

BÆREDYGTIGE VALG AF VENTILATION VED RENOVERING I ETAGEEJENDOMME

WEBINAR

26. APRIL 2023 – ENERGIFORUM DANMARK



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

BÆREDYGTIGE VALG AF VENTILATION VED RENOVERING I ETAGEEJENDOMME



Valg af ventilation med lav klimapåvirkning ved renovering af eksisterende etageejendomme

Fremsynsnotat



Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv - Fokus på HVAC

Fremsynsnotat



Frydenspark

Bæredygtig Ventilationsløsning



DAB



Pia Rasmussen



Christian Grønberg Nicolaisen



Christian Holm Christiansen

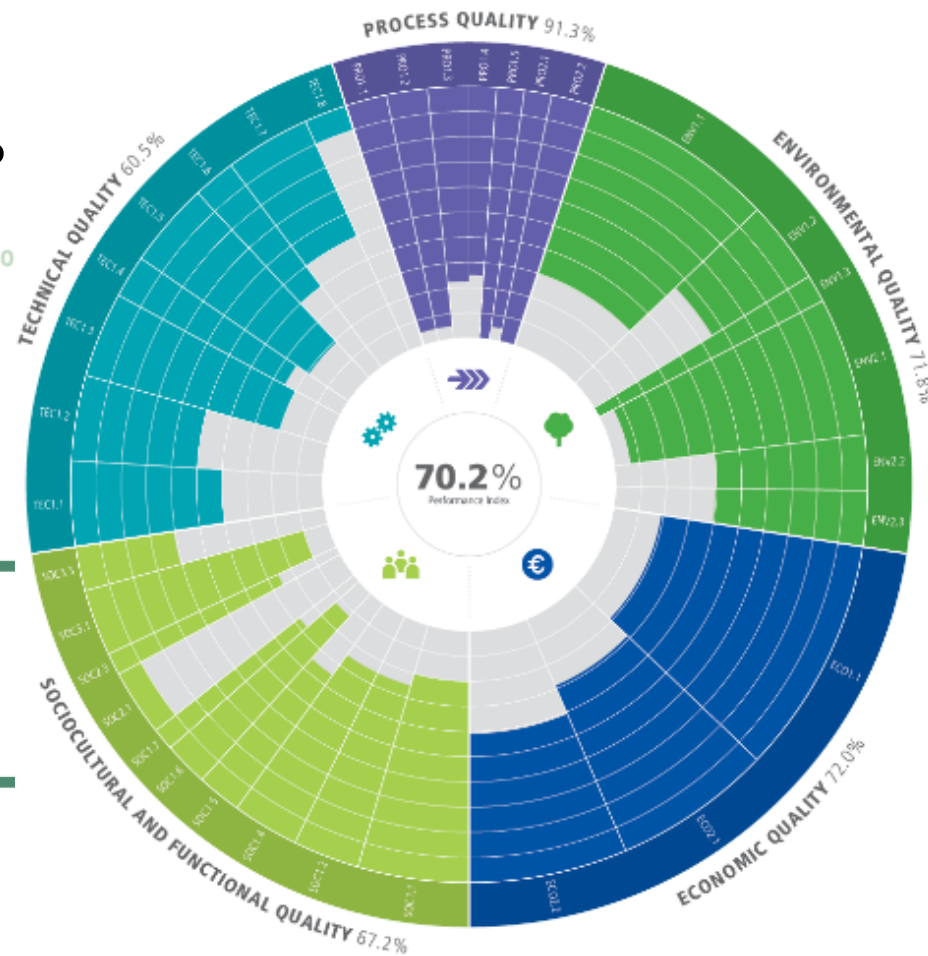
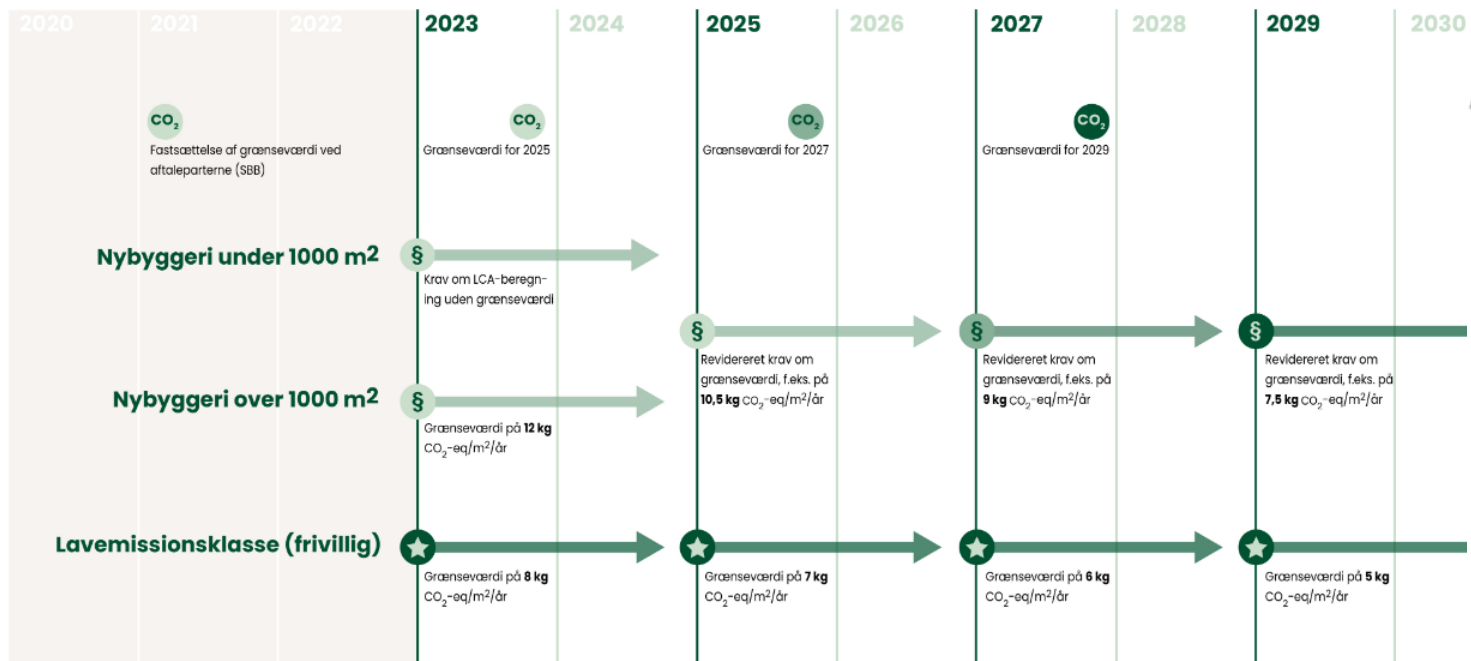
- <https://concito.dk/files/media/document/2023.04.17%20-%20Renovering%20af%20ventilation%20i%20etageejendomme%20-%20fremsynsnotat.pdf>
- <https://almennet.dk/media/884832/dab-frydenspark-baeredygtighedanalyse.pdf>
- <https://concito.dk/files/media/document/2021.10.25%20fremsynsnotat%20B%C3%A6redygtige%20installationer%20endelig.pdf>



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

FOKUS PÅ BÆREDYGTIGHED VED RENOVERING AF ETAGEBYGGERI – VENTILATION

- Fokus på nybyggeri – men hvad med renoveringer?



- Hvordan træffer man mere bæredygtige renoveringsvalg?



RENOVERING AF ETAGEBYGGERI – VENTILATION

- BR10 definerede for første gang krav om mekanisk ventilation
 - 1 mio. boliger er opført før BR10
 - Ca. 700.000 boliger med naturlig ventilation (frem til BR77)
 - Ca. 280.000 boliger med mekanisk udsugning (Opført 1979-2010)
 - Ca. 100.000 boliger med varmegenvinding (Opført efter 2010)
- Udskiftning af vinduer og øget tæthed i bygningerne øger behovet for ventilation
- Der må forventes mange renoveringer med ventilation fremover
- Hvordan vurderes forskellige løsninger i et bæredygtighedsperspektiv?



FRYDENSPARK - CASE

- 294 lejemål i 14 boligblokke
 - Omfattende renovering: Bl.a. køkkener, badeværelser, isolering af tage, vinduer, altandøre, varmecentraler, radiatorer og ventilationsanlæg.
 - Der tages udgangspunkt i en specifik lejlighedstype.
 - Udfordringen er som regel pladsen til installationer og føringsveje
 - En løsning med mekanisk udsugning er allerede skitseret.
- Findes der en mere bæredygtig løsning?



INDLEDENDE KORTLÆGNING AF ALTERNATIVER

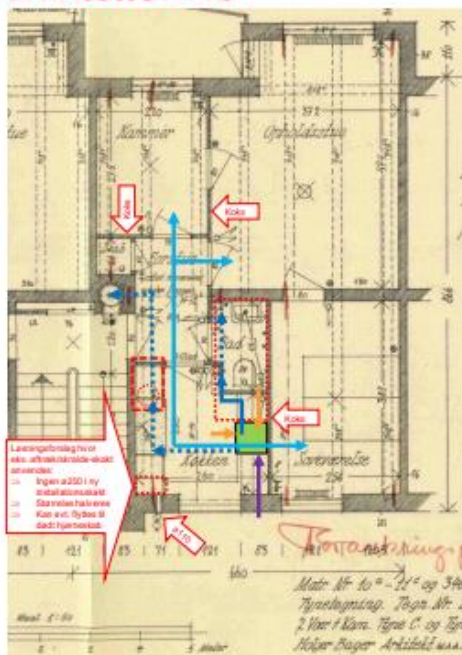
- Analyse af alternative muligheder

Referenceløsning: Mekanisk udsugning
Udfordring: Plads og føringsveje

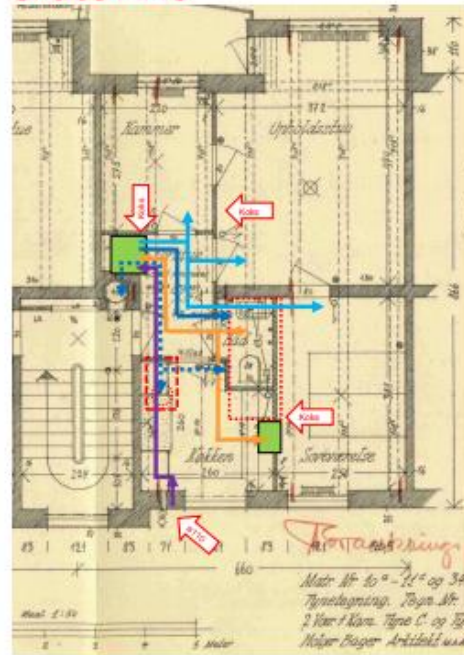
Eksempel:

Løsningsmuligheder decentral 03A-03C

Emhætte AHU



Skabs AHU



Eksempler på AHU's



FIRE LØSNINGER UDVALGT

A: Udsugning

Medtaget som reference (den oprindeligt projekterede)

B: Optimeret udsugning

Optimeret med behovsstyring, effektive emhætter, reduceret kanaldimension.

Argument: Pris, minimum optag af plads og ca. 40% energibesparelse i driftsfasen ift. referencen.

C: Decentralt emhætteaggregat (ventilationsaggregat sammenbygget med emhætten)

Indtag via facaden og afkast via det bagerste eksisterende aftræk.

Argument: Pris, Minimum optag af plads, wc-dør placering bibeholdes og en energibesparelse i driftsfasen på ca. 85% ift. referencen.

D: Centralanlæg som udgør selvstændig brandcelle/sektion

Indblæsning og udsugning via eksisterende aftræk.

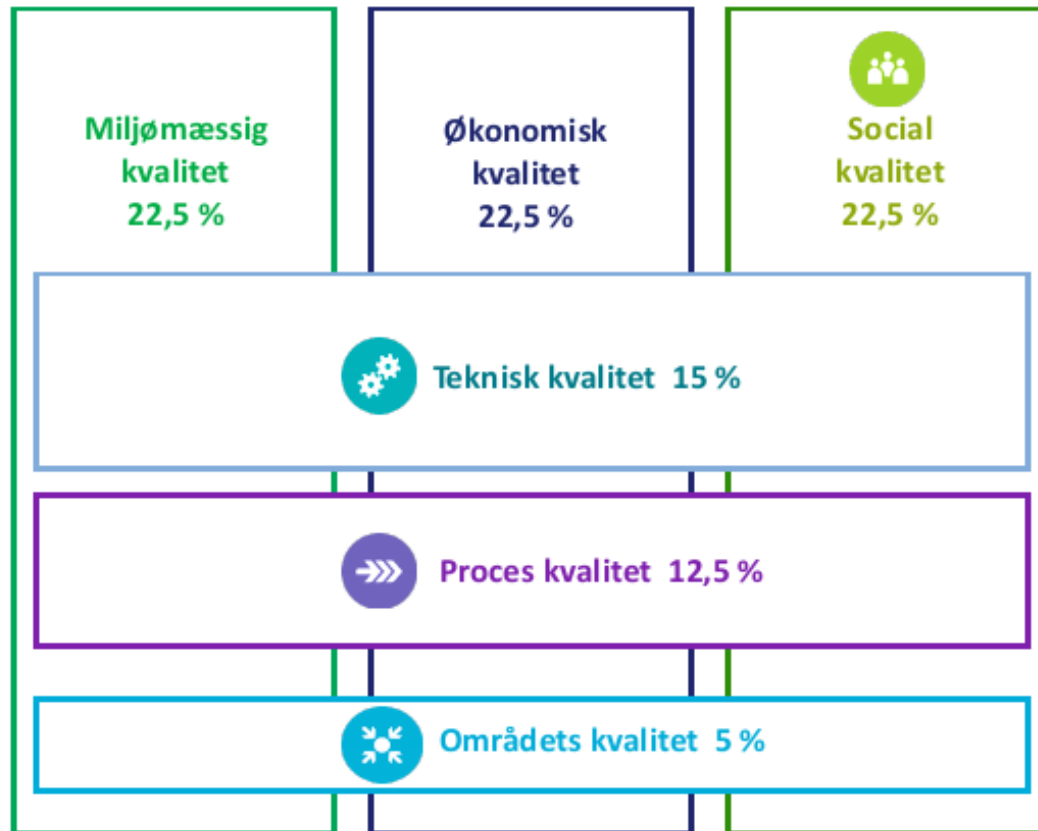
Argument: Pris, minimum optag af plads, selvom dør på wc skal flyttes og energibesparelse i driftsfasen på ca. 80% ift. referencen.

Grundlag for analyse af mest bæredygtige valg



DET MEST BÆREDYGTIGE VALG

- MED UDGANGSPUNKT I DGNB-CERTIFICERINGEN FOR NYBYGGERI



Figur 1 DGNB-kategorier og tilhørende vægtninger.

Kun relevante kriterier og indikatorer medtages

Frasortering af:

- Kriterier omkring dokumentation og byggeproces – Vurdering sker *før* renoveringen opstartes
- Kriterier og indikatorer, som ikke er relevante for beboelsesbygninger
- Kriterier, der ikke varierer for de enkelte ventilationsløsninger

14 kriterier (ud af 37) og 41 indikatorer indgår i evalueringen

Ud fra DGNB vægtningen tilpasses ny vægtning, så der samlet fordeles 100%



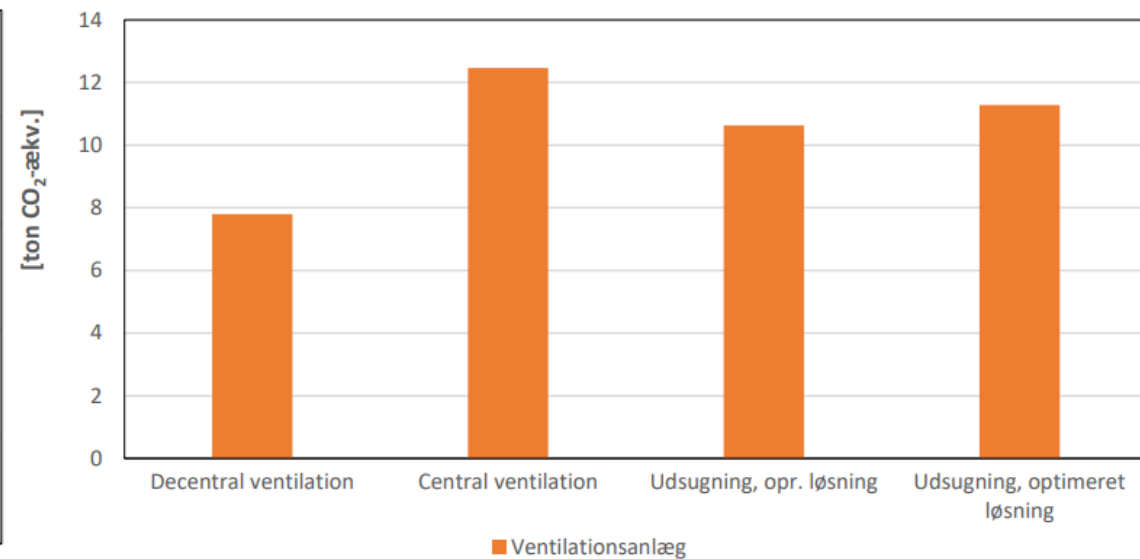
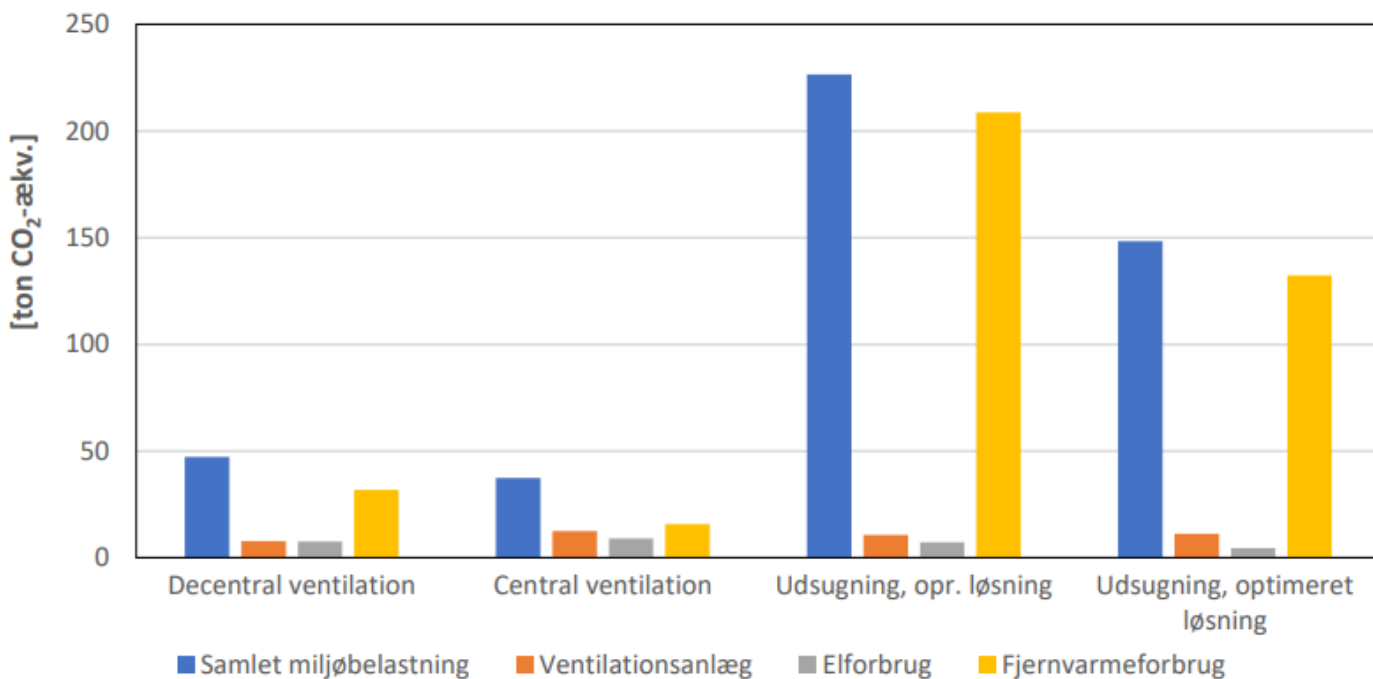
TILPASSEDE DGNB KRITERIER

- Vægtet fordeling og individuelle resultater (bilag 2)

Kriterie	Indikator	Vægtning	Max Point	Point opnået				Vægtet score			
				A. Udsugning (reference)	B. Udsugning optimeret	C. Decentral	D. Central	A. Udsugning (reference)	B. Udsugning optimeret	C. Decentral	D. Central
PRO2.1	1.1 Koncept for minimering og sortering af affald på byggeplads	2,20%	5	5	5	5	3	1,90%	1,90%	2,10%	1,90%
	2.1 Koncept for minimering af støj- og vibration på byggepladsen		5	3	3	4	5				
	3.1 Koncept for minimering af støv på byggepladsen		5	5	5	5	5				
ENV1.1	1.1 Integration af LCA i tidlig planlægningsfase	16,40%	10	10	10	10	10	4,90%	5,70%	14,70%	13,90%
	2.1 LCA resultater ift. referenceværdier		75	15	20	75	70				
	3.2 LCA beregning udført for yderligere faser		10	0	0	0	0				
	4.1 GWP-faktor for kølemidler		5	5	5	5	5				
ENV1.2	2.1 Kortlægning og risikovurdering	8,10%	20	20	20	20	20	8,10%	8,10%	8,10%	8,10%
ECO1.1	1.1 Integration af totaløkonomiske beregninger i projekteringsfasen	16,50%	10	3	5	8	10	4,90%	8,20%	13,20%	16,50%
ECO2.1	1.1 Arealudnyttelse	11,00%	20	8	10	12	12	5,60%	5,10%	4,70%	7,60%
	2.1 Etagehøjde		15	10	10	10	10				
	7.1 Flexibilitet af tekniske installationer		40	20	15	10	30				
ECO2.2	3.1 Passivt designkoncept i design og udførelse	11,00%	20	8	8	7	6	6,00%	6,00%	6,30%	5,50%
	5.1 Udførelse af robusthedsundersøgelse af indeklimaet		20	14	14	16	14				
SOC1.1	1.1 Operativ temperatur (vinterperiode)	5,80%	20	15	15	20	20	4,30%	4,50%	5,40%	4,90%
	1.2 Træk (vinterperiode)		10	5	7	10	10				
	1.3 Asymmetrisk strålingstemperatur og gulvtemperatur (vinterperiode)		5	5	5	5	5				
	1.4 Relativ fugtighed (vinterperiode)		15	15	15	13	13				
	2.1 Operativ temperatur (sommerperiode)		25	20	20	25	20				
	2.2 Træk (sommerperiode)		5	5	5	5	5				

RESULTATER – LCA ANALYSEN (ENV.1.1)

- CO₂ belastning over 50 år
– inkl. materialer, elforbrug og ændring i fjernvarmeforbrug



Fjernvarmebehovet til opvarmning bliver afgørende



ENDELIGT RESULTAT OG REFLEKTIONER

- To kriterier er afgørende:
 - ENV 1.1 (Livscyklusanalysen)
 - ECO 1.1 (Totaløkonomiberegningen)
- Opvarmningsbehovet spiller en afgørende rolle

Ventilationsløsning	Samlet score
Central løsning (D)	79 %
Decentral løsning (C)	75 %
Optimeret udsugning (B)	60 %
Udsugning (Referencen) (A)	55 %

- Forskellen på den centrale og den decentrale løsning skyldes
 - Mere støj i lejlighederne fra den decentrale løsning
 - Mindre teknisk fleksibel decentral løsning
- Brug af eksisterende føringsveje spiller en afgørende rolle





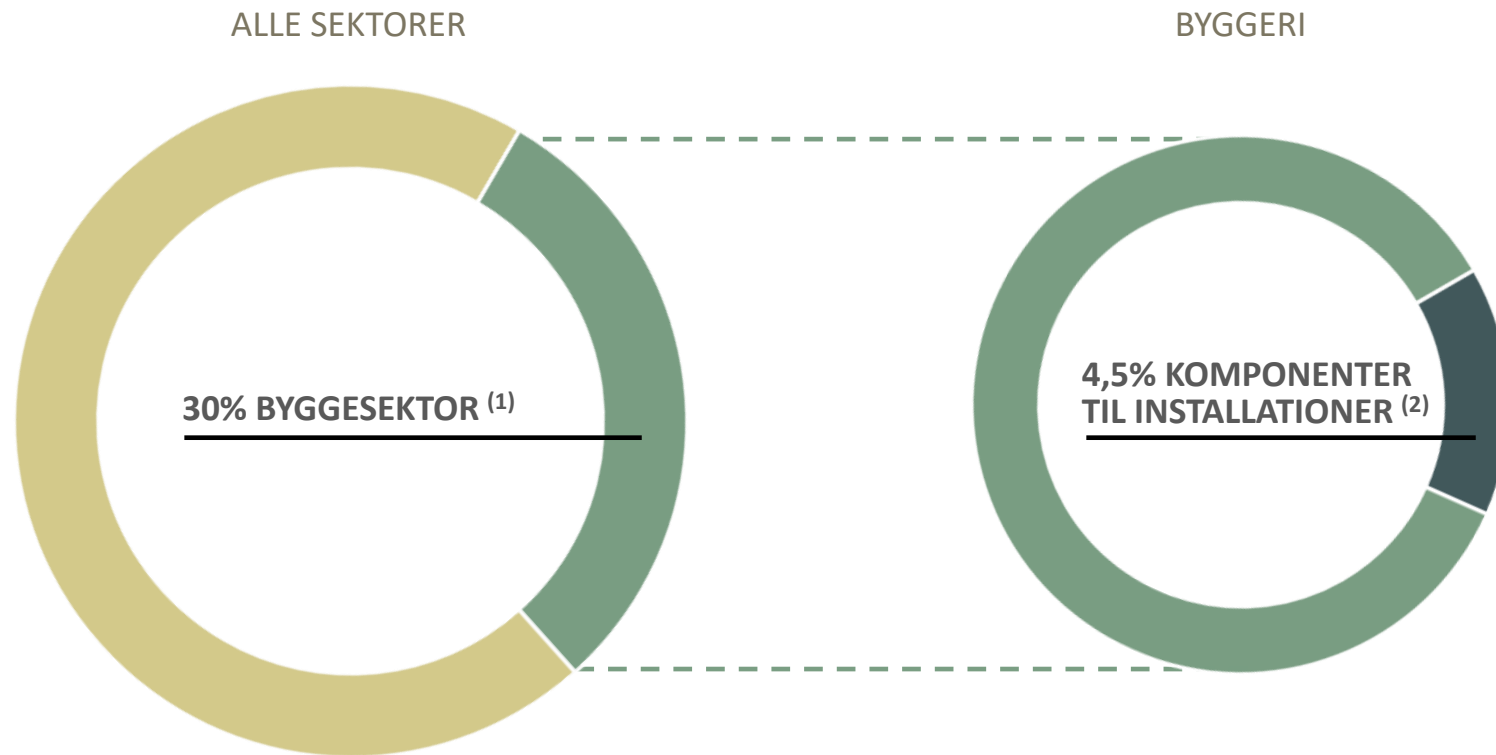
TEKNOLOGISK
INSTITUT

REFLEKTIONER – HVAD GØR VI HERFRA? GIVER DET MENING ?





Hvor meget andrager installationerne egentlig lige.....



- (1) Regeringens Klimapartnerskab for Bygge-og Anlægssektoren (2020)
(2) Estimat baseret på BUILD litteraturstudie



Hvor meget andrager installationerne egentlig lige.....

ALLE SEKTORER

BYGGERI

The screenshot shows the website for the European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE). The header is blue with the ECEEE logo on the left and the text "european council for an energy efficient economy" in white. Below the header is a navigation menu with links for Home, About eceee, Events, Policy pages, Library, News (highlighted), and Members. The main content area features a news article titled "Report: Renovating EU houses could save 44% of energy for heating". The article text states: "(EurActiv, 19 Jan 2023) With a tripling of the current renovation rate, almost all residential buildings in the European Union could be renovated by 2050, saving 44% of final energy used in space heating, a new report shows." To the left of the article is a sidebar with a "News" section containing links for "Columns", "eceee press & views", "Jobs & tenders", "eceee news & info", and "subscription". Above the article title are social media sharing icons for email, Facebook, Twitter, and LinkedIn.

- (1) Regeringens Klimapartnerskab for Bygge-og Anlægssektoren (2020)
- (2) Estimat baseret på BUILD litteraturstudie

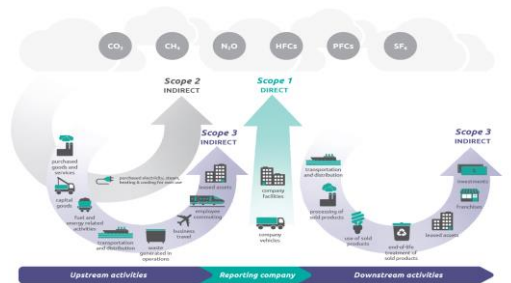


Alle snakker om det ... men hvor skal man starte

A: Virksomhedsniveau

Virksomhedens samlede **energieffektivitets-, reduktions- og bæredygtighedsmål** og aftryk

- Eksempel:**    
- Science Based Target Initiative
 - EU Taxonomi



B: Produktniveau

Produkter eller services **energieffektivitet og bæredygtighed**

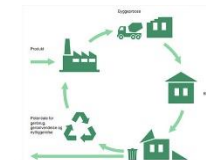
- Eksempel:**
- **Miljøvare-deklarationer (EPD)**
 - Ecodesign og Material Efficiency



C: Systemniveau

Byggeriets og herunder **installationers energi-effektivitet, intelligens og bæredygtighed**

- Eksempel:**
- DGNB, BREAM, mf
 - FBK + LCAByg



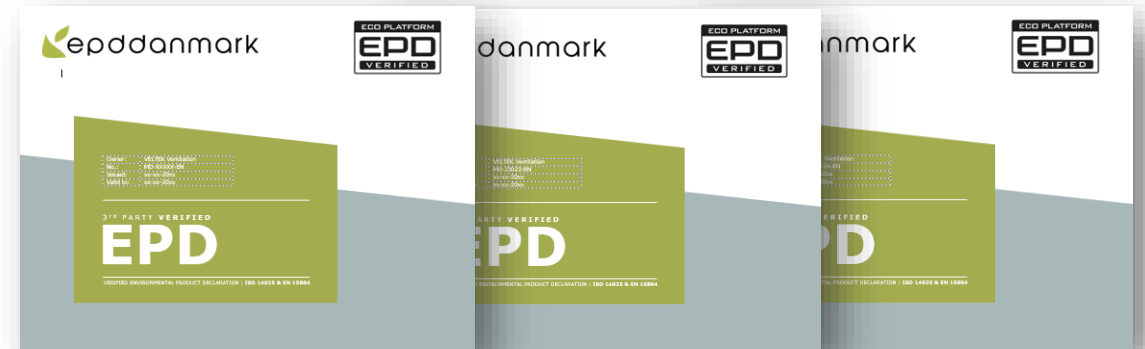
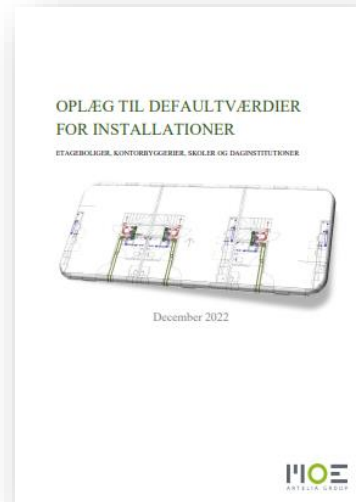


1. SKRIDT - EPD'er

Branchen byggesten så den rigtige løsning vinder

Default værdier

Branche EPD'er for NRVU's + Ventilationskanaler



Tabel 3. Oplæg til defaultværdier for etageboliger (A1-A3, B4, C3, C4).

Etageboliger				
	Middel	Middel - 2 decimaler	Procent af middel	Oplæg til defaultværdi
Afløb	0,051	0,06	200%	0,12 kg CO₂ækv./m³ år
Vand	0,025	0,03	200%	0,06 kg CO₂ækv./m³ år
Varme + Ventilation & Køl	0,402	0,41	125%	0,51 kg CO₂ækv./m³ år

Tabel 4. Oplæg til defaultværdier for kontorbygninger, skoler og daginstitutioner (A1-A3, B4, C3, C4).

Link: [Publikationsliste \(bestill\)](#)



1. SKRIDT - Branche EPD'erne

Aggregater:

- AIRHEAT
- EXHAUSTO A/S
- IV - Søgren Aps
- NB Ventilation
- Nilan A/S
- NKI
- Systemair A/S
- Unic Air
- Venti A/S
- Øland A/S

Kanaler:

- AIR2TRUST
- Lindab A/S
- Venti A/S
- Øland A/S
- Ørbæk Ventilation A/S,

Brancheorganisation

- Veltek

Finansiering

- Bolig- og Planstyrelsen
- Realdania

Udførende

- Teknologisk Institut E&V + BB

Udfordringer:

- Krav i DK, SE, NO, FR, NE
- Prøvet tilsvarende udfordring
- 80% repræsentativitet
- Svært => 5 md forsinket
- => øvet sig => Billigere
- => Egne EPD'er / generator
- Manglende definitioner
- Manglende harmonisering



2. SKRIDT: Harmonisering => Overordnet afgrænsning

Ens spilleregler

Ventilations kanaler

- Cirkulær – 4 dimensioner – spiral falset
 - Ø125
 - Ø200
 - Ø500
 - Ø800
- Rektangulær – 4 dimensioner – m/u prægning
 - 400x300
 - 600x400
 - 1200x800
 - 1600x1200

NRVU's

- 3000 m³/h
- 15.000 m³/h

Med følgende design variationer:

- SEL 1800
- ePM1 60% + ePM10 50%
- Levetid– 25 år
- Inkl. frekvensomformer og styring
- HRS
- Dimensioneret iht. nordisk klima



2. SKRIDT: Harmonisering => Definition

Declared product(s)

- **Small** Air Handling Units (AHU) also called Ventilation Units (VU) or Bidirectional Ventilation Units (BVU) declared as **NRVU's** for **duct connections** with an airflow of **3000 m3/hr**
- **Large** Air Handling Units (AHU) also called Ventilation Units (VU) or Bidirectional Ventilation Units (BVU) declared as **NRVU's** with for **duct connections** with an airflow of **15,000 m3/hr**

Product description:

- This EPD is applicable for Ventilation Units (VU) in form of Bidirectional Ventilation Unit (BVU) of the type "Non-Residential Ventilation Unit" (NRVU), for connection to duct systems. This means a unit which produces an airflow between indoors and outdoors, intended to **replace utilised air by outdoor air** in a **building or part of a building**, produced as **either custom made or mass produced**.

Product information

- The BVUs are intended for use in HVAC (Heating, Ventilation and Air-Conditioning) systems for **both residential and non-residential applications**, as the key component in the HVAC-system responsible for the movement and conditioning of air to and from the conditioned space in the building.
- The air flows (**3.000 and 15.000 m3/h**) have been selected in order to be **representative for unit sizes often requested by the market**. The units have been **specified for Nordic climate** regarding heating and cooling (which typically for heating mode are with an outdoor air temperature -12°C and a supply air temperature 22°C. In cooling mode typically with an outdoor air temperature 26°C and 60% RH and supply air temperature of 17°C, dimensioned incl. additional energy for condensation of water).
- In contrast to the product definitions given in Ecodesign 1253, **all parts needed for a fully functional unit are included in this EPD** (Ecodesign definitions of an **NRVU only covers casing, fans, HRS and filters if present**).
- The full equipping of the BVU in this EPD includes parts such as **casing and frame** (incl. insulation), exhaust and supply **fans** incl. motor and impeller, **supply and exhaust filter** (ePM1-60% + ePM10-60%), heat recovery (**HRS**), heating coil (**HC**), cooling coil (**CC**), **controls, bypass and droplet eliminator** if present,, **drip tray** and **condensation drain, control, sensors and cables** including frequency converters and/or PM control if present, **dampers on in and outlet if present** and **assembly parts**, screws, sealant and sealing strips, locks and door hinges etc.



2. SKRIDT: Harmonisering

Udfordringer

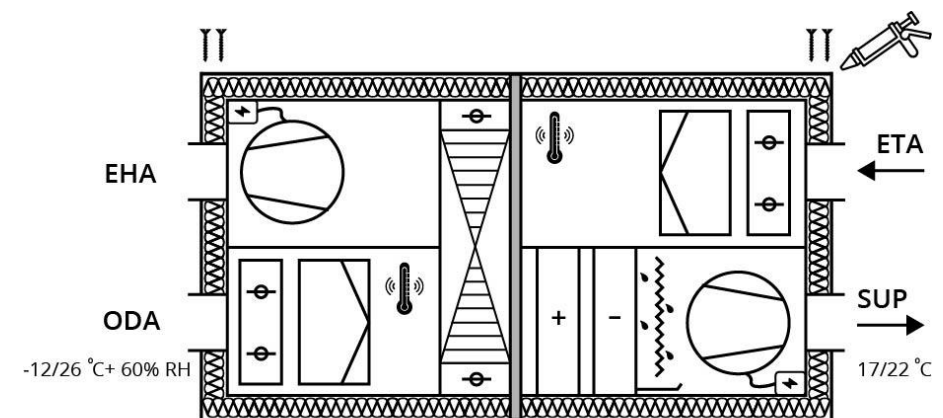
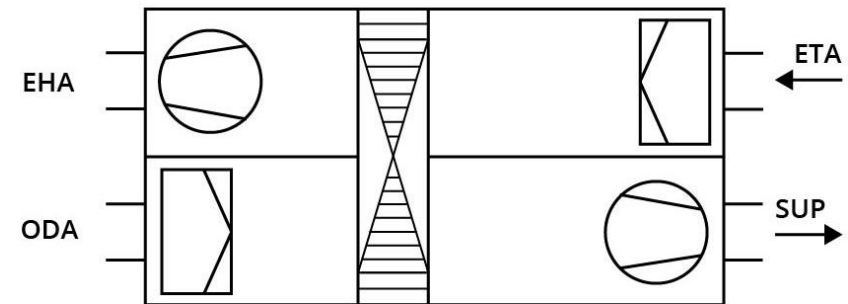
- Der mangler PCR'er
- ESPR (Ecodesign for Sustainable Product Regulation)
 - Peger på PEF (Product Environmental Footprint)
- EPD vs PEF vs det franske ECO-Passport

Tiltag:

- NO, DK, SE +DE anerkender hinandens EPD'er
 - NO's EPD-generator afviger fra DK tilgang
- EuroVent EPD Taskforce

Men vi og i skal også gøre noget:

- Pres på at korrekt data frem for generisk data





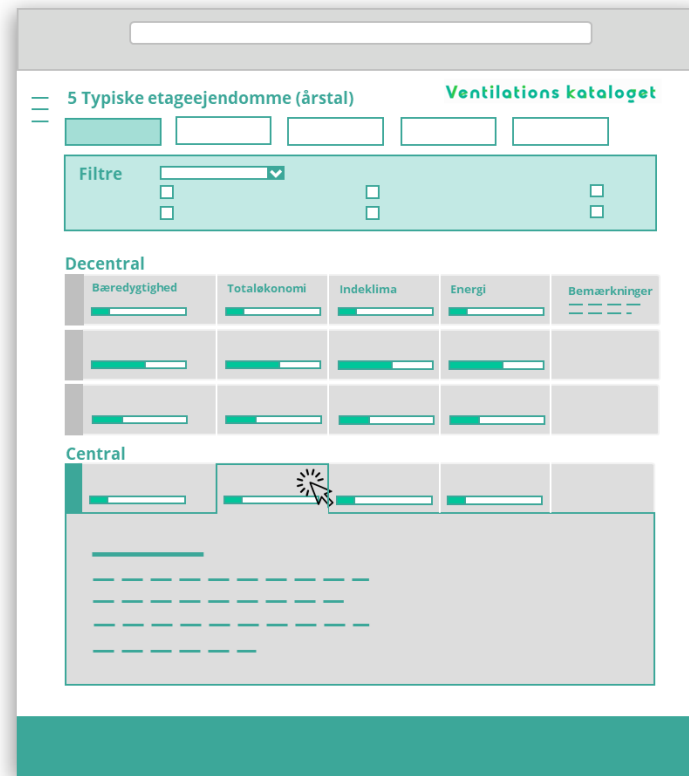
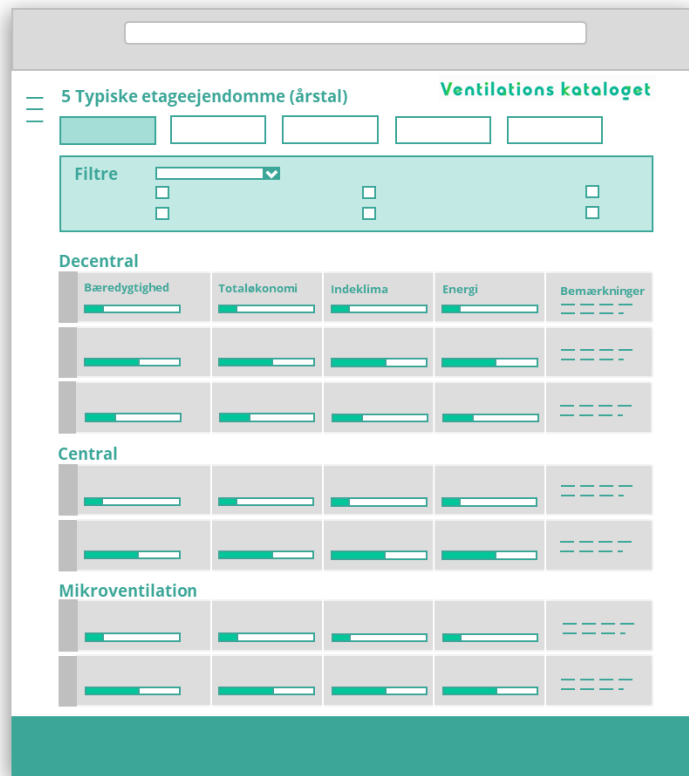
3. SKRIDT: Beslutningsstøtteværktøjer

Beskrivelse	1850-1900	1900-1920	1920-1940	1940-1960	1960-
Etagebolig "opstart"	Nørre, Vester, Øster, Amager	Islands brygge	Forstæderne	Forstæderne	Forstæderne
Historiske betingelser	Området uden for voldene frigives i 1852 (Etagebyggeri 3-5 etager).	Den høje tætte udbygning af hovedstaden (5-6 etager)	Mellemkrigstid, hvor lys, luft og solorientering bliver arkitektonisk parole.	Nybyggeriet efter 1940 har samme installationsmæssige standard, vi regner for min. i dag.	(1973) Tiden efter oliekrisen hvor energi-problematikken får markant indflydelse på byggeriet
Lejlighed	Mindre lejligheder (1. værrelses)	1889: Krav om minimum 60 m ²	Lejligheder bliver større		Lejligheder er meget forskellige
Bad/wc	Indtil 1. verdenskrig er der udpræget fælles bad i kælder	1900 - Wc blev alm. kort efter århundredskiftet. Mindre lejligheder deles om wc på trappe	1910 - Wc uden håndvask så godt som standard i nybyggeriet i byerne (ikke i provinsen).	1940 - Bad mere almindeligt omkring 1930, og var i slutningen af 1930'erne standard	
Køkken	Optil 1. verdenskrig er køkken ofte placeret i ud- eller sidebygning		1920'erne - Køkkener integreres i bygningskroppen (5,91 m ²)		
Åbninger i klimaskærm		Madskab med enkelt åbning i ydermur (vindue)	1930 Madskab fik to ventilationsåbninger		1950'erne. Køleskabe bliver almindelige.
Bjælkelag	Træbjælkelag Kappedæk (over kældre/port)	Træbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad	Træbjælkelag Træ/jernbjælkelag Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad	Træ eller træ/jernbjælkelag Hulstensdæk Jernbjælkelag med betonudstøbning ved bad	Betonelementer
Aftræk	1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9*9". Emhætte effekt fra åbent ildsted forsvinder. Derfor kræver loven "Hvor omstændighederne tillader det skal der anbringes emrør ved køkkenildsteder".	1902 - Sundhedskommissionen kræver ifm. installation af WC, 100cm ² aftræk + luftindtag/ 1/4" sprække under dør. Sammenholdt med 1889 skulle det helst føres langs skorstensrør	1918 - Sundhedsvedtægten kræver aftræk på min. 100cm ² i køkken hvor der benyttes gas (skal føres ½ m over tagryg). 1927 - Sundhedsvedtægten skærpes til 150cm ² aftræksrør i køkken og oplukkeligt vindue på mindst 0,4m ²	1939: Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad. Aftrækskanaler skal føres lodret op langs skorstensrør. Betjener skorstene eller aftræk kun et rum må det være 15*15 cm ellers skal det mindst være 23*23 cm	1961: Første bygning reglement for hele landet. Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad.
- Antal	0	1 (wc)	2 (køkken +wc)	2 (køkken +wc)	2 (køkken +wc)
- Materiale	Muret	Støbte beton kanaler	Støbte beton kanaler	Støbte betonkanaler	Eternit eller stål
- Lysning	12*24 cm	100 cm ²	100 cm ² bad. Køkken 100/150cm ²	100 - 150cm ²	Udsugningsanlæg med hovedkanal eller naturlig med separate kanaler
Skorsten	1871 - Det lukkede køkkenildsted fortrænger det åbne og skorstens areal mindskes til 9*9" (optil 1850 18*18"). 1889 krav om maks. 2 ildsteder pr etage pr. skorsten som medfører at hver lejlighed har en skorsten pr. 2 rum	1900 - Gasapparater bliver almindeligt fra århundredskiftet. Køkkenskorstenen udfases.	Centralvarme begyndte at forekomme i 1920'erne, og var almindeligt udbredt i slutningen af 1930'erne,	Oftest ingen skorstene pga. centralvarme. Men så sent som i slutningen af 1950'erne blev der stadig i de mindre bysamfund opført boligbyggeri med kakkelovne	Ingen kakkelovne
- Antal	2 - kakkelovn + brændekomfur	0-1 - kakkelovn (stuer)	0-1 - kakkelovn (stuer)	0	0
- Lysning	18*18" / 9*9"	9*9"	9*9"	9*9"	0
Adg.vej til loft	1889 - krav om køkkentrappe	Køkkentrappe	Delvis m/uden køkkentrappe	Kun hovedtrappe	Loftslem 60*90 / gennem tag
Spær/ bjælkelags afstand	Over 90	90 cm	90 cm	75-90 cm	60-75cm
Tag	45° rejsning+tegl	45° rejsning+tegl	30-45° rejsning+plade	0-30° rejsning	0-15° rejsning
Byggestanden	10%	25%	40%	60%	100%



3. SKRIDT: Beslutningsstøtteværktøjer – DGV

Få bygningsejer til at vælge den rigtige løsning





3. SKRIDT: Beslutningsstøtteværktøjer - DGV

Start input:

Byggeår:

Filter

Etager:	<input type="text"/>	Tomt loftrum:	<input type="checkbox"/> Ja
Lejlighedsstørrelse:	<input type="text" value="X - Y"/>		<input type="checkbox"/> Nej
Antal værelser:	<input type="text"/>	Varmekilde:	<input type="text"/>
Loftshøjde	<input type="text" value="X - Y"/>	Renoveringsgrad:	<input type="checkbox"/> Tag
Mulige føringsveje:	<input type="checkbox"/> Affaldsskakt	Udover ventilation	<input type="checkbox"/> Facade
	<input type="checkbox"/> Aftræk køkken (100x100)		<input type="checkbox"/> Vinduer
	<input type="checkbox"/> Aftræk bad (100x100)		<input type="checkbox"/> Aftræk køkken (150x100)
	<input type="checkbox"/> Aftræk køkken (150x100)		<input type="checkbox"/> ...
	<input type="checkbox"/> Skorsten (m./u. isokern)	Køkkentrappe:	<input type="checkbox"/> Ja
	<input type="checkbox"/> ...		<input type="checkbox"/> Nej

1. Bruger udfylder først "Start input"
2. Byggeåret fylder automatisk filteret baseret på byggeskik
3. Brugeren kan rette filteret til sin bygning
4. Tilpasset ventilationsløsninger til den gældende ejendom vises



4. SKRIDT: LCA-værktøjer i design processen - LCA-Service

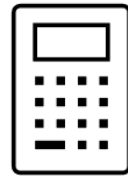
Få rådgiver til at vælge den rigtige løsning

Udfordringer



Manglende data/metoder

LCAservice



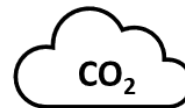
Mængde-
beregner

+



Emissions
database

=



CO₂
emissioner

Effekt



1,75 Mt
samlet CO₂-reduktion
frem til 2050
(BUILD estimat)

Dansk førerposition i
grønt byggeri

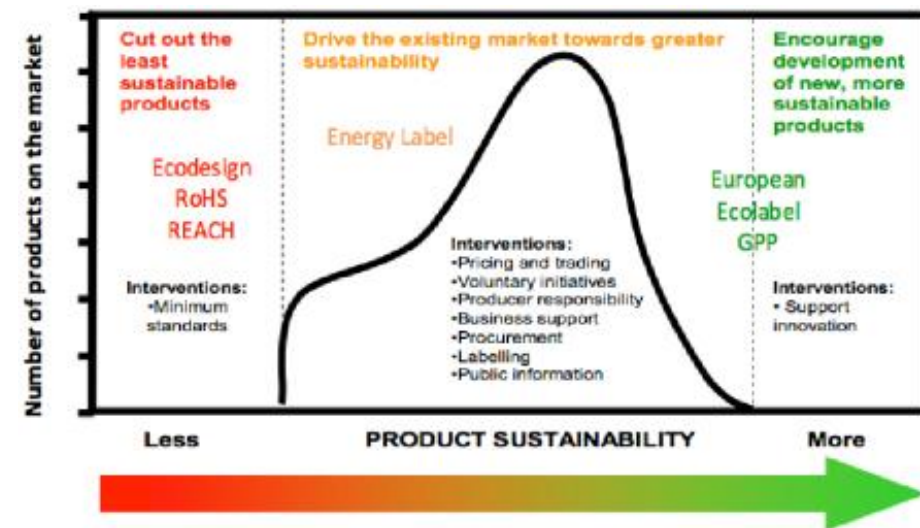
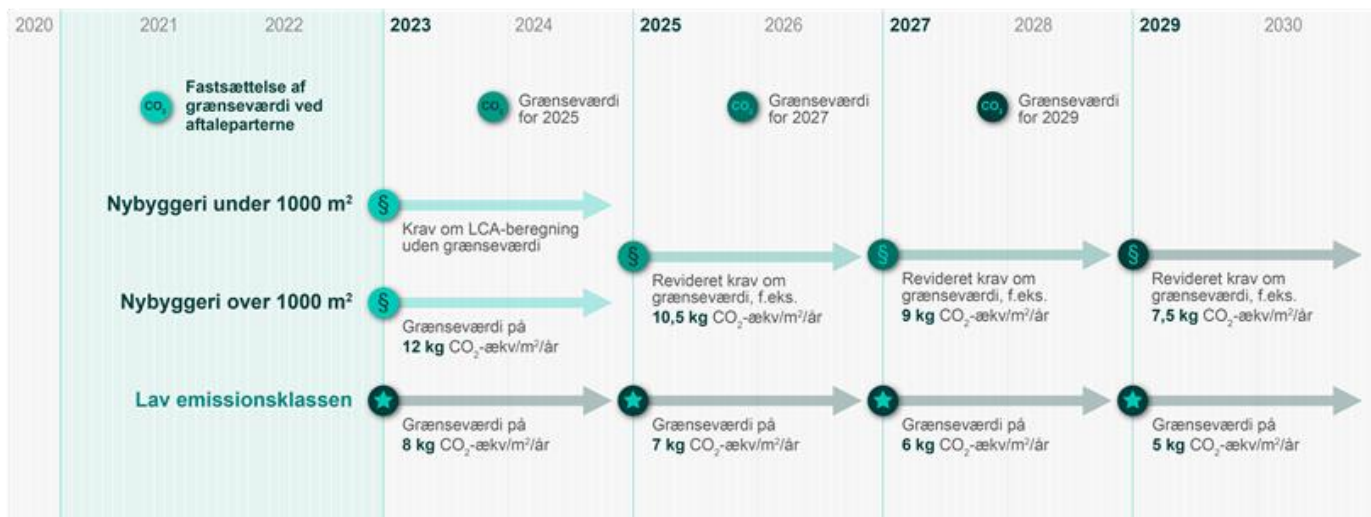
Tekniske bygningsinstallationer

Ventilation + Køling + Varme

Vand + El + mv.



Men giver det mening.... ???????

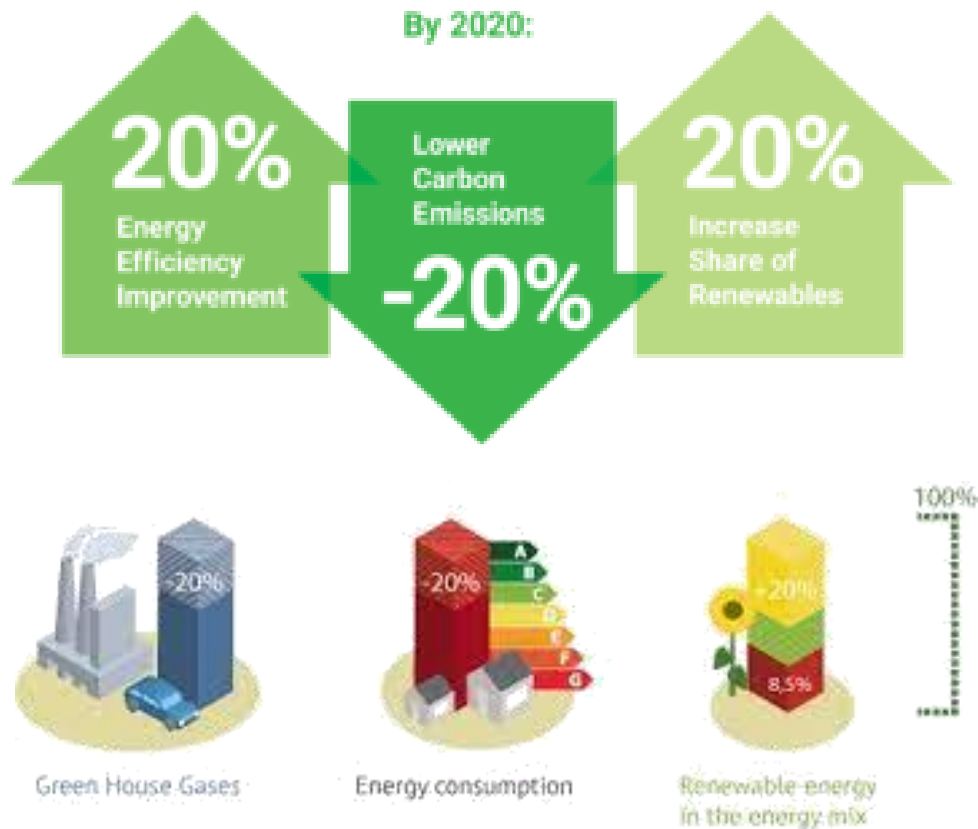


Den vestlige verden bruger "4 kloder" om året => Burde være 1

BPST: 2023=12 2029=7,5 kg CO₂/m²/år (1=2,5 kg)

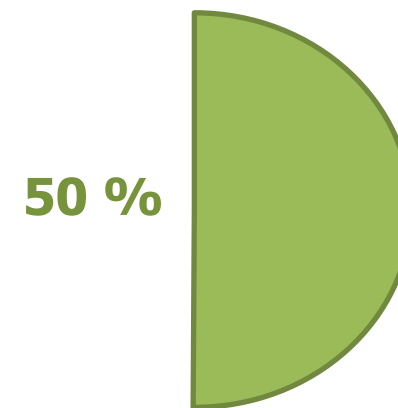
Gør den en forskel

Hvorfor er der krav



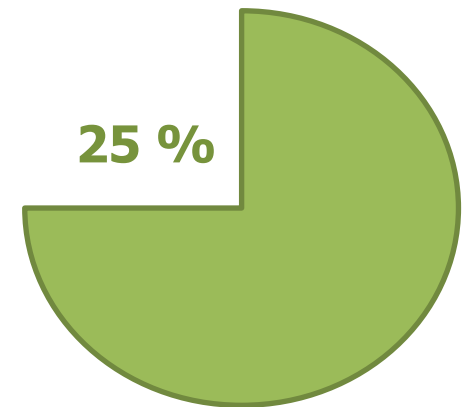
Effekten af ecodesign and energimærkning

EU 2020 målsætning
20% energi effektivitet



50% fra ecodesign og energimærkning

EU 2020 målsætning
20 % CO2 besparelser



25% fra ecodesign og energimærkning



Gør den en forskel

2020

Italiens energiforbrug



2030

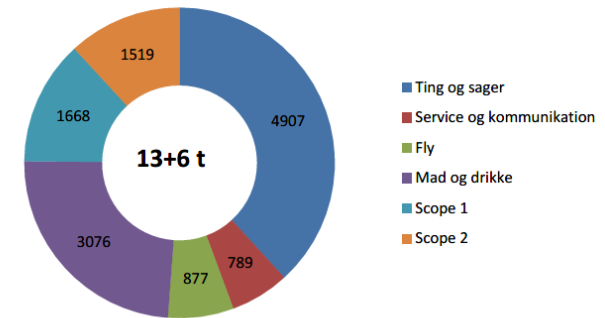
Italien og Sveriges energi forbrug



Men rejsen er først lige begyndt

- Status
 - **Håndværkere:** De behøver vi ikke bekymre os om – kan udfordres (waste)
 - **Entreprenører:** Mærker ift. styklister til sidst – udfordring Waste
 - **Rådgivere:** Manglende værktøjer til designfasen + koncepter for fx Farme
- Hvad kan de (producenterne) bidrage med
 - Defaultværdierne
 - Branche EPD for ventilationsaggregater
 - Branche EPD for ventilationskanaler
 - En lang række producentspecifikke EPD'er er ved at blive udarbejdet
 - Norge er ved at udvikle simpel generator (men tjek PCR'er)
 - Harmonisering igennem ECC TASK-FORCE
- Hvad kan i bidrage med:
 - Bryde med gængs vanetænkning - Vælge den rigtige løsning fra start
- For det gør en forskel – også hos den enkelte

Udledning Dansk



Udl. Christina

