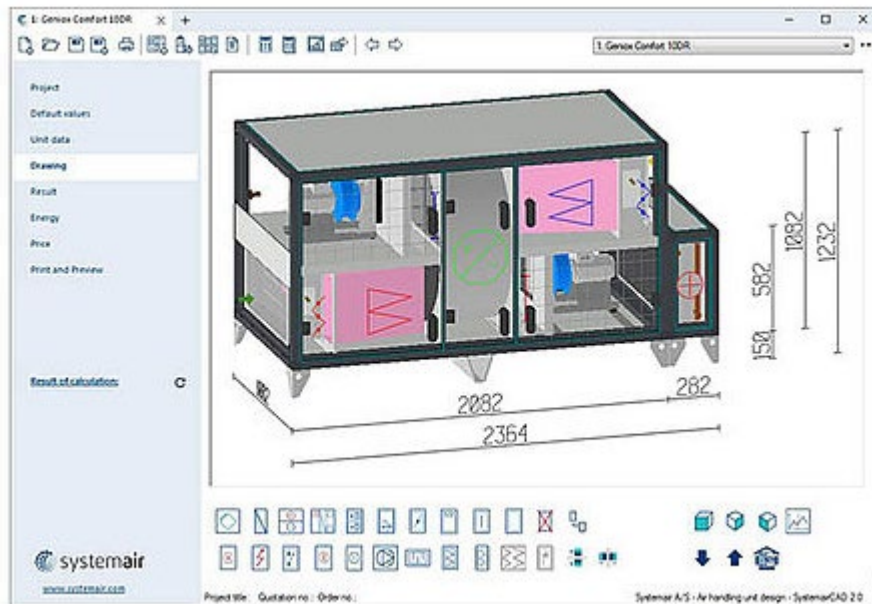
- Mere ventilation er altid bedre
- Det anbefales at læse REHVA's vejledning omkring smittespredning, som er udarbejdet i forbindelse med covid-19, men kan bruges generelt
- <https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance/rehva-covid-19-guidance>

Projektering af mekanisk ventilation

Morten Zimmermann

Projektering af mekaniske ventilationsanlæg (Dokumentation)

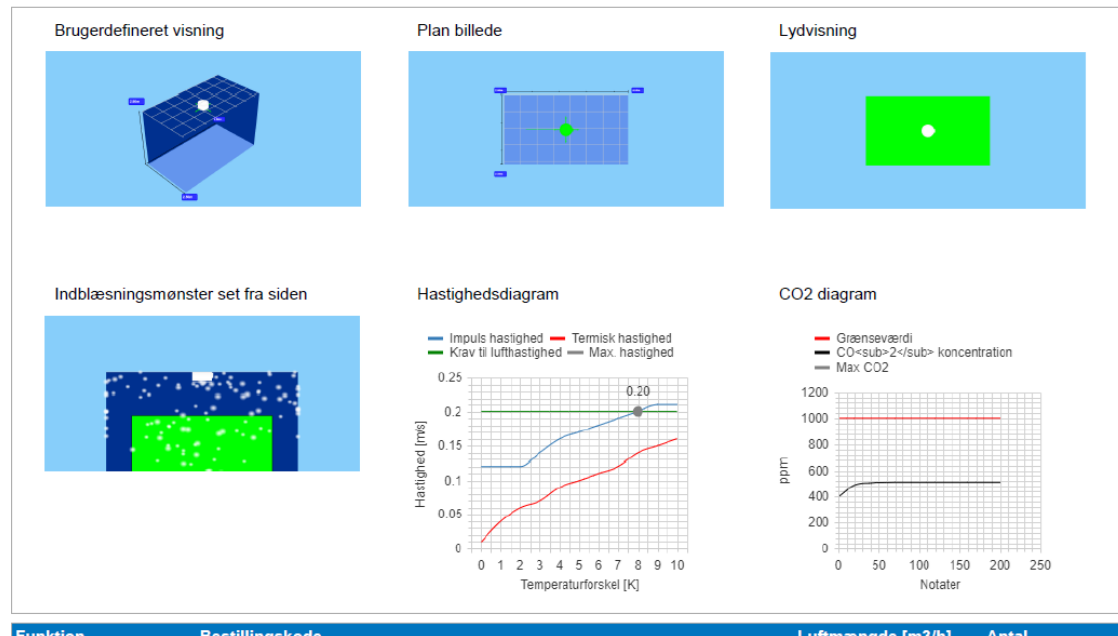
- Afsnit 6, 7 og 9 indeholder afsnit om projektering
- Omfatter: design, beregning og dokumentation af dels bygningens samlede ventilationsanlæg og dels ventilation i de enkelte rum, som ventileres mekanisk
- Disponering af plads for: leverance, montering, isolering, service, rengøring og udskiftning



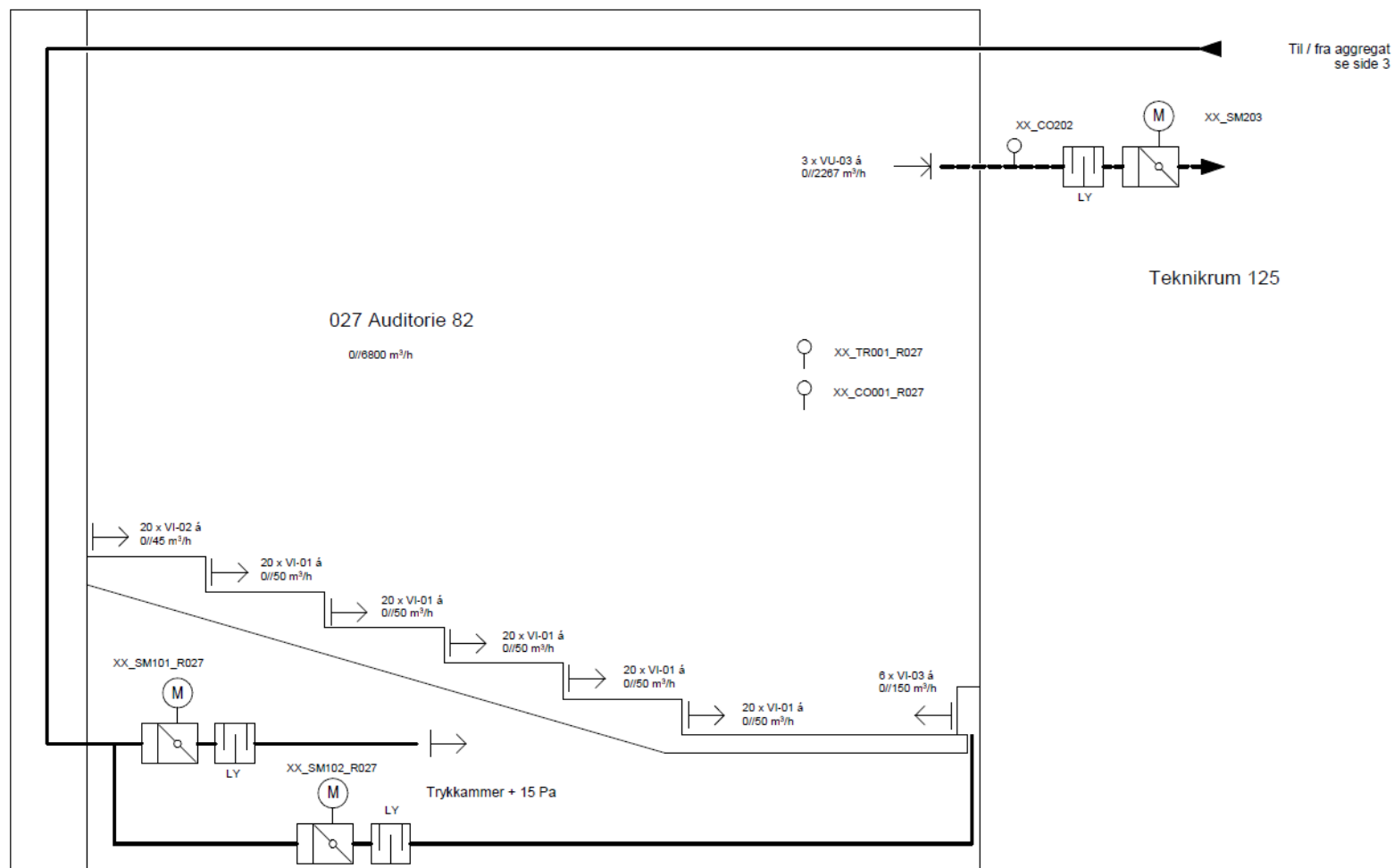
I dokumentation angives: de projekterede indblæsnings- og udsugningsarmaturer herunder luftflow, opholdszone herunder træk og lufthastigheder, rummets anvendelse, rumgeometri, rumorientering og placering af armaturerne

Ventilation forudsætninger beregningsoverlag for vejledende luftmængder										dato: 01.07.2021				
Rum nr	Rumbetegnelse iht projekt	Rumtype	Areal [m ²]	Højde [m]	Personer [stk]	Termisk indeklima						Atm.Indeklima	Dimensionerende	
						person W	PC, skærm, arb.lys W	Belysning w/m ²	Solindfald, glas g=0,5, afskærmning F=0,2 W	Kølebehov W	ΔT *K	Beregnet luftmængde Kølebehov m ³ /h	Beregnet luftmængde CO ₂ 1000ppm (400+600)ppm m ³ /h	Vægt vejledende luftmængde m ³ /h overlag
	stuen nord lobby	Stormagasin	240	3,4	40	150	0	10	0	8400	8	3120	1667	3150
	stuen nord flex	Auditorium	100	3,4	150	100	15	5	0	17750	8	6593	5100	6600
	stuen sydøst	Konference rum	72	3,4	36	100	15	5	2500	7000	8	2600	1224	2600
	stuen sydøst	Konference rum	121	3,4	60	100	15	5	2500	10005	8	3716	2040	4300
	stuen sydvest	Konference rum	121	3,4	60	100	15	5	2500	10005	8	3716	2040	4300
	SUM												20950	
	1.sal køkken, opvaske mv.		141	2,6									12000	
	personale	Enkeltmandskontor	22	2,7	2	100	85	5	0	480	8	178	68	200
	SUM												12200	
	1.sal kantine nord	Cafeterie/Restaurant	300	3,15	130	100	0	5	0	14500	8	5386	4420	6100
	1.sal kantine sydvest	Cafeterie/Restaurant	180	3,15	100	100	0	5	2200	13100	8	4866	3400	4900
	1.sal møderum øst	Konference rum	176	3,4	88	100	15	5	2200	13200	8	4903	2992	5000
	1.sal storum sydøst	Storrums kontor	170	3,4	11	100	85	5	2300	5185	8	1926	374	2000
	SUM												18000	
	2 sal nord	Storrums kontor	280	3,15	40	100	85	5	0	8800	8	3269	1360	3300
	2 sal nord	Konference rum	133	3,15	40	100	15	5	0	5265	8	1956	1360	0
	2 sal syd øst	Storrums kontor	281	3,15	27	100	85	5	1800	8200	8	3046	918	3100
	2 sal sydøst	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	450	1210	8	449	204	0
	2 sal sydvest	Storrums kontor	275	3,15	30	100	85	5	1900	8825	8	3278	1020	3300
	2 sal sydvest	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	450	1210	8	449	204	0
	SUM												9700	
	3 sal nord	Storrums kontor	222	3,15	24	100	85	5	0	5550	8	2061	816	2100
	3 sal nord	Konference rum	20	3,15	8	100	15	5	0	2125	8	789	272	0
	3 sal syd øst	Storrums kontor	221	3,15	27	100	85	5	1800	8250	8	3064	918	3100
	3 sal sydøst	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	710	5340	8	1983	204	0
	3 sal sydvest	Storrums kontor	246	3,15	22	100	85	5	1900	7800	8	2897	748	2900
	3sal sydvest	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	360	1865	8	693	204	0
	SUM												8100	
	4 sal nord	Storrums kontor	214	3,15	24	100	85	5	0	5510	8	2047	816	2050
	4 sal nord	Konference rum	20	3,15	6	100	15	5	0	790	8	293	204	0
	4 sal syd øst	Storrums kontor	256	3,15	28	100	85	5	1800	8260	8	3068	952	3100
	4 sal sydøst	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	450	1210	8	449	204	0
	4 sal sydvest	Storrums kontor	202	3,15	24	100	85	5	1900	7350	8	2730	816	2750
	4 sal sydvest	Konference rum	14	3,15	6	100	15	5	450	1210	8	449	204	0
	SUM												7900	

Unavngivet projekt				27-09-2021			
Projekteret af							
Kunde							
Beskrivelse							
Rum 1				Krav:		Resultater::	
Rumtype	Konferencerum	Komfortzone højde	1,8 m	Lydtryksniveau	35	21-22	dB(A)
Ventilationstype	Blanding	Højde på forhindring på væg	0 m	Tilluftmængde	150	150	m ³ /h
LxBxH	4,5 x 2,5 x 2,8 m	Efterklangstid	0,54	Fraluftmængde	150	0	m ³ /h
Højde, nedhængt loft	2,8 m	Rumløft temperatur	26 °C	Hastighed	0,2	0,2	m/s
Areal	11,2 m ²	Temperatur for primærluft	18 °C	Termisk effekt	300	399	W
Rumfang	31,5 m ³	Temperaturforskel	8 K	Termisk effekt pr. m ²		35	W/m ²



For større rum og rum der ikke kan beskrives alene ved angivelse af LxBxH, samt for rum med flere ventilationsprincipper eksempelvis mekanisk og naturlig ventilation, skal der udarbejdes rumskitser i 3D med angivelse af flowpile, grænselag, zoneopdeling osv.



Projektering af mekaniske ventilationsanlæg (Dokumentation)

- Evt. samtidighed skal begrundes og må ikke hindre, at alle rum, som er forsynet fra et ventilationsanlæg, kan opnå de i projektet angivne luft volumenstrøm i dimensioneringssituationen
- Ved dimensioneringen af varme-/køleflader skal der tages højde for varmeafgivelse fra ventilatorer, transmissionstab i kanaler og aggregater, kondensering på køleflader mv.
- Alle kanaldimensioner og -typer samt disses fastgørelsesanordninger specificeres i projektet, og der foretages en samlet tryktabsberegning af ventilationssystemet herunder beregning af anlæggets SEL, samt det forventede gennemsnitlige volumenstrøm for anlæg med variabel volumenstrøm.
- Det beregnede støjniveau hidrørende fra rummets ventilationssystem beregnes ved max. flow på grundlag af leverandørdata og oplysninger om rummenes akustiske egenskaber. Endvidere skal overholdelse af lydtransmissionskravene mellem rum via ventilationssystemet dokumenteres ved beregning.
- Af hensyn til de øvrige aktører på projektet skal endvidere angives effektbehov for ventilatorer, varme- og køleflader, varmepumper mv. samt temperatur og flowdata for varme/kølefladerne i dimensioneringssituationen.
- Ventilationsprojektet eller det tilhørende styringsprojekt skal specificere alle nødvendige energimålere, følere og disses placering, funktion og reguleringsprincip for opnåelse af det specificerede indeklima.

Mekanisk ventilation til en-familieboliger

Christen Lautrup



DS447 – VENTILATION I BOLIGER

Christen Lautrup

Produkt- / udviklingschef

KVM-Genvex A/S

Email: cla@genvex.dk

NIBE GROUP MEMBER



BOLIGVENTILATIONSAGGREGATER – VIGTIGSTE ÆNDRINGER I HOVEDPUNKTER

- ✓ Krav til ventilationsanlæg er nu præciseret for henholdsvis boligventilationsaggregater(decentrale anlæg) og ikke-boligventilationsaggregater(centrale anlæg).
- ✓ 6.5.2 Præcisering af SEL faktor og hvordan den måles i boliger
- ✓ 6.7.4.3 Præcisering af lækageklasser for boligventilationsaggregater
- ✓ 6.7.6 / Ann.F F.4 Præcisering af acceptabel filter type, automatik til filterovervågning og behovsstyring.
- ✓ 6.7.9 Entalpi varmevekslere tilføjet som teknologi
- ✓ 6.7.10 / E.2.4 Vekselretningsventilationsanlæg (mikroventilation) tilføjet som teknologi.
- ✓ 6.7.13.2 Krav til emhætter præciseret

13141-7 TEST STANDARD FOR BOLIGVENTILATIONS AGGREGATER

- ✓ 13141-7 korrigerer for masseflow ubalance ved beregning af temperaturvirkningsgrad (dette er ikke tilfældet for EN308 som anvendes ved centrale aggregater)
- ✓ 13141-7 Varmegenvinding måles inklusive motorvarme fra ventilatorer. Jf. SBI vejl. 213 skal motorvarmen fratrækkes samlede varmegenvinding og kan derefter anvendes i energiramme beregning (Energirammen er designet til inddata iht. EN308)

■ **Varmevekslere – Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger**

Ventilation i bygninger – Ydeevneprøvning af komponenter/produkter til boligventilation – Del 7: Ydeevneprøvning af mekaniske ventilationsaggregater med kanalført indblæsning og udsugning (inklusive varmegenvinding)

Ventilation for buildings – Performance testing of components/products for residential ventilation – Part 7: Performance testing of ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery)

DEFINITION SEL VÆRDI

SEL-værdi for et aggregat i balance med tilluft, fraluft og varmegenvinding bestemmes ved formel (2):

$$SEL = \frac{P_{\text{tilluft}} + P_{\text{fraluft}}}{q_v}$$

hvor

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

q_v er luftstrøm gennem ventilatoren [m^3/s]

- ✓ Præcisering af komponenter i ventilationsanlæg, hvor effektforbrug ikke skal indregnes i SEL (f.eks. Aggregatautomatik, effektoptag til roterende varmegenvindere og displays)
- ✓ Samlede effektforbrug målt ved stikkontakt til boligventilationsaggregat, kan fratrækkes producentens oplyste effektforbrug til automatik og display.
- ✓ SEL måles ved ventilationsanlæggets grundluftskifte (jf. BR18 § 438)



LÆKAGEKLASSER BOLIGVENTILATIONSAGGREGATER

Tabel 5 - Tæthedsklasser for aggregater med pladevarmevekslere (med anvendelse af trykmetode)

Klasse	Trykprøvning	
	intern lækage (ved 100 Pa)	ekstern lækage (ved 250 Pa)
A1	≤ 2 %	og ≤ 2 %
A2	≤ 5 %	og ≤ 5 %
A3	≤ 10 %	og ≤ 10 %
ikke klassificeret	> 10 %	eller > 10 %

Tabel 6 - Tæthedsklasser for aggregater med roterende varmevekslere (med anvendelse af sporgas i kammer)

Klasse	Total recirkuleret andel i tilluft ($R_{s,tot}$)
B1	≤ 1 %
B2	≤ 2 %
B3	≤ 6 %
ikke klassificeret	> 6 %

Tabel 7 - Tæthedsklasser for aggregater med roterende varmevekslere (med anvendelse af sporgas i kanal, under forudsætning af neglignel lækage fra aggregat)

Klasse	Sporgasprøvning	Trykprøvning
	Internt recirkuleret andel fra afkast til tilluft ($R_{s,int}$)	Ekstern lækage (ved 250 Pa)
C1	≤ 0,5 %	og ≤ 2 %
C2	≤ 2 %	og ≤ 2 %
C3	≤ 4 %	og ≤ 2 %
ikke klassificeret	> 4 %	eller > 2 %

Tabeller stammer fra EN13141-7

- ✓ Boligventilationsaggregates lækageklasse kan fastsættes ud fra producentens ERP label og tilhørende tekniske datablad/ product fiche.

FILTER TYPER OG AUTOMATIK

- ✓ Coarse 65% (G4) filterklassen iht. DS/EN ISO 16890 kan anvendes på både udeluft og fraluftssiden
- ✓ Filter alarm for boligventilationsaggregater kan enten være trykstyret eller tidsstyret.
- ✓ Indbygget fugtføler i ventilationsaggregatet kan anvendes som behovsstyring (f.eks. til automatisk nedregulering af luftskifte til bygningsreglementets minimumskrav om 0,3 l/s pr. m²).
- ✓ Behovsstyring uden for brugstid med luftmængder ned til 0,15 l/s pr. m² kræver dog yderligere CO₂ sensorer (jf. bygningsreglementets vejledningstekst vedr. ventilation). Jf. BR18 § 443
Maks 30 timer reduceret drift pr. uge må indregnes i energirammen.



ENTALPIVARMEVEKSLERE

$$\eta_{x,su} = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \frac{q_{m22}}{q_{m11}}$$

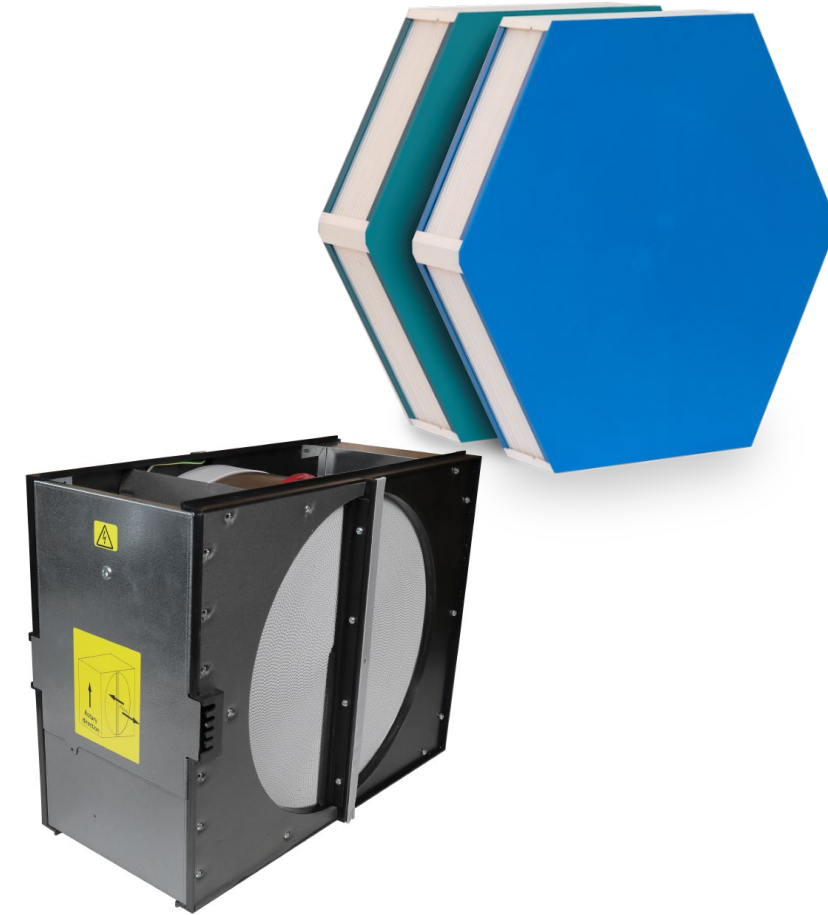
hvor

$\eta_{x,su}$	er fugtgenvindingsgraden på tilluftsiden
x_{11}	er fraluftens fugtindhold (kg vand pr. kg tør luft) ved tilgangen til entalpiveksleren
x_{21}	er udeluftens fugtindhold ved tilgangen til entalpiveksleren
x_{22}	er udeluftens fugtindhold ved afgang fra entalpiveksleren
q_{m22}	er masseflow for tilluften
q_{m11}	er masseflow for fraluften

Fugtgenvindingsgraden angives for balancerede luftstrømme ($q_{m22} = q_{m11}$).

Beregning af fugtgenvinding på tilluftssiden iht. 13141-7

- ✓ Vær opmærksom på dokumentationskrav for hygiejne.
- ✓ Entalpivekslere skal være egnede til at kunne rengøres.
- ✓ OBS. I de fleste tilfælde vil en entalpivarmerveksler udført som modstrømsvarmerveksler have reduceret varmegenvinding ift. traditionelle varmervekslere.



VEKSELRETNINGSVENTILATIONSANLÆG

- ✓ I DS447 omtales vekselretningsventilations ANLÆG som betyder at der minimum skal anvendes to enheder der arbejder sammen synkront (en indblæsning, en udsugning)
- ✓ Vær opmærksom på følsomhed over for trykforskelle på bygningsfacader (ukontrolleret luftskifte), støj og energieffektivitet (afladning af varmeakkumulator).
- ✓ Iht. bygningsreglementet skal tilsikres at der ikke overføres luft fra forurenede rum til ikke forurenede rum.
- ✓ Klassificering af lækage iht. 6.7.4.4



$$\eta_{\theta, su} = \frac{1}{t_{\text{cycle}}} \left(\left[\int_{t_1} \left(\frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \right) dt \right]_{\text{unit1}} + \left[\int_{t_3} \left(\frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \right) dt \right]_{\text{unit2}} \right)$$

Formel for varmegenvinding for vekselretningsventilationsanlæg stammer fra DS/EN 13141-8

KRAV TIL EMHÆTTER I BOLIGER

- ✓ Emopfangsevne på min 75 % jf. bygningsreglement vil typisk kræve en forceret luftmængde på ca. 180 m³/h (skal dokumenteres ved test).
- ✓ Ingen dokumenteret test – anvend bygningsreglementets vejledning til § 443 om nødvendige luftmængder (144 m³/h til 432 m³/h)
- ✓ Erstatningsluft skal tilvejebringes, uden manuel åbning af vindue
- ✓ Recirkulationsemhætter kan udelukkende anvendes hvis bygningsreglementets krav om emopfangsevne er opfyldt. Typisk vil en hybrid emhætte med 75 % emopfangsevne og afkast til det fri samt forøget luftmængde til recirkulerende luft kunne opfylde kravet.



FUNKTIONSAFPRØVNING / DOKUMENTATION / AFLEVERING

- ✓ Jf. BR18 omkring funktionsafprøvning skal både SEL, nominel luftstrøm OG funktionen af behovsstyring dokumenteres.
- ✓ DS447 angiver krav om tæthedsprøvning af ventilationssystemet – også for boliger.
- ✓ DS447 angiver krav til systemdokumentation (drift og vedligeholdelsesmanualer)
- ✓ DS447 angiver krav om træning (f.eks. personlig gennemgang af ventilationsanlæggets funktioner med boligejeren).



 Genvex



Mekanisk ventilation – øvrige forhold

Lennart Østergaard

VELTĒK

- Teknisk brancheorganisation for producenter og leverandører
- Organiserer samlet ca. 130 producenter og leverandører indenfor fire branchefællesskaber (el, varme, VVS og ventilation)
- Repræsenterer 55 producenter og leverandører til ventilationsbranchen



Ny struktur for standardens kapitel 6, 7 og 8

- Den gamle opbygning af DS 447 var ifølge udvalget og en række interessenter ikke hensigtsmæssig
 - Ny struktur skal understøtte anvendelsen af standarden
 - Afsnit med krav til projektering
 - Generelle krav
 - Materiale og komponentkrav
 - Drift, vedligehold, dokumentation, udførelse, driftskontrol, tæthedsprøvning, indregulering, aflevering
- => nyt kapitel 9

6	Mekanisk ventilation
6.1	Projektering
6.1.1	Generelt
6.1.2	Tæthed
6.1.2.1	Generelt
6.1.2.2	Aggregat
6.1.2.3	Kanalsystem inklusive komponenter
6.1.3	Tolerancer for luftstrømme
6.1.4	Energiforbrug
6.1.4.1	Generelt
6.1.4.2	SEL – specifikt elforbrug til lufttransport
6.1.4.3	Varmegenvinding
6.1.4.4	Dokumentation
6.1.5	Drift og vedligeholdelse
6.2	Anlægsudførelse og komponenter
6.2.1	Generelt
6.2.2	Luftindtag og -afkast
6.2.3	Ventilatorer og motorer
6.2.4	Filtre
6.2.5	Varme- og køleflader
6.2.5.1	Generelt
6.2.5.2	Varmeflader for varmt vand, hedt vand og damp
6.2.5.3	Elvarmeflader
6.2.5.4	Køleflader
6.2.6	Be- og affugtere
6.2.7	Varmegenvindingskomponenter
6.2.8	Kanalsystem inklusive bygningsmæssige kanaler
6.2.9	Spjæld
6.2.10	Lyddæmpere
6.2.11	Tilførsarmaturer, fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler
6.2.11.1	Armaturer til personlig ventilation
6.2.12	Regulering
6.2.13	Følere
6.2.14	Driftskontrol
6.3	Tæthedsprøvning, indregulering og aflevering
6.3.1	Tæthedsprøvning
6.3.2	Indregulering
6.3.3	Aflevering

DS 447:2021 er så vidt muligt europæisk og baseres flere steder på en række CEN standarder

- CEN-standarderne er informative, da de ellers ville blive den del af dansk lovgivning
- Vigtigt at f.eks. produkter opfylder relevante standarder og at det er dokumenteret
- Husk, at man selv, f.eks. i et udbud, kan gøre standardens informative noter til krav



Udbygning af tekst omkring tolerancer for luftstrømme

- Der er kommet en del input vedrørende tolerancer for luftstrømme – herunder tolerancer ved design og projektering – og måleusikkerheder i forbindelse med (funktions)afprøvning.
- Afsnittet først i standarden er derfor tydeliggjort, så denne tabel handler om design og projektering
- I afsnit 9 indgår derefter de tilladelige måleusikkerheder ved aflevering af anlægget.
- OBS: DS/EN 16798-3 stiller krav om at der ikke er negative tolerancer på luftstrømmen til rummet. Dette er implementeret i ny DS 447

6.4 Tolerancer for luftstrømme

Ved design og projektering, se også 6.2, skal der angives tilladelige tolerancer for de luftstrømme, der skal leveres af ventilationsanlægget.

Tolerancerne skal angives som afvigelser fra de nominelle luftstrømme ved referencetilstanden. Normalt anvendes værdierne i tabel 1.

Der tillades ikke negative tolerancer for luftstrømmen til det enkelte rum.

Hvis der er flere referencetilstande, eller anlægsopbygningen muliggør ubalance i luftmængder på rumniveau ved andre driftstilstande end referencetilstanden (fx for trykstyrede anlæg), skal tolerancer angives, og risikoen for ubalance skal vurderes i forbindelse med projekteringen for alle relevante tilstande.

NOTE 1 – Tolerancerne anvendes ved fastlæggelse af konkrete produktvalg i detailprojekteringen og fastlægges ved en afvejning mellem økonomi, de strømningstekniske forhold i anlægget og det ønskede indeklima. Tolerancerne angives for de luftstrømme, der ønskes kontrolleret, se også 9.1.

Tabel 1 – Eksempel på angivelse af tolerancer ved design og projektering

Luftstrøm gennem armaturer	Samlet luftstrøm til rummet	Hovedluftstrøm fra/til aggregat
- 7 %	- 0 %	- 4 %
+15 %	+ 10 %	+ 8 %

NOTE 2 – Tabel 1 gælder også for behovsstyrede ventilationsanlæg, men ved andre driftstilstande end for den dimensioneringsgivende referencetilstand kan luftstrømmen som følge af behovsstyringen variere i afhængighed af belastningen.

NOTE 3 – Der henvises til DS/EN 14134 og DS/EN 12599 for yderligere information om tolerancer for luftstrømme.

Beregning af SEL-værdi

- SEL-værdi formelen er ændret på ønske fra BPST, da BR ikke udelukkende stiller krav til SEL-værdi ved største dimensionerende luftstrøm igennem aggregatet (q_{\max})
- Alle komponenter fra nettilslutning til ventilator medregnes, fx frekvensomformere
- Dog: Effektoptag til komponenter der ikke vedrører lufttransport, medregnes ikke i beregning af SEL-værdien.
- Bemærk ny tekst om at hensyntagen til samtidighedsfaktorer

6.5.2 Beregning af SEL-værdi

SEL-værdien beskriver forholdet mellem effektbehov og transporteret volumenstrøm. Værdien bestemmes ved rene filtre og ved en massefylde på $1,2 \text{ kg/m}^3$ luft.

Alle komponenter fra nettilslutning til ventilator skal medregnes, fx frekvensomformere.

Effektoptag til komponenter, der ikke vedrører lufttransport, medregnes ikke i beregninger af SEL-værdien,

SEL-værdien for en enkelt ventilator bestemmes ved formel (1):

$$SEL = \frac{P}{q_v} \quad (1)$$

SEL-værdi for et aggregat i balance med tilluft, fraluft og varmegenvinding bestemmes ved formel (2):

$$SEL = \frac{P_{\text{tilluft}} + P_{\text{fraluft}}}{q_v} \quad (2)$$

hvor

P , P_{tilluft} og P_{fraluft} er effektbehov til henholdsvis ventilator, tilluftsventilator og fraluftsventilator [W]
 q_v er luftstrøm gennem ventilatoren [m^3/s]

Ved bestemmelse af P , P_{tilluft} og P_{fraluft} skal der tages hensyn til virkningsgraden af ventilatorhjulet, transmissionen, motoren og reguleringen.

Hvis ventilationssystemet udføres som VAV, og der i dokumentationen redegøres for, at ikke alle rum har maksimalt luftbehov på samme tidspunkt, kan luftmængden på ventilationsaggregatet dimensioneres under hensyntagen til en samtidighedsfaktor, normalt i intervallet 0,7 til 1,0, som skal angives i projektet.

Energiforbrug og effektoptag for komponenter, der ikke medtages i beregningen af SEL-værdien, skal oplyses.

Bedre tekst om tilgængelighed og pladskrav

- Afsnit om tilgængelighed og pladskrav er udbygget, da der ses tilfælde, hvor der ikke i rimeligt omfang tages hensyn til pladsbehov ved anlæg, service og driftskontrol mv.

6.6 Tilgængelighed og pladskrav

Komponenter, der kræver tilsyn og vedligeholdelse, skal være umiddelbart tilgængelige. Der skal være uhindret adgang, og der må ikke forefindes fastmonterede installationer eller inventar i serviceområdet og foran servicelemme.

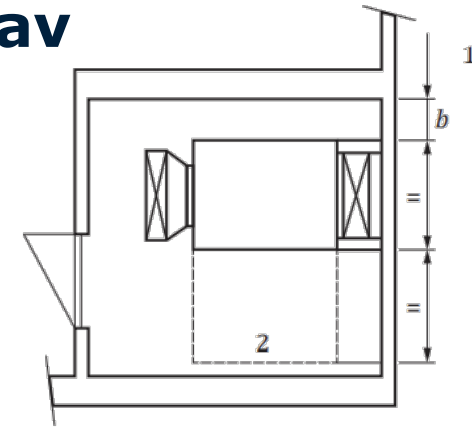
Ventilationsanlægget skal projekteres og udføres sådan, at arbejdet kan foretages på en hensigtsmæssig og sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde:

- a) Der skal være fornøden plads og let adgang via lem eller afmonterbar plade til at foretage uhindret service af alle komponenter, der har et serviceinterval, der er kortere end anlæggets forventede levetid. Servicelemme skal have en størrelse, der tillader, at bagvedliggende komponent kan serviceres.
- b) Teknikrum, hvor aggregater eller andre større komponenter installeres, skal udføres, så adgang til alle komponenter er uhindret. Der tillades ikke montage af faste installationer eller inventar, som hindrer service af komponenter. Det skal sikres, at der etableres et frit serviceareal rundt om aggregatet, som er i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger.
- c) Føringsveje skal dimensioneres, så der er plads til kanaler og den nødvendige isolering. Alle komponenter i føringsveje, fx spjæld, skal være let tilgængelige via inspektionsåbning fx lem, skydelåge, e.l.

NOTE 1 – Figur 2 nedenfor viser et eksempel på typisk bredde af frit serviceareal foran et aggregat (placeret i teknikrum) for at tillade afmontering af komponenter, fx roterende varmegenvindere (figur 3 fra DS/CEN/TR 16798-4:2017).

Bedre tekst om tilgængelighed og pladskrav

- Bemærk referencer i noterne til europæiske standarder på området, hvor yderligere informationer om retningslinjer for rumhøjder, arealer af teknikrum og føringsveje mv. kan findes
- DS/EN 16798-3
- DS/CEN/TR 16798-4



Forklaring

- 1 $b = 0,4 \times$ aggregatets højde, mindst 0,5 m som standard
- 2 serviceareal

Figur 2 – Plantegning af typisk bredde af frit serviceareal foran aggregat
[Kilde: DS/CEN/TR 16798-4:2017, figur 3. Figurtitel ændret]

Afstanden b kan i boliger være 0 m forudsat, at aggregatet ikke har serviceadgange fra bagsiden. For boliger kan aggregatet være indbygget i et skab, hvor serviceareal 2 er til stede, når låge åbnes.

NOTE 2 – Størrelsen af servicelemme fastlægges bl.a. på baggrund af adgangsvejens formål (størrelse på servicelemme for adgang til målestudse eller indstillingsskala på spjæld vælges, fx så aflæsning af skala eller påsætning af måleslange er muligt) og komponentens afstand til åbningen/servicelemmen. Serviceadgangens størrelse vurderes desuden ift. muligheden for udskiftning af komponenten, samt hvorvidt evt. destruktive følgearbejder ved udskiftning er mulige og kan tillades.

NOTE 3 – Retningslinjer for rumhøjder og areal af teknikrum med placering af centrale ventilationsaggregater over 5 000 m³/h er angivet i DS/CEN/TR 16798-4:2017, 8.8.5.

NOTE 4 – Retningslinjer for tværsnitsareal af føringsveje for luftmængder over 5 000 m³/h er angivet i DS/CEN/TR 16798-4:2017, 8.8.5.4.

Nyt krav til emhætteafkast der føres via facaden

- Det kan være nødvendigt at føre emhætteafkast via facaden, men det må ikke medføre gener for omgivelserne
- Dette var allerede beskrevet i DS 447:2013 (som et generelt funktionskrav i daværende afsnit 6.2.2), men er nu gjort tydeligere for emhætter.

6.7.2 Luftindtag og -afkast

Luftindtag og -afkast skal være placeret og udformet således, at:

- a) der er taget højde for udeluftens renhed og temperaturforhold, herunder at udeluften ikke opvarmes u hensigtsmæssigt af eventuel tagflade
- b) ventilationsluften tilføres og bortkastes på en for ventilationsanlægget hensigtsmæssig måde og uden gene for omgivelserne
- c) risikoen for kortslutning fra luftafkast minimeres, bl.a. under hensyntagen til hyppigst forekommende vindretning
- d) tryksvingninger i ventilationsanlægget fra vindpåvirkning begrænses
- e) indtrængen af fugle og andre dyr forhindres, og således, at indtaget og det tilsluttede kanalsystem holdes fri for plantedele og fremmede genstande
- f) gennemslag af nedbør ikke sker.

Luftindtag og -afkast såvel som det tilsluttede kanalsystem skal være modstandsdygtigt over for indtrængende vand. Indtrængende vand skal opsamles og bortledes.

Ved installation af luftafkast skal afkastene 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.

Føres afkast fra emhætter i boliger undtagelsesvist til det fri således, at afkastet kan forårsage gener for uden-dørs opholdsarealer, luftindtag, oplukkelige vinduer, døre, tagterrasser, altaner e.l., skal der foretages rensning af afkastluften fra emhætten, således at den rensede afkastluft ikke medfører gene for omgivelserne.

NOTE 1 – I 6.7.2 b) stilles der krav om, at ventilationsluft tilføres og bortkastes uden gene for omgivelserne. Dette betyder, at udendørs opholdsarealer og omkringliggende bygningers luftindtag (herunder oplukkelige vinduer) ikke må generes af lugt, fugt, varme, træk, kulde, støj eller mados bortkastet fra ventilationsanlægget. For bortkastet luft, der indeholder helbreds- eller miljøskadelige stoffer, henvises til krav i medfør af miljøbeskyttelsesloven.

NOTE 2 – Afkast fra emhætter i boliger, der undtagelsesvis føres via facaden, vil normalt altid medføre krav om rensning af afkastluften. Rensning af afkastluften kan dog udelades, hvis afkastet føres via en lukket facade, uden udendørs opholdsarealer, luftindtag, oplukkelige vinduer, døre, tagterrasser, altaner, omkringliggende bygninger e.l.

NOTE 3 – For tilfælde, hvor der stilles krav om rensning af afkast fra emhætter i boliger til det fri, vil en rensning svarende til tilbageholdelse af 75 % af de potentielt generende forureninger typisk være tilstrækkelig. Det er ikke nødvendigt at tilbageholde fugt og CO₂ eller andre stoffer, der ikke giver risiko for gener for omgivelserne.

Tæthedsklasser for kanaler er opdateret iht. DS/EN 16798-3

- Opdateret i overensstemmelse med de opdaterede klasser i de europæiske standarder. (EN 16798-3)
- Bemærk at ATC 1 er bedst (mens den gamle klasse A var ringest i gammel standard)
- EN 16798-3 introducerer to tæthedsklasser der er ringere end tidligere benyttet klasse A, som ikke tillades anvendt (ATC 6 og 7)

Tabel 2 - Tæthedsklasse og tilladelige lækagefaktorer

Tæthedsklasse	Tilladelig lækagefaktor [$\text{m}^3/\text{s pr. m}^2$] ved testtryk p_{test} [Pa]
ATC 7	Ikke klassificeret
ATC 6	$0,0675 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
A ATC 5	$0,027 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
B ATC 4	$0,009 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
C ATC 3	$0,003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
D ATC 2	$0,001 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$
ATC 1	$0,0003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$

Krav til både centrale-, decentrale-, og vekselretningsventilationsaggregater

- Gammel DS 447:2013 indeholdt kun tabeller fra DS/EN 1886, som gælder for centrale aggregater, der virker via et kanalsystem.
- Tabellerne er fastholdt i ny DS 447, og der er tilføjet tabeller der gælder for decentrale og vekselretningsventilationsaggregater

Tabel 3 – 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)
L1	0,15
L2	0,44
L3	1,32 ^a

^a Se 6.7.4.2, note 2

Tabel 4 – 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 ^a

^a Se 6.7.4.2, note 2

Krav til både centrale-, **decentrale-**, og vekselretningsventilationsaggregater

- Tabeller fra DS/EN 13141-7
- Decentrale ventilationsaggregater
- Boligventilationsaggregater

Tabel 5 - Tæthedsklasser for aggregater med pladevarmevekslere (med anvendelse af trykmetode)

Klasse	Trykprøvning	
	intern lækage (ved 100 Pa)	ekstern lækage (ved 250 Pa)
A1	≤ 2 %	og ≤ 2 %
A2	≤ 5 %	og ≤ 5 %
A3	≤ 10 %	og ≤ 10 %
ikke klassificeret	> 10 %	eller > 10 %

Tabel 6 - Tæthedsklasser for aggregater med roterende varmevekslere (med anvendelse af sporgas i kammer)

Klasse	Total recirkuleret andel i tilluft ($R_{s,tot}$)
B1	≤ 1 %
B2	≤ 2 %
B3	≤ 6 %
ikke klassificeret	> 6 %

Tabel 7 - Tæthedsklasser for aggregater med roterende varmevekslere (med anvendelse af sporgas i kanal, under forudsætning af negligibel lækage fra aggregat)

Klasse	Sporgasprøvning	Trykprøvning
	Internt recirkuleret andel fra afkast til tilluft ($R_{s,int}$)	Ekstern lækage (ved 250 Pa)
C1	≤ 0,5 %	og ≤ 2 %
C2	≤ 2 %	og ≤ 2 %
C3	≤ 4 %	og ≤ 2 %
ikke klassificeret	> 4 %	eller > 2 %

Krav til både centrale-, decentrale-, og vekselretningsventilationsaggregater

- prEN 13141-8:2018



VELTĚK

Tabel 10 – Klassifikation af følsomhed over for trykforskelle mellem ude og inde

Klasse	Maksimal afvigelse af tilluftstrøm i forhold til maksimal luftstrøm	
	%	
	ved + 20 Pa	ved - 20 Pa
S1	≤ 10	≤ 10
S2	≤ 20	≤ 20
S3	≤ 30	≤ 30
Ikke klassificeret	> 30	> 30

Tabel 9 – Maksimal lækage i m³/h for vekselretnings-ventilationsenheder, der ikke er i drift ved en given trykforskel mellem ude og inde

Klasse	Maksimal lækageluftstrøm	
	m ³ /h	
	ved + 20 Pa	ved - 20 Pa
D1	≤ 7	≤ 7
D2	≤ 10	≤ 10
D3	≤ 15	≤ 15

Tabel 8 – Klassifikation af lækage fra vekselretnings-ventilationsaggregater og -anlæg

Klasse	Intern lækage			Kortslutning af luftstrøm, udendørs	Kortslutning af luftstrøm, indendørs	Ekstern lækage				
	ved 20 Pa	ved 100 Pa	R_s			ved 50 Pa	ved 250 Pa			
	%	%	%	%	%	%	%			
U1	≤ 3	≤ 8,5	≤ 2	og	≤ 2	og	≤ 2	og	≤ 3	≤ 8,5
U2	≤ 7	≤ 21,5	≤ 5	og	≤ 5	og	≤ 5	og	≤ 7	≤ 21,5
U3	≤ 14	≤ 43	≤ 10	og	≤ 10	og	≤ 10	og	≤ 14	≤ 43
Ikke klassificeret	> 14	> 43	> 10	eller	> 10	eller	> 10	eller	> 14	> 43

Afsnit om filtre er udbygget – vejledning om valg af filterklasse i afhængighed af udeluftkvalitet og krav til tilluft

- DS/EN 779 er trukket tilbage – vi skal "glemme" de gamle filterklasser (M5, F7 etc.)
- Ny standard, DS/EN ISO 16890 skal anvendes, og er benyttet i DS 447

Tabel 11 – Normalt nødvendig filtreringseffektivitet i afhængighed af udeluftens kvalitet (ODA) og den ønskede kvalitet af tilluften (SUP)

Udendørs luftkvalitet			Tilluft				
			SUP 1 PM _{2,5} ≤ 2,5 PM ₁₀ ≤ 5	SUP 2 PM _{2,5} ≤ 5 PM ₁₀ ≤ 10	SUP 3 PM _{2,5} ≤ 7 PM ₁₀ ≤ 15	SUP 4 PM _{2,5} ≤ 10 PM ₁₀ ≤ 20	SUP 5 PM _{2,5} ≤ 15 PM ₁₀ ≤ 30
Kategori	PM _{2,5} [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	ePM ₁	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀	ePM ₁₀
ODA 1	≤ 10	≤ 20	70 %	50 %	50 %	50 %	50 %
ODA 2	≤ 15	≤ 30	80 %	70 %	70 %	80 %	50 %
ODA 3	> 15	> 30	90 %	80 %	80 %	90 %	80 %

Vejledning omkring udeluftkvalitet og krav til tilluft

SUP 1 anbefales i anvendelser med særligt høje hygiejnekrav, fx renrum, mens SUP 2 bør anvendes i de fleste rum med permanent eller langvarigt ophold, fx skoler, kontorer mv. SUP 3 kan anvendes til fx indkøbscentre og butikker, mens SUP 4 og SUP 5 typisk kun anvendes i rum med kortvarigt ophold eller uden ophold (fx lagerfaciliteter og parkeringsanlæg)

ODA 1 er defineret som områder, hvor WHO's guidelines (2005) for partikelforurening er opfyldt (se også tabel 11), dvs. områder, som kun er let støvbelastede, typisk natur- og landområder med god afstand til veje, industri, bycentre og anden infrastruktur. Udeluft kategoriseres som ODA 2, når partikelforureningen overstiger WHO's guidelines (2005) med op til 50 %. Det vil typisk være relevant at tage udgangspunkt i ODA 2 for mere almindelige bynære områder. ODA 3 benyttes for områder, der har en høj forurening med partikler, og hvor WHO's guidelines (2005) er overskredet med mere end 50 %, fx tungt industrialiserede områder, storbyer og ved lufthavne. Se også DS/EN 16798-3 og DS/CEN/TR 16798-4 samt EUROVENT Guidebook 4/23.

Anbefalede filterklasser i afhængighed af ODA og SUP

NOTE 4 – Filterklasser og filtertrin til opnåelse af den nødvendige filtrering i tabel 11, i afhængighed af udeluftens kvalitet (ODA) og kravene til tilluftens renhed (SUP), kan fx vælges som vist vejledende i tabel 12 nedenfor. Ved angivelse af to filterklasser i et felt i tabellen anvendes to filtertrin for at opnå den krævede filtrering.

Tabel 12 – Filterklasser og filtertrin i afhængighed af udendørs luftkvalitet og tilluftens kvalitet

Udendørs luftkvalitet klassificeret efter DS/EN 16798-3		Tilluftens kvalitet, klassificeret efter DS/EN 16798-3				
		SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA 1	Eksempel 1	ePM10 50 % + ePM1 60 %	ePM1 50 %	ePM2,5 50 %	ePM10 50 %	ePM10 50 %
	Eksempel 2	ePM1 70 %	-	-	-	-
ODA 2	Eksempel 1	ePM1 50 % + ePM1 60 %	ePM10 50 % + ePM1 60 %	ePM1 50 %	ePM2,5 50 %	ePM10 50 %
	Eksempel 2	ePM1 80 %	ePM1 70 %	ePM2,5 70 %	ePM10 80 %	-
ODA 3	Eksempel 1	ePM1 50 % + ePM1 80 %	ePM1 50 % + ePM1 60 %	ePM10 50 % + ePM1 60 %	ePM1 50 %	ePM2,5 50 %
	Eksempel 2	ePM1 90 %	ePM1 80 %	ePM2,5 80 %	ePM10 90 %	ePM10 80 %

Naturlig og hybrid ventilation

Jannick K. Roth

Naturlig ventilation



Jannick K. Roth

Head of Building Performance Engineering

WindowMaster International A/S

E-mail: JKR.dk@windowmaster.com

Definitioner

DS 447

- **Naturlig ventilation**
 - Naturlige drivkræfter
- **Mekanisk ventilation**
 - Mekanisk drivkræfter
- **Hybrid ventilation**
 - Kombination af naturlig- og mekanisk ventilation

BR og DS 447

- **"Ventilationssystemer"** refererer både til naturlig ventilation, hybrid ventilation og mekanisk ventilation.
- **"Ventilationsanlæg"** refererer alene til mekanisk ventilation, herunder den mekaniske del af hybrid ventilation.

Struktur

DS447:2013

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

DS447:2021

7.	Naturlig ventilation
7.1	Generelt
7.2	Projektering.....
7.3	Regulering og automatik
7.4	Driftsstrategier.....
7.5	Energiforbrug.....
7.5	Tilgængelighed.....
7.6	Materialer og komponentkrav

Struktur

DS447:2013, sider: 6, noter: 37

Naturlig ventilation

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

DS447:2021, sider: 6, noter: 25

7. Naturlig ventilation
7.1 Generelt
7.2 Projektering
7.3 Regulering og automatik
7.4 Driftsstrategier
7.5 Energiforbrug
7.5 Tilgængelighed
7.6 Materialer og komponentkrav

7.1 Generelt

Naturlige ventilation

Relevante kapitler med krav

Husk øvrige normative krav

Naturlige
ventilationssystemer

Kapitel 5
Indeklimakrav

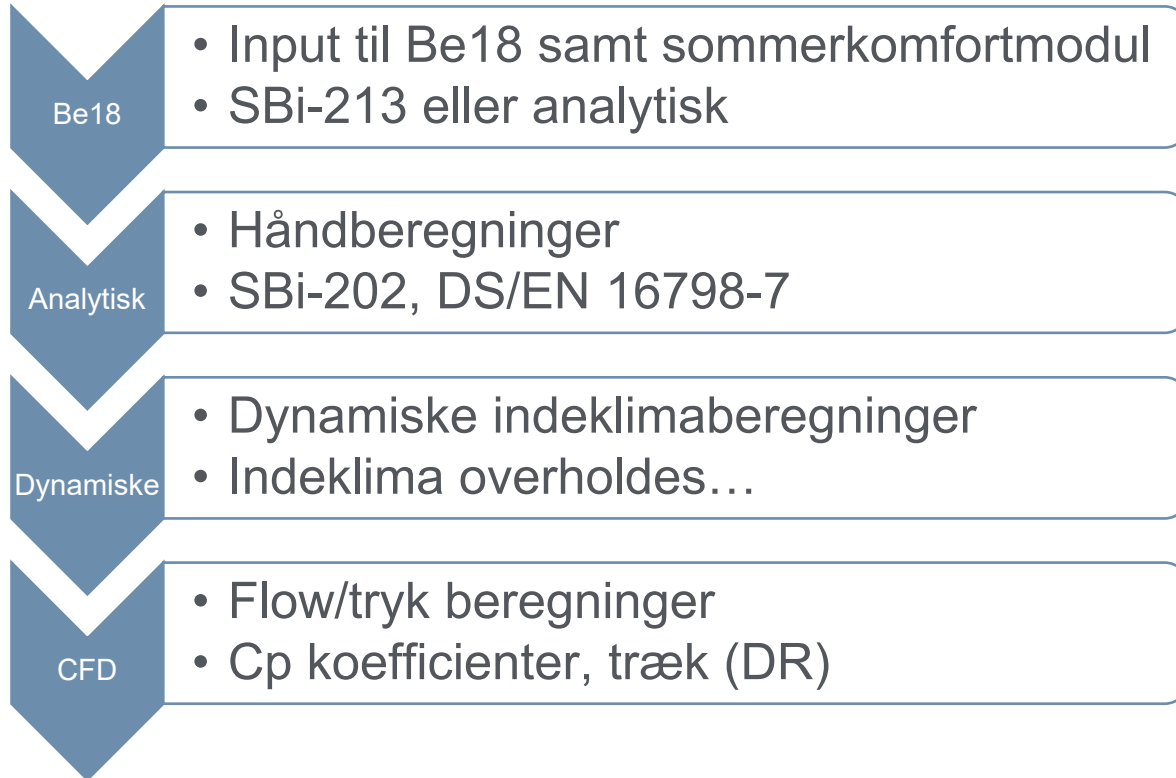
Kapitel 7
Dimensioneres, projekteres og
udføres

Kapitel 9
Indregulering, ibrugtagning,
aflevering, drift og vedligehold

BR
DS 428
DS 469

7.2 Projektering

Forskellige niveauer



Analytiske- samt dynamiske beregningsmetoder

skal tage højde for, samt angives, følgende:

- a) drivkræfterne for den naturlige ventilation (termisk opdrift, vind eller kombination)
- b) ventilationsprincip (opdrifts-, ensidet- og tværventilation)
- c) placering af luftindtag samt afkast
- d) det effektive åbningsareal ved maksimal og almindelige forekommende driftstilstande samt evt. anvendte ventilationskomponenter (vinduer, skorsten, lamel, ventiler osv.)
- e) Koefficienter for vindtryk på luftindtag og afkast for almindeligt forekommende vindretninger
- f) bygningshøjde
- g) terræn
- h) styring af ventilationsåbninger (manuelt/automatisk).

+ dimensioneringsgivende værdier for udeklimaet (dag/nat; sommer/vinter)

Dimensionerende forhold

Konstant luftmængde

- Det er ikke nødvendigt at ventilationen er fuldstændig konstant. I de fleste tilfælde vil det ikke gøre en forskel for indeklimaet om der ventileres med en konstant luftmængde eller om man over en lidt længere periode i gennemsnit har den krævede luftmængde.
- **For de dimensionerende forhold** bør den gennemsnitlige ventilation over en time for kontorer og en lektion for undervisningslokaler kunne overholde den krævede luftmængde.

Træk

- Lufthastigheden kan have en positiv indflydelse - rumtemperaturer kan eksempelvis delvis kompenseres ved en forhøjet lufthastighed.
- Ved åbne vinduer, eller ved brug af loft- eller bordventilatorer, som er **under personlig kontrol**, kan trækraten være højere end 20%.
- Ved utætheder, kuldene-fald, loftventilator, åbninger og ventilationssystemer, som **ikke er under personlig kontrol**, giver DS447 annek A eksempler på tilladelige perioder med trækraten over 20%.

7.3 Regulering og automatik

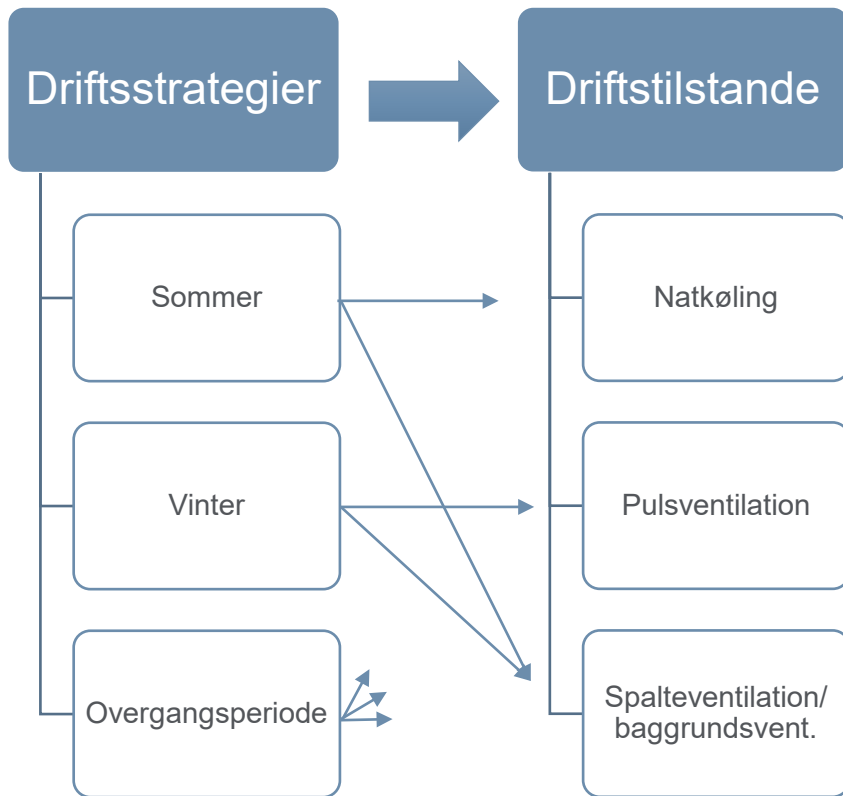
	<p>Boliger</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Styringen kan være automatisk eller manuel • Grundluftskiftet sikres
	<p>Øvrige bygningstyper</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regulerings- / automatisk system skal anvendes. • Indeklimaet skal sikres
	<p>Alle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Naturlige ventilation som supplement

Automatisk styrede opluk, skal kunne:

- Overstyres af brugeren
- Behovsstyres i de enkelte ventilationszoner
- Tage højde for udeforhold (regn, vind...)
- Fastlægge åbningsgraden på baggrund af inde- og udetemperaturen og vindpåvirkning.

7.4 Driftsstrategier

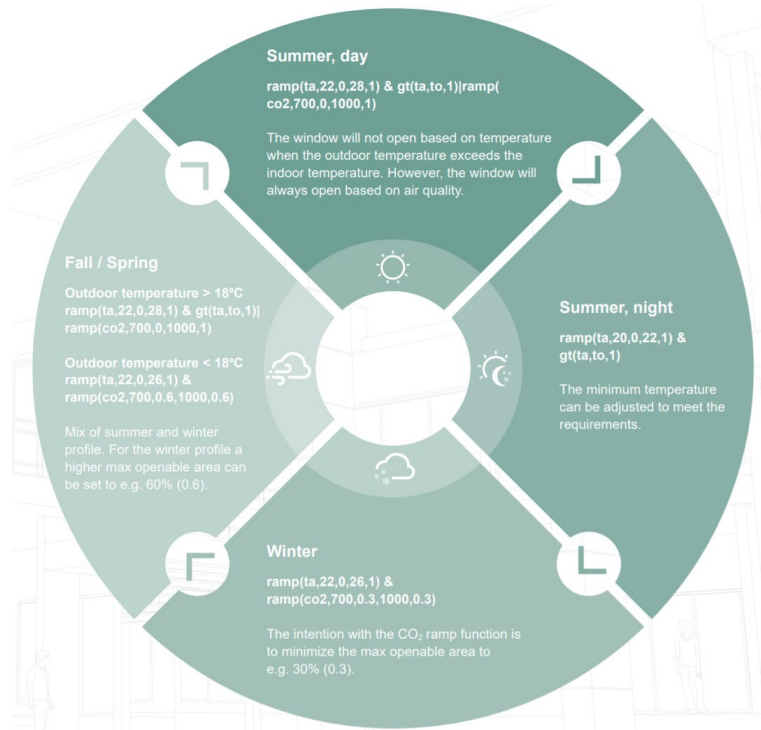
Eksempler på strategier og tilstande



Husk link mellem projekterede- og den projektspecifikke styring

Dynamisk beregning

Be18



For sommerperioden bruges som udgangspunkt samme værdi for ventilationen i dag- og aftentimer, men normalt en reduceret værdi om natten.

I dag- og aftentimerne regnes med forhøjet ventilation, som skyldes, at brugerne forventes at åbne vinduer og døre, når temperaturen overstiger 23 °C.

Der regnes to ventilationsrater, en for hele boligenheden samlet, og en kun for det kritiske rum.

7.5 Energiforbrug & 7.6 Tilgængelighed

Energi

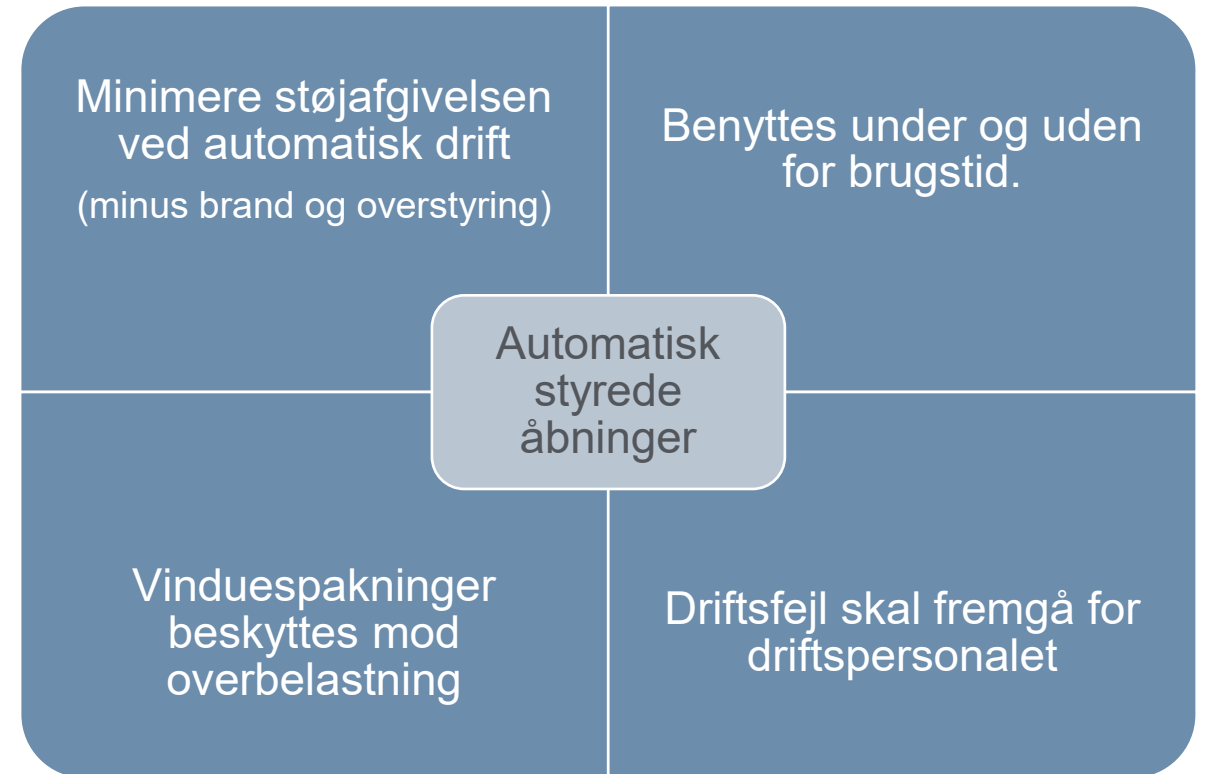
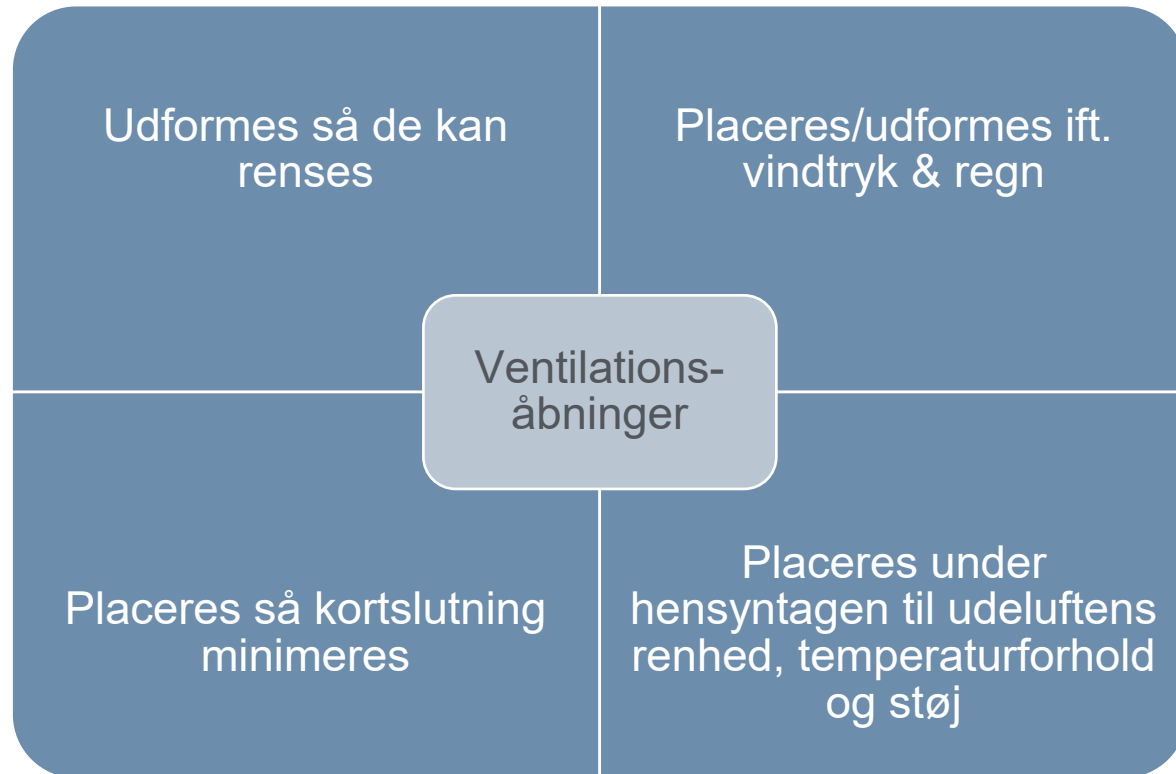
- Ventilationssystemet projekteres og udføres, så der opnås lavt energiforbrug under hensyntagen til funktion og økonomi.
- Eleffekten for elforbrugende komponenter i ventilationssystemet oplyses.

Tilgængelighed

- 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.



7.7 Materialer og komponentkrav



Hybrid ventilation



Jannick K. Roth

Head of Building Performance Engineering

WindowMaster International A/S

E-mail: JKR.dk@windowmaster.com

Struktur

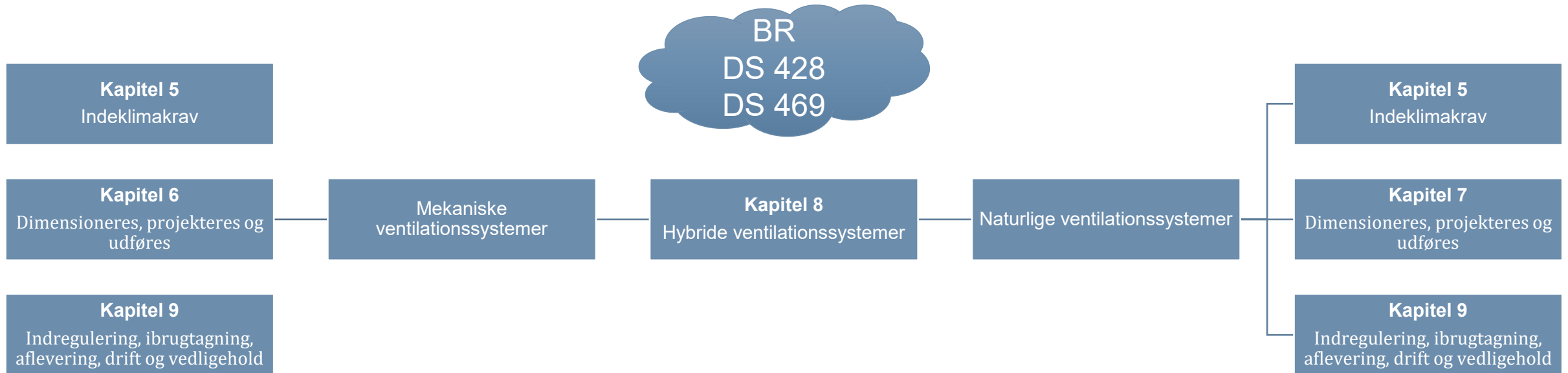
DS447:2013

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

DS447:2021

8	Hybrid ventilation
8.1	Generelt.....
8.2	Projektering.....
8.3	Regulering og automatik.....
8.4	Driftsstrategier
8.5	Energiforbrug
8.6	Materialer og komponentkrav

8.1 Generelt

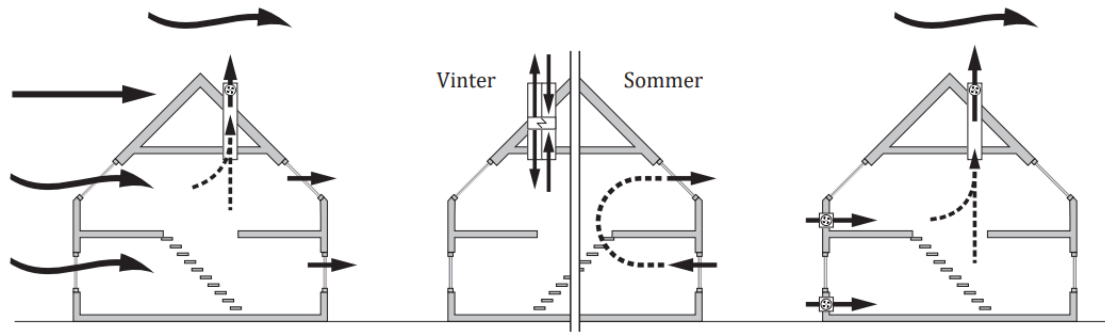


8.2 Projektering

8.3 Regulering og automatik

8.4 Driftsstrategi

Eksempler



Figur E.2 – Eksempler på principsnit for bygninger ventilatorunderstøttet naturlig ventilation, naturlig og mekanisk ventilation samt naturligt understøttet mekanisk ventilation

Uddrag

- Projekteringen tages højde for systemernes virkemåde og samspil herunder regulering samt driftsstrategien.
- Det skal angives, hvilke driftsstrategier det hybride ventilationssystem opererer med under forskellige udeklimaforhold og belastninger i indeklimaet.
- Omskiftningsstrategien mellem den naturlige og mekaniske del skal beskrives

Driftsstrategi

Eksempel



Skift f.eks. på baggrund af

- Inde/udeklima
- Varme / kølebehov
- Energi

Projekterings-guides og beregnere

Be18



**WINDOW
Master®**
Fresh Air. Fresh People.

Sådan implementeres naturlig ventilation og hybrid ventilation i Be18

Program: Be18
Udvikling og vedligeholdelse: SBI

Introduktion

Beregningsprogrammet Be18 benyttes til at dokumentere, at en bygning opfylder bygningsreglementets energistandarder. Til programmet hører SBI anvisning 213, hvor der findes god vejledning til hvorledes naturlig og hybrid ventilation håndteres i Be18. Formålet med dette dokument er at tilføje aevig brugbar information i forhold til at benytte naturlig og hybrid ventilation i Be18.

I dette dokument betragtes kun kategorien 'andre bygninger end boliger'.



SBI-anvisning 213

BSim



**WINDOW
Master®**
Fresh Air. Fresh People.

Sådan implementeres naturlig ventilation i BSim

Program: BSim (Building Simulation)
Udvikling og vedligeholdelse: SBI

Introduktion

BSim har en rigtig god brugervejledning, så formålet med dette dokument er blot, at tilføje aevig brugbar information i forhold til at benytte naturlig ventilation i BSim.

Vores erfaring er, at de systemer der findes i BSim til at regne på naturlig og hybrid ventilation er både brugervenlige og velgennemtestet.

Hvis der i den pågældende bygning, benyttes naturlig pulsentilførs ventilation om vinteren, anbefaler vi, at BSim analysen suppleres med beregninger af forventet CO₂-niveau om vinteren ved brug af fortyndingsligningen. Denne beregning vil give et overblik over, hvor meget vinduerne ca. vil stå åbne om vinteren baseret på

personbelastningen. WindowMasters ingeniørteam hjælper meget gerne med denne beregning.

Oftte er det kun nødvendigt at lave beregninger for to eller tre rum (thermal zones), fx et typisk rum og et kritisk rum. Andre gange er det nødvendigt at bygge modeller for næsten alle rum, hvis rummene er meget forskellige i forhold til belastninger, åbningsmuligheder osv.

Hvis et område er meget stort og belastning fra fx solen er meget forskellig, vil vi anbefale, at området deles op i to eller flere termiske zoner, da der kun vises en operativ temperatur pr. zone.

IESVE



**WINDOW
Master®**
Fresh Air. Fresh People.

How to implement natural ventilation (MacroFlo) in IESVE

Program: IESVE
Development and maintenance: IES

How can WindowMaster's IESVE guide help you?

IESVE has several excellent user guides, so the purpose of this document is to add information on how to include natural ventilation in an IESVE simulation.

Our experience is that the systems used for analyzing natural and hybrid ventilation in IESVE are both user-friendly and well-tested.

Often it is only necessary to create models for two or three rooms (thermal zones), e.g. one typical room and one worst-case room. However, at other times, it is necessary to create models for nearly all rooms, if the internal loads, usage, orientation etc. of the rooms differ markedly.

You will only get one operative temperature per zone. Hence, a room needs to be divided into more zones if, for instance, the exposure from the sun varies greatly in different areas in the room.

For more advanced simulations and/or control strategies there might be some limitations in IESVE. In these cases our team of engineers at WindowMaster's Ventilation Institute can assist you with your project, from simple advice to detailed simulations of the indoor climate. Our team has many years of experience in designing both new-build and refurbishment projects across the world.

Luftskifteberegner

Luftskifteberegner

Drag denne gratis og simple naturlig ventilations beregner. Baseret på dit input, beregner den et estimat på luftskifte med udgangspunkt i den mindst favorable vindretning.

Hvis du har mere komplekse beregningsbehov, så kontakt vores Cleantech-ingeniører.

Generelt

Se enheder i Metric Imperial

Vælg bygnings lokation

Højde fra terræn til åbning (m)

Rumvolumen (m³)

Tilføj vinduesgrupper

Gruppe 1

Orientering

Placering af vinduer

Højde fra gulvniveau (m)

Højde af vinduer (m)

Åbningsareal (m²)

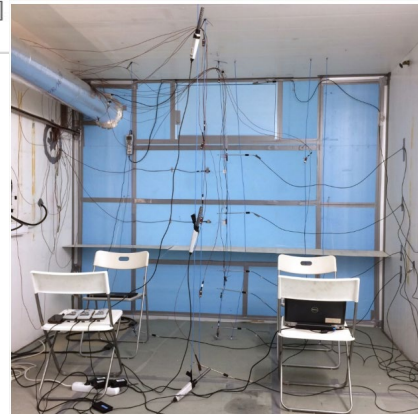
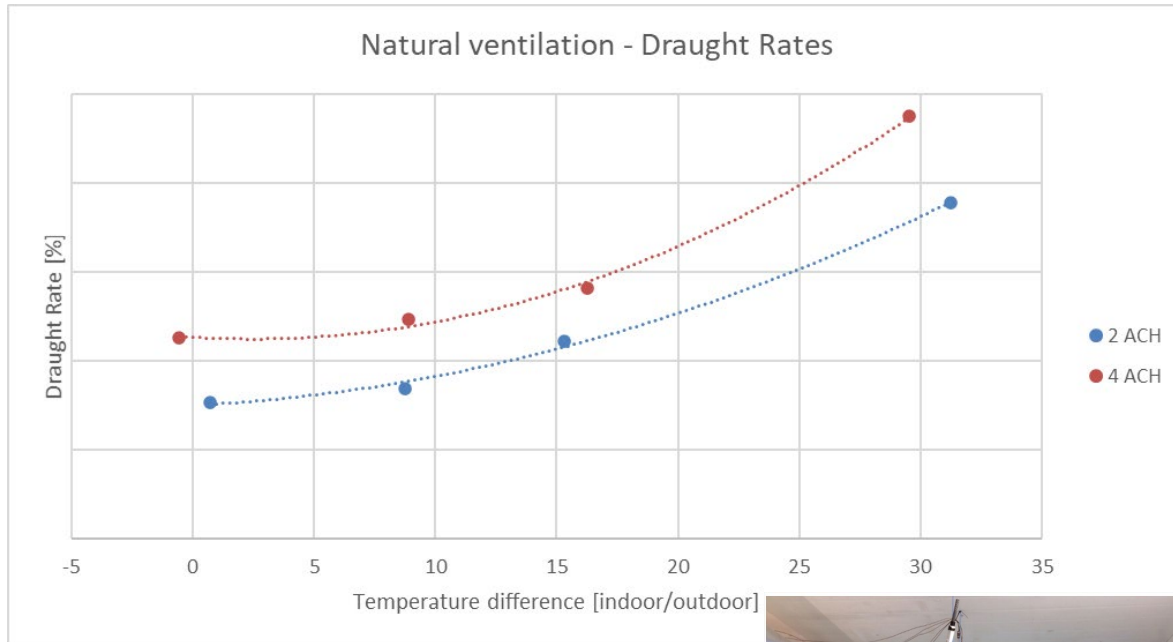
Udstøvningskoefficient

Tilføj vinduesgrupper

Beregn luftskifte

To come!

Træknotat



Ny beregner

The screenshot shows the WINDOW Master Calculator interface. The 'Project information' section includes:

- Floor area: 1200 m²
- Goal: Ventilation
- Ventilation load: 23
- Ventilation strategy: Single-sided ventilation
- Bug Screens: No
- Window height: 250 mm

 The 'Window dimensions' section shows:

- Window width: 1,000 mm

 The 'Result' section displays:

- Required air flow rate: 184 L/s
- Geometric area: 4.61 m² (Corresponding to 0.4% of the floor area)
- Effective area: 2.81 m² (Corresponding to 0.2% of the floor area)

 A bar chart titled 'Single-sided ventilation' shows the geometric area for different temperature differences (0.2 to 2.0 °C). The 'Calculate' button is visible at the bottom of the chart area.

Indregulering, tæthedsprøvning, aflevering

Lennart Østergaard

9. Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift

v/Lennart Østergaard - VELTEK

Hvorfor et kapitel 9?

- De elementer, der indgår i kapitel 9, stod tidligere spredt ud over mange forskellige kapitler og afsnit.
- Flere har givet det input om, at disse dele bør samles i ét kapitel
- DS 447 er dybt integreret i Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning med omkring 20 referencer – nyt kapitel 9 kan bedre understøtte sammenhængen
- Bedre sammenhæng mellem krav til NV, MV og HV
- Titlen på kapitel 9 er lidt lang, men det har været et ønske at få de fleste elementer med – og samtidig undgå at sammenblende med begreber brugt i bygningsreglementet (funktionsafprøvning)

9	Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift.....
9.1	Generelt.....
9.2	Tæthedsprøvning.....
9.3	Indregulering
9.4	Prøvning.....
9.5	Systemdokumentation samt vedligeholdelses- og driftsmanualer.....
9.6	Træning ved aflevering.....
9.7	Drift.....

9.1 Generelt

- Commissioning har været overvejet som krav, men ønskes ikke som krav af flere interessenter i branchen
- Derfor nævnes commissioning alene i en note, informativt, som noget der kan overvejes
- Informativ henvisning i note til relevant litteratur, f.eks. DS 3090

9.1 Generelt

Der stilles krav om tæthedsprøvning, indregulering og afprøvning af ventilationssystemer ved såvel renovering og nyanlæg. Kravet gælder uanset projektets størrelse, bygningstype og for alle typer af ventilationssystemer, herunder mekaniske, naturlige og hybride.

NOTE 1 – Ved større renoveringer og større nyanlæg vil det være hensigtsmæssigt at overveje en commissioning-proces, men der er ikke krav om dette. Commissioning kan fx udføres i henhold til metoden angivet i DS 3090. Omfang og aktiviteter tilpasses projektet. Der henvises også til REHVA's *European Guidebook no. 29* for en mere detaljeret gennemgang af Commissioning (Cx) og Teknisk Monitorering (Tmon), samt AMEV's *Recommendation 135e Technical, Monitoring as an Instrument for Quality Assurance* (se bibliografien for disse to publikationer).

NOTE 2 – Større renoveringer og nyanlæg defineres som ventilationssystemer, der betjener 10 eller flere indeklimazoner, eller hvor ventilationssystemet er integreret med andre bygningsinstallationer.

9.2 Tæthedsprøvning

- Kravene ligger tæt op ad DS 447:2013, men er samlet ét sted, hvor de før fremgik flere steder i standarden
- Bemærk, at kapitel 9 stiller krav til alle typer af systemer (MV, NV og HV)
- Dokumentationskrav fremgik også tidligere, men er tydeliggjort

9.2 Tæthedsprøvning

Der skal foretages en tæthedsprøvning af ventilationssystemet, og det skal dokumenteres, at det samlede trykprøvede ventilationssystem, inkl. alle kanalstrækninger og andre komponenter, opfylder de stillede tæthedskrav.

I forbindelse med tæthedsprøvningen udfærdiges en tæthedsrapport indeholdende resultatet af tæthedsprøvningen med angivelse af omfang af tæthedsprøvningen samt den opnåede tæthed.

NOTE 1 – Tæthedsprøvning foretages for alle typer af byggerier, også boliger.

NOTE 2 – Tæthedsrapporten bør som grundlag for efterfølgende vurdering af den opnåede tæthed indeholde tegningsmateriale, der tydeligt angiver det trykprøvede område, fotodokumentation af prøveopstillingen, dokumentation for kalibrering af prøveudstyr og en udskrift af resultaterne fra selve tæthedstesten. Kalibrering af måleudstyr skal være udført i overensstemmelse med producentens anvisninger og være gyldig på tidspunktet for tæthedsprøvningen.

NOTE 3 – Ofte vil det være acceptabelt, at kanalsystemet, eller dele af kanalsystemet, tæthedsprøves ved stikprøver. Hvis stikprøvetagning tillades, bør der altid foretages tæthedsprøvning af mindst 25 % af kanalsystemet, og stikprøverne udtages, så de er repræsentative for hele kanalsystemet, og med et omfang, der indbefatter alle komponenter. Hvis kanalsystemet omfattet af stikprøven ikke overholder tæthedskravene, testes hele kanalsystemet.

NOTE 4 – Bokse til tillufts- og fraluftsarmaturer testes normalt ikke med som en del af kanalsystemet.

9.3 Indregulering – tabel med tilladelige måleusikkerheder

- Ny DS 447:2021 beskriver tilladelige måleusikkerheder i flere detaljer end tidligere – baseret på DS/EN 12599 (standarden er dog også nævnt i den tidligere udgave)
- Det kan sagtens være relevant at stille skrappe krav i et givent projekt

Valg af målemetoder og måleusikkerhed skal fastlægges i overensstemmelse med de tilladelige tolerancer for de nominelle luftstrømme samt økonomi, de strømningstekniske forhold i anlægget og det ønskede indeklima. Måleusikkerhed for målemetoden og måleudstyret må i alle tilfælde ikke overskride værdierne angivet i tabel 13.

Tabel 13 – Maksimalt tilladelige måleusikkerheder for målemetoden og måleudstyret ved indregulering af ventilationsanlæg

Parameter	Måleusikkerhed
Samlet luftstrøm til rummet	± 10 % ^a
Hovedluftstrøm fra/til aggregat	± 10 %
Temperatur, tilluft	± 2 °C
Relativ luftfugtighed (RH)	± 15 % RH
Luft hastighed i opholdszonen	± 0,05 m/s
Lufttemperatur i opholdszonen	± 1,5 °C
A-vægtet lydtrykniveau i rummet	± 3 dBA

^a Se 9.3, note 1

9.3 Indregulering – indhold af indreguleringsrapport bedre beskrevet

- Indeholder krav til både mekanisk, naturlig og hybrid ventilation

Der skal udfærdiges en indreguleringsrapport indeholdende resultatet af indreguleringen.

Dokumentationen for indregulering af mekaniske ventilationsanlæg eller de mekaniske dele af hybride ventilationssystemer skal som minimum omfatte projekterede og målte hoved- og delluftmængder, luftmængder ved armaturer, tryktab i systemet herunder trykmålinger ved bl.a. trykholdezoner, trykmålinger over aggregatkomponenter og øvrige systemkomponenter, og angivelse af målte *SEL*-værdier. Valgte setpunkter og styringsparametre skal ligeledes oplyses. For behovsstyrede anlæg skal tillige dokumenteres, hvilke indeklima-parametre der behovsstyres efter såvel som anlæggets projekterede og målte respons på behovsstyringen i forhold til disse parametre og i afhængighed af den valgte belastning af anlægget under indreguleringen.

Dokumentation for indregulering af naturlige ventilationssystemer skal som minimum omfatte:

- a) projekterede og målte åbningsarealer af vinduer ved en på forhånd valgt belastning af indeklimaet og for hver parameter, der behovsstyres efter (temperatur, relativ luftfugtighed og/eller CO₂)
- b) angivelse af projekterede samt målte indeklimaparametre i de enkelte indeklimazoner under hensyntagen til aktuelt udeklima under udførelse af indreguleringen
- c) dokumentation for det naturlige ventilationssystemets faktiske skift mellem forskellige driftsstrategier i afhængighed af årstid.

I forbindelse med indreguleringen skal der også foretages inspektion og eventuel måling af ventilationssystemets støjafgivelse, og eventuelle overskridelser skal udbedres.

9.4 Prøvning – er udbygget i forhold til tidligere DS 447

- DS 447:2013 stillede også krav om afprøvning og afprøvningsrapport.
- Ny DS 447:2021 uddyber i flere detaljer hvad prøvningen skal indeholde

9.4 Prøvning

Der stilles krav om afprøvning af ventilationssystemet. Inden afprøvningen udføres, skal dokumentation for tæthedsprøvning og indregulering foreligge.

Følgende skal fastlægges, som en del af afprøvningen af ventilationssystemet:

- a) hvilke delsystemer der indgår i afprøvningen
- b) hvilke relevante målbare parametre der er tilknyttet hvert delsystem
- c) det for hver målbare parameter tilknyttede acceptkriterium (kravværdi og tilladelige afvigelser)
- d) specifikation af, hvorledes de målbare parametre måles, testes og godkendes.

Ovenstående liste skal udarbejdes på baggrund af det valgte design af ventilationssystemet og de krav, der er stillet til systemet. Listen skal som minimum inkludere alle parametre, som er relevante for ventilationssystemets opfyldelse af krav til funktion, indeklima, luftmængder, el- og varmemeforbrug og eventuel behovsstyring.

NOTE 1 – De målbare parametre tilknyttet et delsystem kan omfatte fx realiseret indeklima (CO₂, temperatur, relativ luftfugtighed, VOC, partikler, lufthastigheder i opholdszonen, støj fra systemet, herunder støj fra egenfrekvenser opstået ved sammenbygning af komponenter mv.) i de enkelte zoner, anlæggets SEL-værdi, tæthed, tilladelig lufthastighed i ventilationskanaler, tryktab over komponenter, varmevekslerens effektivitet, temperaturmålinger i systemet mv. Eksempler på datasæt for en række forskellige systemer fremgår af REHVA's *European Guidebook no. 29* (se bibliografien).

Processen for afprøvningen skal som minimum omfatte:

- 1) identifikation af de målbare parametre, som afprøvningen omfatter, og eventuelle aftalte belastninger af ventilationssystemet under testen.
- 2) gennemførelse af testen, med lagring af alle relevante testdata. Målemetoder, måleinstrumenter og sandsynlige målefejl samt alle setpunkter anføres.
- 3) gennemgang af prøvningsresultaterne, afhjælpning af fejl og mangler og gentagelse af afprøvningen, indtil systemet opfylder de stillede acceptkriterier for alle identificerede målbare parametre.

Inden afprøvningen udføres, skal ventilationskanaler og komponenter være rengjorte for byggestøv, og der skal være monteret rene filtre, der opfylder de stillede krav til filtrering i driftsfasen.

Aftalte belastninger for behovsstyrede ventilationssystemer skal svare til de parametre, som behovsstyringen baseres på, fx intern varmelast, CO₂-belastning, fugtbelastning eller tilstedeværelsesregistrering.

NOTE 2 – Ud over afprøvningen kan ventilationsanlæg til boliger afprøves i henhold til DS/EN 14134. Anlæg for andre typer af bygninger end boliger kan afprøves i henhold til DS/EN 12599.

9.5 – et samlet afsnit om dokumentation samt D&V manualer

- Nuværende DS 447:2013 stiller allerede krav om dokumentation, datablade, manualer, tæthed-, indregulerings-, afprøvningsrapporter etc - men det er spredt rundt om i standarden 5-7 steder – i ny udgave er dokumentationskrav samlet ét sted.
- Systemdokumentationen skal som minimum foreligge digitalt.
- Valg af sprog afhænger af sammenhængen og øvrig lovgivning

9.5 Systemdokumentation samt vedligeholdelses- og driftsmanualer

Der skal udarbejdes en fyldestgørende systemdokumentation for alle typer af projekter. Systemdokumentationen skal som minimum indeholde de ved afleveringen seneste reviderede og gældende versioner af:

- a) Overblik over systemets samlede, funktionelle design, inklusive
 - anlægsbeskrivelse (formål, forsyningsområde, anlægsprincip mv.)
 - et sæt opdaterede hovedtegninger med alle måle- og kontrolpunkter anført
 - styringsanlæg (funktionsdiagrammer og -beskrivelser)
- b) Dokumentation for indregulering af ventilationssystemet og værdier for alle valgte setpunkter
- c) Dokumentation for anlæggets tæthed
- d) Afprøvningsrapport, inklusive målepunkter, måleresultater og dokumentation for opfyldelse af acceptkriterier
- e) Drift- og vedligeholdsinstruktioner på alle produkter og komponenter i systemet, herunder:
 - komponentoversigt
 - datablade og specifikationer på alle hovedkomponenter
 - forudsætninger for anvendelse
 - materiale og overfladebehandling
 - mål
 - kapacitets- og dimensioneringsdata
 - specifikt for varme- og køleflader medleveres oplysninger om:
 1. masse (for varme- og køleflader med og uden væske)
 2. sammenhørende værdier for ind- og udgående kølemedie- og lufttemperaturer samt kølemedie- og luftstrømme
 3. tryktab for kølemedium og luft som funktion af henholdsvis kølemedie- og luftstrøm
 - specifikt for tilluft- og fraluftsarmaturer og luftoverføringsventiler medleveres, hvor relevant, oplysninger om kastelængder og spredningsbilleder ved forskellige temperaturer på tilluften
 - lydeffektdata
 - montagevejledning
 - vedligeholdelsesvejledning, herunder krav til og intervaller for vedligehold
 - genbestillingsinformationer for alle produkter og komponenter, der kan forventes udskiftet i systemets levetid.
- f) Der skal tillige foreligge en let forståelig brugervejledning, tilpasset målgruppen, med gennemgang af alle brugerrelevante systemparametre, fejlkoder, anbefalinger vedr. vedligehold samt vejledning i hensigtsmæssig brug af anlægget.

9.6 Træning ved aflevering er nu et krav

- Nyt afsnit med krav om træning ved aflevering
- Dette har ofte været underprioriteret i praksis
- Kan blot være boligejer for en en-familiebolig.

9.6 Træning ved aflevering

Der skal i forbindelse med afleveringen udføres træning i det afleverede ventilationssystem i et omfang, der sikrer modtageren en forståelse for ventilationssystemets samlede funktion, reguleringsmuligheder og nødvendige vedligehold, hvormed modtageren over tid skal kunne sikre, at ventilationssystemet leverer den krævede funktion, indeklime og energieffektivitet.

Omfang og indhold af træningen skal tilpasses til modtageren og skal være forståelig for modtageren og dækkende for det konkrete ventilationssystem.

NOTE 1 – Modtageren af træningen kan for mindre ventilationssystemer blot bestå af en bruger, fx kan det være ejeren af en enfamiliebolig. Træningen kan i dette tilfælde være en personlig gennemgang af ventilationssystemet foretaget i boligen, vedlagt brugervejledning, systemdokumentation samt vedligeholdelses- og driftsmanualer.

NOTE 2 – Specifikke krav til træning bør fremgå af udbudsmaterialet.

9.7 Drift – afsnittet samler krav til drift som tidligere var spredt flere steder i standarden

- Afsnittet om drift er hovedsageligt en samling af de krav der allerede eksisterede i nuværende DS 447:2013

9.7 Drift

For alle typer af ventilationssystemer stilles der krav om regelmæssigt tilsyn, service og vedligehold i driftsfasen.

Interval for tilsyn på ventilationssystemet må ikke i gennemsnit overstige et år, og skal foretages under såvel sommer- som vinterdrift.

Tilsynet skal have et omfang, der sikrer, at ventilationssystemet vedvarende fungerer efter hensigten og opfylder kravene til funktion, indeklime og energiforbrug.

For at understøtte tilsynet skal ventilationssystemer være forsynet med udstyr, der muliggør kontrol af driften herunder ventilationssystemets ydelse, det leverede indeklime og energiforbrug.

Ventilationsanlæg skal tillige være forsynet med fastmonterede komponenter med udtag til måling af hovedluftstrømme, fx målebøjning, måleblænde eller målekors, eller have mulighed for udlæsning af hovedluftstrømme på betjeningspanel. For systemer, hvor måling af hovedluftstrømme registreres i CTS-anlæg, skal målingerne være tilgængelige for det relevante servicepersonale. Producent-specifikke krav til afstande mellem komponenter med måleudtag og forstyrrelser skal være overholdt. For enfamilieboliger og for decentrale anlæg, der betjener én bolig eller ét lokale, kan der anvendes simple løsninger, fx boring af hul i kanal og måling med traversering med varmetrådsføler eller et pitotrør, men det kræves fortsat, at målingen er retvisende for luftstrømmen i kanalen, og [§ 9.7 Drift – afsnittet samler krav ...](#) tilgængeligt og ikke gemt bag andre installationer eller bag kanalisering.

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

I bygninger med BMS (Building Management System) eller tilsvarende, og automatisk styret 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 registreringer til analyse. Der skal desuden være adgang til data for udeklimate.

For større ventilationssystemer (se definition i 9.1, note 2) lagres relevante indeklime-, udeklime- og driftsparametre for de seneste 12 måneder, således at funktionen af ventilationssystemet kan undersøges ved analyse af de gemte data, evt. suppleret med specifikke målinger.



Q&A

Stil dit spørgsmål i chatten

Tak for i dag

 danvak

 DS
DANSK STANDARD