

DTU

# Energiøkonomisk boligventilation

DTU Byg

**Toke Rammer Nielsen**  
**DTU Byg**

# DTU Byg

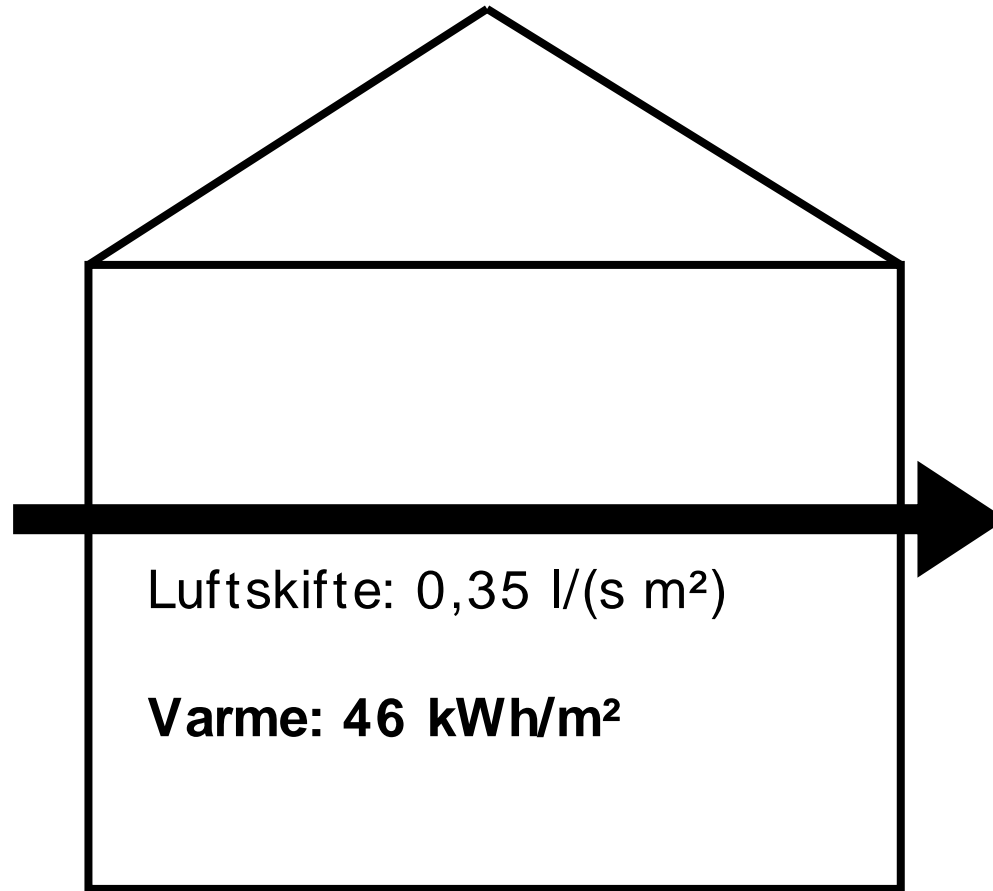
- **ca. 160 ansatte, ca. 100 er videnskabeligt personale**
- **Bygningsdesign**
- **Bygningskonstruktioner**
- **Byggematerialer**
- **Geoteknik**
- **Indeklima**
- **Bygningsfysik og Installationer**
  - Varme- og stoftransport i bygninger
  - Lavenergibygninger
  - Klimaskærm
  - Bygningsinstallationer
  - Solenergi

# Projekter

## Samarbejde med Teknologisk Institut og Ecovent

- **“Udvikling og optimering af et energieffektivt “straightner” ventilationsaggregat med integreret “chopper” varmeveksler”, EFP 2001-2002**
- **“Udvikling af energiøkonomisk løsning med varmegenvinding til boliger”, PSO 2003-2005**
- **“Udvikling af behovstyret ventilation til enfamiliehuse”, PSO 2007-2008**
  - Heri deltager også Trend Control Systems og Lindab

# Naturligt ventileret bolig



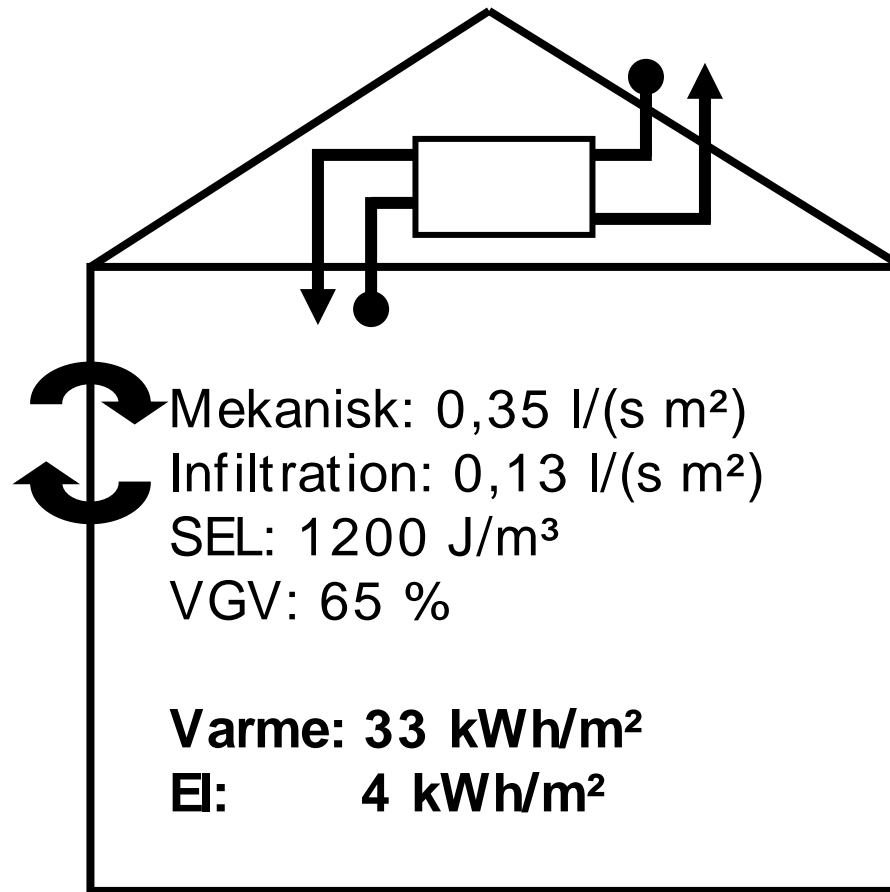
Energiramme: ca. 85 kWh/m<sup>2</sup>

Lavenergi klasse 2: ca. 60 kWh/m<sup>2</sup>

Lavenergi klasse 1: ca. 42 kWh/m<sup>2</sup>

# Mekanisk ventileret bolig

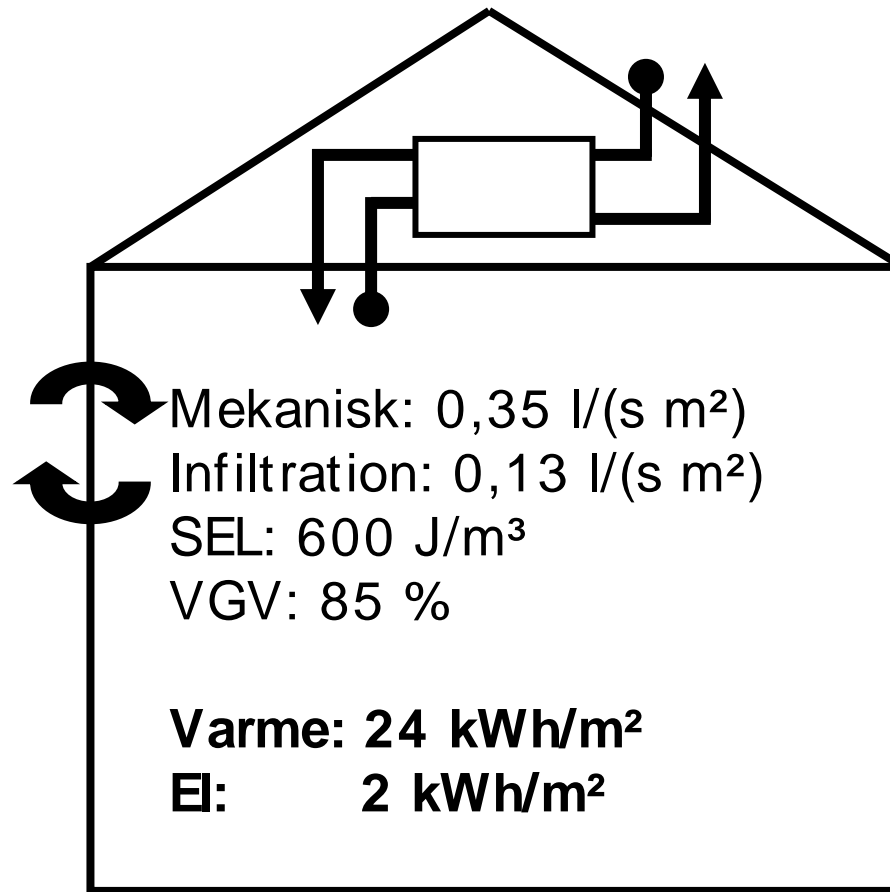
## BR Krav



Energiramme: ca.  $85 \text{ kWh}/\text{m}^2$   
Lavenergi klasse 2: ca.  $60 \text{ kWh}/\text{m}^2$   
Lavenergi klasse 1: ca.  $42 \text{ kWh}/\text{m}^2$

# Mekanisk ventileret bolig

## Opnået i projektet



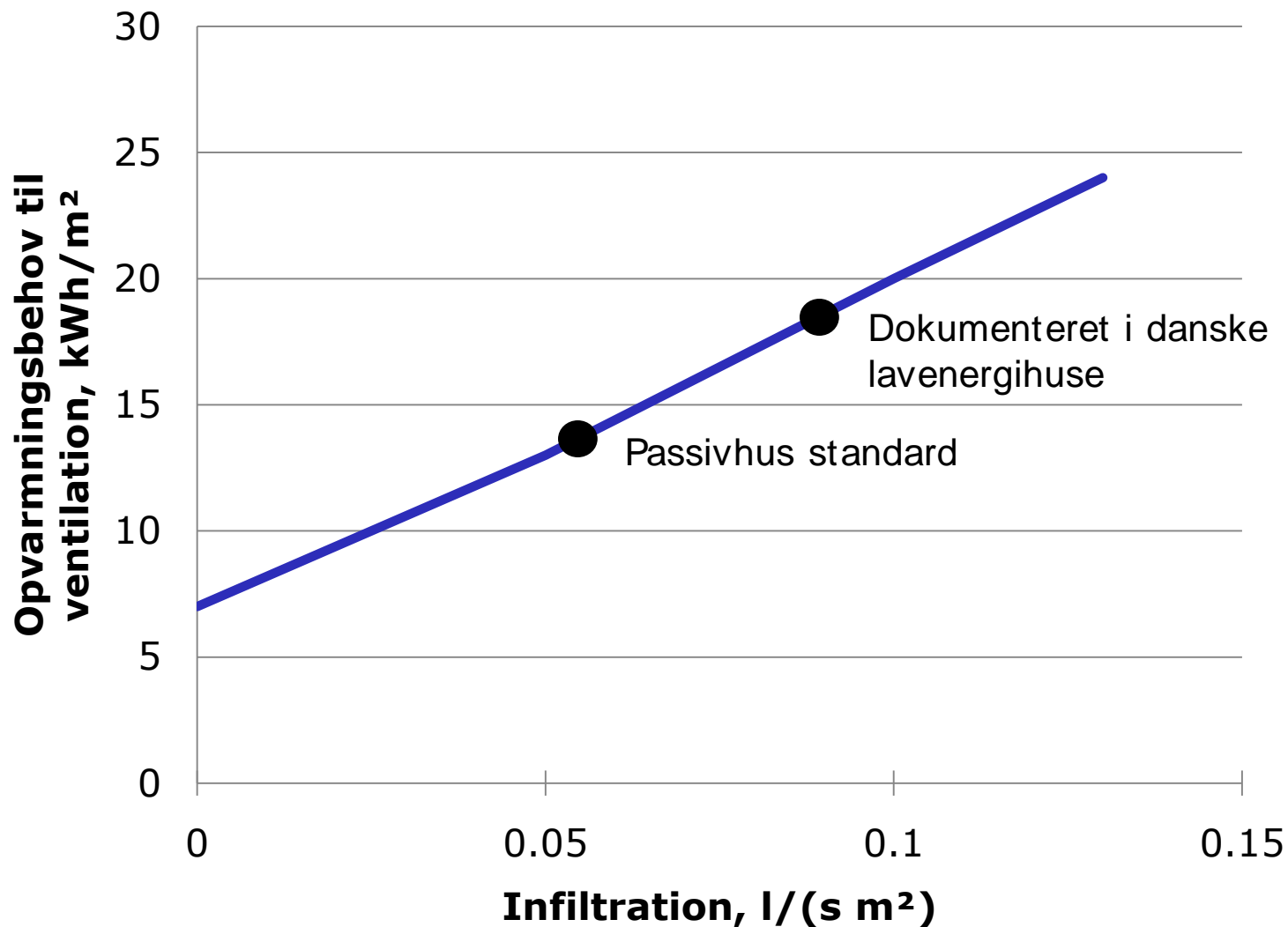
Energiramme: ca.  $85 \text{ kWh}/\text{m}^2$   
Lavenergi klasse 2: ca.  $60 \text{ kWh}/\text{m}^2$   
Lavenergi klasse 1: ca.  $42 \text{ kWh}/\text{m}^2$

# Energiforbrug til ventilation

## Enfamiliehuse

- **Varmeforbrug i husholdninger: 45,6 TWh**
- **Enfamilie- og rækkehuse: 240.000.000 m<sup>2</sup>**
- **(Etageboliger: 100.000.000 m<sup>2</sup>)**
- **Eksisterende enfamiliehuse, Naturlig ventilation**
  - Varme: 10,9 TWh
  - El: 0 TWh
  - CO<sub>2</sub>: 1.400.000 ton
- **Projektets resultat, Mekanisk**
  - Varme: 5,7 TWh
  - El: 0,44 TWh
  - CO<sub>2</sub>: 800.000 ton

# Tæthedens indflydelse på opvarmning til ventilation



Forudsætninger: SEL= 600  $J/m^3$  og VGV 85 %

# Udvikling af energiøkonomisk ventilationsløsning med varmegenvinding til boliger

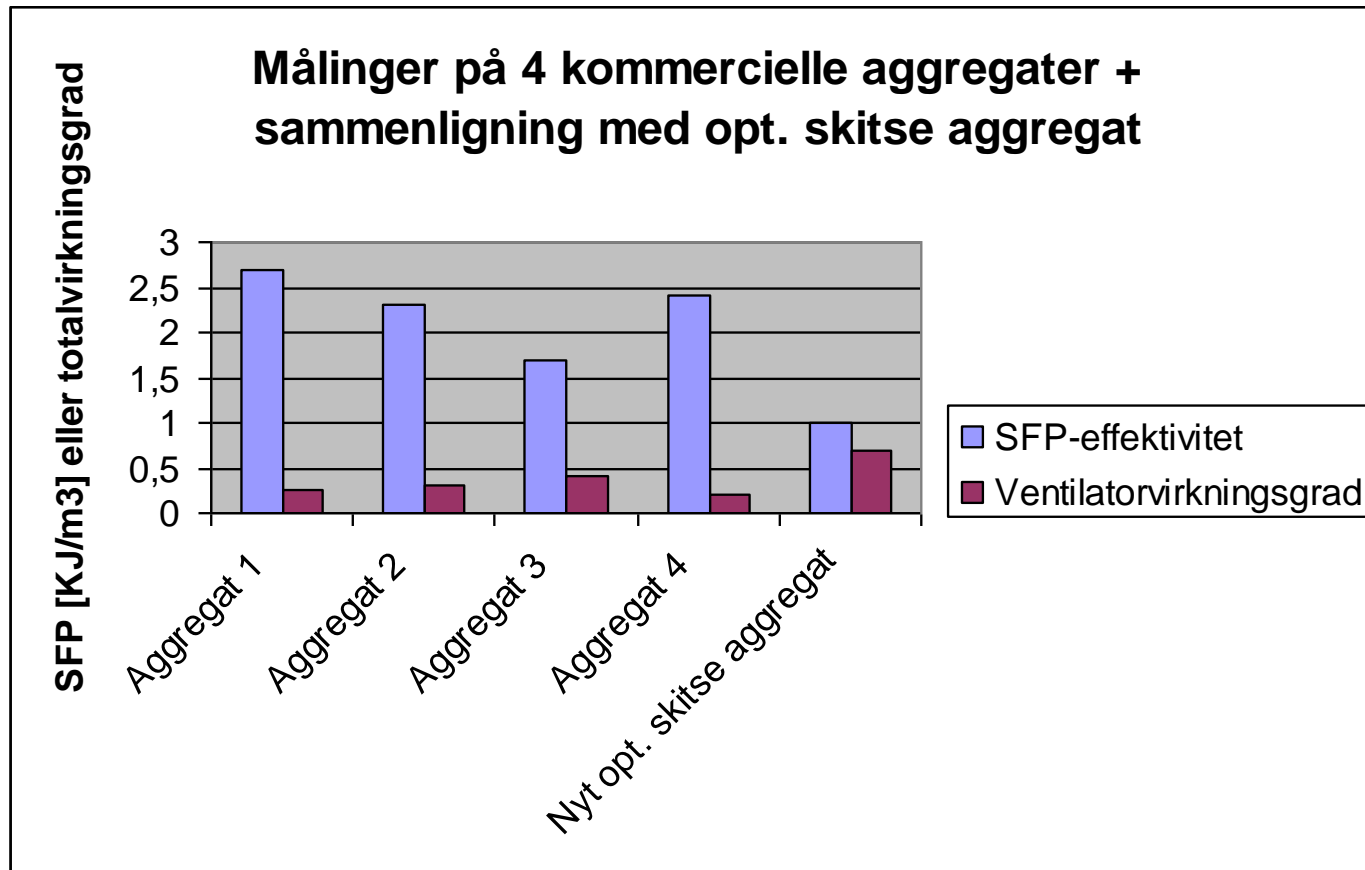
- **Finansiering: PSO-midler, ELFOR**
- **Afsluttet i 2005**
- **Parter:**
  - Teknologisk Institut
  - Danmarks Tekniske Universitet
  - Ecovent

# Målsætning

- **Udvikle energieffektivt ventilationssystem til boliger**
- **Specifikt elforbrug under 1000 J/m<sup>3</sup>**
- **Varmegenvindingseffektivitet på ca. 90 %**
- **Tryktab i varmeveksler under 50 Pa**
- **Kanalsystem med lavt varmetab**
- **Enfamiliehus på ca. 150 m<sup>2</sup> (160 m<sup>3</sup>/h)**

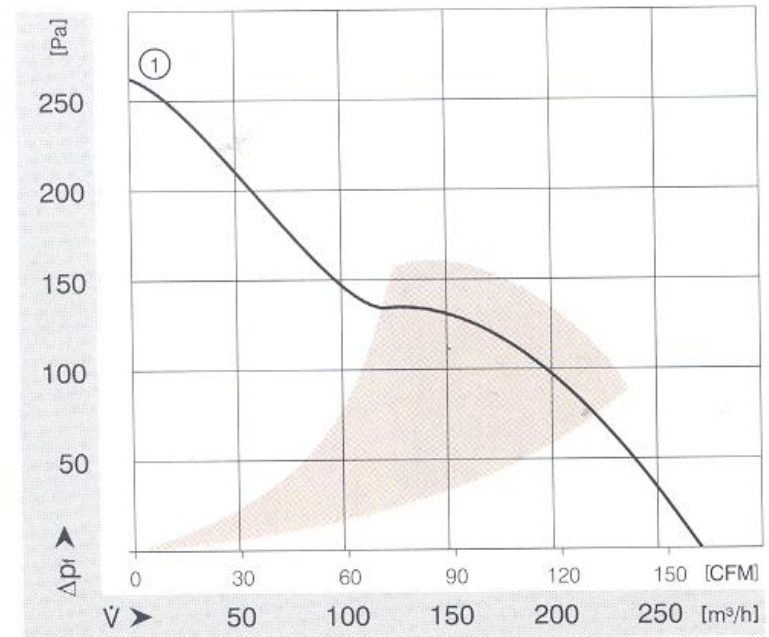
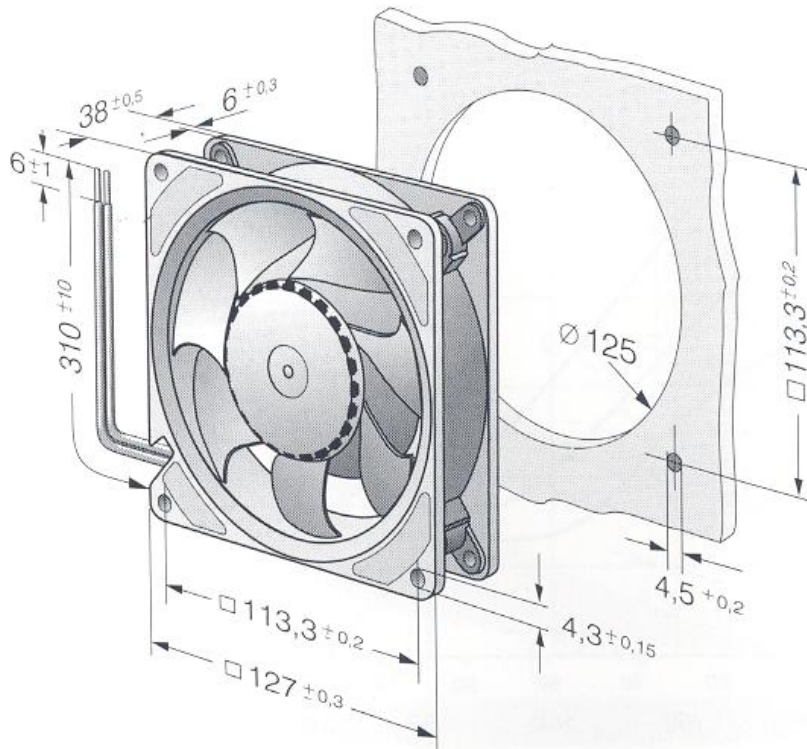


# Udvikling af aksialventilator

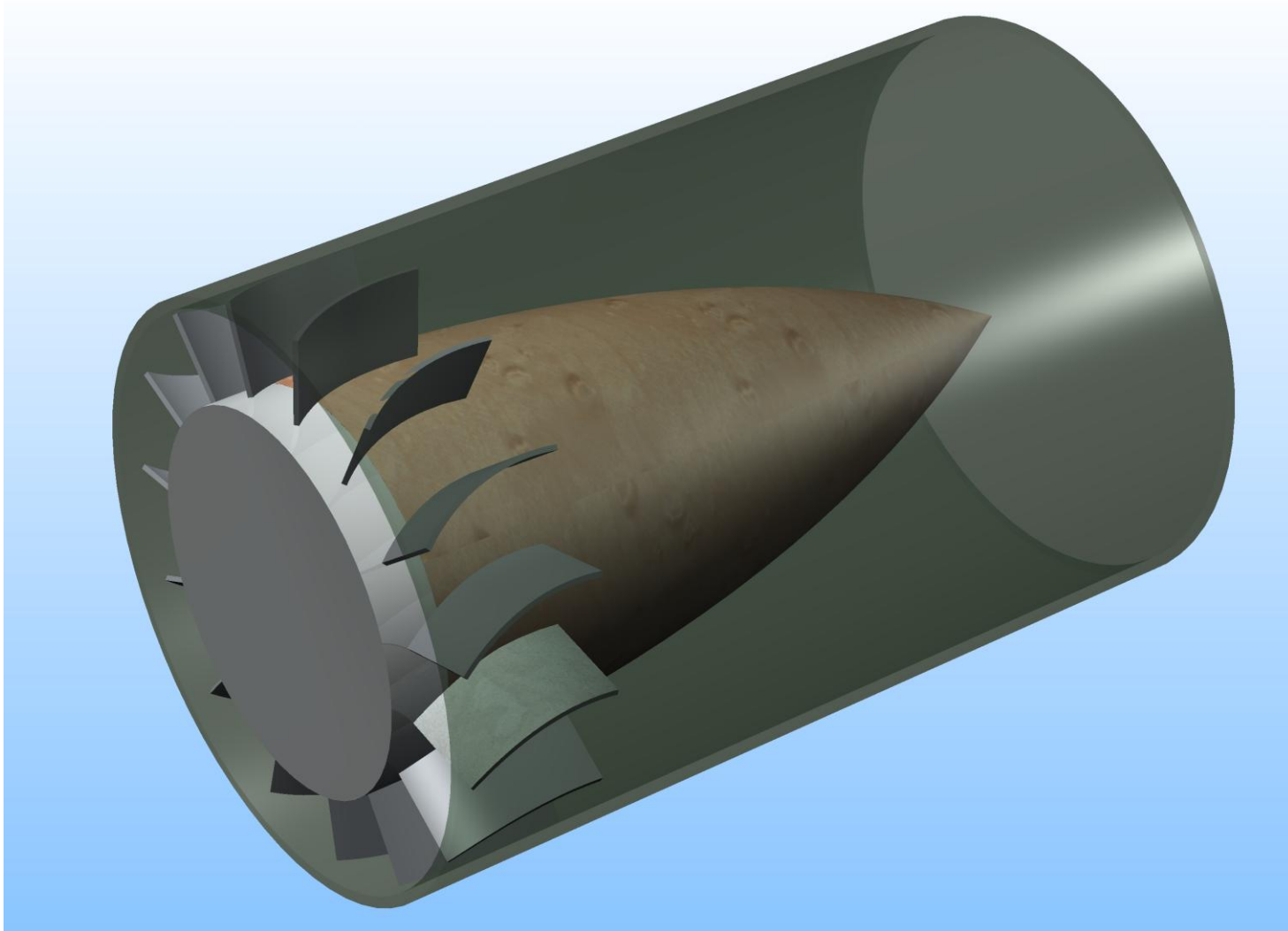


Status for markedet i 2002

# Udvikling af aksialventilator



# Udvikling af aksialventilator



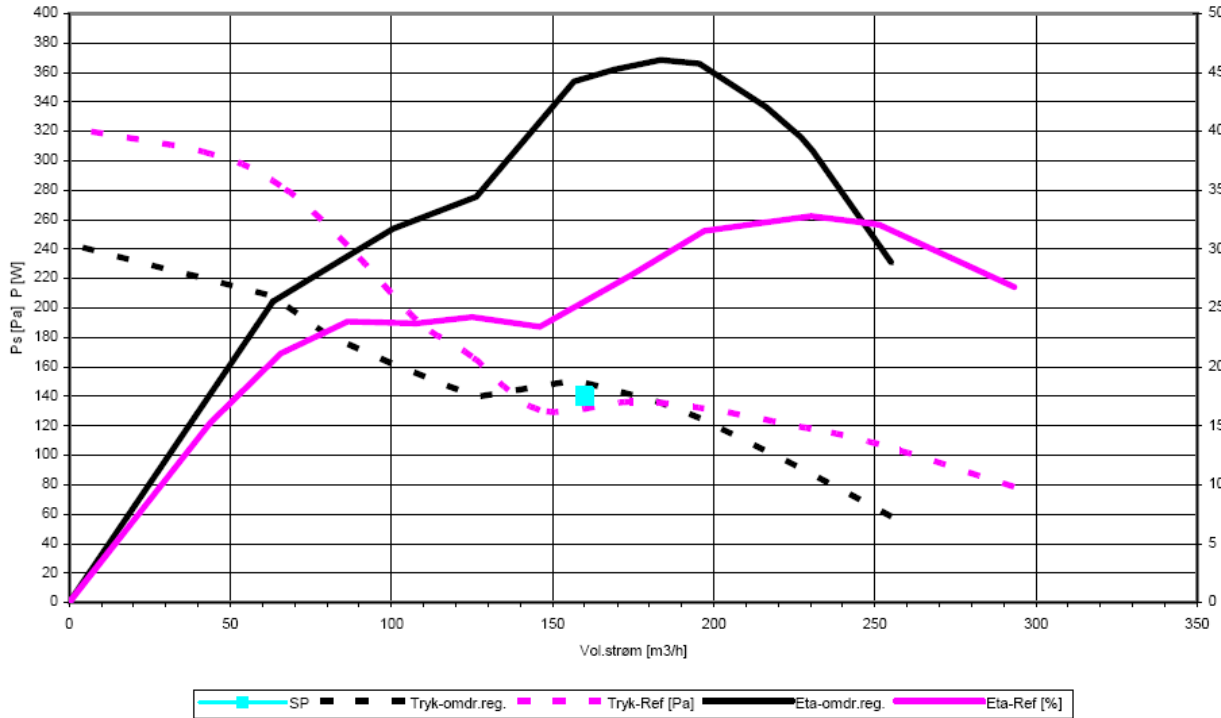
# Udvikling af aksialventilator



Totale effektivitet hævet fra 30 % til 48 %

# Udvikling af aksialventilator

Chopper, EBM aksial DV5218 48V, Stator 15 blade tætnet, Omdr.reg. (84% = 4300 o/min = 38V)



En stigning i totalvirkningsgraden fra 30% til 48%

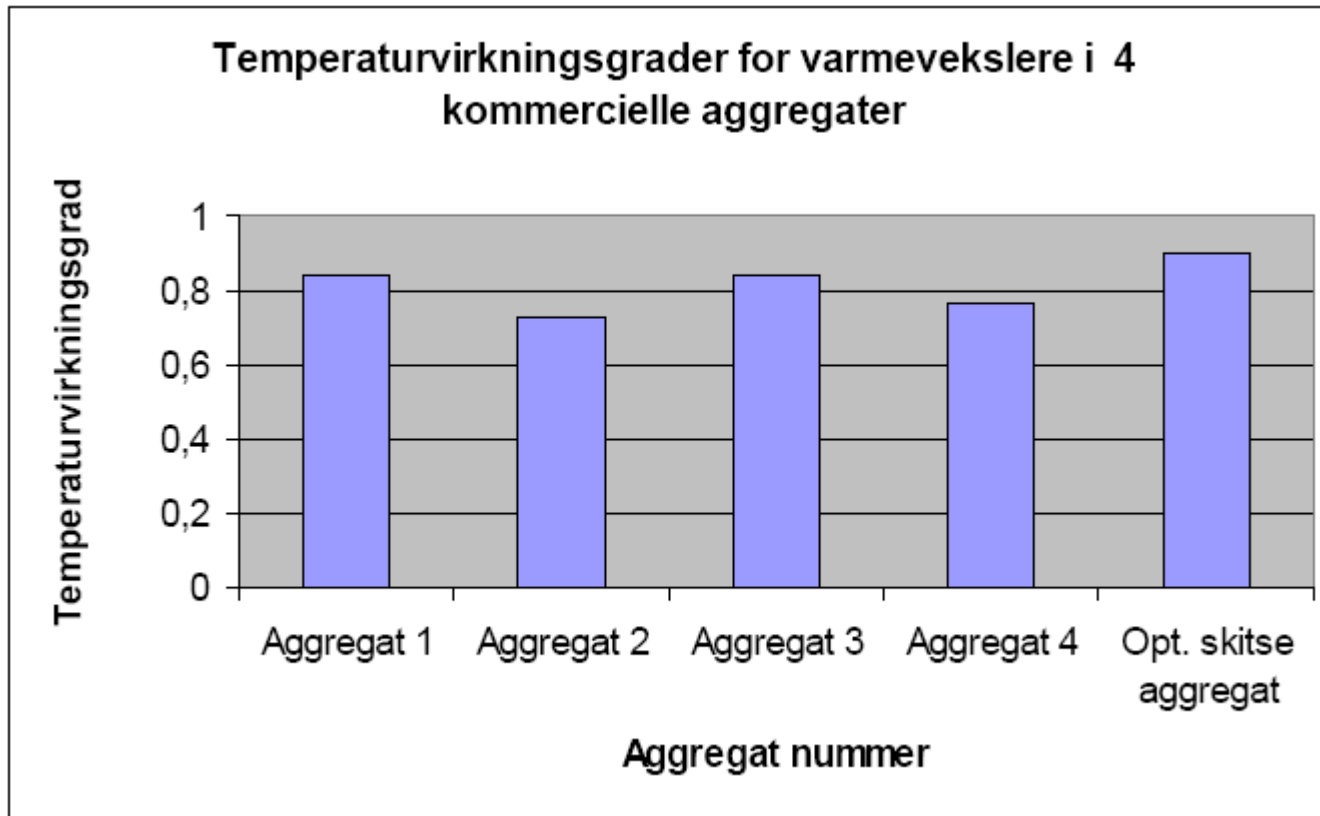
En stigning i ventilatorvirkningsgraden fra 37% til 60%

Omdrejningsreguleret til 84% rammer arbejdskurven det ønskede setpunkt (160 m3/h v. 140 Pa med maksimal totalvirkningsgrad 48%)

Sænket lydniveauet (der skal dog foretages yderligere foranstaltninger)

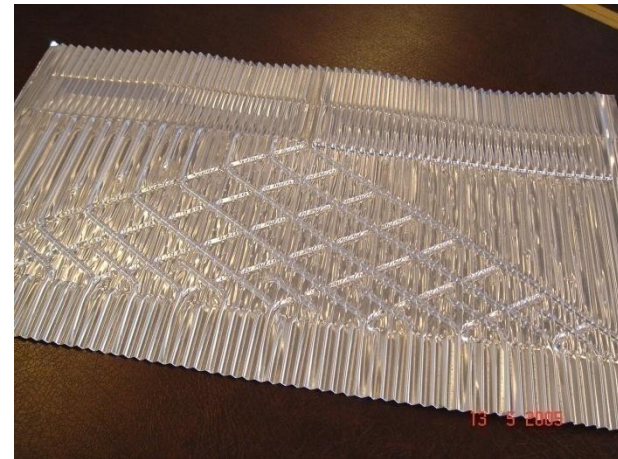
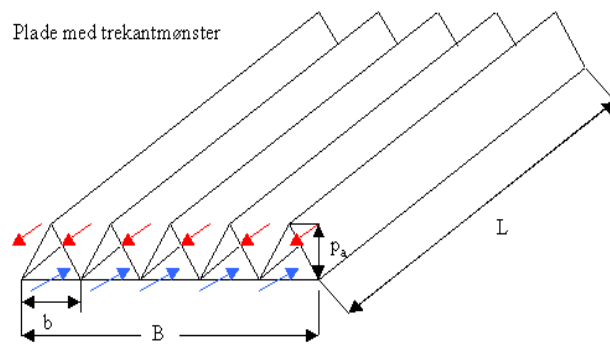
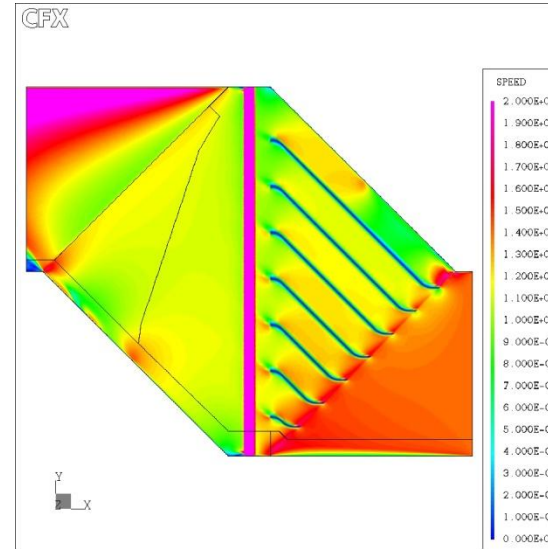
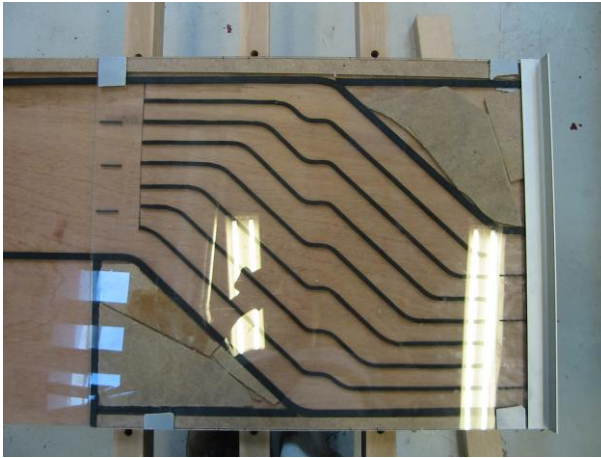
Maksimalt effektforbrug på 15 W (omdrejningsreguleret)

# Udvikling af varmeveksler

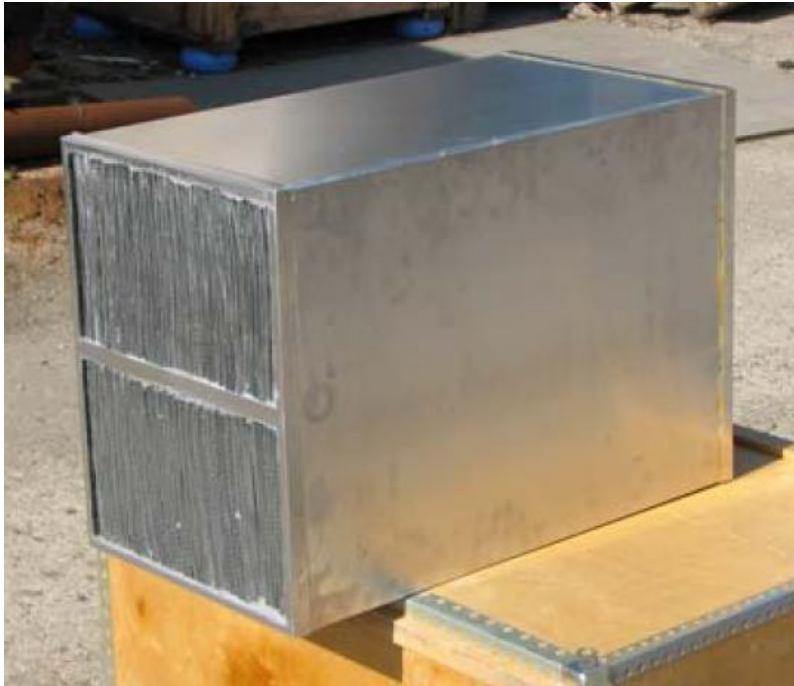


Status for markedet i 2002

# Udvikling af varmeveksler



# Udvikling af varmeveksler



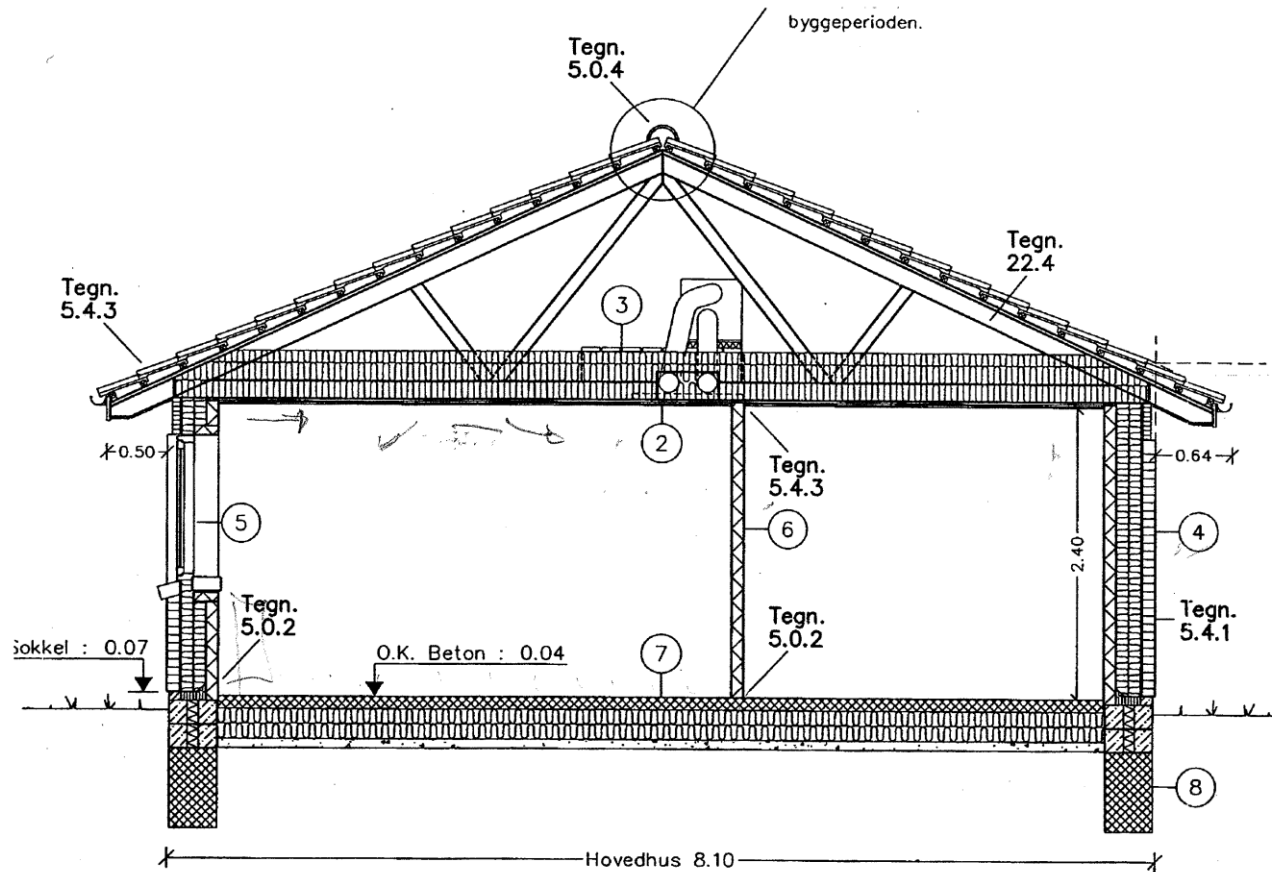
Virkningsgraden for den færdige prototype er målt til 85% ved 155 m<sup>3</sup>/h.

Tryktab i veksler på ca. 55 Pa ved 155 m<sup>3</sup>/h.

Fremstillet i metal aht. brandkrav

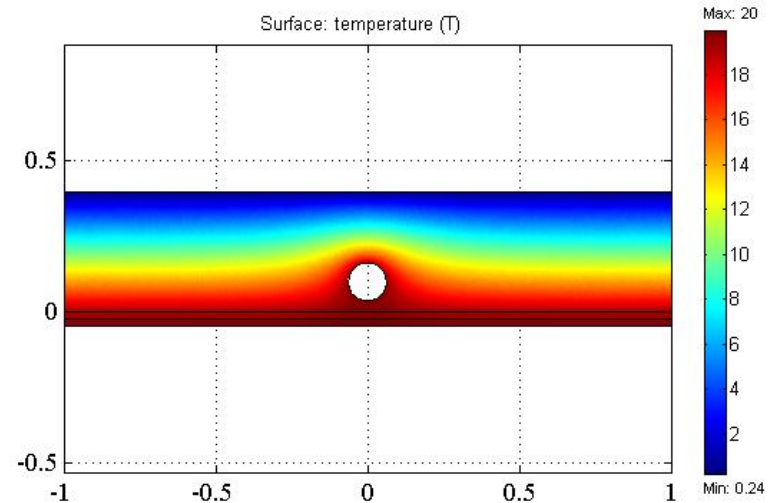
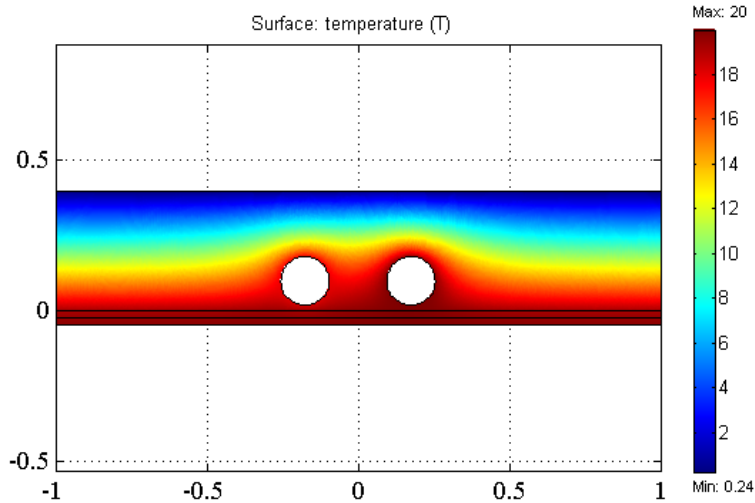
Coating af hensyn til Rengøring, kondens og tilisning

# Kanalsystem





# Kanalsystem



	Ekstra varmetab pga. kanaler			Samlet varmetab [kWh]
	Hoved retur+frem [W/m]	Fordeling retur [W/m]	Fordeling frem [W/m]	
Kanaler i tagrum med 50 mm isolering	10,5	4,2	3,5	1.252
Integrerede kanaler	0,4	0,05	0,05	32

# Resultater

- **30 % reduktion af varmebehov til mekanisk ventilation i forhold til BR krav**
- **50 % reduktion af elbehov til mekanisk ventilation i forhold til BR krav**
- **90 % reduktion af varmetab fra kanaler**

# Igangværende projekter

## Behovstyret boligventilation

- **Øget ventilation i brugstiden**
  - Bedre luftkvalitet
  - Større energiforbrug
- **Reduceret ventilation uden for brugstiden**
  - Reduceret energiforbrug
- **Reduktion af samlet luftstrøm med 20 % til 30 % uden forringelser i indeklimaet**

# Valg af energieffektivt ventilationsanlæg

- **Elsparefondens ventilationsberegner**
  - [http://www.elsparefonden.dk/partnere/ventilationsfirmaer/index\\_html](http://www.elsparefonden.dk/partnere/ventilationsfirmaer/index_html)
- **Dimensioneringsvejledning**
- **Installationsvejledning**
- **Checkliste**

↓ **Partnere**

- Partnerskab
- Kurveknækeraftale
- Elsparemærket
- Optagelseskrav for produkter
- Belysningsproducenter
- Hvidevare-butikker
- Professionelle hvidevarer
- It-producenter- og leverandører
- VVS-installatør
- Elspareudstyr
- Trådløs kommunikation
- Kontakt

## Find ventilationsanlæg

**Prøv ventilationsberegneren for huse. Alle anlæg overholder bygningsreglementets krav – både til ventilation og elforbrug**

### Bygningsdata

Når alle felterne er udfyldte, så klik på søg. Vælg derefter et anlæg, og få oplysninger, som du kan printe og tage med til installatøren.

### Sagsdata

Denne del er valgfri at udfylde. Ved at indtaste f.eks. sagsnummer og installatør på en sag bliver disse data tilføjet rapporten, som du kan udskrive.

### Bygningsdata

#### Alle felter skal udfyldes

Bruttoboligareal i m <sup>2</sup>	Rumhøjde i meter	Antal badeværelser
<input type="text" value="180"/>	<input type="text" value="2,5"/>	<input type="text" value="1"/>
Antal særskilte wc-rum	Antal køkkener	Antal bryggers- eller skabsrum med kontroludsug
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
Elpris i kr./kWh	Varmepris i kr./kWh	
<input type="text" value="1,8"/>	<input type="text" value="0,72"/>	
Søg <input type="button" value="→"/>		

### Sagsdata

#### Ikke påkrævet, kan udfyldes for at få oplysningerne på rapporten

Sagsreference	Oprettelsesdato
<input type="text"/>	<input type="text" value="27-02-2008"/>
Projekterende / installatør	Bygherre
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Firmaadresse	Firmatelefon
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Boligens adresse	
<input type="text"/>	

### Manualer og vejledninger til ventilationsberegneren

[Manual til ventilationsberegner](#)

[Checkliste til ventilationsberegner](#)

[Dimensioneringsvejledning til ventilationsberegner](#)

[Installationsvejledning til ventilationsberegner](#)

[Beregninger til ventilationsberegner](#)

### Sund bolig med ventilationssystem

[Hvordan kan du forbedre indeklimaet i din bolig? Få råd og vejledning.](#)

↓ [Partnere](#)

- [Partnerskab](#)
- [Kurveknækkeraftale](#)
- [Elsparemærket](#)
- **[Optagelseskrav for produkter](#)**
- [Belysningsproducenter](#)
- [Hvidevare-butikker](#)
- [Professionelle hvidevarer](#)
- [It-producenter- og leverandører](#)
- [VVS-installører](#)
- [Elspareudstyr](#)
- [Trådløs kommunikation](#)
- [Kontakt](#)

## Find ventilationsanlæg

**Prøv ventilationsberegneren for huse. Alle anlæg overholder bygningsreglementets krav – både til ventilation og elforbrug**

### Bygningsdata

Når alle felterne er udfyldte, så klik på søg. Vælg derefter et anlæg, og få oplysninger, som du kan printe og tage med til installatøren.

### Sagsdata

Denne del er valgfri at udfylde. Ved at indtaste f.eks. sagsnummer og installatør på en sag bliver disse data tilføjet rapporten, som du kan udskrive.

### Der er fundet 9 kombinationer af ventilationsanlæg og kanalsystemer.

Model	Mindste hovedkanaldimension [mm]	Energibesparelse [kr./år]
<a href="#">Lindab</a> LVAM300	200	4386
<a href="#">Nilan</a> Comfort 300	200	4386
<a href="#">EcoVent</a> L400	200	4250
<a href="#">EcoVent</a> L400	200	4028
<a href="#">Øland Flexit</a> S4 R EC-f7	200	3861
<a href="#">Øland Flexit</a> S4 R EC-f7	200	3680
<a href="#">Genvex</a> GE ENERGY 2	200	3517
<a href="#">Øland Flexit</a> SL4 R EC-f7	200	3420
<a href="#">Genvex</a> GE ENERGY 1	200	3401

## Manualer og vejledninger til ventilationsberegneren

[Manual til ventilationsberegner](#)

[Checkliste til ventilationsberegner](#)

[Dimensioneringsvejledning til ventilationsberegner](#)

[Installationsvejledning til ventilationsberegner](#)

[Beregninger til ventilationsberegner](#)

## Sund bolig med ventilationssystem

[Hvordan kan du forbedre indeklimaet i din bolig? Få råd og vejledning.](#)

## Bygning

Adresse:			
Boligareal:	180 m <sup>2</sup>	Rumhøjde:	2,5 m
Antal badeværelser:	1	Antal køkkener:	1
Antal særskilte WC-rum:	1		
Antal Bryggers-eller skabsrum med kontroludsug:		1	
Antal luftskifte per time:	n = 0,5 gange		

## Anlægsdata

Fabrikat:	Lindab	Type:	LVAM300
Automatiktype:		Leverandør:	exb-01

## Energioøgetal

Varmeforbrug i samme bygning uden mekanisk ventilationsanlæg:	8125 kWh/år
Tilsvarende energjudgift (Varme: 0,72 kr./kWh):	5850 kr./år
Varmeforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	929 kWh/år
Elforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	441 kWh/år
Vægtet energiforbrug (varmeforbrug + 2,5 x elforbrug):	2033 kWh/år
Notat: Vægtet energiforbrug er proportional med anlæggets CO2 belastning iht. Energistyrelsens anvisning.	
Tilsvarende energjudgift (El:1,8 kr./kWh og varme:0,72 kr./kWh):	1463 kr./år
Beregnet besparelse i forhold til varmeforbrug med mekanisk ventilationanlæg:	4386 kr./år
SEL=SFP faktor:	806 W/m <sup>3</sup> /s
Luftstrøm:	225 m <sup>3</sup> /h

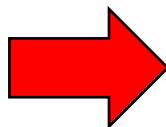
Tør temperaturvirkningsgrad, varmeveksler: 88,6% ved balanceret ventilation og uden udkondensation af fugt.

### Elparefondens anbefaling forudsætter at følgende kanaltrykstabs-krav er overholdt i det anbefalede anlæg.

Maksimalt tilladt tryktab af kanalsystem:	70 Pascal (= trykdif. over korresponderende studse)
Vejlende maksimal tilladt kanalhastighed:	2 m/s
Vejlende største diameter af hovedkanal:	200 mm

### Input til Be06 beregningen af bygningens energiramme:

Bygningens areal:	180 m <sup>2</sup>	SEL=SFP faktor:	806 W/m <sup>3</sup> /s
qm, vinter og sommer:	0,347 l/s/m <sup>2</sup>	η, tør varmegenvinding:	0,89



# LavEByg

- **LavEByg er et "højteknologisk netværk" og støttes økonomisk af Forsknings- og Innovationsstyrelsen**
- **LavEByg's overordnede formål er at stimulere til samarbejde i byggebranchen om udvikling lavenergiløsninger på bygningsområdet**
- **LavEByg er åbent for nye deltagere, der ønsker at deltage aktivt i udviklingen af integrerede lavenergiløsninger !**
- **Kontaktperson: Henrik Tommerup ([hmt@byg.dtu.dk](mailto:hmt@byg.dtu.dk))**  
**Webseite: [www.lavebyg.dk](http://www.lavebyg.dk)**

DTU

**Spørgsmål ?**

**Toke Rammer Nielsen**  
**DTU Byg**

**[trn@byg.dtu.dk](mailto:trn@byg.dtu.dk)**