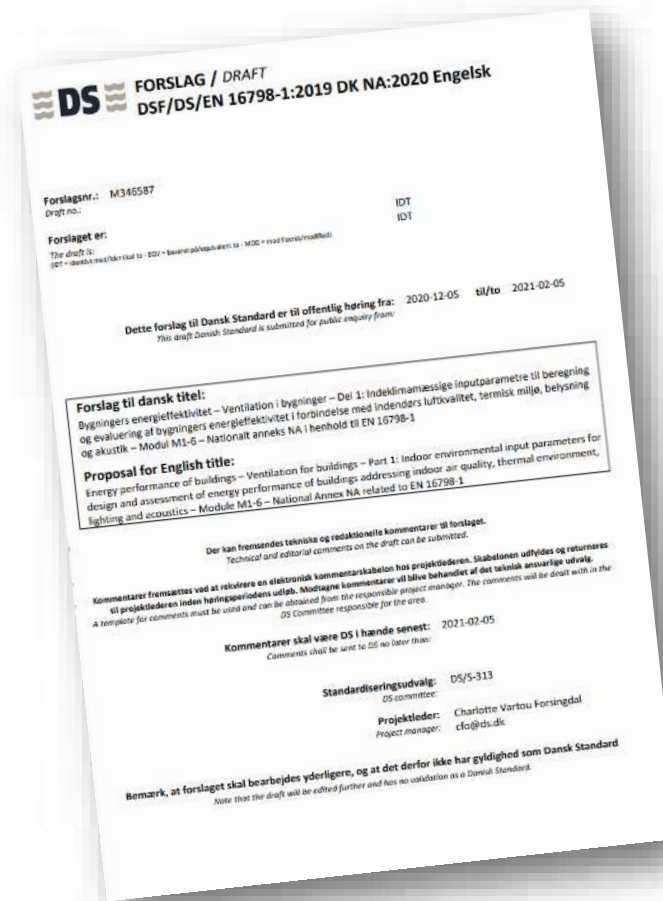


# DS 447:2021 - Hvad skal du være opmærksom på?



# Agenda

- 1 Kort om revisionen af DS 447
- 2 Kapitel 5 – Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet
- 3 Kapitel 6 – Mekanisk ventilation
- 4 Kapitel 7 & 8 – Naturlig og Hybrid ventilation
- 5 Kapitel 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift
- 6 Spørgsmål

# Hvorfor en revision?

## Baggrund for revision

- Seneste udgivelse af standarden var i 2013
- En revision var nødvendiggjort af en stor udvikling i standardens omverden:
  - ✓ Ændringer i bygningsreglementet
  - ✓ Nye og ændrede europæiske standarder
  - ✓ Revision af europæisk lovgivning (e.g. ecodesign)
  - ✓ Teknologiske muligheder
  - ✓ Svagheder i eksisterende struktur
  - ✓ Mangler i standarden

## Procesplan for revision

- **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

# Bred repræsentation i S-313 med ansvar for revisionen



Eksempler på medlemmer af S-313 som har været aktive i revisionsgruppen

# Nyt kapitel 9 samler aflevering, dokumentation og drift

|                                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------|--|
| Forord.....                                                           |  |
| Indledning .....                                                      |  |
| 1. Anvendelsesområde .....                                            |  |
| 2. Normative referencer.....                                          |  |
| 3. Termer, definitioner, symboler og forkortelser.....                |  |
| 4. Symboler og enheder .....                                          |  |
| 5. Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet..... |  |
| 6. Mekanisk ventilation .....                                         |  |
| 7. Naturlig ventilation .....                                         |  |
| 8. Hybrid ventilation .....                                           |  |
| 9. Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift.....   |  |

# Ny struktur for standardens kapitel 6, 7 og 8

|                                      |
|--------------------------------------|
| 6. Mekanisk ventilation .....        |
| 6.1 Generelt .....                   |
| 6.2 Projektering .....               |
| 6.3 Regulering og automatik .....    |
| 6.4 Tolerancer for luftstrømme ..... |
| 6.5 Energiforbrug .....              |
| 6.6 Tilgængelighed og pladskrav .... |
| 6.7 Materiale- og komponentkrav...   |

|                                    |
|------------------------------------|
| 7. Naturlig ventilation .....      |
| 7.1 Generelt .....                 |
| 7.2 Projektering .....             |
| 7.3 Regulering og automatik .....  |
| 7.4 Driftsstrategier .....         |
| 7.5 Energiforbrug .....            |
| 7.6 Tilgængelighed .....           |
| 7.7 Materialer og komponentkrav .. |

|                                    |
|------------------------------------|
| 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 .. |

# Nye og reviderede annekser

|                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|
| Anneks A - Eksempler på indeklimakriterier og afvigelser .....      |
| Anneks B - Ventilationseffektivitet .....                           |
| Anneks C - Trækrate, <i>DR</i> (draught rate) .....                 |
| Anneks D - Dynamisk beregning af koncentrationer af forureninger... |
| Anneks E - Ventilationssystemer, udformninger og principper.....    |
| Anneks F - Boligventilation .....                                   |
| Anneks G - Ventilation i storkøkkener .....                         |
| Anneks H - Projekteringsmetoder for naturlig ventilation.....       |
| Anneks I - Ventilation og smittespredning .....                     |

# 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





# Agenda

- ① Kort om revisionen af DS 447
- ② Kapitel 5 – Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet
- ③ Kapitel 6 – mekanisk ventilation
- ④ Kapitel 7 & 8 – Naturlig og hybrid ventilation
- ⑤ Kapitel 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift
- ⑥ Spørgsmål

# Relevante afsnit samt annekser

## 5.1 Forudsætninger

## 5.2 Indeklima

Generelt

Luftkvalitet

Termisk Indeklima

Akustik

## 5.3 Brugernes mulighed for indflydelse

## 5.4 Støj til omgivelserne

- 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)

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

# Eksempler på opstilling af forudsætninger mm.

| Lokale                                                                                                                                                                                    | Enkelt-kontor                                       | Land-skabs-kontor                                   | Mødeloka-ler                                        | DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021 DS/CEN/TR 16798-2:2019                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Termisk indeklime årsforløb og energiberegninger, mekanisk</b>                                                                                                                         |                                                     |                                                     |                                                     |                                                                              |
| Operative temp. [°C]<br>Vinter (nov. – marts)                                                                                                                                             | 20 til 24                                           | 20 til 24                                           | 20 til 24                                           | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.16) |
| Operative temp. [°C]<br>Overgang (april + okt.)                                                                                                                                           | 21,5 til 25                                         | 21,5 til 25                                         | 21,5 til 25                                         |                                                                              |
| Operative temp. [°C]<br>Sommer (maj – sept.)                                                                                                                                              | 23 til 26                                           | 23 til 26                                           | 23 til 26                                           | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.16) |
| Overskridelse af Operative temp. [°C]<br>Sommer (maj – sept.)                                                                                                                             | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2                                    |
| <b>Termisk indeklime årsforløb og energiberegninger, ingen mek</b>                                                                                                                        |                                                     |                                                     |                                                     |                                                                              |
| Operative temp. [°C]<br>Vinter (nov. – marts)                                                                                                                                             | 20 til 24                                           | 20 til 24                                           | 20 til 24                                           | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2)  |
| Operative temp. [°C]<br>(april + okt)                                                                                                                                                     | Funktion af middel ude-temperatur ( $\theta_{rm}$ ) | Funktion af middel ude-temperatur ( $\theta_{rm}$ ) | Funktion af middel ude-temperatur ( $\theta_{rm}$ ) | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2)  |
| Overskridelse af Operative temp. [°C] Sommer (maj – sept.)                                                                                                                                | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | 3 % til 6 %<br>årsbasis                             | DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2                                    |
| <sup>a</sup> Værdier angivet if. bygningsreglementet i tabel A.2 er taget fra BR18 gældende pr. 1. januar 2022. Vær dog altid opmærksom på opdaterede udgaver såvel som på det til enhver |                                                     |                                                     |                                                     |                                                                              |

| Lokale                                                                              | Enkelt-kontor | Land-skabs-kontor | Mødeloka-ler | Kilde<br>DS/EN16798-1:2019<br>DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021<br>DS/CEN/TR 16798-2:2019 | Andre krav og bygningsreglementet (BR) <sup>a</sup> | Kommentar                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fugt årsforløb og energiberegninger                                                 |               |                   |              |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                                                         |
| Relative fugtighed RH [%]                                                           | 25 < RH < 60  |                   |              | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.16)          |                                                     | Bruges til design af evt. be- og affugtningsanlæg. Styrring af ventilation<br><br>Absolut fugtighed < 12 g/kg                                                                           |
| Atmosfærisk indeklime, meget lavt forurenede bygning årsforløb og energiberegninger |               |                   |              |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                                                         |
| Ventilation l/s m <sup>2</sup>                                                      | 1,1           | 0,8               | 3,9          | DS/CEN/TR 16798-2:2019, annek E, IEQ <sub>II</sub> (kategori II i tabel B.6)          |                                                     | Ventilation uden for opholdstiden DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021 (NA.3.3.1)                                                                                                              |
| Tilsvarende ΔCO <sub>2</sub> [ppm]                                                  | 529           | 454               | 722          | DS/CEN/TR 16798-2:2019, annek E, IEQ <sub>II</sub> (kategori II i tabel B.11)         |                                                     |                                                                                                                                                                                         |
| Akustisk indeklime                                                                  |               |                   |              |                                                                                       |                                                     |                                                                                                                                                                                         |
| Lydniveau [dB(A)]<br>L <sub>Aeq,nT</sub>                                            | ≤ 35          | ≤ 40              | ≤ 35         | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.20)          |                                                     | Lyd fra installationer<br><br>Se BR. Vær opmærksom på at det her angivne niveau til lydniveau i landskabskontorer overskrider bygningsreglementets vejledning og bør overvejes grundigt |

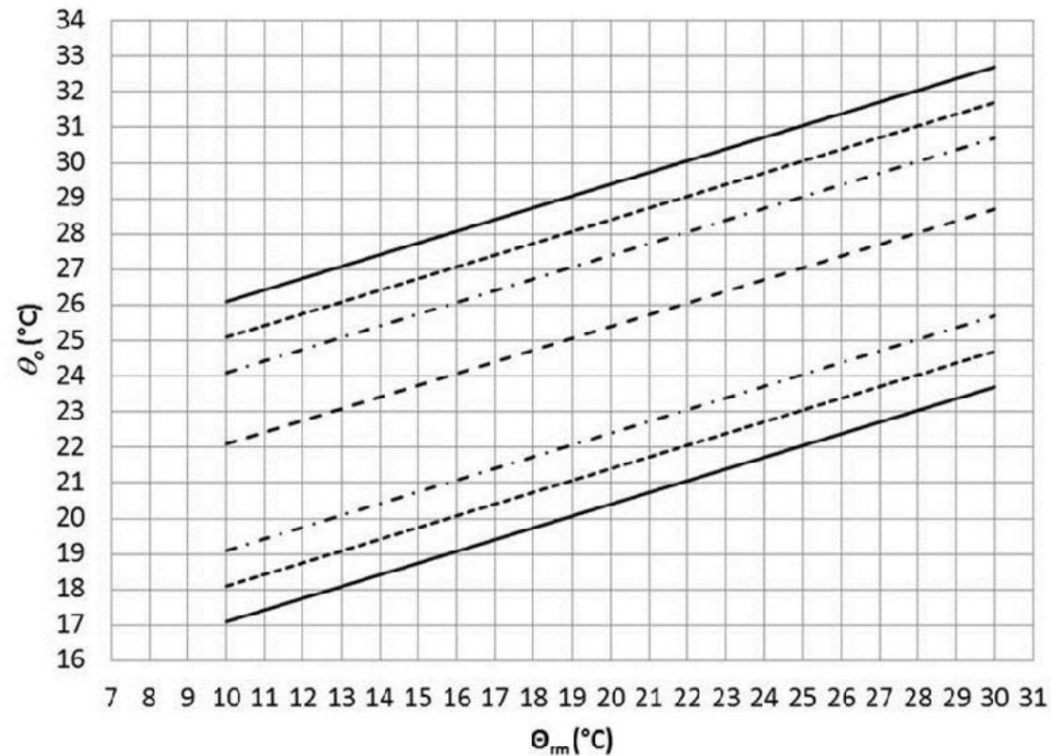
<sup>a</sup> Værdier angivet if. bygningsreglementet i tabel A.2 er taget fra BR18 gældende pr. 1. januar 2022. Vær dog altid opmærksom på opdaterede udgaver såvel som på det til enhver tid gældende bygningsreglement.

| Mødeloka-ler                                                                                                                                                                                                              | Kilde<br>DS/EN16798-1:2019<br>DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021<br>DS/CEN/TR 16798-2:2019 | Andre krav og bygningsreglementet (BR) <sup>a</sup> | Kommentar                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 m <sup>2</sup> /pers.                                                                                                                                                                                                   | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i tabel B.6, DS/CEN/TR 16798-2:2019)                   |                                                     |                                                                                        |
| ~1,2 met                                                                                                                                                                                                                  | DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2                                             |                                                     | Produktionen af CO <sub>2</sub> pr. person fastsættes til 20,4 l/h pr. person          |
| 12 W/m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                       | DS/EN 16798-1:2019, annek C                                                           |                                                     |                                                                                        |
| Skal fastlægges                                                                                                                                                                                                           | DS/EN 16798-1:2019, annek C                                                           |                                                     |                                                                                        |
| 20                                                                                                                                                                                                                        | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2)           |                                                     | Middel udetemp. < 10 °C                                                                |
| 26                                                                                                                                                                                                                        | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.2)           |                                                     | Middel udetemp. > 15 °C                                                                |
| 20                                                                                                                                                                                                                        | DS 447:2021, annek C                                                                  | Samme krav i DS 447:2021, annek C, og BR            | Koldt nedfald vinduer Ventilation (ikke under personlig kontrol) og Luftkonditionering |
| 3                                                                                                                                                                                                                         | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.3)           |                                                     | Fortrængningsventilation                                                               |
| 29                                                                                                                                                                                                                        | IEQ <sub>II</sub> (kategori II i DS/EN 16798-1:2019 DK NA:2021, tabel NA.3)           |                                                     |                                                                                        |
| <sup>a</sup> Værdier angivet if. bygningsreglementet i tabel A.2 er taget fra BR18 gældende pr. 1. januar 2022. Vær dog altid opmærksom på opdaterede udgaver såvel som på det til enhver tid gældende bygningsreglement. |                                                                                       |                                                     |                                                                                        |

# Nyt

DS/EN 16798-1:2019 DK-NA:2022

## Adaptive komfortmodel



## 1K lavere om morgenen

| Type of building or space                                                                                                                                                                                                                                                                        | Category | Temperature range for heating seasons, $^{\circ}\text{C}$<br>Clothing approximately 1,0 clo | Temperature range for cooling seasons, $^{\circ}\text{C}$<br>Clothing approximately 0,5 clo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Residential buildings, living spaces (bed room's, kitchens, living rooms etc.)<br>Sedentary activity ~1,2 met                                                                                                                                                                                    | I        | 21,0 - 25,0                                                                                 | 23,5 - 25,5                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | II       | 20,0 - 25,0                                                                                 | 23,0 - 26,0                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | III      | 18,0 - 25,0                                                                                 | 22,0 - 27,0                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IV       | 17,0 - 25,0                                                                                 | 21,0 - 28,0                                                                                 |
| Residential buildings, other spaces (utility rooms, storages etc.)<br>Standing-walking activity ~1,5 met                                                                                                                                                                                         | I        | 18,0 - 25,0                                                                                 |                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | II       | 16,0 - 25,0                                                                                 |                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | III      | 14,0 - 25,0                                                                                 |                                                                                             |
| Offices and spaces with similar activity (single offices, open plan offices, conference rooms, auditoria, cafeteria, restaurants, class rooms) (*)<br>Sedentary activity ~1,2 met                                                                                                                | I        | 21,0 - 23,0                                                                                 | 23,5 - 25,5                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | II       | 20,0 - 24,0                                                                                 | 23,0 - 26,0                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | III      | 19,0 - 25,0                                                                                 | 22,0 - 27,0                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IV       | 17,0 - 25,0                                                                                 | 21,0 - 28,0                                                                                 |
| In the period between heating and cooling seasons (with $\theta_{\text{rm}}$ between 10 and 15 $^{\circ}\text{C}$ ) temperature limits that lie in between the winter and summer values may be used. Air velocity is assumed < 0,1 m/s and RH~40% for heating season and 60% for cooling season. |          |                                                                                             |                                                                                             |
| (*) During the cooling season 1 K lower minimum temperature in the first hour of the occupancy time may be used.                                                                                                                                                                                 |          |                                                                                             |                                                                                             |

# Nyt

## afvigelser ift. indeklimaet herunder træk

### Indeklima

- Ved opstilling af kriterier for indeklimaet angives de maksimale tilladelige procentuelle afvigelser for kriterierne. Tabel A.5 angiver eksempler på anbefalede værdier for to niveauer af afvigelser. I tabellen er det tilsvarende antal timer angivet for hverdage på 8 h dag og 24 h dag.

**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 |

### Træk

- Personer er mere sensitive over for træk (DR) ift. temperaturoverskridelser, hvorfor der normalt bør anvendes skærpede kriterier for denne parameter, for så vidt angår den procentvise overskridelse på uge-, måneds- og årsbasis som vist i tabel A.6.

**Tabel A.5 – Anbefalede værdier for acceptable afvigelser med hensyn til træk**

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

- NB. 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%.

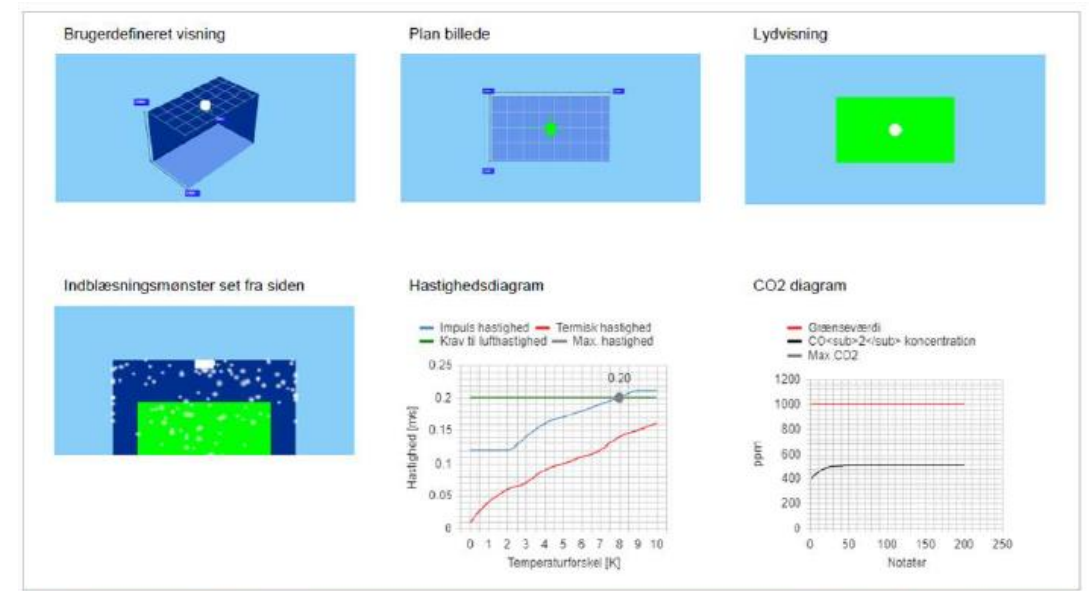


# Agenda

- ① Kort om revisionen af DS 447
- ② Kapitel 5 – Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet
- ③ Kapitel 6 – mekanisk ventilation
- ④ Kapitel 7 & 8 – Naturlig og hybrid ventilation
- ⑤ Kapitel 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift
- ⑥ Spørgsmål

# Projektering af mekaniske ventilationsanlæg (dokumentation)

- Design, beregning og dokumentation af ventilationsanlæg og alle komponenter og leveret ventilation i de enkelte rum
- Disponering af plads for leverance, montering, isolering, service, rengøring og udskiftning
- Indblæsnings- og udsugningsarmaturer herunder luftflow, opholdszone herunder træk og lufthastigheder, rummets anvendelse, rumgeometri, rumorientering og placering af armaturerne
- For særlige rum udarbejdes rumskitser i 3D med angivelse af flowpile, grænselag, zoneopdeling osv.
- Anlæggets placering, betjeningsområde, ventilationsprincip, alle relevante komponentspecifikationer (på liste) for såvel ventilationsaggregatet som evt. zonevarm- og køleflader, trykreguleringsspjæld mv., de dimensionerende (ude)forhold for sommer og vinter, samtidighed
- Tryktabsberegninger, SEL-værdi, støj og lydtransmissionsdata mv., alle effektbehov, energimålere, følere og placering.



# 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 kg/m<sup>3</sup> 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

$P$ ,  $P_{\text{tilluft}}$  og  $P_{\text{fraluft}}$  er effektbehov til henholdsvis ventilator, tilluftsventilator og fraluftsventilator [W]  
 $q_v$  er luftstrøm gennem ventilatoren [m<sup>3</sup>/s]

Ved bestemmelse af  $P$ ,  $P_{\text{tilluft}}$  og  $P_{\text{fraluft}}$  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.
- Bemærk referencer i noterne til europæiske standarder på området, hvor yderligere informationer om retningslinjer for rumhøjder, arealer af teknikrum og føringsveje mv. kan findes

## 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).

# 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 uhensigtsmæssigt 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) trykssvingninger 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 gener 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 CO<sub>2</sub> 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 [ $\text{m}^3/\text{s pr. m}^2$ ]<br>ved testtryk $p_{\text{test}}$ [Pa] |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ATC 7         | Ikke klassificeret                                                                               |
| ATC 6         | $0,0675 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$                                              |
| ATC 5         | $0,027 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$                                               |
| ATC 4         | $0,009 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$                                               |
| ATC 3         | $0,003 \cdot p_{\text{test}}^{0,65} \cdot 10^{-3}$                                               |
| 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 vekselretnings-ventilationsaggregater

- 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 <sup>2</sup> ] ved testtryk $p_{\text{test}} = 400 \text{ Pa}$ (undertryk) |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L1                      | 0,15                                                                                                          |
| L2                      | 0,44                                                                                                          |
| L3                      | 1,32 <sup>a</sup>                                                                                             |

<sup>a</sup> 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 <sup>2</sup> ] ved testtryk $p_{\text{test}} = 700 \text{ Pa}$ (overtryk) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L1                      | 0,22                                                                                                         |
| L2                      | 0,63                                                                                                         |
| L3                      | 1,90 <sup>a</sup>                                                                                            |

<sup>a</sup> Se 6.7.4.2, note 2

# Krav til både centrale-, **decentrale-**, og vekselretnings-ventilationsaggregater

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

**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                 | $\leq 0,5 \%$                                                     | og    | $\leq 2 \%$                 |
| C2                 | $\leq 2 \%$                                                       | og    | $\leq 2 \%$                 |
| C3                 | $\leq 4 \%$                                                       | og    | $\leq 2 \%$                 |
| ikke klassificeret | $> 4 \%$                                                          | eller | $> 2 \%$                    |

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

| Klasse             | Trykprøvning               |                             |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                    | intern lækage (ved 100 Pa) | ekstern lækage (ved 250 Pa) |
| A1                 | $\leq 2 \%$                | og $\leq 2 \%$              |
| A2                 | $\leq 5 \%$                | og $\leq 5 \%$              |
| A3                 | $\leq 10 \%$               | og $\leq 10 \%$             |
| 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                 | $\leq 1 \%$                                        |
| B2                 | $\leq 2 \%$                                        |
| B3                 | $\leq 6 \%$                                        |
| ikke klassificeret | $> 6 \%$                                           |



# Krav til både centrale-, decentrale-, og **vekselretnings-**ventilationsaggregater

- prEN 13141-8:2018



**Tabel 8 – Klassifikation af lækage fra veksleretnings-ventilationsaggregater og -anlæg**

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

**Tabel 9 – Maksimal lækage i m<sup>3</sup>/h for veksleretnings-ventilationsenheder, der ikke er i drift ved en given trykforskel mellem ude og inde**

| Klasse | Maksimal lækageluftstrøm<br>m <sup>3</sup> /h |             |
|--------|-----------------------------------------------|-------------|
|        | ved + 20 Pa                                   | ved - 20 Pa |
| D1     | $\leq 7$                                      | $\leq 7$    |
| D2     | $\leq 10$                                     | $\leq 10$   |
| D3     | $\leq 15$                                     | $\leq 15$   |

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

| Klasse             | Maksimal afvigelse af tilluftstrøm i forhold til maksimal luftstrøm<br>% |             |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                    | ved + 20 Pa                                                              | ved - 20 Pa |
| S1                 | $\leq 10$                                                                | $\leq 10$   |
| S2                 | $\leq 20$                                                                | $\leq 20$   |
| S3                 | $\leq 30$                                                                | $\leq 30$   |
| Ikke klassificeret | $> 30$                                                                   | $> 30$      |

# 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<br>$PM_{2,5} \leq 2,5$<br>$PM_{10} \leq 5$ | SUP 2<br>$PM_{2,5} \leq 5$<br>$PM_{10} \leq 10$ | SUP 3<br>$PM_{2,5} \leq 7$<br>$PM_{10} \leq 15$ | SUP 4<br>$PM_{2,5} \leq 10$<br>$PM_{10} \leq 20$ | SUP 5<br>$PM_{2,5} \leq 15$<br>$PM_{10} \leq 30$ |
| Kategori              | $PM_{2,5}$<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | $PM_{10}$<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | $ePM_1$                                          | $ePM_1$                                         | $ePM_{2,5}$                                     | $ePM_{10}$                                       | $ePM_{10}$                                       |
| <b>ODA 1</b>          | $\leq 10$                                  | $\leq 20$                                 | 70 %                                             | 50 %                                            | 50 %                                            | 50 %                                             | 50 %                                             |
| <b>ODA 2</b>          | $\leq 15$                                  | $\leq 30$                                 | 80 %                                             | 70 %                                            | 70 %                                            | 80 %                                             | 50 %                                             |
| <b>ODA 3</b>          | $> 15$                                     | $> 30$                                    | 90 %                                             | 80 %                                            | 80 %                                            | 90 %                                             | 80 %                                             |

# 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<br>klassificeret efter<br>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 % +<br>ePM1 60 %                              | ePM1 50 %                 | ePM2,5 50 %               | ePM10 50 %  | ePM10 50 %  |
|                                                               | Eksempel 2 | ePM1 70 %                                              | -                         | -                         | -           | -           |
| ODA 2                                                         | Eksempel 1 | ePM1 50 % +<br>ePM1 60 %                               | ePM10 50 % +<br>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 % +<br>ePM1 80 %                               | ePM1 50 % +<br>ePM1 60 %  | ePM10 50 % +<br>ePM1 60 % | ePM1 50 %   | ePM2,5 50 % |
|                                                               | Eksempel 2 | ePM1 90 %                                              | ePM1 80 %                 | ePM2,5 80 %               | ePM10 90 %  | ePM10 80 %  |

# Agenda

- ① Kort om revisionen af DS 447
- ② Kapitel 5 – Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet
- ③ Kapitel 6 – mekanisk ventilation
- ④ Kapitel 7 & 8 – Naturlig og hybrid ventilation
- ⑤ Kapitel 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift
- ⑥ Spørgsmål

# Struktur

DS447:2013, sider: 6, noter: 37

## Naturlig ventilation

|          |                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------|
| <b>7</b> | <b>Naturlig ventilation .....</b>                        |
| 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

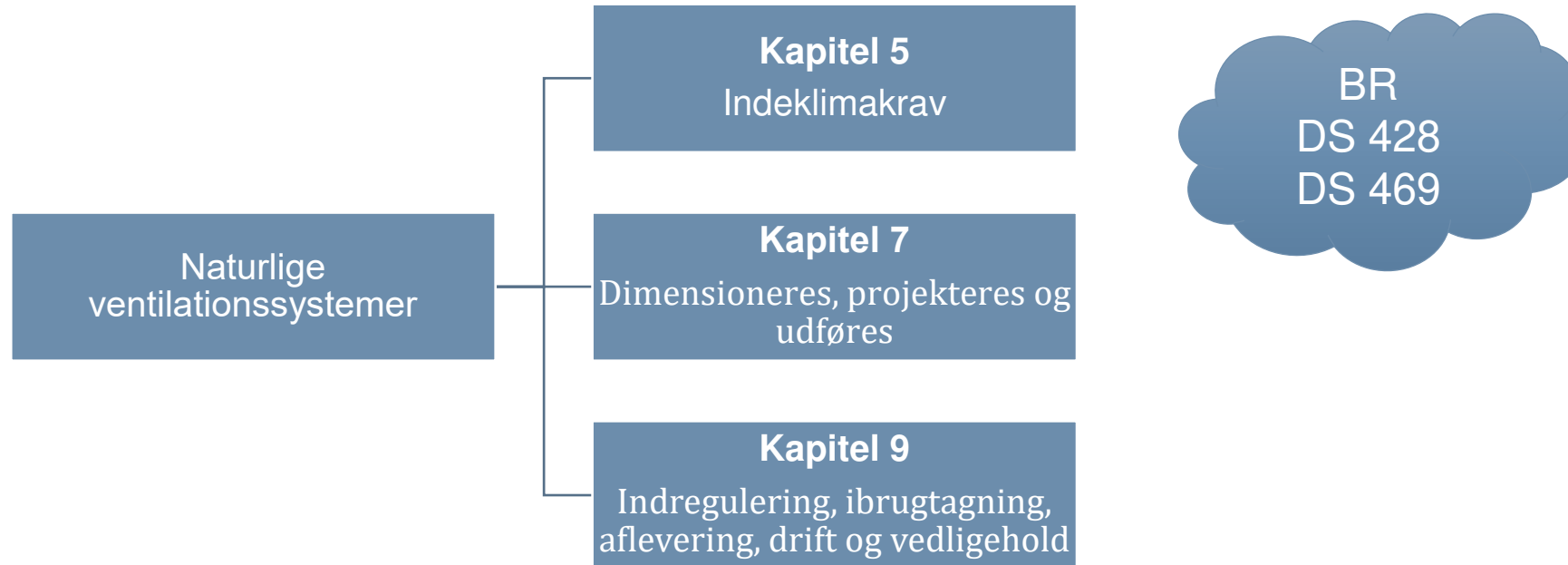
|                                       |
|---------------------------------------|
| 7. Naturlig ventilation.....          |
| 7.1 Generelt .....                    |
| 7.2 Projektering.....                 |
| 7.3 Regulering og automatik .....     |
| 7.4 Driftsstrategier.....             |
| 7.5 Energiforbrug.....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

# 7.1 Generelt

## Naturlige ventilation

## Relevante kapitler med krav

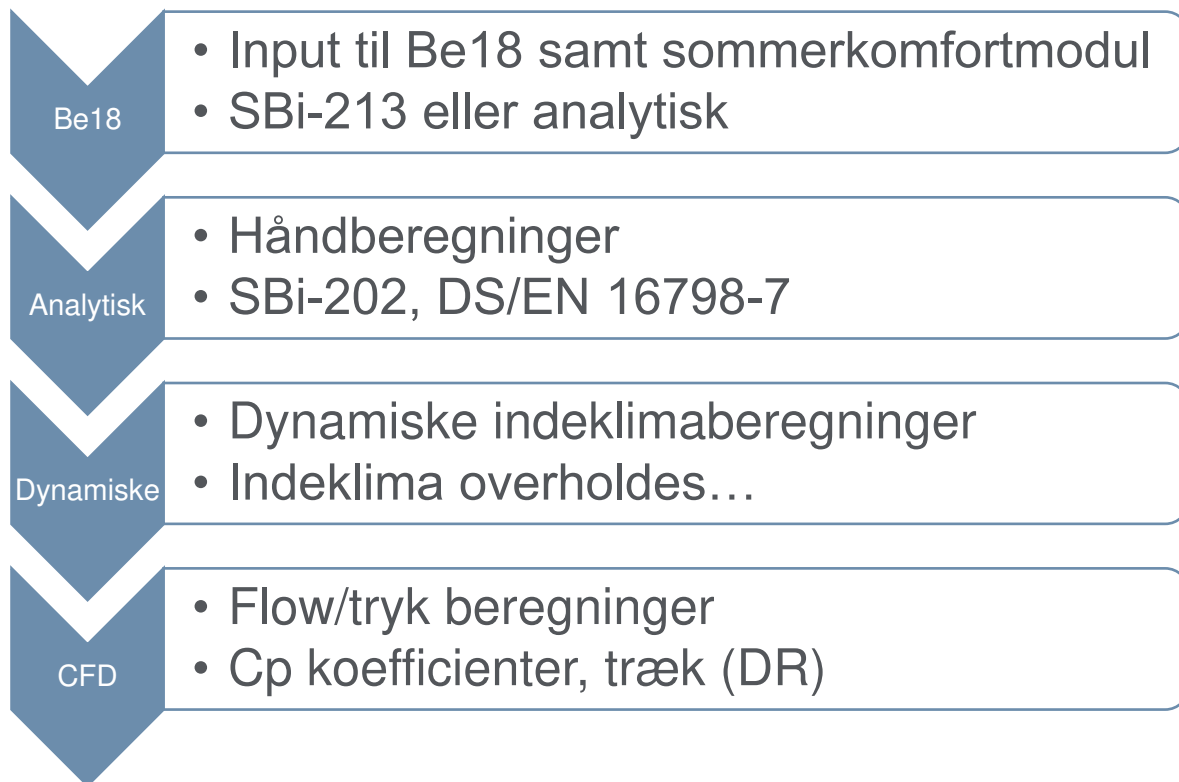
## Husk øvrige normative krav





## 7.2 Projektering

### Forskellige niveauer



### Analytiske- samt dynamiske beregningsmetoder

skal tage højde for, samt angives, følgende:

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

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

## 7.3 Regulering og automatik



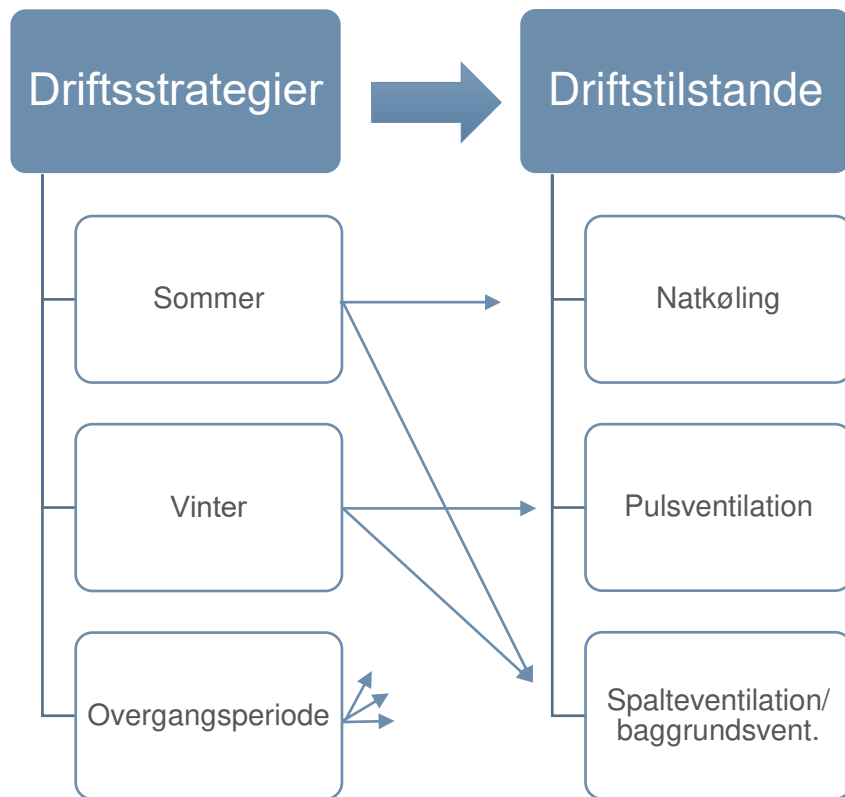
|                             |                                                                                                                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|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

### Automatisk styrede opluk, skal kunne:

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

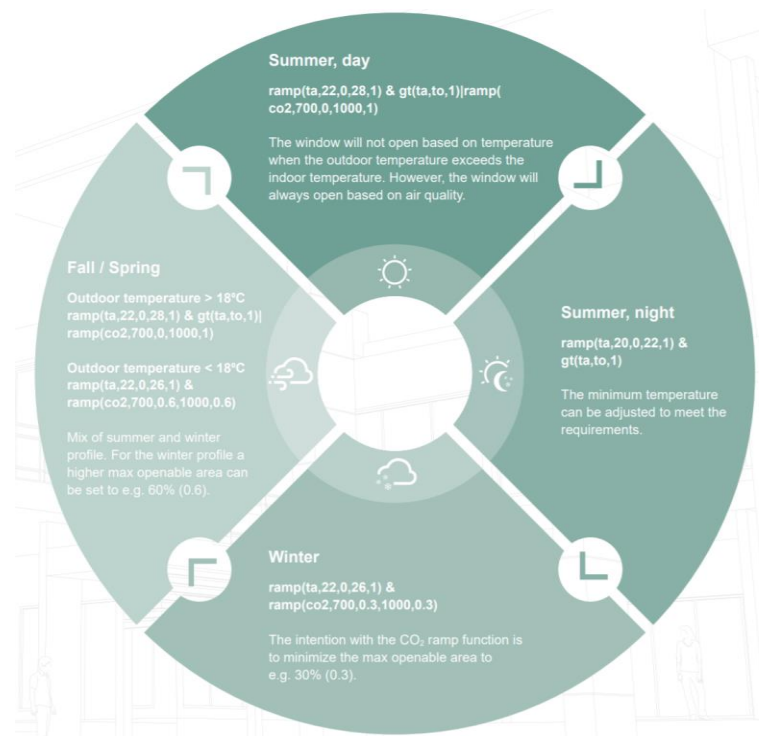
## 7.4 Driftsstrategier

### Eksempler på strategier og tilstande



### Husk link mellem projekterede- og den projektspecifikke styring

#### Dynamisk beregning



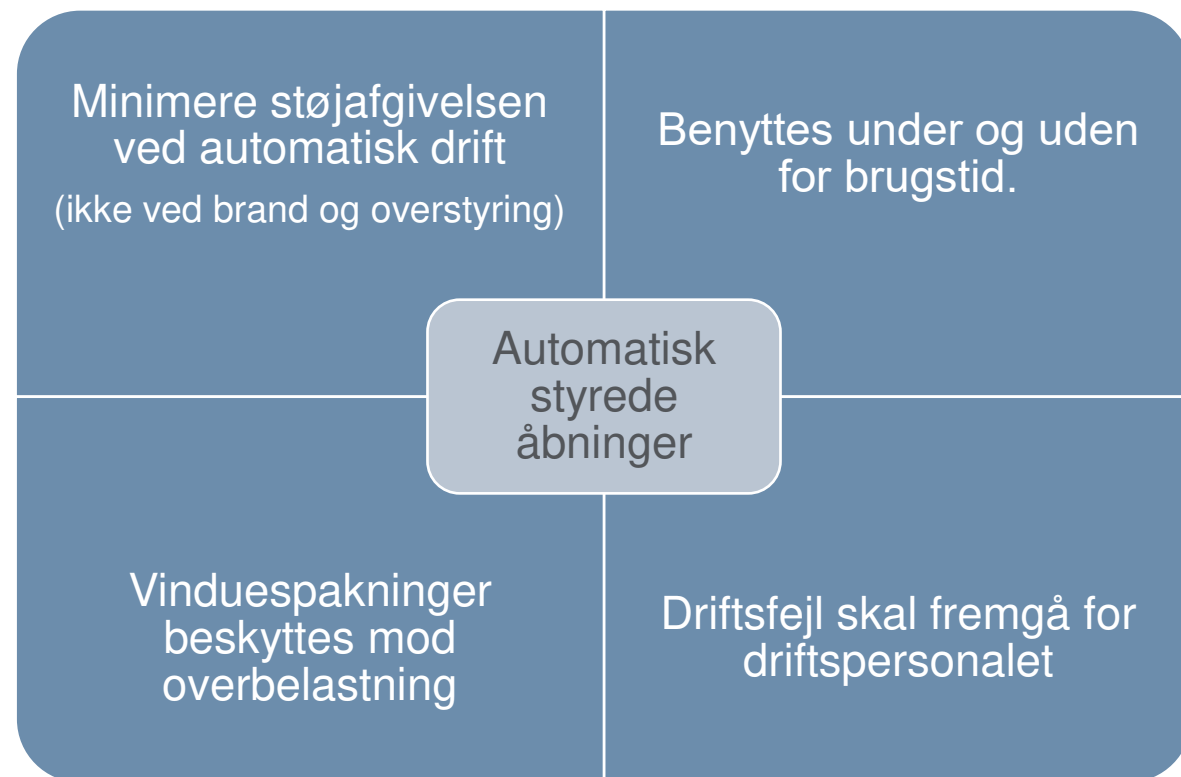
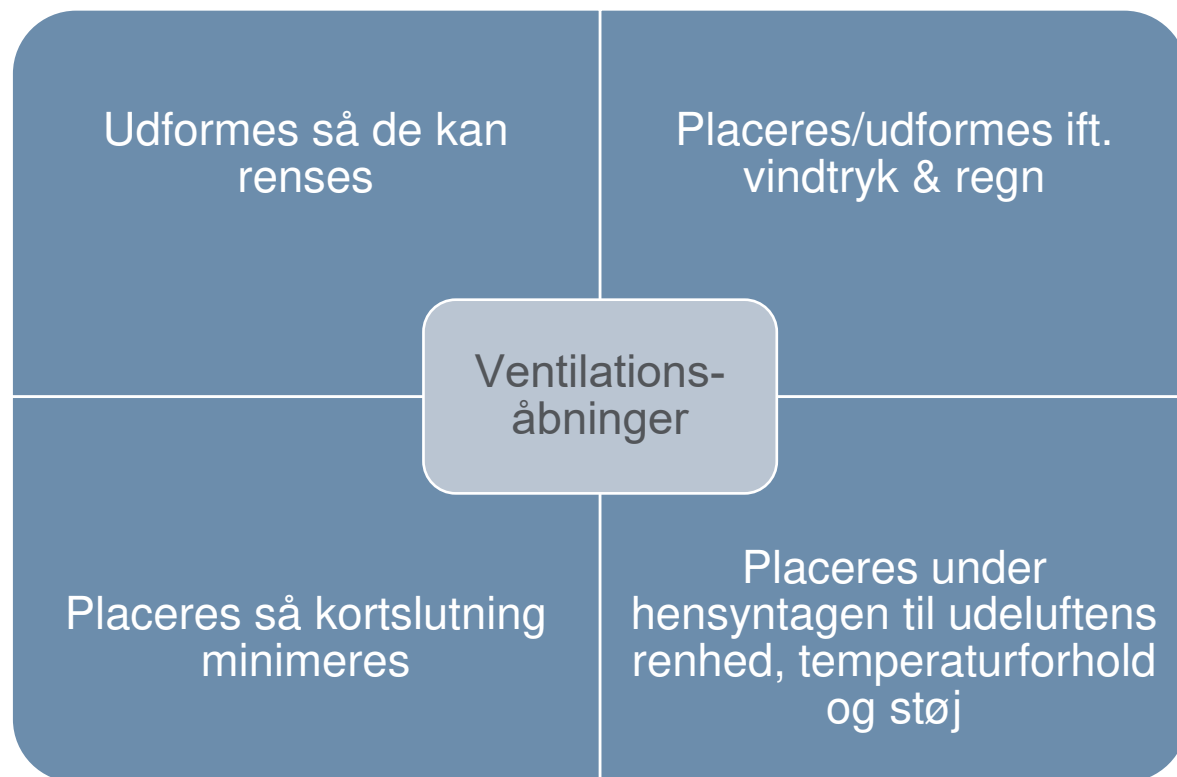
#### Be18

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

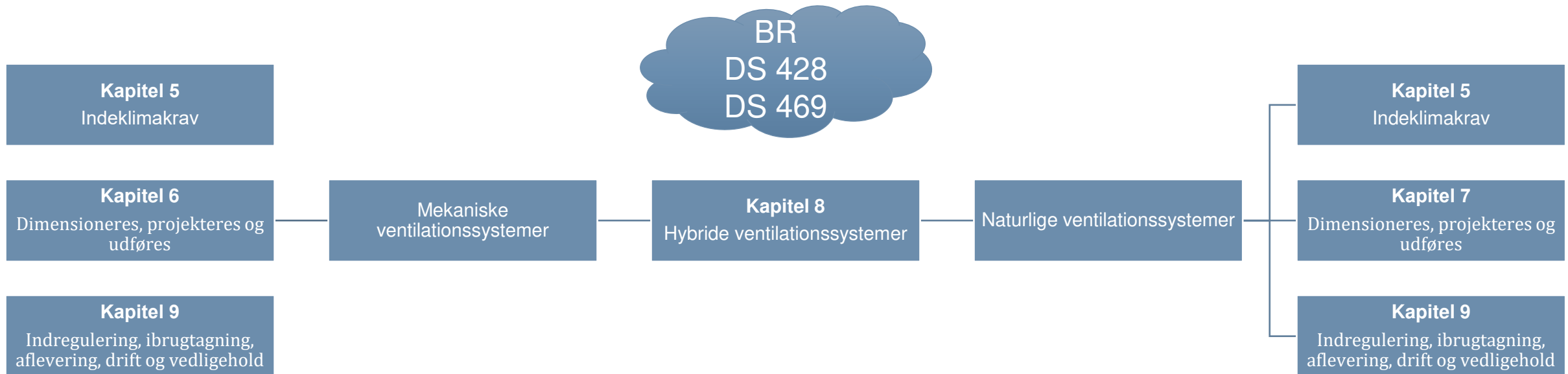
I dag- og aftentimerne regnes med forhøjet ventilation, som skyldes, at brugerne forventes at åbne vinduer og døre, når temperaturen overstiger 23 °C.

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

## 7.7 Materialer og komponentkrav



## 8.1 Generelt

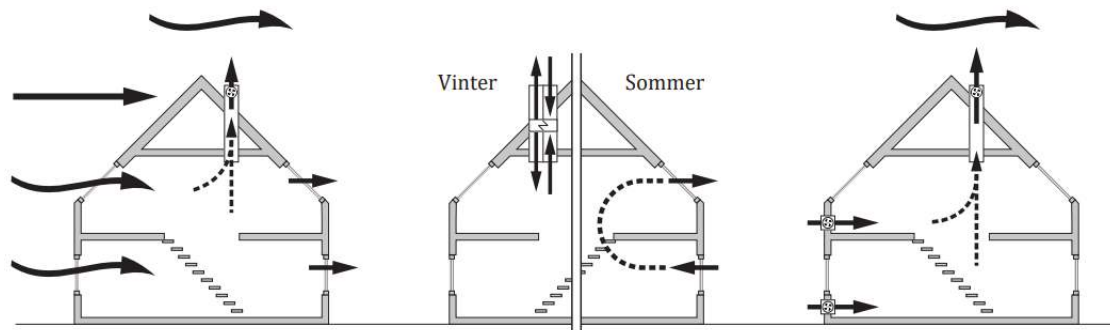


## 8.2 Projektering

## 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



# Agenda

- 1 Kort om revisionen af DS 447
- 2 Kapitel 5 – Forudsætninger og inputparametre for beregning af indeklimaet
- 3 Kapitel 6 – mekanisk ventilation
- 4 Kapitel 7 & 8 – Naturlig og hybrid ventilation
- 5 Kapitel 9 – Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift
- 6 Spørgsmål

# 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)

|          |                                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>9</b> | <b>Prøvning, indregulering, aflevering, dokumentation og drift.....</b> |
| 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 skrapere 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 strømnings tekniske 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     | $\pm 10\%$ <sup>a</sup> |
| Hovedluftstrøm fra/til aggregat | $\pm 10\%$              |
| Temperatur, tilluft             | $\pm 2\text{ °C}$       |
| Relativ luftfugtighed (RH)      | $\pm 15\%$ RH           |
| Lufthastighed i opholdszonen    | $\pm 0,05\text{ m/s}$   |
| Lufttemperatur i opholdszonen   | $\pm 1,5\text{ °C}$     |
| A-vægtet lydtrykniveau i rummet | $\pm 3\text{ dBA}$      |
| <sup>a</sup> 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 CO<sub>2</sub>)
- 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 ventilationssystems 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, indeklime, luftmængder, el- og varmekonsum og eventuel behovsstyring.

NOTE 1 – De målbare parametre tilknyttet et delsystem kan omfatte fx realiseret indeklime ( $CO_2$ , temperatur, relativ luftfugtighed, VOC, partikler, luftfugtigheder i opholdszonen, støj fra systemet, herunder støj fra egenfrekvenser opstået ved sammenbygning af komponenter mv.) i de enkelte zoner, anlæggets SEL-værdi, tæthed, tilladelig luftfugtighed 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,  $CO_2$ -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 Systemdokumentation 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

- 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, indeklima 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 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. Producentsspecifikke 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 udeklimaet.

For større ventilationssystemer (se definition i 9.1, note 2) lagres relevante indeklime-, udeklima- 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.

# Spørgsmål



**Jannick Roth**

Head of Building Performance Engineering

Mobil: +45 29 42 47 75

E-mail: jkr.dk@windowmaster.com

**Lennart Østergaard**

Sektionschef, VELTEK Ventilation

Mobil: +45 24 23 32 61

E-mail: los@veltek.dk

Se eller gense webinarret om de nye krav i den nye udgave af DS 447 - Ventilation i bygninger:

<https://www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2022/1/video-temamoede-om-ny-udgave-af-ds-447>