UDVIKLING AF METODE TIL KLASSIFICERING AF ENERGIEFFEKTIVISERINGSFORSLAG
Brugervejledning

September 2014

Søren Draborg / Claus M. Hvenegaard **Teknologisk Institut**

Forord

Denne brugervejledning anvendes i forbindelse med edb-værktøjet til klassificering af energibesparelser, som er udviklet i forbindelse med forskningsprojektet bevilget under ELFORSK 2010 administreret af Dansk Energi: ***342-015 – Udvikling af metode til klassificering af energibesparelser.***

Udviklingen af værktøjet er sket i tæt samarbejde med en arbejdsgiver- og brancheforening inden for vvs-, smede- og maskinvirksomheder, en rådgivningsvirksomhed inden for driftsoptimering, vedligehold og energi, et energirådgivningsfirma og en maskinmesterskole repræsenteret ved:

DS Håndværk & Industri – Ove Folmer Jensen, Jørgen Bjerg
Energitjenesten – Marianne Bender, Claus H. Jacobsen
Kuben Management – Andreas Vinner, Martin Dam Wied
Fredericia Maskinmesterskole – Lars Søgaard

Indholdsfortegnelse

Side

1 INDLEDNING 5

1.1 Opbygning af brugervejledningen 5

2 FORMÅL MED VÆRKTØJET 5

3 BRUG AF VÆRKTØJET 6

3.1 Excel indstillinger 6

3.2 Introduktion 7

3.3 Udskrift 7

3.4 Resultat 8

3.5 Data 9

3.6 Mindre bygninger - små anlæg 11
3.6.1 Fjernvarmeanlæg 11
3.6.2 Oliekedel 12
3.6.3 Gaskedel 13
3.6.4 Varmepumpe 14
3.6.5 Træpillefyr 15

3.7 Store anlæg 16
3.7.1 Olie- og gaskedel 16
3.7.2 Varmepumpe 18
3.7.3 Kedel til træflis og træpiller 18

3.8 Klimaskærm 19

3.9 Rørsystem 20

3.10 Styring 22

3.11 Solvarme 22

3.12 Ventilation 23
3.12.1 Ventilation - varme 23
3.12.2 Ventilation - el 24

3.13 Køling 26

3.14 Pumper 28

3.14.1 Pumper – en-familiebolig 28
3.14.2 Pumper – større bygninger 28

3.15 Belysning 29

3.16 Solcelleanlæg 30

4 EKSEMPLER PÅ BRUG AF VÆRKTØJET 31

4.1 Enfamiliehus 31

4.2 Større bygning - administrationsbygning 35

4.3 Større bygning - etagebolig 40

1 Indledning

Målgruppen for klassificeringsværktøjet er håndværkere i bred forstand, der gennem deres nuværende arbejde kommer i kontakt med kunder, som har energiforbrugende anlæg og dermed muligheder for energibesparelser.

Da det er hensigten at beregningen fra klassificeringsværktøjet skal være så præcis, at den kan danne grundlag for en aftale med et energiselskab om indberetningsretten, er det nødvendigt at håndværkeren er i stand til at foretage nogle simple registreringer og målinger, som skal bruges som inddata i værktøjet. Hvis beregningerne udelukkende er baseret på erfaringstal og generelle retningslinjer er de ikke tilstrækkelig præcise til at sikre energiselskabet den krævede dokumentation. Det betyder, at det i forbindelse med brugen af klassificeringsværktøjet forudsættes at håndværkerne har en vis teknisk indsigt, så de er i stand til at foretage de registreringer/målinger, der er nødvendige i forbindelse med den aktuelle teknologi. Der vil i de fleste tilfælde være tale om registrering af det eksisterende driftsmønster, måling/registrering af energiforbrug samt en kortlægning af det system, hvori det givne anlæg er placeret. For de typer anlæg hvor der skal måles værdier forudsættes det, at håndværkeren er i besiddelse af det nødvendige måleudstyr, og har de nødvendige forudsætninger for at kunne benytte det.

Vejledningen er udarbejdet af Teknologisk Institut for midler fra Energiselskabernes F&U-program ELFORSK.

1.1 Opbygning af brugervejledningen

Brugervejledningen er opbygget i 3 sektioner:

- Kapitel 2 - formålet med værktøjet
- Kapitel 3 - beskriver brugen af værktøjet. Der gives vejledning i hvilke værdier der skal tastes ind og hvorfor (hvad de skal bruges til) og hvad der eventuelt kan udelades. Der er forklaringer til de enkelte skærmbilleder, underskærmbilleder og bokse. Endelig beskrives værktøjets muligheder, begrænsninger m.m. nærmere
- Kapitel 4, eksempler på brug

2 Formål med værktøjet

Projektets formål er at få håndværkerne til i højere grad at medtage energieffektivitet som et salgsargument over for deres kunder. Herved bør håndværkerne kunne opnå et mersalg, hvilket er motivationen for håndværkerne til at bruge værktøjet. Ved at bruge værktøjet skal håndværkeren kunne vurdere og præsentere forslagenes totale rentabilitet. I værktøjet skal man kunne sammensætte forslag for energi- og driftsoptimering for herved at opnå en større samlet økonomisk besparelse. Værktøjet skal hjælpe håndværkeren til at kunne prioritere mellem energibesparelsesmulighederne, så mulighederne med bedst rentabilitet gennemføres først, men også så muligheder med dårligere rentabilitet kan "trækkes" med ind i et større projekt hvor flere muligheder gennemføres samtidig. Derfor skal værktøjet kunne beregne den samlede energibesparelse i de tilfælde hvor der gennemføres flere muligheder samtidig, som er indbyrdes afhængige.

Det har været hensigten at gøre klassificeringsværktøjet så præcist, at beregningerne kan danne grundlag for en aftale med et energiselskab om indberetningsretten. Derfor er det en forudsætning for brugen af klassificeringsværktøjet at håndværkerne kan udføre visse simple registreringer og målinger for at sikre tilstrækkelig præcision i beregningerne. Endelig er klassificeringsværktøjet udviklet så resultatet fra beregningerne kan udskrives. Derved kan det fungere som dokumentation for energibesparelsen, der kan vedlægges tilbud fra håndværkerne på gennemførelsen af det energibesparende projekt.

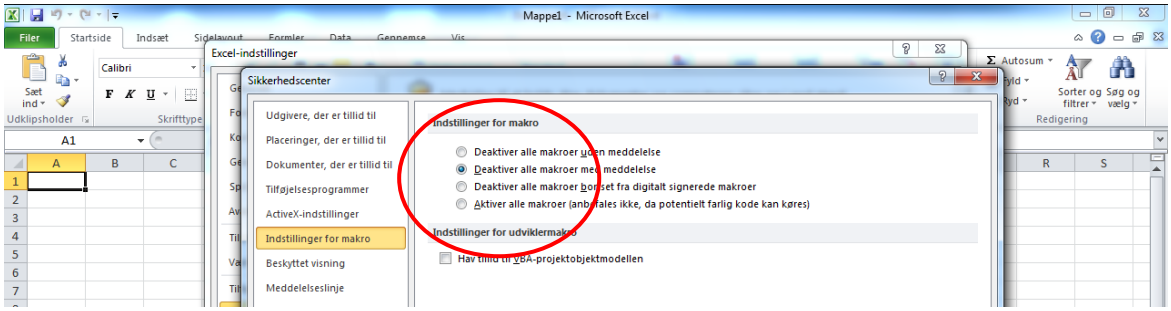
3 Brug af værktøjet

Værktøjet er låst i alle felter undtagen felterne, hvor der skal foretages indtastninger. Indtastningsfelterne er grønne, mens resultatfelterne er gule. Hvis der er indtastes en værdi der afviger fra meget fra det forventede giver værktøjet en fejlmeddelelse for at sikre korrekte inddata.

3.1 Excel indstillinger

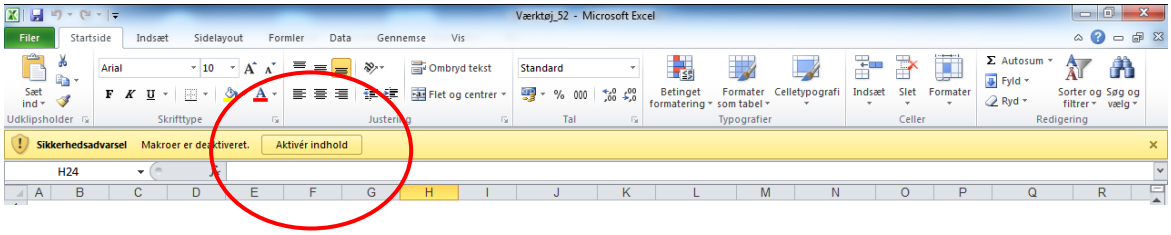
Da der benyttes en række makroer i værktøjet, er det vigtigt at indstillingerne vedrørende brug af makroer er indstillet korrekt, så værktøjet kan udføre beregningerne.

I Excel skal man gøre brug af følgende menuer: "Filer – Indstillinger – Sikkerhedscenter – Indstillinger for sikkerhedscenter – Indstillinger for makro – Deaktiver alle makroer med meddelelse" og trykke OK til det, se figur 3.1.



Figur 3.1 Indstilling af makroer

Når værktøjet åbnes mødes brugeren af nedenstående sikkerhedsadvarsel. Det er vigtigt at du klikker på "Aktivér indhold", da makroerne i værktøjet ellers ikke vil blive aktiveret og programmet ikke vil fungere.



Figur 3.2 Sikkerhedsadvarsel

3.2 Introduktion

Det første faneblad indeholder en lille introduktion til værktøjet. I figur 3.3 ses indholdet i introduktionen.

Introduktion

Dette beregningsværktøj er udviklet som en del af Elforsk projektet "Klassificering af energibesparelser" som hjælp til at estimere energibesparelserne ved forskellige tiltag for bygningsinstallationer. Værktøjet er målrettet håndværksvirksomheder

De teknologier som det er valgt at klassificeringsværktøjet skal kunne håndtere er gruppen af såkaldte standardteknologier, som er:

1. Varmeanlæg
2. Belysning
3. Pumpning
4. Ventilation
5. Køling (luftkonditionering)

Klassificeringsværktøjet kan derimod ikke anvendes i forbindelse med specielle anvendelser som f.eks. tørreanlæg, ekstrudere og destillationsanlæg, da de mere specielle anlæg ofte er udrustet til den givne anvendelse og normalt serviceres af udstyrsleverandøren og ikke håndværkere i traditionel forstand.

Præsentationen af klassifikationen af de enkeltstående energibesparelsesmuligheder samt den samlede løsning sker ved at vise forslagenes tilbagebetalingstid som enten grøn, gul eller rød efter deres rentabilitet:

Grøn - forslag der har en god rentabilitet
Gul - forslag med en rentabilitet der ligger på vippen
Rød - forslag med lav rentabilitet der kan udelukkes i første omgang

Da det er hensigten at beregningerne skal være så præcise, at de kan danne grundlag for en aftale med et energiselskab om indberetningsretten, er det nødvendigt at brugeren er i stand til at foretage nogle simple registreringer og målinger. Det betyder, at det i forbindelse med brugen af værktøjet forudsættes at brugeren har en vis teknisk indsigt, og at brugeren er i besiddelse af nødvendigt måleudstyr i forhold til de indtastninger der skal ske for de enkelte teknologier.

Indtastninger
Indtastningsfelterne har grøn baggrund
Resultatfelter har gul baggrund
Drop down'menuerne har hvid baggrund

De fleste indtastninger valideres så det ikke er muligt at indtaste urealistiske værdier.

Resultater
Resultaterne fra beregningerne er samlet på arket "Resultat" og kan udskrives ved at klikke på "print""knappen.

Brugervejledning
Der er udarbejdet en brugervejledning, der informerer om brugen af værktøjet, se www.???.dk\bruger????.

ELFORSK

Figur 3.3 Introduktion

3.3 Udskrift

Det andet faneblad indeholder udskrifter fra værktøjet. Der er mulighed for at foretage henholdsvis udskrift for ”små bygninger” og udskrift for ”store bygninger”. Udskriften foretages ved at klikke på knappen ”Print” i fanebladet ”Resultat”.

Udskriften indeholder, som det ses i figur 3.4, stamdata for kunden og information om hvem der har udført gennemgangen af bygningen.

Udskriften indeholder endvidere en klassificering af energibesparelserne samt data vedrørende de enkelte besparelsestiltag (besparelser i kr., investeringerne, tilbagebetalingstiderne og nutidsværdierne).

Navn	
Adresse	
Postnr. og by	
Telefon	
Mail	
Dato for besøg	
Udført af	
Firma	

Klassificering af energibesparelser	5,3	Nutidsværdi	329888

Små bygninger

Udskiftning af varmeproducerende enhed	Besparelse [kr.]	Investering [kr.]	TBT [år]	NU [kr.]
Udskifting af ældre fjernvarmeanlæg til nyt anlæg				
Udskiftning af oliekedel til ny oliekedel	11.272	40.000	3,5	177.791
Udskiftning af oliekedel til fjernvarmeunit				

Figur 3.4 Udskrift

3.4 Resultat

I det tredje faneblad "Resultat" ses en oversigt over energibesparelsen i kWh og i kroner for det enkelte tiltag. Du skal selv indtaste investeringen for de enkelte tiltag, hvorefter tilbagebetalingstiden og nutidsværdien bliver beregnet.

På baggrund af dette foretages (beregnes) en klassificering af energibesparelserne. Klassificeringen beregnes som en simpel tilbagebetalingstid (investering divideret med besparelse i kroner), hvor tilskuddet (salget af indberetningsretten) fra energiselskabet er fratrukket investering. Besparelsen er den totale netto drifts- og vedligeholdelsesbesparelse inklusiv energi, vedligehold og reservedele for det enkelte tiltag.

Hvis klassificeringen er grøn, har energibesparelserne samlet set en god rentabilitet. Hvis klassificeringen er gul, ligger energibesparelserne samlet set på vippen. Hvis klassificeringen er rød kan forslagene samlet set udelukkes i første omgang.

I figur 3.5 ses et uddrag af oversigten. Oversigten indeholder til sidst en samlet energibesparelse (ses ikke i figur 3.5). Denne samlede energibesparelse er ikke summen af de enkelte besparelsestiltag, men en beregnet energibesparelse, der tager hensyn til at den varmeproducerende enheds årsnyttevirkning ændres, når der gennemføres energibesparende tiltag.

Klassificering af energibesparelser	5,3	Nutidsværdi	329888	Print			
Små bygninger							
Udskiftning af varmeproducerende enhed		**Besparelse [kWh]**		**Besparelse [kr.]**	**Investering [kr.]**	**TBT [år]**	**NU [kr.]**
☐	Udskifting af ældre fjernvarmeanlæg til nyt anlæg						
☑	Udskiftning af oliekedel til ny oliekedel	10.647		11.272	40.000	3,5	177.791
☐	Udskiftning af oliekedel til fjernvarmeunit						
☐	Udskiftning af oliekedel til ny gaskedel						
☐	Udskiftning af oliekedel til varmepumpe						
☐	Udskiftning af oliekedel til træpillekedel						
☐	Udskiftning af gaskedel til ny gaskedel						
☐	Udskiftning af gaskedel til varmepumpe						
☐	Udskiftning af gaskedel til træpillekedel						
Klimaskærm		**Besparelse [kWh]**					
☐	Efterisolering af ydervægge						
☐	Efterisolering af gulve						
☐	Efterisolering af tage/lofter						
☐	Efterisolering af tagremme						
☐	Efterisolering af skråvægge						
☐	Efterisolering af skunkvægge						
☐	Efterisolering af skunkgulve						
☐	Udskiftning af vinduer						
Isolering		**Besparelse [kWh]**					
☑	Isolering af centralvarmeledninger - fremløb	1.096		1.096	4.000	3,7	32.558
☑	Isolering af centralvarmeledninger - retur	811		811	4.000	4,9	23.063

Figur 3.5 Resultat

3.5 Data

I det fjerde faneblad "Data" indtastes, som det ses i figur 3.6, først kundens stamdata og oplysninger om hvem der har udført gennemgangen af bygningen.

Navn		Udført af	
Adresse		Firma	
Postnr. og by			
Telefon			
Mail			
Dato for besøg			

Figur 3.6 Stamdata

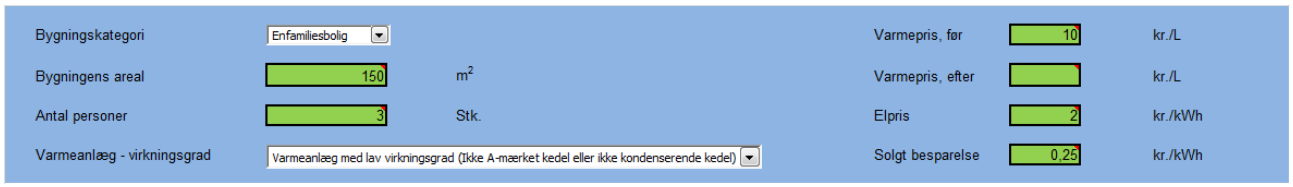
Det næste der skal indtastes er, som det ses i figur 3.7, data vedrørende bygningen. Der skal først vælges en bygningskategori. Der kan vælges mellem en en-familiebolig (lille bygning) og fire forskellige større bygninger (etagebolig, døgninstitution, administration og skole). Dette valg har betydning for, hvilket varmeanlæg der senere kan regnes på. Vælges der en en-familiebolig, kan (skal) der regnes på små varmeanlæg i fanebladet "Små anlæg" og vælges der en større bygning, kan (skal) der regnes på store varmeanlæg i fanebladet "Store kedler".

Værktøjet kan pt. ikke regne på udskiftning af store kedler til varmepumper eller træpillefyr, men disse muligheder implementeres senere.

Bygningens areal og antallet af personer skal også indtastes, og der skal vælges om varmeanlægget er med høj eller lav virkningsgrad. Dette valg får kun betydning, hvis der vælges et solvarmeanlæg, da besparelsespotentialet afhænger af varmeanlæggets virkningsgrad.

Desuden skal der indtastes en varmepris før og efter implementeringen af de energibesparende tiltag. Det er kun nødvendigt at indtaste en varmepris "efter", hvis varmeforsyningen er ændret, f.eks. hvis en oliekedel er udskiftet til et fjernvarmeanlæg. Der skal endvidere indtastes en elpris.

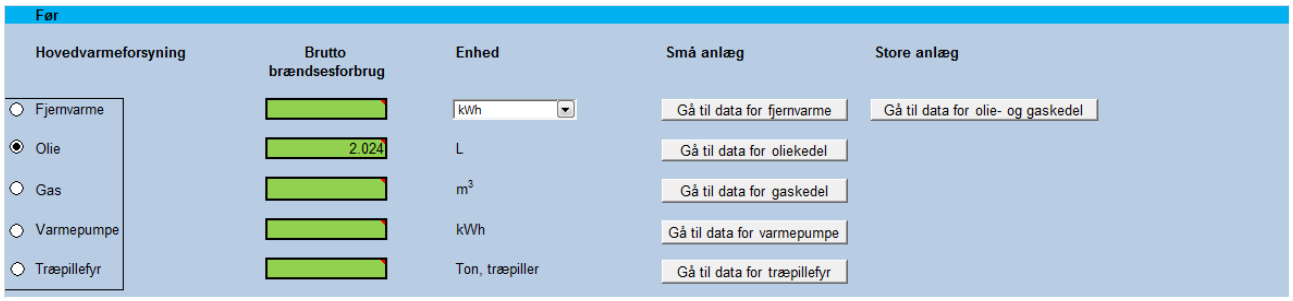
Endelig skal der indtastes en pris pr. kWh solgt energibesparelse, hvis kunden ønsker at sælge indberetningsretten til et energiselskab.



Figur 3.7 Oplysninger vedr. bygning, antal personer, priser m.m.

Der skal herefter, som det ses i figur 3.8, vælges en hovedvarmeforsyning og indtastes et brutto brændselsforbrug. Det er vigtigt at bruttobrændselsforbruget indtastes ud for den valgte hovedvarmeforsyning.

Når bruttobrændselsforbruget er indtastet skal man, afhængig af hvilken bygningskategori og forsyningsform der er valgt, gå til data for varmeanlægget (se endvidere afsnit 3.5 og 3.6).



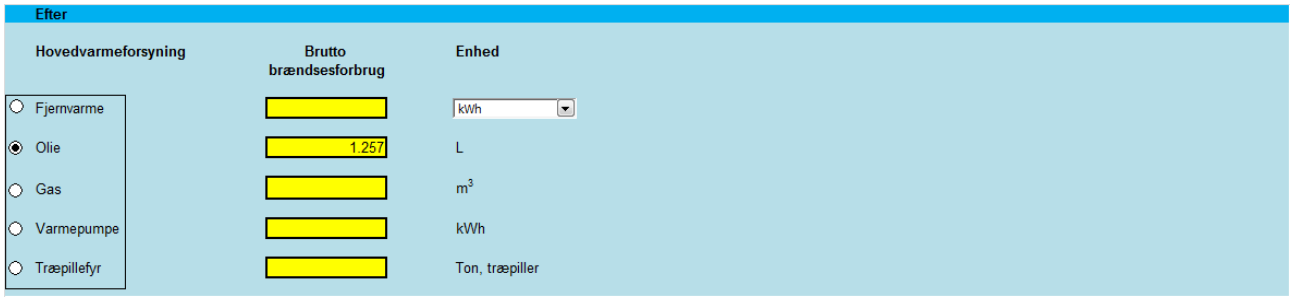
Figur 3.8 Oplysninger vedr. nuværende varmeforbrug

Der skal herefter, som det ses i figur 3.9, vælges en hovedvarmeforsyning i efter'situationen.

Hvis der er valgt en enfamiliebolig og der vælges varmepumpe eller træpillefyr i både før- og eftersituationen, vil der ikke være nogen forskel i varmeforbruget før og efter.

Hvis der er valgt en større bygning og der vælges fjernvarme, varmepumpe eller træpillefyr i både før- og eftersituationen, vil der ikke være nogen forskel i varmeforbruget før og efter.

Det opnåelige varmeforbrug er udelukkende et udtryk for hvad varmeforbruget vil være ved en udskiftning af den varmeproducerende enhed. Kun i fanebladet ”Resultat” ses den resulterende energibesparelse ved gennemførelse af flere tiltag.



Figur 3.9 Opnåligt varmeforbrug

3.6 Mindre bygninger - små anlæg

Anvisningerne i dette kapitel anvendes ved beregninger på varmeinstallationer i mindre bygninger.

Når varmesystemet er valgt og alle indtastningerne er foretaget som beskrevet nedenstående skal der **altid** klikkes på "Beregn". Denne knap er placeret øverst til højre i fanebladet.

Hvis der er tale om en større bygning, som f.eks. en etageejendom eller en kontorbygning, henvises til kapitel 3.7.

3.6.1 Fjernvarmeanlæg

Hvis der er tale om en fjernvarmeinstallation er der en række valg og indtastninger du skal foretage. Det første der skal vælges er fjernvarmesystemet. Der kan vælges mellem 6 forskellige typer systemer.

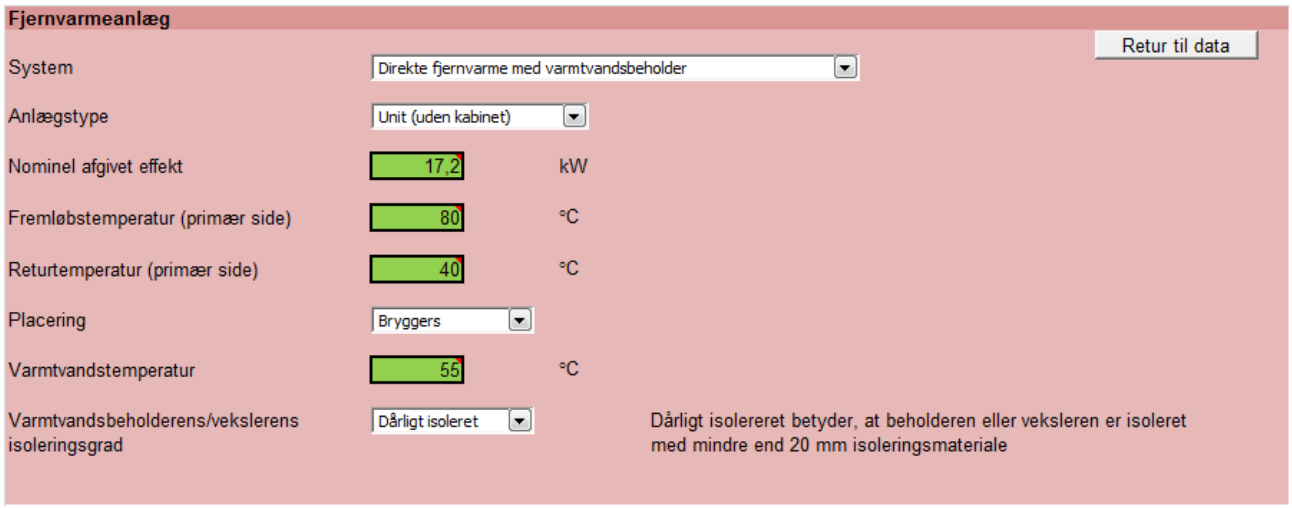
Dernæst skal der vælges en anlægstype. Der kan vælges mellem 4 forskellige anlægstyper.

Der skal nu indtastes en nominel afgivet effekt. Hvis denne ikke kendes, anvendes en standardværdi baseret på bygningens areal.

Derefter skal fremløbs- og returtemperaturen på primærsiden indtastes.

Fjernvarmeanlæggets placering skal derefter vælges. Der kan vælges mellem bryggers, kælder og udhus.

Endelig skal varmtvandstemperaturen indtastes og varmtvandsbeholderens/vekslerens isoleringsgrad skal angives til enten godt eller dårligt isoleret.



Figur 3.10 Inddata for fjernvarmeanlæg

3.6.2 Oliekedel

Hvis der er installeret en oliekedel skal der træffes en række valg og foretages en del indtastninger.

Det første der skal vælges er kedelklassen. Der kan vælges mellem 4 forskellige klasser.

Dernæst skal indtastes kedlens nominelle effekt. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi baseret på bygningens areal.

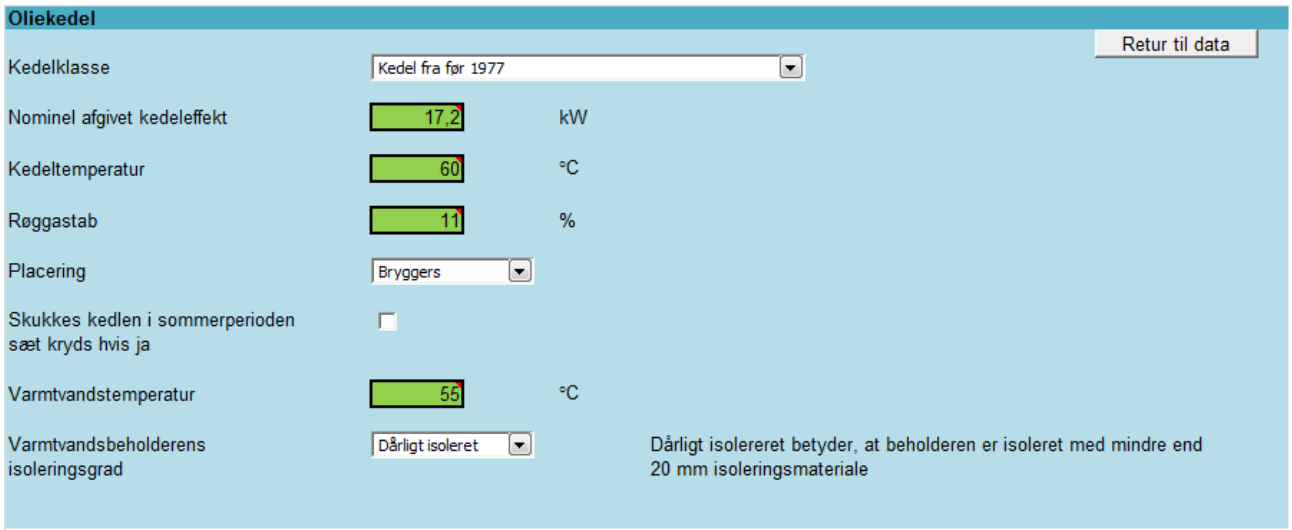
Derefter skal kedeltemperaturen indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi.

Røggastabet skal derefter indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes ligeledes en standardværdi.

Oliekedlens placering skal derefter vælges. Der kan vælges mellem bryggers, kælder og udhus.

Det skal markeres om kedlen slukkes i sommerperioden.

Endelig skal varmtvandstemperaturen indtastes og varmtvandsbeholderens/vekslerens isoleringsgrad skal angives til enten godt eller dårligt isoleret.



Figur 3.11 Inddata for oliekedler

3.6.3 Gaskedel

Hvis der er installeret en gaskedel skal der ligeledes træffes en række valg og foretages en række indtastninger.

Det første der skal vælges er kedelklassen. Der kan vælges mellem 6 forskellige klasser.

Dernæst indtastes kedlens nominelle effekt. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi baseret på bygningens areal.

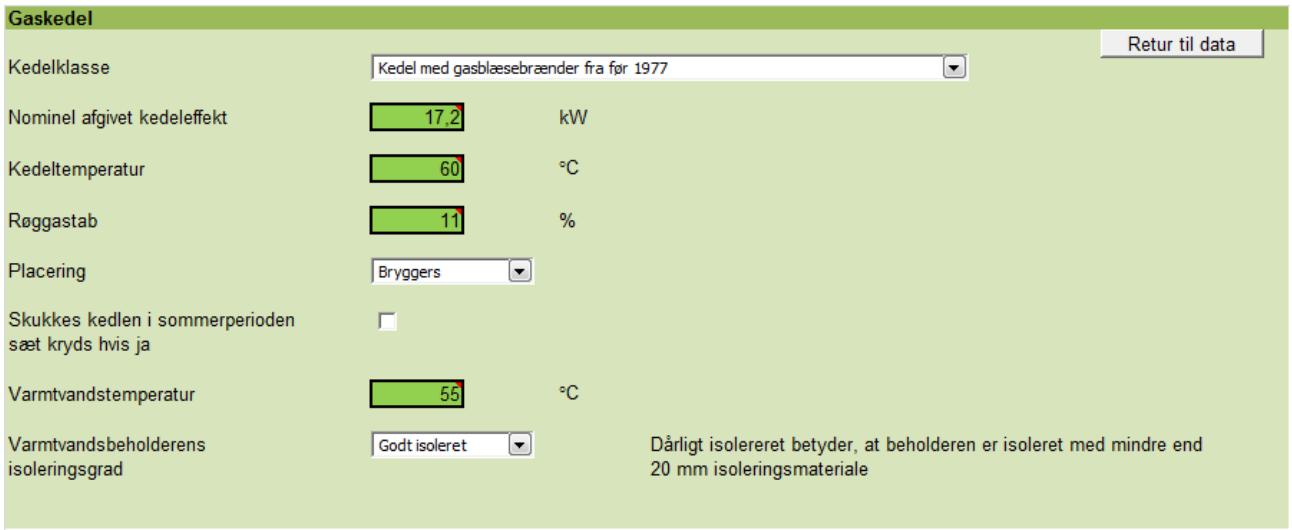
Derefter skal kedeltemperaturen indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi.

Røggastabet skal derefter indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes ligeledes en standardværdi.

Gaskedlens placering skal derefter vælges. Der kan vælges mellem bryggers, kælder og udhus.

Det skal markeres om kedlen slukkes i sommerperioden.

Endelig skal varmtvandstemperaturen indtastes og varmtvandsbeholderens/vekslerens isoleringsgrad skal angives til enten godt eller dårligt isoleret.



Figur 3.12 Inddata for gaskedler

3.6.4 Varmepumpe

Hvis der er installeret en varmepumpe er der en række valg og indtastninger du skal foretage.

Det første der skal vælges er varmepumpetypen. Der kan vælges mellem to forskellige typer, som er væske/vand og luft/vand.

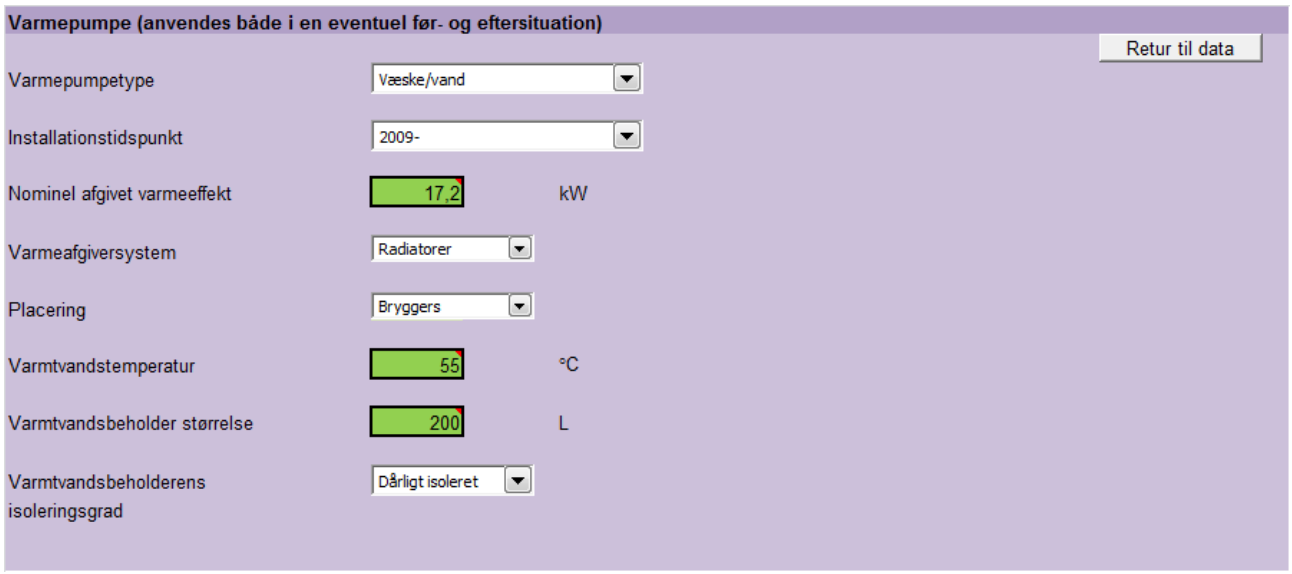
Der skal endvidere indtastes et installationstidspunkt. Dette har betydning for varmepumpens effektfaktor og dermed varmepumpens afgivne varmemængde.

Dernæst indtastes den nominelle afgivne effekt. Hvis denne ikke kendes, anvendes en standardværdi baseret på bygningens areal.

Derefter skal typen af varmesystemet vælges. Der kan vælges mellem to forskellige varmesystemer, som er radiatorer og gulvvarme.

Varmepumpens placering skal derefter vælges. Der kan vælges mellem bryggers, kælder og udhus.

Endelig skal varmtvandstemperaturen indtastes og varmtvandsbeholderens/vekslerens isoleringsgrad skal angives til enten godt eller dårligt isoleret.



Figur 3.13 Inddata for varmepumper

3.6.5 Træpillefyr

Hvis der er et træpillefyr er der en række valg og indtastninger du skal foretage.

Det første der skal vælges er kedelklassen. Der kan vælges mellem to forskellige klasser.

Der skal nu indtastes en nominel afgivet effekt. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi baseret på bygningens areal.

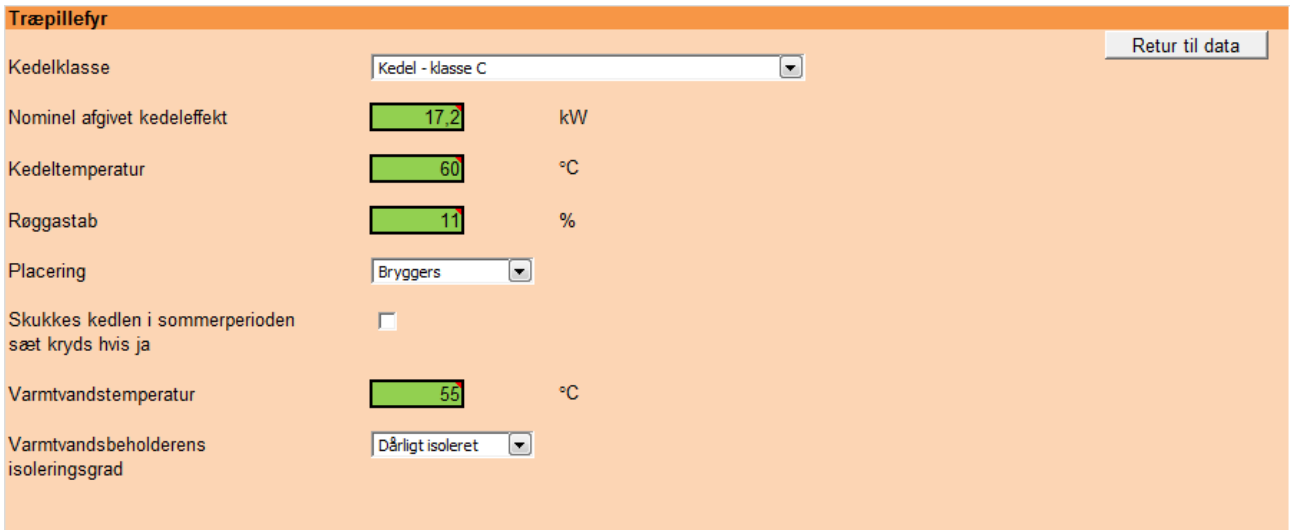
Derefter skal kedeltemperaturen indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes en standardværdi.

Røggastabet skal derefter indtastes. Hvis denne ikke kendes anvendes ligeledes en standardværdi.

Træpillefyrets placering skal derefter vælges. Der kan vælges mellem bryggers, kælder og udhus.

Det skal markeres om kedlen slukkes i sommerperioden.

Endelig skal varmtvandstemperaturen indtastes og varmtvandsbeholderens/vekslerens isoleringsgrad skal angives til enten godt eller dårligt isoleret.



Figur 3.14 Inddata for træpillefyr

3.7 Store anlæg

3.7.1 Olie- og gaskedel

Den nedenstående vejledning er beregnet på kedelanlæg i større bygninger (f.eks. etageboliger, døgninstitutioner, administrationsbygninger eller skoler), som har en olie- eller gaskedel. Hvis der er tale om en mindre bygning, som f.eks. et parcelhus, henvises til kapitel 3.6.

Det første man skal tage stilling til er, om der er monteret en kondenserende røggaskøler på den eksisterende kedel.

Derefter skal man indtaste røggastabet ved lille flamme.

Endelig skal man vælge anlægstypen. Her kan man vælge om det er et anlæg der er ældre end 20 år eller om det er et nyere anlæg.

På baggrund af disse valg og indtastninger bliver årsvirkningsgraden for den eksisterende kedel beregnet sammen med netto årsvarmeforbruget (til rumvarme og varmt brugsvand).

Inddata for eksisterende olie- eller gaskedel

Retur til data

Brændsel	Olie	
Brutto brændselsforbrug	20.240	L
Kondenserende røggaskøler	☐	
Røggastab ved lille flamme	10	%
Anlægstype	Anlæg ældre end 20 år	

Resultater eksisterende olie- eller gaskedel

Energiforbrug indfyret	202.400	kWh	
Årsvirkningsgrad eksisterende kedel	81	%	
Årsvarmeforbrug netto	163.938	kWh	(Rumvarme + varmt brugsvand)

Figur 3.15 Inddata for eksisterende kedel

Når man har foretaget en række valg og indtastninger for den eksisterende kedel, skal man foretage en række valg og indtastninger for den nye kedel.

Brændslet for den nye kedel vælges i fanebladet ”Data” (se figur 3.8).

Det skal igen tages stilling til, om der er monteret en kondenserende røggaskøler på eksisterende kedel.

På bagrund af valgene beregnes en estimeret kedelstørrelse i kW, årsvirkningsgraden for den nye kedel, brutto årsvarmeforbruget og brutto brændselsforbruget.

Inddata for ny olie- eller gaskedel

Brændsel	Olie
Kondenserende røggaskøler	☑
Estimeret kedelstørrelse i kW	82

Resultater for ny olie- eller gaskedel (økonomi)

Årsvirkningsgrad for ny kedel	99	%
Årsvarmeforbrug brutto	165.007	kWh
Brutto brændselsforbrug	15.138	L

Figur 3.16 Inddata for ny kedel

Når indtastningerne er foretaget som beskrevet ovenstående skal der **altid** klikkes på "Beregn". Denne knap er placeret øverst til højre i fanebladet.

Beregn

3.7.2 Varmepumpe

Med værktøjet er det muligt at udskifte en olie- eller gaskedel til en varmepumpe. Når der er indtastet data for den eksisterende kedel (se figur 3.15), skal varmepumpetypen vælges. Der kan vælges mellem en væske/vand og en luft/vand varmepumpe. Når varmepumpetypen er valgt beregnes bruttoelforbruget til varmepumpen (se figur 3.17).

Inddata for ny varmepumpe		
Varmepumpetype	Væske/vand	

Resultater for ny varmepumpe		
Elforbrug brutto	49.678	kWh

Figur 3.17 Inddata for ny varmepumpe

3.7.3 Kedel til træflis og træpiller

Med værktøjet er det muligt at udskifte en olie- eller gaskedel til en kedel til træflis eller træpiller. Når der er indtastet data for den eksisterende kedel (se figur 3.15), skal brændslet vælges. Der kan vælges mellem en træflis og træpiller. Når brændslet er valgt beregnes årsvirkningsgraden for den nye kedel, brutto årsvarmeforbruget og brutto brændselsforbruget (se figur 3.18).

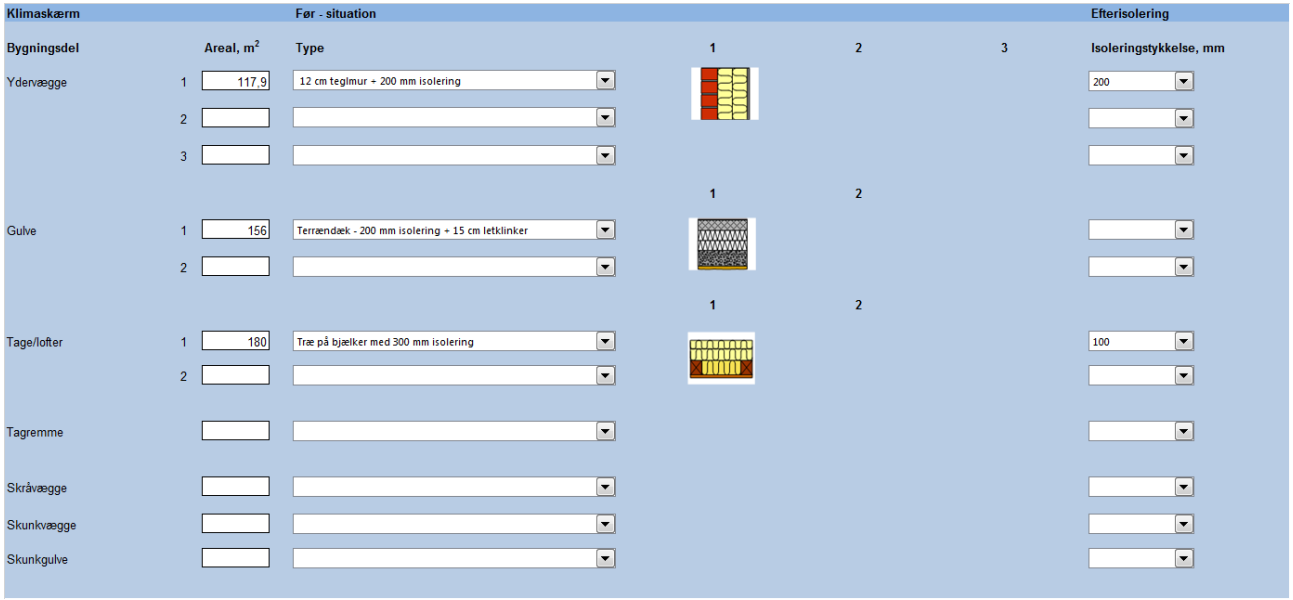
Inddata for ny kedel til træflis og træpiller		
Brændsel	Træpiller	

Resultater for ny kedel til træflis og træpiller		
Årsvirkningsgrad for ny kedel	85	%
Årsvarmeforbrug brutto	193.494	kWh
Brutto brændselsforbrug	39,49	Ton

Figur 3.18 Inddata for ny kedel til træflis og træpiller

3.8 Klimaskærm

I fanebladet "Klimaskærm" kan man beregne nettovarmebesparelser ved efterisolering af klimaskærmen og udskiftning af vinduerne. For at få nettovarmebesparelserne beregnet skal man foretage en række indtastninger. De nødvendige indtastninger ses i figur 3.19 og 3.20.



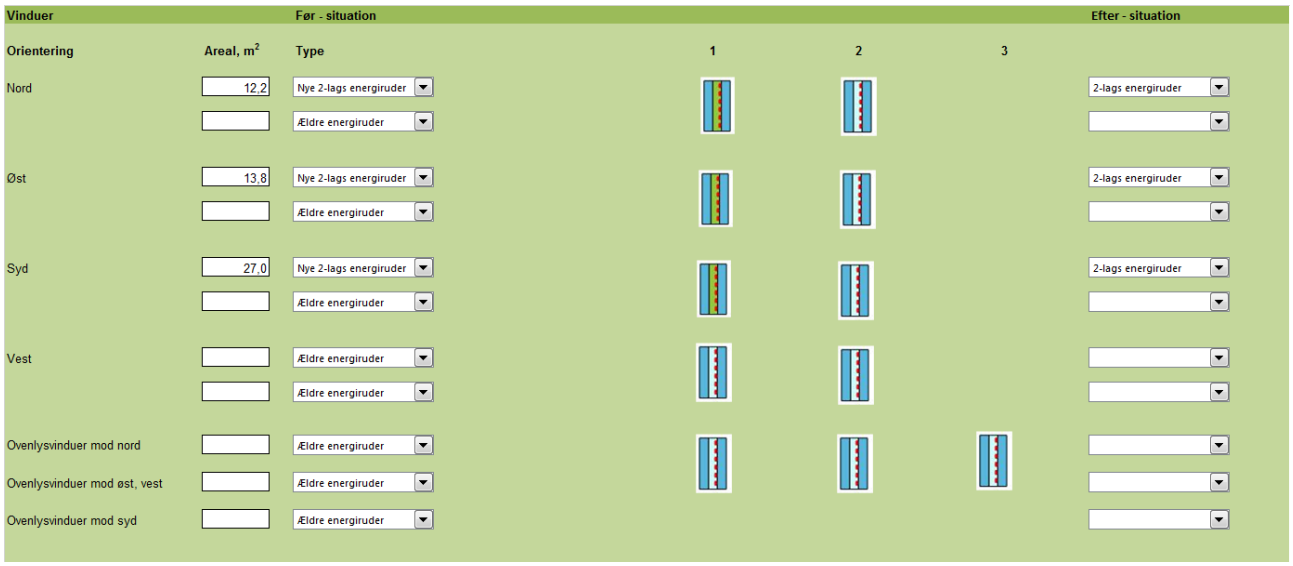
Figur 3.19 Inddata for klimaskærm

Som det ses, i figur 3.19, er det muligt at beregne nettovarmebesparelser ved efterisolering af tre stk. ydervægskonstruktioner, to stk. gulvkonstruktioner, to stk. tag-/loftkonstruktioner, et stk. tagrem, et stk. skråvægskonstruktion, et stk. skunkvægskonstruktion og et stk. skunkgulvskonstruktion.

Der vælges et areal for den pågældende bygningsdel samt en type. Når typen vælges vises samtidig en skitse af denne til højre. Endelig vælges den isoleringstykkelse, som den eksisterende isolering forøges med.

Som det ses, i figur 3.20, er det muligt at beregne nettovarmebesparelser ved udskiftning af to stk. vinduer, som vender mod henholdsvis nord, øst, syd og vest. Det ses, at det endvidere er muligt at beregne nettovarmebesparelser ved udskiftning af et stk. ovenlysvindue, som vender mod nord, øst/vest og syd.

Der vælges et areal for det pågældende vindue samt en type. Når typen vælges vises samtidig en skitse af denne til højre. Endelig vælges den type vindue, som det eksisterende erstattes med.

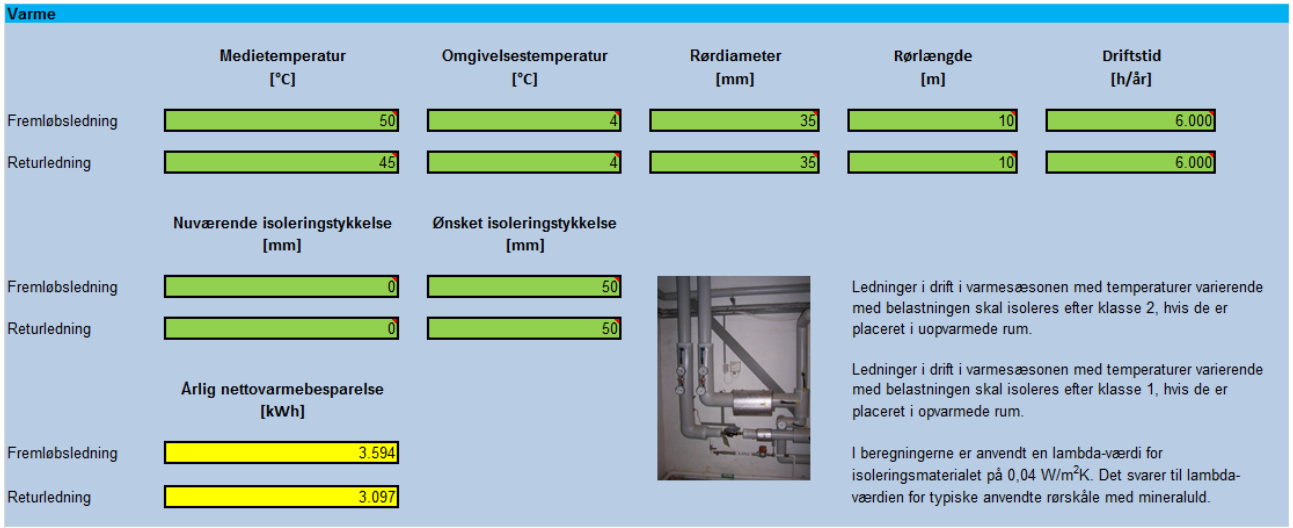


Figur 3.20 Inddata for vinduer

3.9 Rørsystem

I fanebladet "Rørsystem" kan man beregne nettovarmebesparelser ved efterisolering af fremløbs- og returledningen i varmesystemet. For at få nettovarmebesparelserne beregnet skal man foretage en række indtastninger. De nødvendige indtastninger ses i figur 3.19.

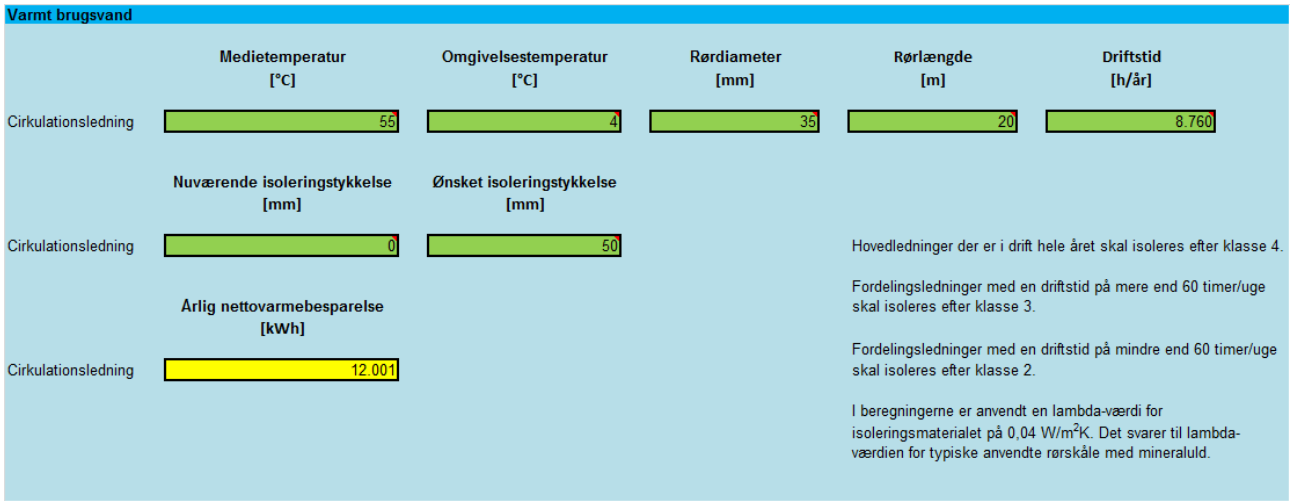
Når indtastningerne er foretaget skal der altid klikkes på "Beregn". Denne knap er placeret øverst til højre i fanebladet.



Figur 3.19 Inddata for rør i varmesystem

I fanebladet ”Rørsystem” kan man endvidere beregne nettovarmebesparelsen ved efterisolering af cirkulationsledningen til varmt brugsvand. I figur 3.20 ses de nødvendige indtastninger for at få nettovarmebesparelsen beregnet.

Når indtastningerne er foretaget skal der altid klikkes på "Beregn". Denne knap er placeret øverst til højre i fanebladet.

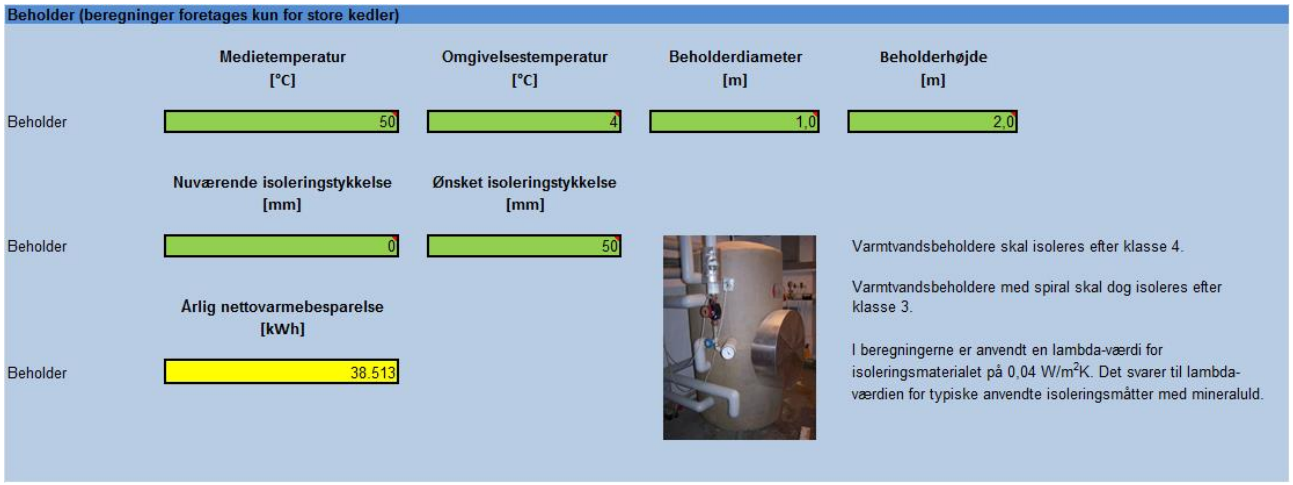


Figur 3.20 Inddata for rør til varmt brugsvand

Endelig er det muligt i fanebladet ”Rørsystem” at beregne nettovarmebesparelsen ved efterisolering af varmtvandsbeholderen. Denne beregning kan foretages kun for varmeanlæg i større bygninger.

I figur 3.21 ses de nødvendige indtastninger for at få nettovarmebesparelsen beregnet.

Når indtastningerne er foretaget skal der altid klikkes på "Beregn". Denne knap er placeret til højre for indtastningsfeltet i fanebladet.



Figur 3.21 Inddata for beholder i store varmeanlæg

3.10 Styring

I fanebladet ”Styring” kan du beregne varmebesparelserne ved:

- Montering af radiatortermostatventiler
- Reduktion af rumtemperaturen
- Etablering af udekompensering
- Etablering af natsænkning

De nødvendige indtastninger ses i figur 3.22.

Termostatventiler		
Antal radiatorer i alt	8	Stk.
Antal radiatorer med manuelle ventiler	8	Stk.
Antal radiatorer med returventiler		Stk.

Reduktion af rumtemperatur		
Nuværende rumtemperatur	23	°C
Ønsket rumtemperaur	21	°C
Andel af huset hvor rumtemperaturen kan reduceres	50	%

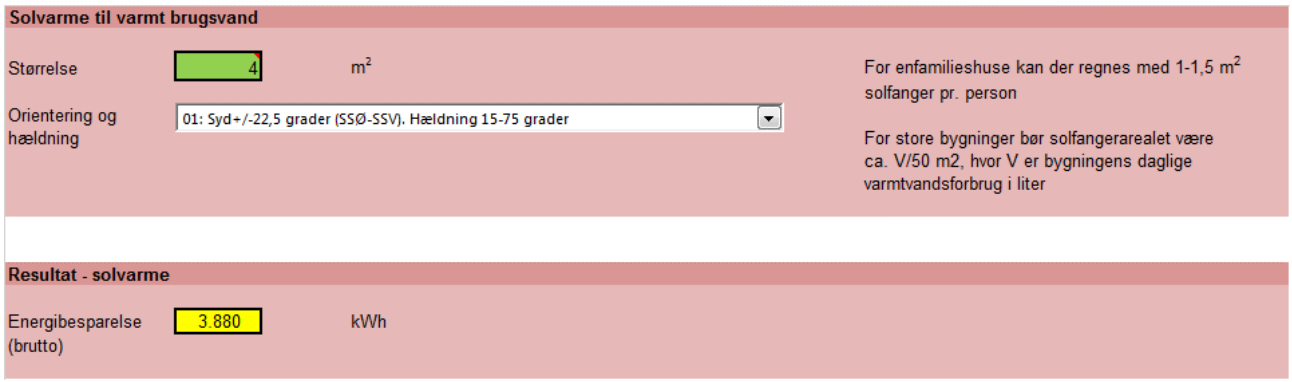
Udekompensering		
Kan der benyttes der udekompensering	☐	Sæt kryds hvis ja

Natsænkning		
Kan der benyttes der natsænkning	☐	Sæt kryds hvis ja

Figur 3.22 Inddata vedrørende termostatventiler, rumtemperatur, udekompensering og natsænkning

3.11 Solvarme

I fanebladet ”Solvarme” kan man beregne bruttovarmebesparelsen for et solfangeranlæg ud fra indtastninger af solfangerens størrelse samt orientering og hældning. Beregningen gælder for etablering af solvarmeanlæg til varmt brugsvand.



Figur 3.23 Inddata vedrørende solvarme

3.12 Ventilation

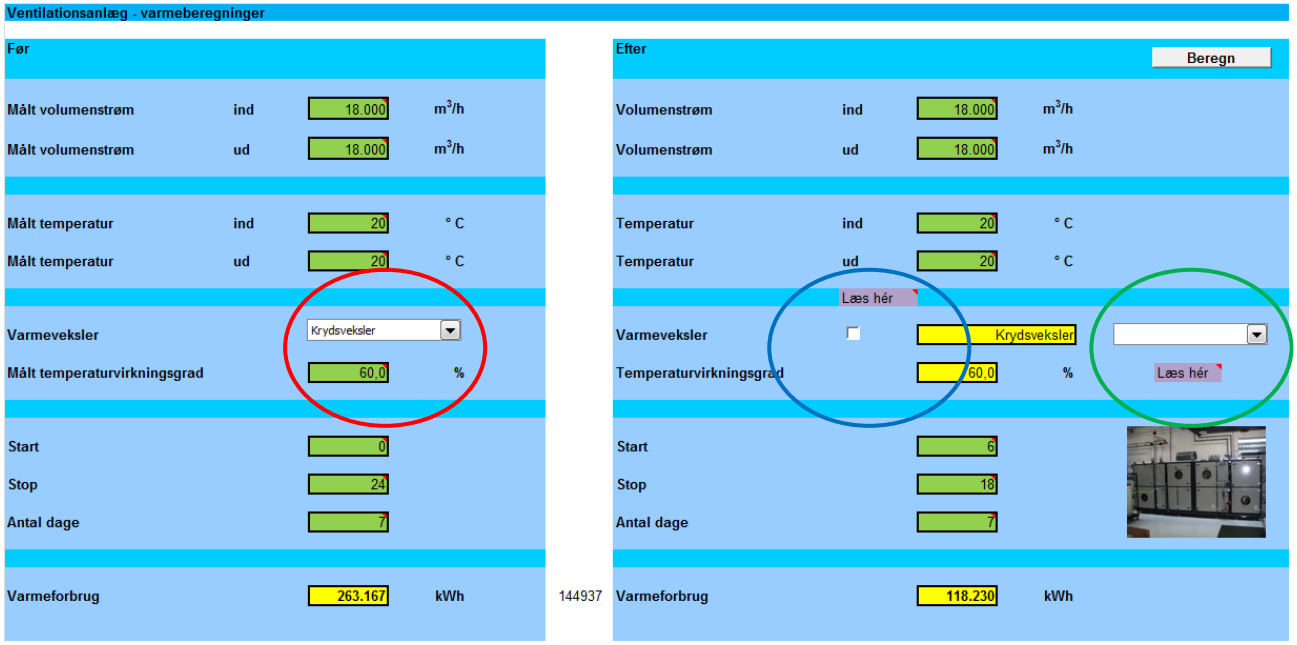
I fanebladet "Ventilation" kan man beregne varme- og elbesparelser ved en række ventilationstekniske tiltag. Tiltagene er:

- Reduktion af driftstid
- Reduktion af indblæsningstemperatur
- Reduktion af volumenstrøm
- Etablering af varmegenvinding
- Udskiftning af ventilator og motor

Fanebladet "Ventilation" er opdelt i en varmesektion og en elsektion.

3.12.1 Ventilation - varme

For at få nettovarmebesparelserne beregnet skal man foretage en række indtastninger. De nødvendige indtastninger ses i figur 3.24. Elbesparelser ved reduktion af driftstid og reduktion af volumenstrømme beregnes også på baggrund af indtastninger i nedenstående skema.



Figur 3.24 Inddata vedr. varmeforbrug til ventilation

Når man ønsker at regne på et enkelt tiltag, f.eks. reduktion af driftstiden må man kun ændre i de data der vedrører det aktuelle tiltag, f.eks. driftstiden.

Hvis man ønsker at beregne besparelsen ved etablering af varmegenvinding (varmeveksler) skal boksen til valg af varmeveksler være blank (markeret med rødt i figur 3.24). Endvidere skal den målte temperaturvirkningsgrad sættes til 0 %.

Ved etablering af varmegenvinding skal der vælges en varmevekslertype (markeret med grøn). Der benyttes standardværdier for temperaturvirkningsgraden.

Der er også mulighed for at beregne besparelsen ved udskiftning af en varmegenvindingsenhed. Ved udskiftning af varmegenvindingsenheden skal der vælges en varmevekslertype. Der benyttes standardværdier for temperaturvirkningsgraden. Der skal sættes et kryds i feltet (markeret med blåt).

3.12.2 Ventilation - el

For at få elbesparelsen ved udskiftning af ventilator og motor beregnet skal man foretage en række indtastninger. De nødvendige indtastninger ses i figur 3.25.

I nedenstående skema er det muligt at foretage en beregning af elbesparelsen ved udskiftning af ventilator og motor samt ændrede volumenstrømme og driftstid. For at få foretaget den beregning skal der sættes et kryds i boksen der er markeret med blåt i figur 3.25.

Ventilationsanlæg - elberegninger

Før				Efter (med spareventilator og sparemotor, IE2)			
Målt volumenstrøm	ind	18.000	m^3/h	Målt volumenstrøm	ind	18.000	m^3/h
Målt volumenstrøm	ud	18.000	m^3/h	Målt volumenstrøm	ud	18.000	m^3/h
Statisk tryk sugeside	ind	-510	Pa	Statisk tryk sugeside	ind	-510	Pa
Statisk tryk trykside	ind	160	Pa	Statisk tryk trykside	ind	160	Pa
Indløbsareal	ind		m^2	Indløbsareal	ind		m^2
Udløbsareal	ind	0,48	m^2	Udløbsareal	ind	0,48	m^2
Dynamisk tryk sugeside	ind	0		Dynamisk tryk sugeside	ind	0	
Dynamisk tryk trykside	ind	65	Pa	Dynamisk tryk trykside	ind	65	Pa
Statisk tryk sugeside	ud	-510	Pa	Statisk tryk sugeside	ud	-510	Pa
Statisk tryk trykside	ud	160	Pa	Statisk tryk trykside	ud	160	Pa
Indløbsareal	ud		m^2	Indløbsareal	ud		m^2
Udløbsareal	ud	0,48	m^2	Udløbsareal	ud	0	m^2
Dynamisk tryk sugeside	ud	0	Pa	Dynamisk tryk sugeside	ud	0	Pa
Dynamisk tryk trykside	ud	65	Pa	Dynamisk tryk trykside	ud	65	Pa
P_{motor}	ind	7,99	kW	P_{motor}	ind	5,26	kW
P_{motor}	ud	7,99	kW	P_{motor}	ud	5,26	kW
η_{total}	ind	46,0	%	η_{total}	ind	69,9	%
η_{total}	ud	46,0	%	η_{total}	ud	69,9	%
Start		0		Start		0	
Stop		24		Stop		24	
Antal dage		7		Antal dage		7	
Elforbrug		139.601	kWh	Elforbrug		91.830	kWh

Beregning med ændrede volumen-strømme og driftstid. Sæt kryds hvis ja ☐

Figur 3.25 Inddata vedr. elforbrug til ventilation

I figur 3.26 (fra faneblad "Resultat") ses, markeret med lilla, at det er muligt at kombinere flere forslag. Hvis man markerer, at man ønsker at kombinere forslag vises besparelserne for de enkelte forslag ikke. Der skal dog foretages en markering af hvilke enkeltforslag der kombineres.

Ventilation	Læs hér	Besparelse [kWh]		
		Varme	El	
☑	Reduktion af driftstid	162.851	69.801	302.452
☐	Reduktion af indblæsningstemperatur			
☐	Reduktion af volumenstrømme			
☐	Etablering eller udskiftning af varmegenvindingsenhed			
☐	Udskiftning af ventilator og motor			
☐	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)			

Figur 3.26 Ventilation – kombinerede forslag

3.13 Køling

I fanebladet "Køling" kan man beregne elbesparelser ved en række køletekniske tiltag. Tiltagene er:

- Reduktion af driftstid
- Reduktion af indblæsningstemperatur (temperatur køl)
- Reduktion af kølefladens overfladetemperatur
- Reduktion af volumenstrøm
- Hævning af fordampningstemperatur
- Reduktion af kondenseringstemperatur

For at få kølebesparelserne (elbesparelserne) beregnet skal man foretage en række indtastninger. De nødvendige indtastninger ses i figur 3.27.

Køling (luftkonditionering)							
Før				**Efter**			
Målt volumenstrøm	ind	10000	m^3/h	Volumenstrøm	ind	10000	m^3/h
Målt volumenstrøm	ud	10000	m^3/h	Volumenstrøm	ud	10000	m^3/h
Temperatur køl	ind	16	° C	Temperatur køl	ind	16	° C
Temperatur overflade	ind	6	° C	Temperatur overflade	ind	6	° C
Fordampningstemperatur, T_0		0	° C	Fordampningstemperatur, T_0		10	° C
Kondenseringstemperatur, T_k		50	° C	Kondenseringstemperatur, T_k		35	° C
COP-værdi		3,5	-	COP-værdi		3,5	-
Start		0		Start		0	
Stop		24		Stop		24	
Antal dage		7		Antal dage		7	
Køleforbrug		21302	kWh	Køleforbrug		10651	kWh

Figur 3.27 Inddata vedrørende køling

Når man ønsker at regne på et enkelt tiltag, f.eks. reduktion af driftstiden, må man kun ændre i de data der vedrører det aktuelle tiltag, f.eks. driftstiden.

I figur 3.28 (fra faneblad "Resultat") ses, markeret med orange, at det er muligt at kombinere flere forslag. Hvis man markerer, at man ønsker at kombinere forslag vises besparelserne for de enkelte forslag ikke. Der skal dog foretages en markering af hvilke enkeltforslag der kombineres.

Køling	Læs hér		
☐	Reduktion af driftstid		
☐	Reduktion af indblæsningstemperatur		
☐	Reduktion af kølefladens overfladetemperatu		
☐	Reduktion af volumenstrøm		
☐	Hævning af fordampningstemperatur		
☐	Reduktion af kondenseringstemperatur		
☐	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)		

Figur 3.28 Køling – kombinerede forslag

3.14 Pumper

I fanebladet "Pumper" kan man få beregnet elbesparelsen ved udskiftning af en cirkulationspumpe.

Fanebladet "Pumper" er opdelt i en sektion for pumper i en-familieboliger og en sektion for pumper i større bygninger.

3.14.1 Pumper – en-familiebolig

Det første der skal vælges er hvilken type varmeanlæg, som pumpen betjener. Der kan vælges mellem 5 forskellige typer varmeanlæg.

Dernæst skal der vælges en anlægstype. Der kan vælges mellem 3 forskellige anlægstyper.

Der skal nu vælges en trinindstilling af pumpen. Der kan vælges fra trin 1 til trin 3, og dernæst skal der indtastes et effektoptag for pumpen. Dette effektoptag aflæses på pumpens mærkeplade.

Afslutningsvis skal man afkrydse om pumpen slukkes i sommerperioden.

Figur 3.29 Inddata vedrørende pumper i en-familieboliger

3.14.2 Pumper – større bygninger

Det første der skal der vælges er hvilken type anlæg, som pumpen betjener. Der kan vælges mellem 2 forskellige anlægstyper, som er en-strengs og to-strengs anlæg.

Der skal nu indtastes en dimensionerende temperaturdifferens, og dernæst skal man afkrydse, om pumpen slukkes i sommerperioden.

På baggrund af indtastningen af det årlige varmeforbrug og valg af bygningskategori (i fanebladet "Data") beregnes nu det dimensionerende flow, Q_{max} og det dimensionerende differenstryk, H_{max}.

Afhængig af hvilken anlægstype der er valgt og afhængig af om pumpen slukkes i sommerperioden, bliver der beregnet enten tre eller fire volumenstrømme (fire, hvis pumpen er i drift alle årets timer). Der skal nu findes sammenhørende værdier for de flow som værktøjet viser i kolonnen "Volumenstrøm" og de effektoptag som pumpen har før og efter udskiftningen ved de givne flow. Effektoptaget for den uregulerede og den omdrejningstalsregulerbare pumpe aflæses eksempelvis på pumpekurver eller findes med pumpevalgsprogrammer på nettet.

Pumper - større bygninger

Anlægstype og dimensionerende driftspunkt

Anlægstype	To strengs	
Dimensionerende temperaturdifferens, ΔT		°C
Skukkes pumpen i sommerperioden sæt kryds hvis ja	☐	
Dimensionerende flow, Q_{max}		m^3/h
Dimensionerende differenstryk, H_{max}		m

Sammenhængende værdier for flow samt effektoptag før og efter udskiftningen Læs hér

Volumenstrøm [m3/h]	Effektoptag for den uregulerede pumpe [kW]	Effektoptag for den omdrejningstal regulerbare pumpe [kW]

Figur 3.30 Inddata vedrørende pumper i større bygninger

3.15 Belysning

I fanebladet "Belysning" kan man få beregnet elbesparelsen ved forskellige tiltag, som f.eks. reduktion af antallet af armaturer, anvendelse af andre typer lyskilder eller ændret styringsform.

Belysningsanlæg - før

Sted/zone	Antal armaturer [stk.]	Lyskildetype	Antal [stk.]	Lyskildeeffekt [W]	Forkobling-enhed	Årlig driftstid [h/år]	Belysningsstyrke [Lux]	Dagslysfaktor [-]	Styringsform
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	Manuel
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	On/off
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	Manuel
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	On/off
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	Manuel
	100	Lysstofrør (T8)	3	36	Traditionel	4.000	500	0,01	Kontinuert

Figur 3.31. Inddata vedrørende belysning - før

Belysningsanlæg - efter

Sted/zone	Antal armaturer [stk.]	Lyskildetype	Antal [stk.]	Lyskildeeffekt [W]	Forkobling-enhed	Årlig driftstid [h/år]	Belysningsstyrke [Lux]	Dagslysfaktor [-]	Styringsform
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert
	75	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.000	300	0,01	Kontinuert

Figur 3.32 Inddata vedrørende belysning - efter

I figur 3.33 (fra faneblad "Resultat") ses, markeret med lyseblåt, at det er muligt at kombinere flere forslag. Hvis man markerer, at man ønsker at kombinere forslag vises besparelserne for de enkelte forslag ikke. Der skal dog foretages en markering af hvilke enkeltforslag der kombineres.

Belysning		Besparelse [kWh]	
☑	Reduktion af driftstid	80.987	161.973
☐	Sektionsopdeling		
☐	Reduktion af belysningsstyrke		
☐	Udskiftning af lyskilder		
☐	Udskiftning af forkoblingsenheder		
☐	Udnyttelse af dagslysindfald		
☐	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)		

Figur 3.33 Belysning – kombinerede forslag

3.16 Solcelleanlæg

I fanebladet "Solceller" kan du beregne elbesparelsen ved at etablere et solcelleanlæg ud fra indtastninger af solcelleanlæggets størrelse samt orientering og hældning. I beregningen tages der højde for udskiftning af inverteren, når den er udtjent.

Solceller			
Indtast solcelleeffekt:			
Metode: **Samlet solcelleeffekt (A)** ELLER **Samlet solcelleareal & modulvirkningsgrad (B)**:		A	
Samlet solcelleeffekt (udfyldes hvis metode A er valgt ovenfor):		6,000	kWp
Samlet solcelleareal (udfyldes hvis metode B er valgt ovenfor):		30,0	m^2
Modulvirkningsgrad (udfyldes hvis metode B er valgt ovenfor):		15,0	%
Indtastet solcelleefffekt:		6,000	kWp
Indtast hældning, orientering og solindstråling i vandret plan:			
Hældning ift. vandret flade:		40,0	grader
Anlægget placering ift. syd		0,0	grader
Solindstråling vandret plan	(Se DK-kort):	959	kWh/m^2
Indtast degraderingsfaktor:			
Degradering:		0,80	%/år

Resultat - solceller		
Energibesparelse	4.957	kWh

Figur 3.34 Inddata vedrørende solcelleanlæg

4 Eksempler på brug af værktøjet

4.1 Enfamiliehus

- 1½ plans parcelhus fra 1950 på 150 m^2
- 3 personer
- Olieforbrug på 4.000 liter
  - Kedel fra før 1977
  - Afgivet effekt på 20 kW
  - Kedeltemperatur på 65°C
  - Røggastab på 12 %
  - Placering i bryggers
  - Slukkes ikke uden for fyringssæsonen
  - Varmtvandstemperatur på 55°C
  - Dårlig isoleret beholder
- Ingen udekompensering eller natsænkning
- Radiatortermostatventiler på alle radiatorer
- Varmerør placeret i skunk (omgivelsestemperatur 4°C i vægtet årsgennemsnit)
  - 15 m fremløbsledning (diameter 28 mm) isoleret med 10 mm (65°C)
  - 15 m returledning (diameter 28 mm) isoleret med 10 mm (50°C)
- Huset ventileres naturligt (luftskiftet er 0,5 gange i timen og loftshøjden i huset er 2,5 m)

Beregn energibesparelsen ved:

- Udskiftning af kedlen til en kondenserende oliekedel
- Etablering af udekompensering og natsænkning
- Efterisolering af rørene til i alt 50 mm isoleringsmateriale
- Etablering af ventilation med varmegenvinding (roterende veksler)

Olieprisen er 10 kr. pr. liter.

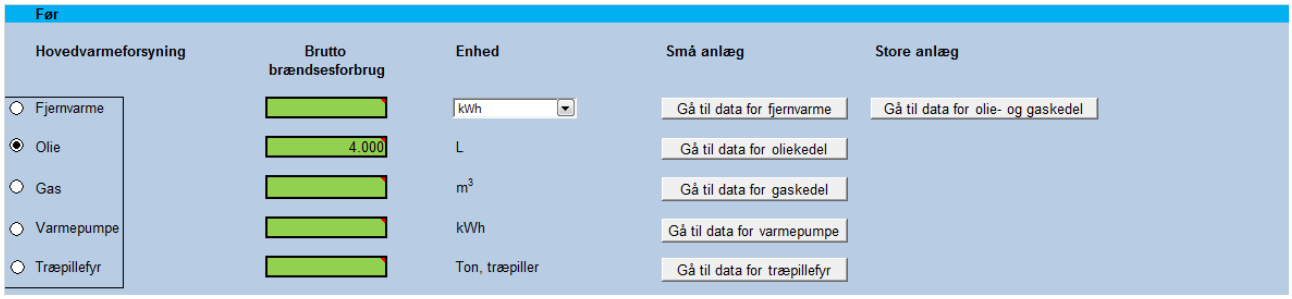
Prisen pr. kWh der kan opnås ved salg af indberetningsretten til et energiselskab er 0,25 kr./kWh.

Navn	Hans Hansen	Udført af	Jens Jensen
Adresse	Krogdalen 31	Firma	Ballerup VVS
Postnr. og by	2750 Ballerup		
Telefon	72202525		
Mail	hh@ballerup.dk		
Dato for besøg	28-09-2012		

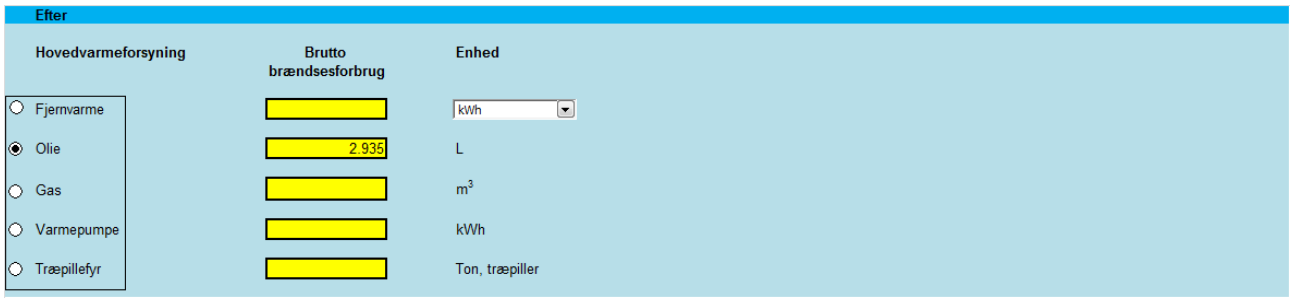
Figur 4.1 Stamdata

Bygningskategori	Enfamiliesbolig		Varmepris, før	10	kr./L
Bygningens areal	150	m^2	Varmepris, efter		kr./L
Antal personer	3	Stk.	Elpris	2	kr./kWh
Varmeanlæg - virkningsgrad	Varmeanlæg med lav virkningsgrad (Ikke A-mærket kedel eller ikke kondenserende kedel)		Solgt besparelse	0,25	kr./kWh

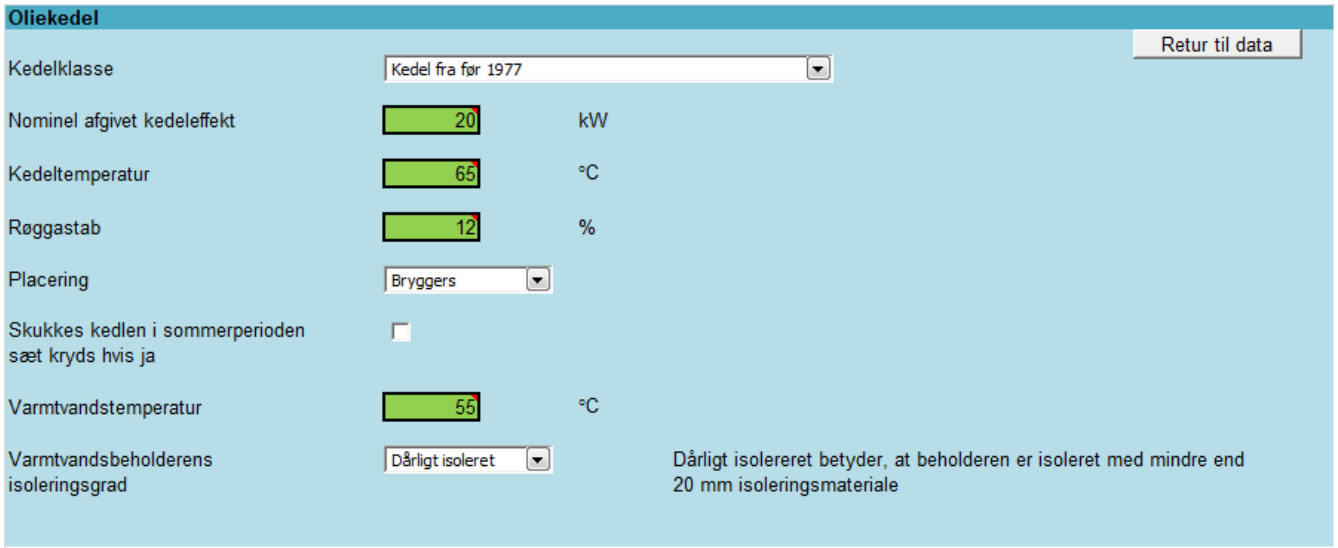
Figur 4.2 Oplysninger vedrørende bygning, antal personer, priser m.m.



Figur 4.3 Oplysninger om nuværende varmeforbrug



Figur 4.4 Opnåligt varmeforbrug



Figur 4.5 Inddata for oliekedler

Varme

	Medietemperatur [°C]	Omgivelsestemperatur [°C]	Rørdiameter [mm]	Rørlængde [m]	Driftstid [h/år]
Fremløbsledning	65	4	28	15	6.000
Returledning	50	4	28	15	6.000

	Nuværende isoleringstykkelse [mm]	Ønsket isoleringstykkelse [mm]
Fremløbsledning	10	50
Returledning	10	50

	Årlig nettovarmebesparelse [kWh]
Fremløbsledning	1.096
Returledning	811

Ledninger i drift i varmesæsonen med temperaturer varierende med belastningen skal isoleres efter klasse 2, hvis de er placeret i uopvarmede rum.

Ledninger i drift i varmesæsonen med temperaturer varierende med belastningen skal isoleres efter klasse 1, hvis de er placeret i opvarmede rum.

I beregningerne er anvendt en lambda-værdi for isoleringsmaterialet på 0,04 W/m^{2}K. Det svarer til lambda-værdien for typiske anvendte rørskåle med mineraluld.

Figur 4.6 Inddata for rør i varmesystem

Udekompensering

Kan der benyttes der udekompensering ☑ Sæt kryds hvis ja

Natsænkning

Kan der benyttes der natsænkning ☑ Sæt kryds hvis ja

Figur 4.7 Inddata vedr. udekompensering og natsænkning

Ventilationsanlæg - varmeberegninger

Før				Efter			
							Beregn
Målt volumenstrøm	ind	188	m^3/h	Volumenstrøm	ind	188	m^3/h
Målt volumenstrøm	ud	188	m^3/h	Volumenstrøm	ud	188	m^3/h
Målt temperatur	ind	20	° C	Temperatur	ind	20	° C
Målt temperatur	ud	20	° C	Temperatur	ud	20	° C
Varmeveksler				Varmeveksler			Roterende veksler
Målt temperaturvirkningsgrad		0,0	%	Temperaturvirkningsgrad		80,0	% Læs hér
Start		0		Start		0	
Stop		24		Stop		24	
Antal dage		7		Antal dage		7	
Varmeforbrug		6.872	kWh	Varmeforbrug		1.374	kWh

5497

Figur 4.8 Inddata for varmeforbrug til ventilation

Klassificering af energibesparelser	5,3	Nutidsværdi	329888	Print

Små bygninger

Udskiftning af varmeproducerende enhed	Besparelse [kWh]	Besparelse [kr.]	Investering [kr.]	TBT [år]	NU [kr.]
☐ Udskifting af ældre fjernvarmeanlæg til nyt anlæg					
☑ Udskiftning af oliekedel til ny oliekedel	10.647	11.272	40.000	3,5	177.791
☐ Udskiftning af oliekedel til fjernvarmeunit					
☐ Udskiftning af oliekedel til ny gaskedel					
☐ Udskiftning af oliekedel til varmepumpe					
☐ Udskiftning af oliekedel til træpillekedel					
☐ Udskiftning af gaskedel til ny gaskedel					
☐ Udskiftning af gaskedel til varmepumpe					
☐ Udskiftning af gaskedel til træpillekedel					

Klimaskærm	Besparelse [kWh]				
☐ Efterisolering af ydervægge					
☐ Efterisolering af gulve					
☐ Efterisolering af tage/lofter					
☐ Efterisolering af tagremme					
☐ Efterisolering af skråvægge					
☐ Efterisolering af skunkvægge					
☐ Efterisolering af skunkgulve					
☐ Udskiftning af vinduer					

Isolering	Besparelse [kWh]				
☑ Isolering af centralvarmeledninger - fremløb	1.096	1.096	4.000	3,7	32.558
☑ Isolering af centralvarmeledninger - retur	811	811	4.000	4,9	23.063
☐ Isolering af ledninger til varmt brugsvand					

Styring	Besparelse [kWh]				
☐ Termostatventiler					
☐ Rumtemperatur					
☑ Udekompensering	1.971	1.971	3.000	1,5	28.214
☑ Natsænkning	704	704	1.000	1,4	10.148

Solvarme	Besparelse [kWh]				
☐ Solvarmeanlæg					

Ventilation (Læs hér)	Besparelse [kWh] Varme	El				
☐ Reduktion af driftstid						
☐ Reduktion af indblæsningstemperatur						
☐ Reduktion af volumenstrømme						
☑ Etablering eller udskiftning af varmegenvindingsenhed	5.497		5.497	60.000	10,9	58.114
☐ Udskiftning af ventilator og motor						
☐ Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)						

Pumper	Besparelse [kWh]				
☐ Udskiftning af pumpe					

Belysning	Besparelse [kWh]				
☐ Reduktion af driftstid					
☐ Sektionsopdeling					
☐ Reduktion af belysningsstyrke					
☐ Udskiftning af lyskilder					
☐ Udskiftning af forkoblingsenheder					
☐ Udnyttelse af dagslysindfald					
☐ Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)					

Solceller	Besparelse [kWh]				
☐ Solcelleanlæg					

I alt	Besparelse [kWh] Varme	El			
Samlet energibesparelse	20.190	0	20.190	112.000	5,5

Figur 4.9 Resultat

4.2 Større bygning - administrationsbygning

- Areal 4.000 m^2
- 200 personer
- Fjernvarmeforbrug på 400.000 kWh
- Mekanisk ventilation med varmegenvinding
  - Indblæst og udsuget volumenstrøm 18.000 m^3/h
  - Indblæsnings- og udsugningstemperatur 20 °C
  - Temperaturvirkningsgrad 65 %
  - Driftstid 8.760 h/år
  - Gammel motor og ventilator (med F-hjul)

Beregn energibesparelsen ved:

- Reduktion af driftstiden samt udskiftning af ventilatorer og motorer i ventilationsanlægget
- Reduktion af driftstiden og udskiftning af forkoblingsenheder samt etablering af kontinuert styring (dagslysstyring af belysningsanlægget)

Navn	Teknologisk Institut	Udført af	Jens Jensen
Adresse	Gregersensvej	Firma	Ballerup VVS
Postnr. og by	2630 Taastrup		
Telefon	72202000		
Mail	info@teknologisk.dk		
Dato for besøg	01-10-2012		

Figur 4.10 Stamdata

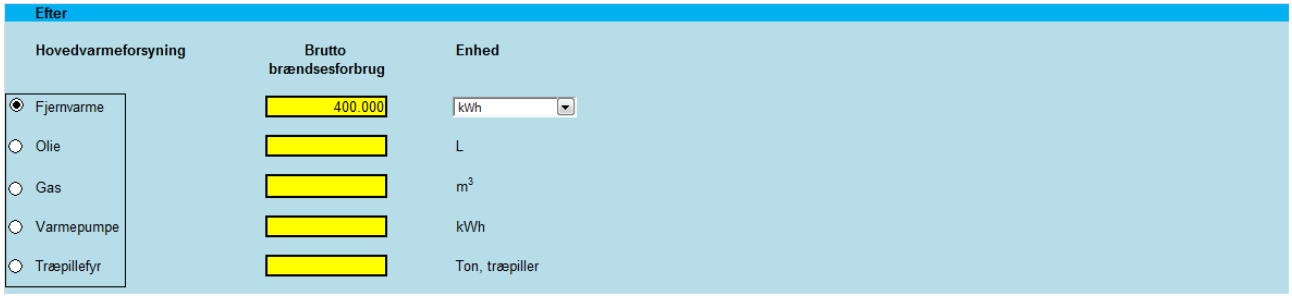
Bygningskategori	Administration		Varmepris, før	1	kr./kWh
Bygningens areal	4.000	m^2	Varmepris, efter		kr./kWh
Antal personer	200	Stk.	Elpris	2	kr./kWh
Varmeanlæg - virkningsgrad	Varmeanlæg med lav virkningsgrad (Ikke A-mærket kedel eller ikke kondenserende kedel)		Solgt besparelse	0,25	kr./kWh

Figur 4.11 Oplysninger vedrørende bygning, antal personer, priser m.m.

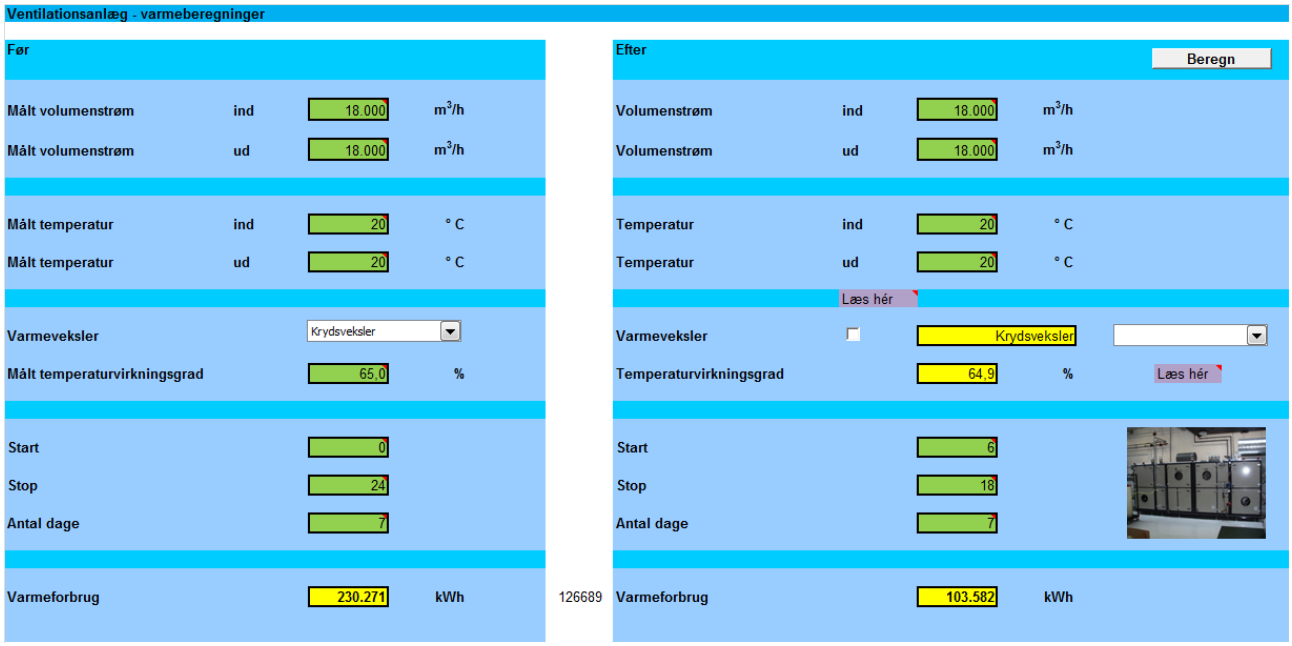
Før

Hovedvarmeforsyning	Brutto brændsesforbrug	Enhed	Små anlæg	Store anlæg
Fjernvarme	400.000	kWh	Gå til data for fjernvarme	Gå til data for olie- og gaskedel
Olie		L	Gå til data for oliekedel	
Gas		m^3	Gå til data for gaskedel	
Varmepumpe		kWh	Gå til data for varmepumpe	
Træpillefyr		Ton, træpiller	Gå til data for træpillefyr	

Figur 4.12 Oplysninger om nuværende varmeforbrug



Figur 4.13 Opnåligt varmeforbrug



Figur 4.14 Inddata for varmeforbrug til ventilation

Ventilationsanlæg - elberegninger

Før				Efter (med spareventilator og sparemotor, IE2)			
Målt volumenstrøm	ind	18.000	m^3/h	Målt volumenstrøm	ind	18.000	m^3/h
Målt volumenstrøm	ud	18.000	m^3/h	Målt volumenstrøm	ud	18.000	m^3/h
Statisk tryk sugeside	ind	-510	Pa	Statisk tryk sugeside	ind	-510	Pa
Statisk tryk trykside	ind	160	Pa	Statisk tryk trykside	ind	160	Pa
Indløbsareal	ind		m^2	Indløbsareal	ind		m^2
Udløbsareal	ind	0,48	m^2	Udløbsareal	ind	0,48	m^2
Dynamisk tryk sugeside	ind	0		Dynamisk tryk sugeside	ind	0	
Dynamisk tryk trykside	ind	65	Pa	Dynamisk tryk trykside	ind	65	Pa
Statisk tryk sugeside	ud	-510	Pa	Statisk tryk sugeside	ud	-510	Pa
Statisk tryk trykside	ud	160	Pa	Statisk tryk trykside	ud	160	Pa
Indløbsareal	ud		m^2	Indløbsareal	ud		m^2
Udløbsareal	ud	0,48	m^2	Udløbsareal	ud	0	m^2
Dynamisk tryk sugeside	ud	0	Pa	Dynamisk tryk sugeside	ud	0	Pa
Dynamisk tryk trykside	ud	65	Pa	Dynamisk tryk trykside	ud	65	Pa
P_{motor}	ind	7,99	kW	P_{motor}	ind	5,26	kW
P_{motor}	ud	7,99	kW	P_{motor}	ud	5,26	kW
η_{total}	ind	46,0	%	η_{total}	ind	69,9	%
η_{total}	ud	46,0	%	η_{total}	ud	69,9	%
Start		0		Start		6	
Stop		24		Stop		18	
Antal dage		7		Antal dage		7	
Elforbrug		139.601	kWh	Elforbrug		45.915	kWh

Beregning med ændrede volumen-strømme og driftstid. Sæt kryds hvis ja ☑

Figur 4.15 Inddata for elforbrug til ventilation

Belysningsanlæg - før

Sted/zone	Antal armaturer [stk.]	Lyskildetype	Antal [stk.]	Lyskildeeffekt [W]	Forkobling-enhed	Årlig driftstid [h/år]	Belysningsstyrke [Lux]	Dagslysfaktor [-]	Styringsform
Kontorer	600	Lysstofrør (T8)	2	36	Traditionel	4.200	500	0,01	Manuel

Figur 4.16 Inddata vedrørende belysning - før

Belysningsanlæg - efter

Sted/zone	Antal armaturer [stk.]	Lyskildetype	Antal [stk.]	Lyskildeeffekt [W]	Forkobling-enhed	Årlig driftstid [h/år]	Belysningsstyrke [Lux]	Dagslysfaktor [-]	Styringsform
	600	Lysstofrør (T8)	2	36	Elektronisk	3.100	500	0,01	Kontinuert

Figur 4.17 Inddata vedrørende belysning - efter

Klassificering af energibesparelser	1,2	Nutidsværdi	10173142	Print			
Store bygninger							
Udskiftning af varmeproducerende enhed		**Besparelse [kWh]**		**Besparelse [kr.]**	**Investering [kr.]**	**TBT [år]**	**NU [kr.]**
☐	Udskiftning af oliekedel til ny oliekedel						
☐	Udskiftning af oliekedel til ny gaskedel						
☐	Udskiftning af oliekedel til varmepumpe						
☐	Udskiftning af oliekedel til træpille- eller fliskedel						
☐	Udskiftning af gaskedel til ny gaskedel						
☐	Udskiftning af gaskedel til ny oliekedel						
☐	Udskiftning af gaskedel til varmepumpe						
☐	Udskiftning af gaskedel til træpille- eller fliskedel						
Klimaskærm		**Besparelse [kWh]**					
☐	Efterisolering af ydervægge						
☐	Efterisolering af gulve						
☐	Efterisolering af tage/lofter						
☐	Efterisolering af tagremme						
☐	Efterisolering af skråvægge						
☐	Efterisolering af skunkvægge						
☐	Efterisolering af skunkgulve						
☐	Udskiftning af vinduer						
Isolering		**Besparelse [kWh]**					
☐	Isolering af centralvarmeledninger - fremløb						
☐	Isolering af centralvarmeledninger - retur						
☐	Isolering af ledninger til varmt brugsvand						
☐	Isolering af varmtvandsbeholder						
Styring		**Besparelse [kWh]**					
☐	Termostatventiler						
☐	Rumtemperatur						
☐	Udekompensering						
☐	Natsænkning						
Solvarme		**Besparelse [kWh]**					
☐	Solvarmeanlæg						
Ventilation	Læs hér	**Besparelse [kWh]**					
		Varme	El				
☑	Reduktion af driftstid						
☐	Reduktion af indblæsningstemperatur						
☐	Reduktion af volumenstrømme						
☐	Etablering eller udskiftning af varmegenvindingsenhed						
☑	Udskiftning af ventilator og motor						
☑	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)	129.448	93.728	316.903	300.000	0,9	6.508.984
Køling	Læs hér						
☐	Reduktion af driftstid						
☐	Reduktion af indblæsningstemperatur						
☐	Reduktion af kølefladens overfladetemperatu						
☐	Reduktion af volumenstrøm						
☐	Hævning af fordampningstemperatur						
☐	Reduktion af kondenseringstemperatur						
☐	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)						
Pumper							
☐	Udskiftning af pumpe						
Belysning							
☑	Reduktion af driftstid						
☐	Sektionsopdeling						
☐	Reduktion af belysningsstyrke						
☐	Udskiftning af lyskilder						
☑	Udskiftning af forkoblingsenheder						
☑	Udnyttelse af dagslysindfald						
☑	Kombinerede forslag (enkeltforslag vises ikke)		131.449	262.898	500.000	1,9	3.664.159
Solceller							
☐	Solcelleanlæg						
I alt		**Besparelse [kWh]**					
		Varme	El				
		129.448	225.177	579.801	800.000	1,4	

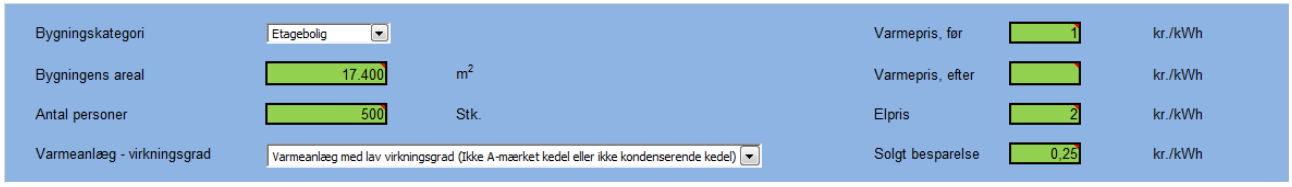
Figur 4.18 Resultat

4.3 Større bygning - etagebolig

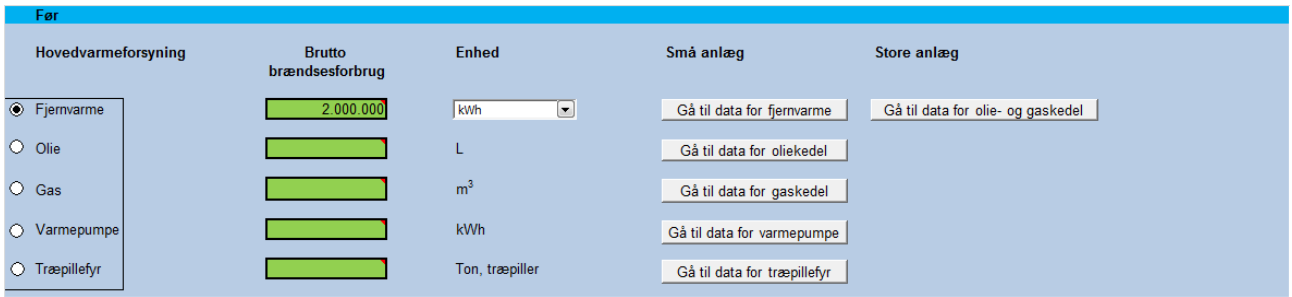
- Areal 17.400 m^2
- 500 personer
- Fjernvarmeforbrug på 2.000.000 kWh
- Ureguleret cirkulationspumpe af ældre data til cirkulation af centralvarmevand
- ΔT (fremløb – retur) = 25°C ved en udetemperatur på -12°C

Beregn energibesparelsen ved:

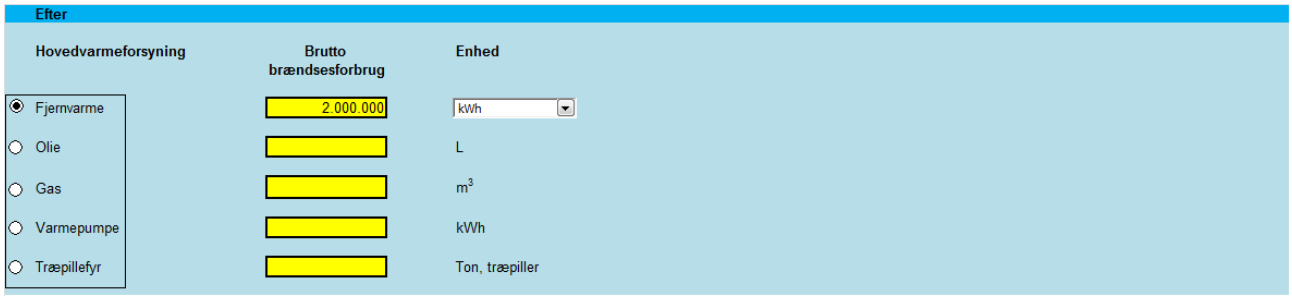
- Udskiftning af cirkulationspumpen til en moderne omdrejningstalsregulerbar cirkulationspumpe, som indstilles til at køre proportionaltryksregulering.



Figur 4.19 Oplysninger vedrørende bygning, antal personer, priser m.m.



Figur 4.20 Oplysninger om nuværende varmeforbrug



Figur 4.21 Oplysninger fremtidigt nuværende varmeforbrug

Pumper - større bygninger

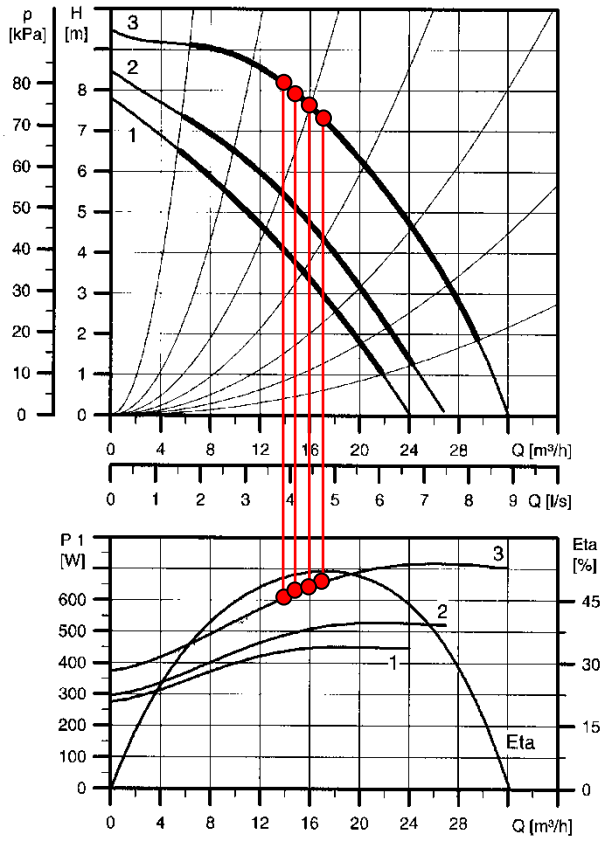
Anlægstype og dimensionerende driftspunkt

Anlægstype	To strengs	
Dimensionerende temperaturdifferens, ΔT	25	°C
Skukkes pumpen i sommerperioden sæt kryds hvis ja	☐	
Dimensionerende flow, Q_{max}	19	m^3/h
Dimensionerende differenstryk, H_{max}	6,6	m

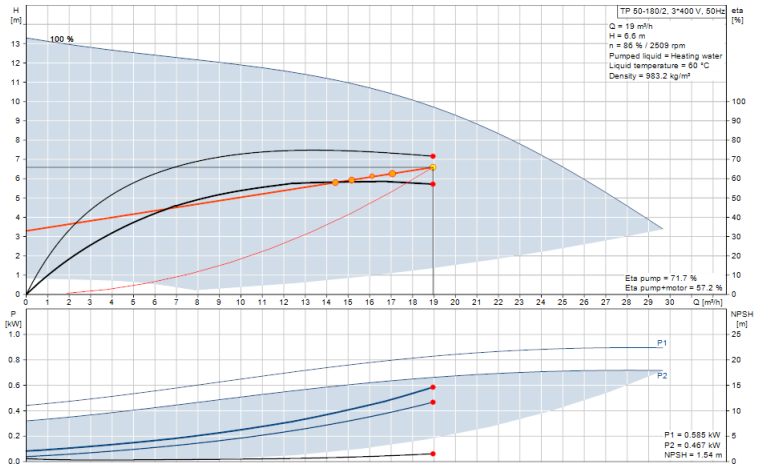
Sammenhængende værdier for flow samt effektoptag før og efter udskiftningen Læs hér

Volumenstrøm [m3/h]	Effektoptag for den uregulerede pumpe [kW]	Effektoptag for den omdrejningstal regulerbare pumpe [kW]
17,0	0,65	0,49
16,2	0,63	0,45
15,2	0,62	0,41
14,4	0,60	0,38

Figur 4.22 Inddata vedrørende pumpen i varmesystemet



Figur 4.23 Kurver med driftspunkter for nuværende pumpe



Figur 4.24 Kurver med driftspunkter for ny pumpe

Pumper				
☑ Udskiftning af pumpe	1.669	3.338	10.000	3,0

Figur 4.25 Resultat