



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Nu ændres fokus i Ecodesign til samlede systemer, indeklima og materialeeffektivitet

Ventilation Performance Index (VPI) og
Smart Readiness Indicator (SRI)

v. Christian Holm Christiansen, Teknologisk Institut



Den eksisterende energimærkningsforordning (1254/2014) for boligventilationsaggregater, specifikt energiforbrug (SEC)

$$SEC = t_a \cdot p_{ef} \cdot q_{net} \cdot MISC \cdot \boxed{CTRL} \cdot SEL - t_h \cdot \Delta T_h \cdot \eta_h^{-1} \cdot c_{air} \cdot (q_{ref} - q_{net} \cdot \boxed{CTRL} \cdot MISC \cdot (1 - \eta_t)) + Q_{defr}$$

| Generel typologi | MISC |
|---|-----------|
| Aggregat med kanaler | 1,1 |
| Aggregat uden kanaler | 1,21 |
| Ventilationsregulering | CTRL |
| Manuel regulering (ikke behovsst. regulering) | 1 |
| Urstyret regulering (ikke behovsst. regulering) | 0,95 |
| Centralt behovsstyret regulering | 0,85 |
| Lokal behovsstyret regulering | 0,65 |
| Motor og drev | x-værdien |
| Tændt/slukket, 1 hastigh. | 1 |
| 2 hastigheder | 1,2 |
| 3 hastigheder | 1,5 |
| Trinløs regulering (VSD) | 2 |

| SEC-klasse | SEC i kWh/a.m ² |
|---------------------|----------------------------|
| A+ (mest effektiv) | SEC < - 42 |
| A | - 42 ≤ SEC < - 34 |
| B | - 34 ≤ SEC < - 26 |
| C | - 26 ≤ SEC < - 23 |
| D | - 23 ≤ SEC < - 20 |
| E | - 20 ≤ SEC < - 10 |
| F | - 10 ≤ SEC < 0 |
| G (mindst effektiv) | 0 ≤ SEC |



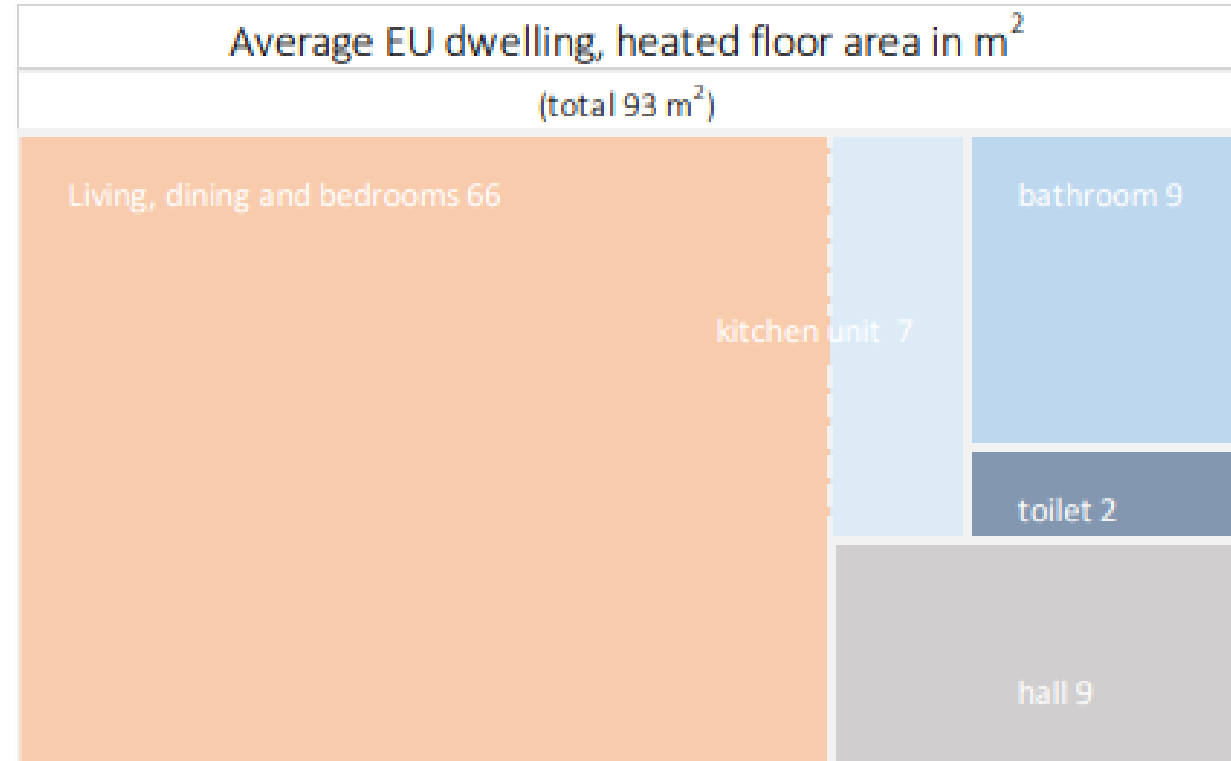
Mulige ændringer af ecodesign- og energimærkningsforordningerne ifølge arbejdsrapport fra marts 2021

- Udvidelse af faktorer for typer af ventilationsregulering - (CTRL)
- Medtage fugtgenvinding
- Minimumskrav til lækage
- Forskellige faktorer for teknologier til frostsikring
- Udvidelse af gyldighedsområde < 30 Watts
- Udvidelse af gyldighedsområde med multifunktionelle aggregater (produktinformation)
- Justeret SEC-formel og nye minimum SEC-værdier
- Materialeeffektivitet (meget tidlige forslag)
- Separat energimærke for ikke kanalførte aggregater
- Re-skalering af energimærket
- Visning af filtertype på energimærket
- Visning af 'ventilation performance index' på energimærket (VPI)



Ventilation Performance Index (VPI)

- VPI tager udgangspunkt i, at en **bestemt indeklimakvalitet** (Indoor Air Quality = IAQ) kan opnås ved at **optimere luftskiftet**, så det på et hvilket som helst tidspunkt på døgnet og i et hvilket som helst rum lige præcis er så stort, at indeklimakvaliteten kan opretholdes.
- Referencen er IAQ-benchmark klasse II som defineret i standarden EN 16798-1:2019:
 - Op til 1200 ppm ved tilstedeværelse og minimum flow, når der ikke er tilstedeværelse i opholdsrum
 - Minimum udsugningsmængder for køkken bad og toilet, når der er tilstedeværelse såvel, som når der ikke er tilstedeværelse.
- Modelbolig på 93 m² og døgnmodel med angivelse af tilstedeværelse i alle rum



Formel:

$$VPI = q_{opt} / (q_{net;VPI} \cdot CTRL)$$



| Reference airflows for achieving Category II ventilation performance | Non-ducted* RVU-ES in m ³ /h/m ² | Non-ducted* RVU-HS in m ³ /h/m ² | Ducted RVU ES&HS in m ³ /h/m ² |
|--|--|--|---|
| q _{net;VPI} | 0.79 | 1.60 | 1.97 |
| Q _{opt} (UVU/BVU1) | | | 0.67 |
| Q _{opt} (BVU2/non-ducted RVU) | 0.38 | 0.62 | 1.00 |

| Ventilation Performance Index (VPI) | Class |
|-------------------------------------|-------|
| > 75 | A |
| 75 ≥ VPI > 65 | B |
| 65 ≥ VPI > 55 | C |
| 55 ≥ VPI > 45 | D |
| 45 ≥ VPI > 35 | E |
| 35 ≥ VPI > 25 | F |
| 25 ≥ VPI > 15 | G |

- Formel:

$$VPI = q_{opt} / (q_{net;VPI} \cdot CTRL)$$

- Eksempel 1 (UVU, CTRL=1): $VPI = 0,67 / (1,97 \cdot 1) = 0,34 = 34\%$
- Eksempel 2 (BVU1, CTRL=0,35): $VPI = 0,67 / (1,97 \cdot 0,35) = 0,97 = 97\%$

BVU1 + valves for all rooms:

CTRL=0,35



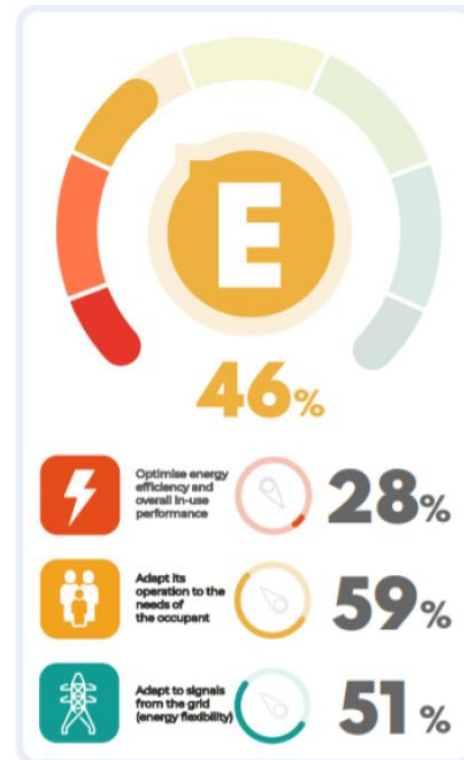
Smart Readiness Indicator (SRI) - En anden mærkningsordning, der også adresserer indeklima og energieffektivitet for ventilation



Smart Readiness Indicator – Et score-system med klasser

3 Nøglefunktioner

- Energimæssig ydeevne og drift
- Tilpasning af driftsmåden til beboerens behov
- Energifleksibilitet



1. Der gives point fra 0-100 % efter et sindrigt system – pointsystemer kendes fx fra DGNB
2. 3 Nøglefunktioner
3. Vurderingen af intelligensparathed udtrykkes på basis af syv intelligensparathedsklasser, der går fra højeste til laveste intelligensparathed.
4. Hver intelligensparathedsklasse svarer til et interval for den samlede score for intelligensparathed som følger:
 - 90-100 % A
 - 80-90 % B
 - 65-80 % C
 - 50-65 % D
 - 35-50 % E
 - 20-35 % F
 - < 20 % G

Der er IKKE krav om at det skal være A-G skala



Smart Readiness Indicator (SRI) - vægtning

Tekniske områder, der vurderes i SRI

- Opvarmning
- Varmt brugsvand
- Køling
- Ventilation
- Belysning
- Dynamisk klimaskærm (vinduer og solafskærmning)
- Elektricitet (inklusive solceller og batterier)
- Opladning af elektriske køretøjer
- Overvågning og kontrol (via bygningsautomatik)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

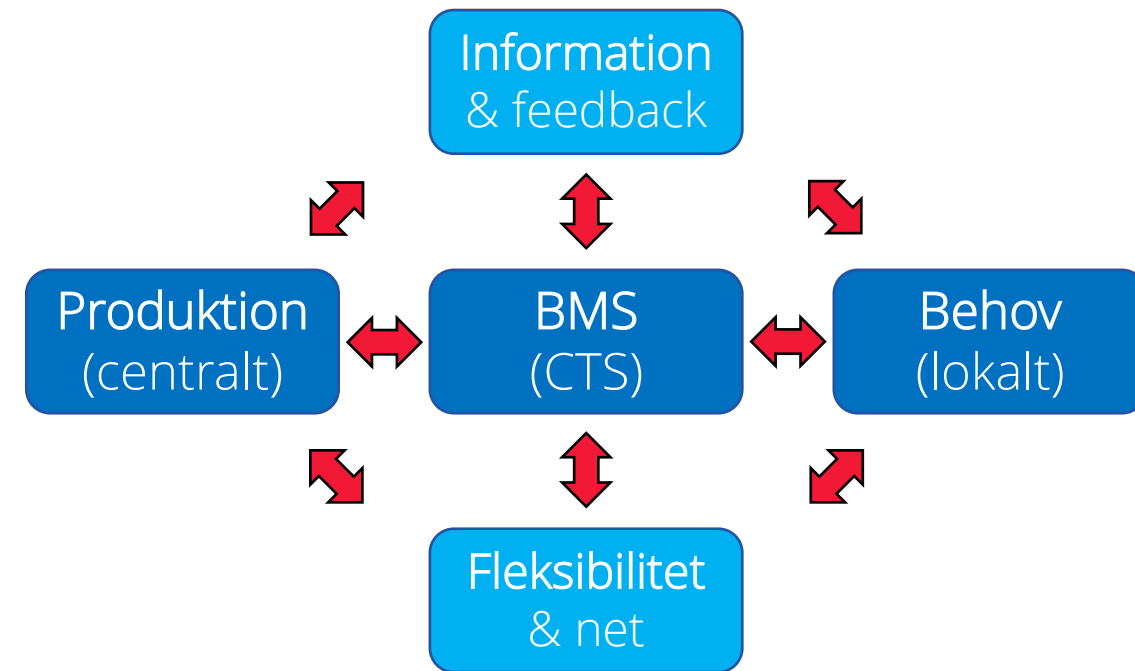
Beregningsværktøj (Excel-regneark) – Servicekataloget



Servicekataloget indeholder 54 servicefunktioner inddelt efter de 7 tekniske områder og forskellige servicegrupper:

[sri-servicekatalog-2022-v44.pdf](https://www.teknologisk.dk/sri-servicekatalog-2022-v44.pdf)
([teknologisk.dk](https://www.teknologisk.dk))

Servicegrupper - typer





Ventilation: Air flow control

| Domain | Code | Service group | Smart ready service | Functionality level 0 (as non-smart default) | Functionality level 1 | Functionality level 2 | Functionality level 3 | Functionality level 4 |
|-------------|------|------------------|---|---|--|---|---|---|
| Ventilation | V-1a | Air flow control | Supply air flow control at the room level | No ventilation system or manual control | Clock control | Occupancy detection control | Central Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC, humidity, ...) | Local Demand Control based on air quality sensors (CO ₂ , VOC,...) with local flow from/to the zone regulated by dampers |
| Ventilation | V-1c | Air flow control | Air flow or pressure control at the air handler level | No automatic control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms | On off time control: Continuously supplies of air flow for a maximum load of all rooms during nominal occupancy time | Multi-stage control: To reduce the auxiliary energy demand of the fan | Automatic flow or pressure control without pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms. | Automatic flow or pressure control with pressure reset: Load dependent supplies of air flow for the demand of all connected rooms (for variable air volume systems with VFD). |

Niveau 0 :
Ingen ventilation eller manuel styring

Niveau 1:
Urstyring

Niveau 2 :
Styring baseret på registrering af tilstedeværelse

Niveau 3 :
Central behovs-styret ventilation baseret på IAQ-sensorer

Niveau 4 :
Lokal behovs-styret ventilation baseret på IAQ-sensorer (VAV)



Ventilation: Air temperature control

| Domain | Code | Service group | Smart ready service | Functionality level 0 (as non-smart default) | Functionality level 1 | Functionality level 2 | Functionality level 3 | Functionality level 4 |
|-------------|------|-------------------------|--|---|--|---|---|-----------------------|
| Ventilation | V-2c | Air temperature control | Heat recovery control: prevention of overheating | Without overheating control | Modulate or bypass heat recovery based on sensors in air exhaust | Modulate or bypass heat recovery based on multiple room temperature sensors or predictive control | | |
| Ventilation | V-2d | Air temperature control | Supply air temperature control at the air handling unit level | No automatic control | Constant setpoint: A control loop enables to control the supply air temperature, the setpoint is constant and can only be modified by a manual action | Variable set point with outdoor temperature compensation | Variable set point with load dependant compensation. A control loop enables to control the supply air temperature. The setpoint is defined as a function of the loads in the room | |



Ventilation: Free cooling

| Domain | Code | Service group | Smart ready service | Functionality level 0 (as non-smart default) | Functionality level 1 | Functionality level 2 | Functionality level 3 | Functionality level 4 |
|-------------|------|---------------|---|---|-----------------------|---|--|-----------------------|
| Ventilation | V-3 | Free cooling | Free cooling with mechanical ventilation system | No automatic control | Night cooling | Free cooling: air flows modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling | H,x- directed control: The amount of outside air and recirculation air are modulated during all periods of time to minimize the amount of mechanical cooling. Calculation is performed on the basis of temperatures and humidity (enthalpy). | |

Ventilation: Feedback – Reporting information

| Domain | Code | Service group | Smart ready service | Functionality level 0 (as non-smart default) | Functionality level 1 | Functionality level 2 | Functionality level 3 | Functionality level 4 |
|-------------|------|----------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|--|-----------------------|
| Ventilation | V-6 | Feedback - Reporting information | Reporting information regarding IAQ | None | Air quality sensors (e.g. CO2) and real time autonomous monitoring | Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants | Real time monitoring & historical information of IAQ available to occupants + warning on maintenance needs or occupant actions (e.g. window opening) | |



Eksempel: SRI og mere avanceret styring af varme- og brugsvandsanlæg i etageboliger

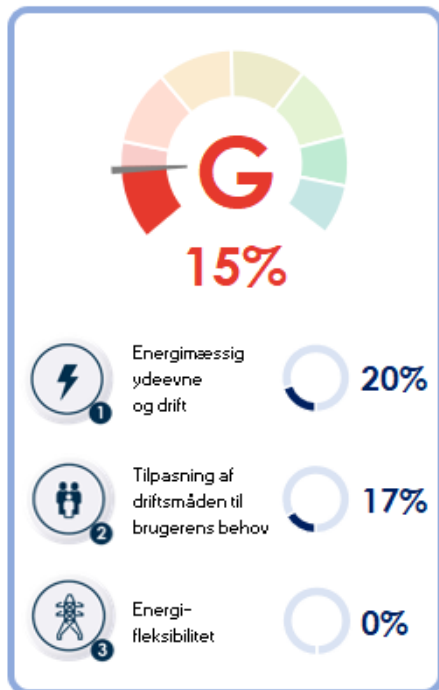
Etageboligbebyggelse:

- Udlejet areal: ca. 14.000 m²
- Energimærke: B
- Opførelsesår: 1972
- Renoveret: 2019
 - Klimaskærm
 - Decentrale ventilationsaggregater
 - Køkken/bad mv.
- Avanceret varmestyring
 - Fælles blandesløjfe
 - Databaseret styringspakke- og monitoreringsplatform

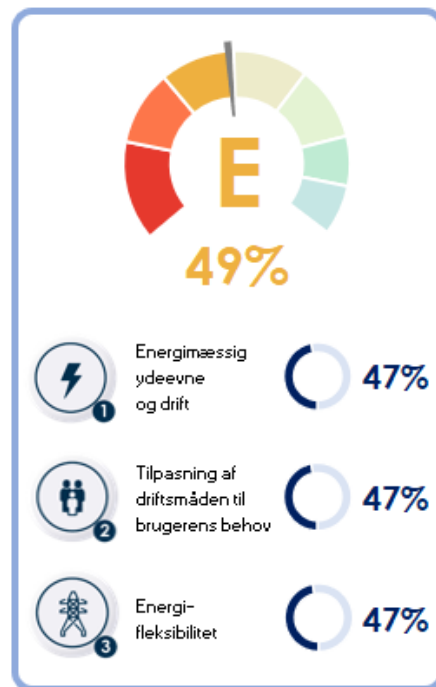




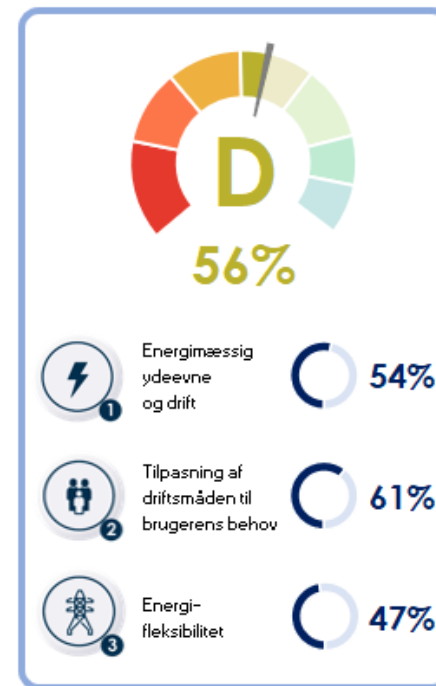
SRI med og uden avanceret styring og platform



- Ingen fælles platform (ingen CTS)
- Simpel styring af varme og vand
- Begrænset opsamling og rapportering af data



- Fælles platform
- Avanceret databaseret styring
- Hyppig og omfangsrig opsamling, analyse og rapportering af data



- + Central behovsstyret ventilation med IAQ sensor
- + Hyppig opsamling fra IAQ sensorer

Afsluttende kommentarer

- Der er stort fokus på indeklima og nye parametre til at bestemme anlægs evne til at levere det – og det bliver der nok ved med at være
- VPI er omstridt, så spændende at se, hvor det lander
- SRI er en frivillig EU-ordning, som Energistyrelsen tester i Danmark i øjeblikket
- Der er dog et høringsudkast ude på nyt Bygningsdirektiv, hvor det foreslås at SRI bliver obligatorisk for store bygninger (>290 kW varme-/køleydelse)





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Kontakt:
Christian Holm Christiansen
cnc@teknologisk.dk
Tlf.: 7220 2424