



Energiøptimering

Revideret 15/12 - 2015

TEKNIQ
INSTALLATØRERNES ORGANISATION

 **BLIK&RØR**
ARBEJDERFORBUNDET



Forord

Dette afsnit om rentable energibesparelser er udarbejdet med tanke på, at vi efterfølgende kan stå bedre rustet ude ved en kunde med henblik på rådgivning. Afsnittet er opbygget med materiale, som giver indblik i forskellige energikrav og besparelser. Der tages udgangspunkt i en konkret case, hvor der påvises om besparelserne er rentable iht. BR10. Der ud over påvises andre betragtninger såsom levetid, tilbagebetalingstider m.m.

De efterfølgende afsnit i dette kompendium er bygget op med følgende overskrifter:

- Energimærkningsordningen
- Bygningsreglementets krav
- Energoptimering, bilag 1
- Forudsætninger
- Opslag og beregninger
- Bilag (skemaer) til brug for egne projekter

Energimærkningsordningen

Under dette afsnit vil der være en redegørelse for hvad energimærkningsordningen er for en ordning, hvorfor den er "søsat" samt hvilke priser denne ordning koster en kunde/forbruger.

Bygningsreglementets krav (BR10)

Under dette afsnit vil der være en redegørelse for hvilke retningslinjer der skal følges ved renovering og ved udskiftning i iht. kravene fra BR10.

Energoptimering, bilag 1

Under dette afsnit vil der være et skema (bilag 1), som vi vil benytte senere i afsnittet "Opslag og beregninger", samt en redegørelse for hvordan bilag 1 skemaet er bygget op og skal udfyldes. Her gennemgås hver kolonne i skemaet med forklaringer til senere brug.

Forudsætninger

Under dette afsnit vil der være en redegørelse for hvilke Teknologier der benyttes indenfor energiområdet, når vi taler besparelsepotentialer. Der vil fremgå tjekskemaer som er forudfyldt til en konkret case, der vil blive behandlet under opslag og beregninger.

Opslag og beregninger

Under dette afsnit vil en konkret case blive gennemgået step by step. Der vil i skemaform blive hentet opslag fra dette kompendium som vil blive brugt til beregninger der skal synliggøre bl.a. besparelser i kWh, besparelser i nutidskroner, rentabiliteter, samt tilbage-betalingstider.

Bilag til brug for egne projekter

Under dette afsnit vil der være tomme Tjekskemaer til brug for andre opgaver.



Vi håber dette afsnit omkring energioptimering kan være med til at give dig et større overblik til fremtidens energibesparelser. Ønsker du at se tanken og idéen bag dette materiale kan vi anbefale at du scanner QR koden, hvorefter vi vil give dig en introduktion af materialet.



Energimærkningsordningen

Når et hus skal sælges, skal det have en gyldig energimærkning. Energimærkningen er et dokument, der fortæller, hvordan husets energimæssige tilstand er, og hvordan den kan blive bedre, f.eks. ved udskiftning af vinduer, isolering på loftet eller udskiftning af et gammelt varmeanlæg. Energimærkningen giver boligkøbere og lejere et billede af, hvad det koster at opvarme boligen, allerede inden der skrives under på købs- eller lejeaftale.

Boliger energimærkes på en skala fra A til G, som vi også kender det fra eks. køleskabe. A betyder, at bygningen bruger lidt energi, mens G betyder, at bygningen har et stort energi-forbrug.

Energimærkningen har to formål:

- Vise boligens energiforbrug og virke som en form for varedeklaration, når den sælges eller udlejes.
-
- Give overblik over de energimæssige forbedringer, der kan betale sig at gennemføre – hvad de går ud på, hvad det koster at gennemføre, og hvor stor besparelse der kan opnås på el- og varmeregningen.

Energimærkningsordningen administreres af et sekretariat som varetager ordningens kvalitet. De hedder "Sekretariatet for energieffektive bygninger". Yderligere information kan findes på hjemmesiden www.seeb.dk

Mærkning udføres af en energikonsulent, som måler bygningen op og undersøger kvaliteten af isolering, vinduer og døre, varmeinstallation m.v. På det grundlag beregnes bygningens energiforbrug under standardbetingelser for vejr, familiestørrelse, driftstider, forbrugs-vaner m.v.

Det beregnede forbrug er en ret præcis indikator for bygningens energimæssige kvalitet – i modsætning til det faktiske forbrug, som naturligvis er stærkt afhængigt både af vejret og af de vaner, som bygningens brugere har. Nogle sparer på varmen, mens andre fyrer for åbne vinduer eller har huset fuldt af teenagere, som bruger store mængder varmt vand.

Mærket fortæller altså om bygningens kvalitet og ikke om måden den bruges på, eller om vinteren var kold eller mild.

Er du i tvivl om ejendommen har fået udført et energimærke, kan du gå ind på hjemmesiden www.boligejer.dk og søge på adressen.

Scan nedenstående QR-kode eller klik på linket for at se vejledning.



<http://www.youtube.com/watch?v=5ZSiOef7aH4&feature=youtu.be>

Hvad koster et energimærke?

Loven har fastsat en øvre grænse for det certificerede energimærkningsfirmas honorar, som gælder for huse under 300 m².

For 2013 er den øvre honorargrænse på:

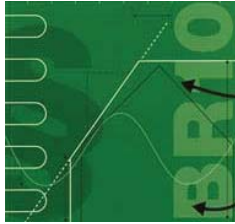
- 5.778 kr. inkl. moms for en bygning på under 100 m²
- 6.356 kr. inkl. moms for en bygning på 100-199 m²
- 6.933 kr. inkl. moms for en bygning på 200-299 m²
- 1.046 kr. inkl. moms for et enfamiliehus uden bygnings-gennemgang

Man har ret til at indhente flere tilbud, inden man bestiller en energimærkning.





Bygningsreglementets krav



<http://www.bygningsreglementet.dk/>

Rentable energibesparende foranstaltninger defineres i bygningsreglementet (BR10 stk. 7.4.) som foranstaltninger vedrørende isolering af ydervægge, gulve, lofter og vinduer mv. (tekniske installationer).

I forbindelse med ombygning og renovering deler bygningsreglementet energibesparende foranstaltninger op i 2 grupper.

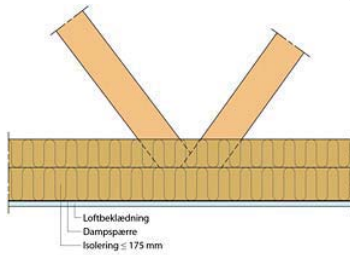
1. Energibesparende tiltag som skal foretages hvis de har den fornødne rentabilitet. (Ved renovering)
2. Energibesparende tiltag som skal foretages uanset rentabilitet. (Ved udskiftning)

Energibesparelser med den fornødne rentabilitet kan i henhold til BR10 bilag 6 være:

Loft isolering

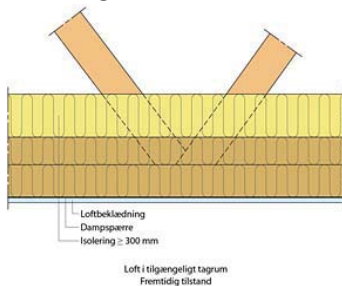
Nuværende tilstand (Intakt isolering)

$U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 175 \text{ mm}$



Handling: Isolering, tykkelse svarer til nærmest til kravene i tabel 7.4.2

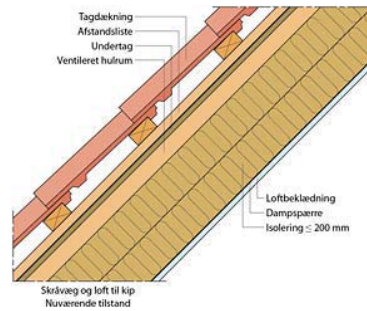
Isolering 300 mm



Skråvæg isolering

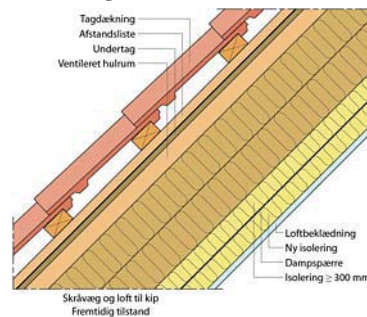
Nuværende tilstand (Intakt isolering)

$U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 200 \text{ mm}$



Handling: Isolering, tykkelse svarer til nærmest til kravene i tabel 7.4.2

Isolering 300 mm



Skunkrum isolering

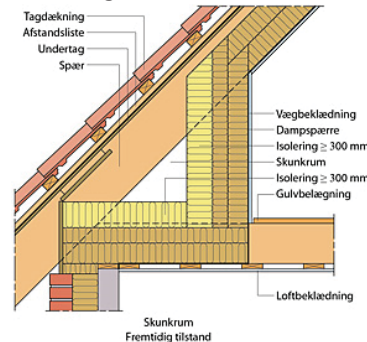
Nuværende tilstand (Intakt isolering)

$U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 175 \text{ mm}$



Handling: Isolering, tykkelse svarer til nærmest til kravene i tabel 7.4.2

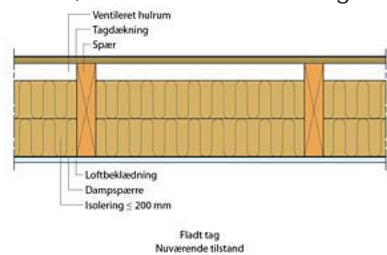
Isolering 300 mm





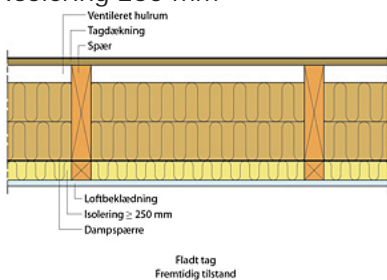
Fladt tagisolering

Nuværende tilstand (Intakt isolering)
 $U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 200 \text{ mm}$



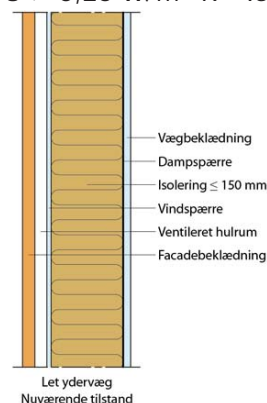
Handling: Isolering, tykkelserne svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2

Isolering 250 mm



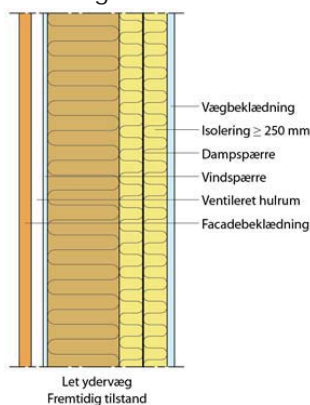
Let ydervæg (skeletkonstruktion)

Nuværende tilstand (Intakt isolering)
 $U > 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 150 \text{ mm}$



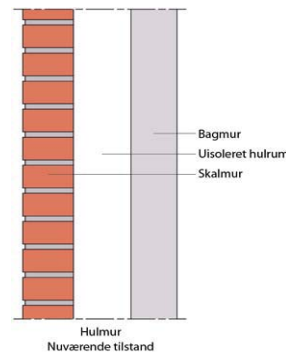
Handling: Isolering, tykkelserne svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2

Isolering 250 mm

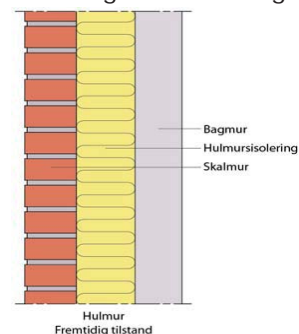


Hulmur isolering

Uisoleret

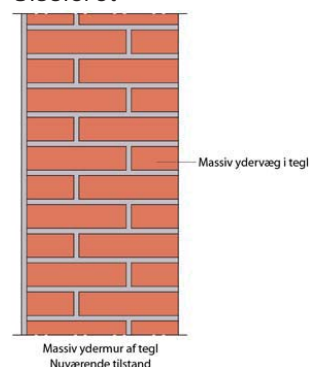


Handling: Indblæsning af isolering



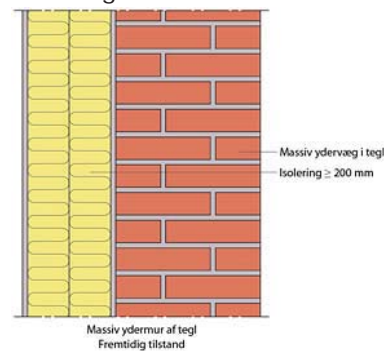
Massiv ydervæg i tegl, blank tegl udvendig

Uisoleret



Handling: Isoleringen er normalt ikke rentabelt, men kan være det i forbindelse med f.eks. uisolerede gavle.

Isolering 200 mm

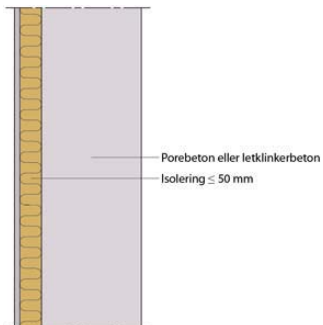




Ydervægge af porebeton eller letklinkerbeton

Manglende isolering

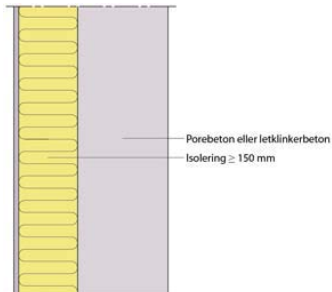
$U > 0,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 50 \text{ mm}$



Ydermur af porebeton eller letklinkerbeton

Handling: Indvendig efterisolering

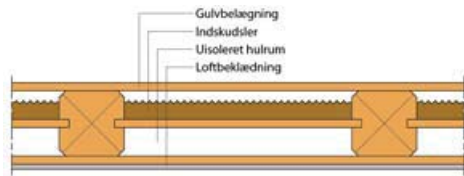
Rentabelt i forbindelse med en renovering af f.eks. en skadet klimaskærm.



Ydermur af porebeton eller letklinkerbeton

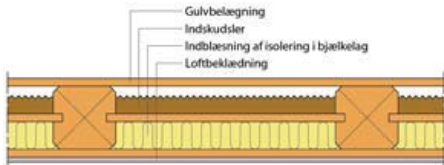
Bjælkelag over uopvarmet kælder

Uisoleret



Bjælkelag over uopvarmet kælder

Handling: Indblæsning af isolering i bjælkelag.

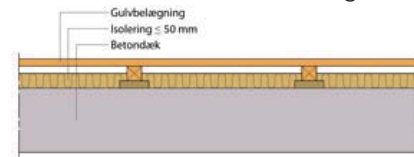


Bjælkelag over uopvarmet kælder

Andre dæk over uopvarmede kældre

Uisoleret

$U > 0,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 50 \text{ mm}$

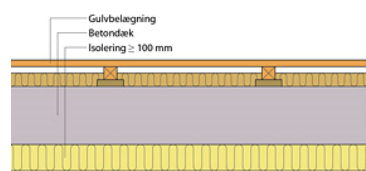


Dæk over uopvarmet kælder
Nuværende tilstand

Handling: Indblæsning af isolering hvis loft i kælder kan isoleres.

Isolering 100 mm

Bjælkelag over uopvarmet kælder

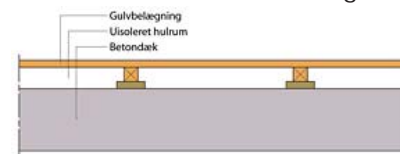


Dæk over uopvarmet kælder
Fremtidig tilstand

Dæk over tilgængelig krybekælder

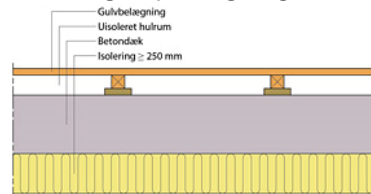
Uisoleret

$U > 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 150 \text{ mm}$



Dæk over tilgængelig krybekælder
Nuværende tilstand

Handling: Ophængning af isolering på underside.



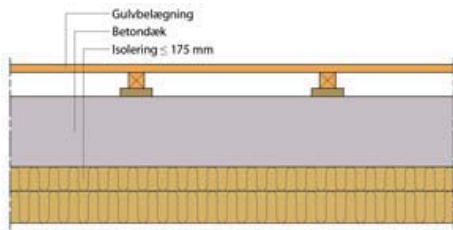
Dæk over tilgængelig krybekælder
Fremtidig tilstand



Dæk over det fri

Uisoleret

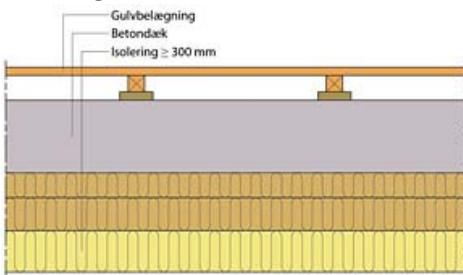
$U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ - Isolering $\leq 175 \text{ mm}$



Dæk over det fri
Nuværende tilstand

Handling: Indblæsning af isolering, hvis der mulighed for isolering nedefra.

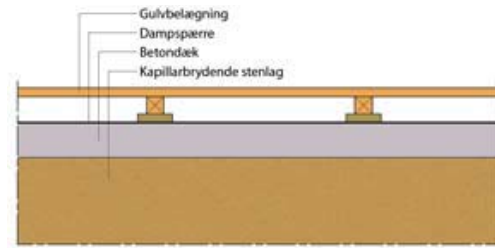
Isolering 300 mm



Dæk over det fri
Fremtidig tilstand

Terrændæk

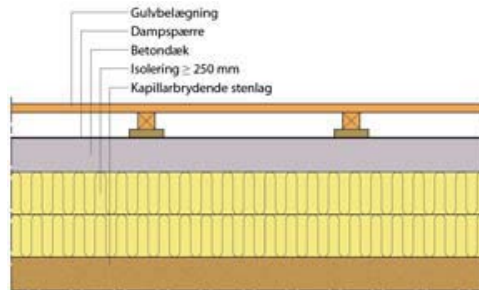
Uisoleret



Terrændæk
Nuværende tilstand

Handling: Efterisolering hvis terrændækket hugges op for f.eks. etablering af gulvvarme.

Isolering $> 250 \text{ mm}$



Terrændæk
Fremtidig tilstand



Varmerør, fordelingsrør og stikrør udenfor rum

Uisoleret

diameter > 22 mm

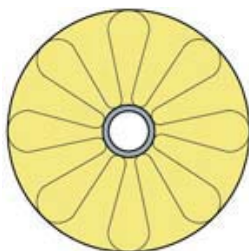


$22 \text{ mm} < \text{Diameter} \leq 42 \text{ mm}$

Nuværende tilstand

Handling: Isoleres i henholde til gældende regler/isoleringsklasser

40 mm



Isolering $\geq 40 \text{ mm}$

Fremtidig tilstand

Rør til varmt brugsvand, fordelings- og cirkulationsrør

Uisoleret

diameter > 42 mm

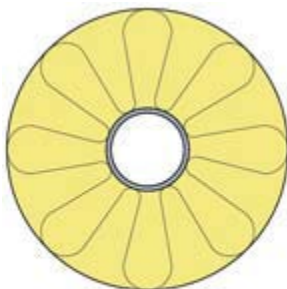


Diameter > 42 mm

Nuværende tilstand

Handling: Isoleres i henholde til gældende regler/isoleringsklasser

50 mm



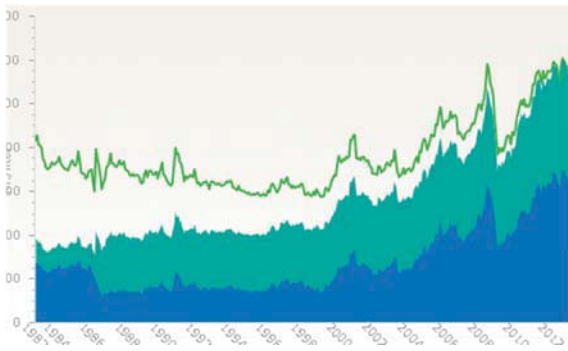
Isolering $\geq 50 \text{ mm}$

Fremtidig tilstand



De viste skitser for ydervægge, gulve og tekniske installationer viser hvor det kan være rentabelt at efterisolere. Udskiftes ydervægge, gulve eller den tekniske installation er det isoleringsbestemmelserne ved udskiftning, der er gældende uanset rentabilitet.

Isolering forudsætter, at rør, beholdere og aggregater er anbragt, så efterisolering kan finde sted uden de store nedbrydnings-arbejder. Der kan være gode grunde til at anvende mere isolering end angivet i skitserne, hvis isoleringsarbejdet er enkelt at udføre, og hvis det vurderes at energipriserne i fremtiden vil stige mere end den almindelige prisudvikling, og dermed gøre det fordelagtigt at vælge en større isoleringstykkelse. Som et eksempel på prisstigninger indenfor fyringsolie henvises til skemaet herunder.



Kilde: <http://www.eof.dk/Priser-og-Forbrug/Fyringsolie-udvikling.aspx>

Prisudvikling på en liter fyringsolie fra 3,82 kr. i 1982, til 12,04 kr. i 2013.

Rentabilitet

I det forrige afsnit er der fokuseret på løsninger som i bygningsreglementet defineres som rentable løsninger. Disse løsninger vil også kunne kalkuleres på baggrund af følgende oplysninger.

- Årlig besparelse
- Levetid af foranstaltningen
- Investeringen

Dette kan omskrives til en formel, hvor man kan finde en faktor der bestemmer om investeringen er rentabel.

$$\frac{\text{årlig besparelse} \cdot \text{levetid af foranstaltningen}}{\text{investeringen}} > 1,33$$

I denne formel anses bygningsmæssige foranstaltninger, hvor årlig besparelse gange

levetid divideret med investering er større end 1,33 for rentabel. Svarende til at foranstaltningen skal være tilbagebetalt indenfor 75 pct. af den forventede levetid.

Vurderes den energimæssige forbedring til at være rentabel, skal denne investering foretages i forbindelse med en renovering. Hvis der er tale om en udskiftning skal der foretages energiforbedringer uanset om de anses for rentable eller ikke. Det kunne f.eks. være en gammel tagkonstruktion som skulle udskiftes til en ny pga. slidtage.

Der kan være andre tilfælde hvor rentabiliteten kan være så høj at det sparer kunden for mange penge om året ved en udskiftning. Disse steder vil der være god mulighed for et mersalg, da kunden vil kunne se muligheden i, at besparelsen har tjent investeringen hjem indenfor eksempelvis 2-10 år.

Vil man medvirke til mersalg i virksomheden, er det fornuftigt, at sælge noget, som har en værdi for kunden, og de fleste kunder har deres penge i høj prioritet. Derfor kan en tilbagebetalingstid for en privat kunde på op til



10 år godt sælges, men snakker vi erhvervsejendomme må der ikke gå meget mere end 3 år. Nogle virksomheder foretager først renoveringen hvis besparelser er tjent hjem i løbet af 1-2 år, da de ikke er sikker på om firmaet stadig eksisterer efter den tidshorisont.

Vi skal som håndværkere være bedre til at fokusere på muligheden for mersalg, således vi kan styrke mesters konkurrenceevne.

Hvis vi ikke foretager os noget kommer andre firmaer og overhaler os indenom, eller i værste fald bliver kunden ikke opmærksom på muligheden for at spare penge.

Kunne man ikke have en cirkulationspumpe i firmabilen, når vi ved, at en udskiftning, har en tilbagebetalingstid på 2-4 år?



Energioptimering, Bilag 1

I forbindelse med udregningen af rentable energibesparelser, kan der fokuseres på følgende områder for, at kunden kan vejledes korrekt:

- Besparelsesforslag.
- Beskrivelse af arbejdet.
- Årlig besparelse.
- Levetid.
- Investering.
- Tilbagebetalingstid.
- Rentabilitet.
- Udføres ved renovering.
- Udføres ved udskiftning.
- Mersalg.
-

Disse emner vil kunne integreres i et skema for lettere, at kunne anskueliggøre en besparelses mulighed. Et skema som dette er udarbejdet, se Bilag 1, og kan sammenholdes med følgende forklaringer af de enkelte områders betydning.

Besparelsesforslag

I dette felt beskrives kort det forslag, som der skal regnes på.

Eksempel:

- Udskiftning af returløbstermostater til rumtermostater.
- Efterisolering af rør i teknikrum.
- Efterisolering af loftsrum.
- Udskiftning af gaskedel.

Beskrivelse

I dette felt beskrives hvordan besparelsen skal udføres. Feltet må gerne indeholde en detaljeret beskrivelse, således kunden kan forstå hvordan energibesparelsen udføres.

Eksempel:

- Montering af ny automatisk modulerende A-mærket cirkulationspumpe på varmfordelingsanlæg. Det vurderes at pumpe kan udskiftes til en pumpe med lavere effekt, som Grundfos Alpha2.
- Der installeres ny kondenserende gaskedel. I henhold til bygnings-reglementet stilles der krav til virkningsgrad (96 %) ved udskiftning af gaskedel. Dette betyder, at der ikke længere må installeres traditionelle kedler, som i modsætning til kondenserende kedler ikke udnytter kondensationsvarmen i forbrændings-produkterne. Det er vigtigt at kondenserende kedler kører med lave driftstemperaturer. Det er derfor nødvendigt at vurdere varmekilden i bygningen på kolde dage. For kontrol af optimal

fremløbs/returtemperatur for optimal kondensering.

- Isolering af uisolerede hulmure med mineraluldsgranulat. Inden isoleringsarbejdet påbegyndes bør en godkendt isolatør vurdere, om ydervægge er velegnet til isolering. Visse ydervægge egner sig ikke til hulmursisolering, da der kan opstå fugtproblemer og afskalning af facaden.

Årlig besparelse

For at kunne finde en årlig besparelse er det meget vigtigt, at kunne skelne mellem besparelsen i

- Energimængden i f.eks. [kWh] eller i procent [%]
- Nutidskroner

Energimængden er altid en fast besparelse og er meget ofte angivet i [kWh]. En besparelse i energimængden på 1 [kWh] i år 2013, vil være den samme besparelse i år 2050.

Eksempel:

- Sparer en kunde i år 2013, 1000 [kWh/år] ved at efterisolere sit loft fra 100 mm til 200 mm, men vælger først at gøre det i år 2050, sparer han også 1000 [kWh/år] til den tid.

Energimængden er altså uafhængig af prisstigninger i samfundet.

Besparelsen i energimængden kan findes på forskellige måder. I dette afsnit omkring energioptimering vil der komme forslag under de enkelte besparelsesforslag, hvor der vises hvordan besparelserne er fundet.

En årlig besparelse i energimængden kan også defineres i procent, som man finder i producentens datablade. F.eks. kan man spare 23 % af et årligt varmeforbrug, hvis man skifter gamle radiatortermostat hoveder ud til nye ECO Living rumtermostater (jf. Danfoss)

Den procentmæssige besparelse af en bygningsforbedring eller en udskiftning af en installationskomponent, er altså ofte anført hos producenten.

Hvis der skal beregnes en energibesparelse af en større ejendom, kan der anvendes en GUF værdi som hjælp. $GUF = \text{Graddage uafhængigt af forbrug}$. Hvis producenten oplyser at man kan



spare 23 % af ens forbrug, ved en forbedring af varmeinstallationen, kan man ikke spare 23 % af boligejendommens

samlede forbrug, men kun 23 % af forbruget til opvarmning.

GUF værdien er altså typisk energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand og de varmetab, der er forbundet hermed i rørinstallationer, varmtvandsbeholdere, cirkulationsledninger, tomgangstab på kedlen mv.

Da GUF normalt ikke kendes, kan værdierne i nedenstående tabel benyttes.

Anvendelse	Graddage uafhængigt forbrug[%]
Etageboliger	28
Kontor og handel	18
Hotel og servicevirksomhed	28
Kulturbygninger	14
Skoler og forskningslaboratorier	19
Hospitaler	29
Daginstitutioner	28
Idræt	36

En procentmæssig besparelse på varme-regningen ville kunne udregnes efter denne formel.

$$\text{Energibesparelsen} = K \cdot \left(1 - \left(\frac{GUF}{100}\right)\right) \cdot \text{Energiforbrug} / \text{år}$$

K = reduktionsfaktor eller den procentvis besparelse divideret med 100.

$$K = \frac{\text{Besparelse}[\%]}{100}$$

Eksempel:

Ved et energitjek er der konstateret gamle radiator termostathoveder, på centralvarme-anlægget i en etagebolig.

En nærmere undersøgelse kan belyse, hvor stor en energibesparelse, der kan opnås ved udskiftning til nye termostat-hoveder som fabrikat Danfoss, type ECO Living (23 %).

For at beregne en besparelse er det nødvendigt at registrere følgende:

- Besparelse
 - (Oplyses af f.eks. fabrikant)
 - Anvendelsen. (Er det hele bygningen eller eks. kun 50 %)
 - Graddage uafhængigt forbrug.
 - (I henhold til skema)
 - Årligt varmeforbrug. (Oplyses af kunde eller varmeværk)

Varmebesparelsen er beregnet således:

$$\text{Energib} = \left(\frac{23\%}{100}\right) \cdot \left(1 - \left(\frac{28\%}{100}\right)\right) \cdot 19.800 \text{ kWh} = 3278,9 \text{ kWh}$$

Besparselsen i *Nutidskroner* vil altid variere, da energipriserne svinger meget op og ned afhængig af udbud og efterspørgsel. En årlig besparelse bør derfor altid indeholde en vurdering af energiforsyningen og energi-prisen.

I dette skema herunder er der listet nogle dagspriser for en kWh i år 2013, som kan anvendes til udregning af en årlig besparelse. Hvis der klikkes på linket vil den aktuelle dagspris kunne findes. Denne pris afhænger af forsyningselskabets dagspris.

Brændsler	Pris for en kWh ved en 100 % støkiometrisk forbrænding	Link til aktuel dagspris
Fyringsolie	$\frac{11,3 \text{ kr}}{10,1} = 1,12 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://www.eof.dk/Priser-og-Forbrug/Fyringsolie.aspx
Naturgas	$\frac{8,7 \text{ kr}}{11,0} = 0,79 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://www.gasprisguiden.dk/
Bygas	$\frac{4,38 \text{ kr}}{4,7} = 0,93 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://www.hofor.dk/bygas/priser-pa-bygas-2012-for-private/priser-pa-gas-for-erhverv/
El	$\frac{2,10 \text{ kr}}{1,0} = 2,10 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://www.elpristavlen.dk
Fjernvarme (Meget afhængig af byen)	$\frac{0,50 \text{ kr}}{1,0} = 0,5 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://energitilsynet.dk/varme/prisstatistik/
Træpiller	$\frac{2,3 \text{ kr}}{4,85} = 0,47 \text{ kr.} / \text{kWh}$	http://www.stampemollen.dk/Priser

Den årlige besparelse afhænger også af virkningsgraden på den kedel som skal producere energien. Man kan ikke få en støkiometrisk forbrænding i en kedel.

Besparselsen i nutidskroner er afhængig af om kedlen er en ny kondenserende kedel, eller en gammel støbejernskedel. Man er nødt til at tillægge et kedeltab til energiprisen, for produktion af energien, når man skal finde en årlig besparelse.

Eksempel, en ny kedel (η 96 %):



$$\text{Aktuel_brændselspris}_{\text{Olie}} = \frac{4\% \text{Kedeltab} + 100}{100} = 1,04$$

$$1,04 \cdot 1,12 \text{kr./kWh}_{(100\% \text{forbrænding})} = \underline{1,16 \text{kr./Kwh}}$$

Eksempel, en gammel kedel (η 82 %):

$$\text{Aktuel_brændselspris}_{\text{Olie}} = \frac{18\% \text{Kedeltab} + 100}{100} = 1,18$$

$$1,18 \cdot 1,12 \text{kr./kWh}_{(100\% \text{forbrænding})} = \underline{1,32 \text{kr./Kwh}}$$

Til at kunne finde virkningsgraden på kedlen kan disse skemaer fra energistyrelsen anvendes.

Oliefyrede små kedler								
Nr.	Type	Fuldlast			Dellast		Tomgangstab	
		kW	Vk	Korr	Vk	Korr	Tf	Andel
1	Ældre dårlig	20	0,82	0,001	0,79	0,004	0,030	0,85
2	Ældre, middel	20	0,85	0,001	0,83	0,003	0,020	0,85
3	Ældre, god	20	0,87	0,001	0,86	0,002	0,015	0,85
4	Nyere god	20	0,91	0,001	0,91	0,001	0,007	0,80
5	Nyere kondenserende	20	0,96	0,002	1,00	0,002	0,007	0,80
6	Ældre dårlig	70	0,84	0,001	0,82	0,002	0,020	0,7
7	Ældre, middel	70	0,87	0,001	0,86	0,002	0,015	0,7
8	Ældre, god	70	0,88	0,001	0,88	0,001	0,010	0,7
9	Nyere god	70	0,92	0,001	0,92	0,001	0,004	0,65
10	Nyere kondenserende	70	0,96	0,002	1,01	0,002	0,004	0,65

Fuldlast: Belastning = 1,0

Kedeltemperatur = 70 °C

Dellast: Belastning = 0,3

Kedeltemperatur = 50 °C (kondenserende = 40 °C)

Små gaskedler								
Nr.	Type	Fuldlast			Dellast		Tomgangstab	
		kW	Vk	Korr	Vk	Korr	Tf	Andel
11	Ældre dårlig	20	0,82	0,001	0,79	0,004	0,03	0,85
12	Ældre, middel	20	0,85	0,001	0,83	0,003	0,02	0,85
13	Ældre, god	20	0,87	0,001	0,86	0,002	0,015	0,85
14	Ældre, åben	20	0,86	0,001	0,81	0,002	0,015	0,40
15	Nyere, lukket	20	0,90	0,001	0,88	0,002	0,007	0,80
16	Nyere kondenserende	20	0,96	0,003	1,06	0,003	0,007	0,80
17	Ældre dårlig	70	0,84	0,001	0,82	0,002	0,02	0,70
18	Ældre, middel	70	0,87	0,001	0,86	0,002	0,015	0,70
19	Ældre, god	70	0,88	0,001	0,88	0,001	0,01	0,70
20	Ældre, åben	70	0,87	0,001	0,82	0,002	0,009	0,35
21	Nyere, lukket	70	0,90	0,001	0,89	0,001	0,004	0,65
22	Nyere kondenserende	70	0,96	0,003	1,06	0,003	0,004	0,65

Fuldlast: Belastning = 1,0

Kedeltemperatur = 70 °C

Dellast: Belastning = 0,3

Kedeltemperatur = 50 °C (kondenserende = 33 °C)

Definitioner på forskellige kedeltyper.

Definitioner, små oliefyrede kedler		
Definitioner	Reference	Beskrivelse
Ældre, dårlig	Gruppe 1 på statuslisten, www.sparolie.dk .	Gruppe 1 Kedel fra 1970, typisk uisoleret eller delvist efterisoleret støbejernskedel. Tasso, model M1 og M2. DFJ model Serie J Götaverken. 1)
	Gruppe 2 på statuslisten, www.sparolie.dk .	Gruppe 2 Typisk kedel fra før 1970 efterisoleret. Typisk støbejern men få pladejernskedler. Modeller som gruppe 1. 1)
	Gruppe 3-4 på statuslisten, www.sparolie.dk .	Gruppe 3-4 Typisk kedel fra før 1970 uden eller med delvis efterisolering, DFJ Salamander model A, Tasso model A2 og B2, Ribe, Langå Jernindustri, HS Tarm.
Ældre, middel	Gruppe 5-7 på statuslisten, www.sparolie.dk	Gruppe 5 Typisk kedler fra 1970-1980, uden forbedringer. Kedelkroppen er placeret i et kabinet med ingen eller 10 mm isolering. Amanda, Tasso model A4, HS Tarm
		Gruppe 6 Kedel fra 1970-1980. Varmtvandsbeholder er neddykket i kedelkroppen. Ingen eller 10 mm isolering.
		Gruppe 7 Kedelunit fra 1970-1980. Varmtvandsbeholder placeret i kabinettet over eller under kedlen. Ingen eller 10 mm isolering. Tasso model Top, - Tassolid, - Tasso Net.
Ældre, god	Gruppe 8-11 på statuslisten www.sparolie.dk BEMÆRK kræver en opdatering, da grupperne ikke er lagt ud på siden	Kedelunit fra efter 1980-2005 med oliebrænder og indbygget varmtvandsbeholder Kedler fra 1980-2005 typisk med et energimærke D-F (Årsvirkningsgrad på 80-89%)
Nyere, god	Kedler, der kan opnå et C-energimærke på positivlisten på www.sparolie.dk	Kedler fra 2000 og frem med energimærke C. Kedlen kan opfylde Bygningsreglementets krav til virkningsgrad fra april 2006.
Nyere, kondenserende	(Kedler, der kan opnå et A-energimærke på positivlisten på www.sparolie.dk	Alle oliefyrede kondenserende kedler Kedlen kan opfylde Bygningsreglementets krav til virkningsgrad fra april 2006.
Ældre, middel	Gruppe 5-7 på statuslisten, www.sparolie.dk Alle typer med gasluftblæsebænder.	Gruppe 5 Typisk kedler fra 1970-1980, uden forbedringer. Kedelkroppen er placeret i et kabinet med ingen eller 10 mm isolering. Amanda, Tasso model A4, HS Tarm
		Gruppe 6 Kedel fra 1970-1980. Varmtvandsbeholder er neddykket i kedelkroppen. Ingen eller 10 mm isolering.
		Gruppe 7 Kedelunit fra 1970-1980. Varmtvandsbeholder placeret i kabinettet over eller under kedlen. Ingen eller 10 mm isolering. Tasso model Top, - Tassolid, - Tasso Net.
Ældre, god	Gruppe 8-11 på statuslisten www.sparolie.dk BEMÆRK kræver en opdatering, da grupperne ikke er lagt ud på siden.	Kedelunit fra efter 1980-2005 med gasluftblæsebænder og indbygget varmtvandsbeholder. Kedler fra 1980-2005 med gasluftblæsebænder.
Ældre, åben		Kedler med atmosfærisk brænder med trækafbryder (åbent forbrændingskammer). Kedlen kan være units med indbygget varmtvandsbeholder, men typisk væghængte kedler.
Nyere, lukket		Kedler fra 1996-2008 med lukket forbrændingskammer og split eller koaksialt balanceret aftræk. Kedlen kan være units med indbygget varmtvandsbeholder, men typisk væghængte kedler.
Nyere, kondenserende	Kedler, der kan opnå et A-energimærke på positivlisten på www.dgc.dk	Kondenserende gasfyrede kedler fra 1995 og frem. Kedlen kan opfylde Bygningsreglementets krav til virkningsgrad fra april 2006.



Levetid

De forventede levetider som man kan regne med, er jf. bygningsreglementet estimeret i følgende skema herunder. Regnes der på rentabilitet skal disse levetider anvendes.

Levetider der anvendes ved beregning af rentabiliteten:

Energibesparende tiltag		År
Efterisolering af bygningsdele	af	40
Vinduer samt forsatsrammer og koblede rammer	og	30
Varmeanlæg, radiatorer og gulvvarme samt ventilationskanaler og armaturer inklusive isolering	og samt	30
Varmeproducerende anlæg mv., f.eks. kedler, varmepumper, solvarmeanlæg, ventilationsaggregater		20
Belysningsarmaturer		15
Automatik til varme og klimaanlæg samt cirkulationspumper	samt	15
Fugetætningsarbejder		10

Investering

I dette felt noteres den forventede investering for arbejdet. Priserne bør altid indeholde moms. Således kunden ikke får ubehagelige overraskelser.

Eksempel:

- 210 kr./pr. meter x 10 meter = 2100 kr. for Isolering af varmfordelingsrør
- 45.000 kr. for udskiftning af kedel til ny kondenserende.

I forbindelse med energiforbedringer indenfor bygningsisolering, skal investeringen udregnes efter bygningsreglementets krav. Man må f.eks. ikke kun isolere med 50 mm ovenpå et uisolaret loft, hvis der er plads til 300 mm.

Skemaet beskriver bygningsreglementets krav til varmetab. Ved renovering og udskiftning skal disse værdier overholdes.

Skema over U-værdier		
Bygningsdel	W/m ² K	Eksempler på isoleringstykkelser
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,20	175 mm kl. 37 = 0,20
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40	85 mm kl. 37 = 0,39
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,12	300 mm kl. 41 = 0,11
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,15	250 mm kl. 37 = 0,15
Yderdøre, porte, lemme, forsatsvinduer og ovenlyskupler	1,65	2 lags energiglas = 1,5



Linjetab (jf. fabrikantdata og DS418)		
Linjetab	W/mK	Eksempler på udførelse
Fundamenter.	0,12	2 stk. 39 cm Leca-therm blokke
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,03	Formur og bagmur adskilles af min. 30 mm isolering
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler.	0,10	Velux ovenlys er konstrueret til = 0,09

Tilbagebetalingstid

I dette felt arbejdes der med at synliggøre tilbagebetalingstiden overfor kunden.

Formlen for tilbagebetalingstiden er således (Der ses bort fra renter).

$$\text{Tilbagebetalingstid} = \frac{\text{Investerings}}{\text{Årlig besparelse}}$$

Eksempel:

Ved udskiftning af en kedel er der en årlig besparelse på 6.000 kr. og en investering på 45.000 kr.

$$\text{Tilbagebetalingstid} = \frac{45.000kr}{6.000kr} = \underline{\underline{7,5\text{år}}}$$

Rentabilitet

I dette felt skal der laves en udregning, for at tage højde for om investeringen er rentabel. Hvis en bygningsdel vedligeholdes eller efterisoleres (Renoveres), skal energi-besparende tiltag jf. bygningsreglementet gennemføres, hvis de er rentable. Der kan være eksempler på efterisoleringssarbejder som kun er rentable i et mindre omfang, men som ikke overholder bygningsreglementets krav til u-værdier. Da skal kun den rentable efterisolering foretages ved en renovering. F.eks. vil det ofte ikke være rentabelt at opbygge en ny facadevæg, men i stedet kan der foretages en hulmursisolering.

For at en investering er rentabel skal den være tilbagebetalt indenfor 75 % af investeringens levetid (>1,33). For at kunne udregne dette skal denne formel anvendes.

$$\text{Rentabilitet} = \frac{\text{Årlig Besparelse} \cdot \text{Levetid}}{\text{Investerings}} = \underline{\underline{(>1,33)}}$$

Rentabilitetstallet overføres til skemaet

Eksempel:

Ved udskiftning af en kedel er der en årlig besparelse på 6.000 kr. og en investering på 45.000 kr.

$$\text{Rentabilitet} = \frac{6.000kr \cdot 20\text{år}}{45.000kr} = \underline{\underline{2,67}}$$

Dette eksempel er altså en rentabel investering som er godt for kundes pengepung og for klimaet.



Udføres ved renovering

I dette felt skal der sættes et kryds hvis investeringen er rentabel, større end 1,33.

Hermed er du i stand til at kunne rådgive kunden om investeringen skal udføres i forbindelse med næste vedligehold/repARATION.

Udføres ved udskiftning

I dette felt skal der sættes et kryds hvis investeringen ikke er rentabel, mindre end 1,33.

Hermed er du i stand til at kunne rådgive kunden om investeringen i stedet skal udføres i forbindelse med næste udskiftning af konstruktionen eller installationen.

Mersalg

I dette felt skal du sætte kryds hvis du mener, at der er ekstra god mulighed for, at sælge investeringen. Du har dermed mod på, at vise din udregning overfor kunden eller din mester. Således kan du være med til, at generere et mersalg for din virksomhed.

For at kunne vurdere om der er et potentiale for mersalg er det vigtigt at kigge på tilbagebetalingstiden.

Har du lyst til at investere i noget som først er tjent hjem om 50 år? Nej, eller måske ja, hvis du er med på tanken om en omstilling til et grønnere samfund.

Så der er 2 væsentlige ting man bør tage højde for hvis der skal generes et mersalg.

- tilbagebetalingstiden
- en grøn tankegang



Det kan være svært at vurdere, om kunden er ligeglad med en lang tilbagebetalingstid men er lige så meget miljøbevidst. Så medmindre du bevidst bliver kontaktet af en kunde med henblik på en energibesparelse, så bør et mersalg ligge i investeringsprojekter med kort tilbagebetalingstid. I skemaet herunder kommer vi med forslag til tilbagebetalingstider som kan give anledning til et mersalg.

Mulighed for mersalg*		
Tilbagebetalingstid I år	Kunde	
	Privat	Erhverv
0-2	Grøn	Grøn
2-5	Grøn	Gul
5-10	Gul	Gul
10-15	Gul	Rød
15-20	Rød	Rød

*Farven Grøn  God

Gul  Middel

Rød  Svag

Som det er vist i skemaet vil det være sværere at sælge en investering til en virksomhed end til en privat forbruger.



Bilag 1

		Afkrydsning		Mersalg					
				Udføres ved udskiftning	Udføres ved reovering				
Besparelsesforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet			
		kWh kr.	kr.						
		kWh kr.	kr.						
		kWh kr.	kr.						



Forudsætninger

På de efterfølgende sider forestiller vi os, at du har udfyldt de 3 nedennævnte Tjekskemaer ved besøget hos en kunde:

- Varmeanlæg og vandinstallationer
- Teknisk isolering
- Klimaskærm

Huset du har været ude ved er et byhus I 4 etager inkl. fuld uopvarmet kælder. Huset er I dag opvarmet af fjernvarme. Der er 3 ejerlejligheder i ejendommen, som har fælles afregning af varmekonsumet. Der er oprettet en ejerforening, hvor der er lagt penge fra til bl.a. energiforbedringer af ejendommen. Anlægget er et direkte fjernvarmeanlæg uden blandesøjfe. Varmtvandsproduktionen foretages i en 200 liters varmtvandsbeholder. Se skitser af huset på de efterfølgende sider.

De udfyldte tjekskemaer på de næste sider vil være vores udgangspunkt, når vi nu vil tage hjem på kontoret og begynde at lave beregningerne på energibesparelserne.

De forslag til energioptimeringer vi har I baghovedet, er vi nødt til, at eftervise rentabiliteten og tilbagebetalingstiden på, hvis vi skal have en chance for, at få ordrerne på forbedringsforslagene.

Hjælp til indhentning af priser.

Priserne på materialer og arbejds løn kan findes på forskellige måder. De kan kalkuleres af os selv eller de kan findes i et webbaseret beregningsprogram, som er udviklet af "EnergySystem". Den nyeste version (maj 2013) hedder Energy10. Programmet er blevet udviklet med en masse standard priser på forskellige forbedringsforslag på bygninger. Det er de priser der ligger til grund for de efterfølgende beregninger.

Energitjek og Tjekskemaer

Du er blevet kaldt ud til reparation af et blandingsbatteri og i forbindelse med dette er du blevet bedt om, at lave et energitjek af hele ejendommen for, at kunne kortlægge om der kan spares energi på ejendommen. Det er vigtigt, at lave et tjek af installationen og klimaskærmen, og til det formål kan man benytte tjekskemaer som efterfølgende er fremstillet og inddelt i 10 teknologier.

Tjekskemaer for 10 teknologier:

- Ventilation
- Varmeanlæg og vandinstallationer
- Belysning
- Trykluft
- Motorer
- Pumper
- Køl/frys
- Teknisk isolering
- Klimaskærm
- Apparater og udstyr

Vi vil ikke gennemgå alle teknologierne I det efterfølgende materiale, da flere af teknologierne mest berører erhverv og industri. De teknologier som typisk vil være aktuelle I almene boliger og parcelhuse er:

- Varmeanlæg og vandinstallationer
- Teknisk isolering
- Klimaskærm

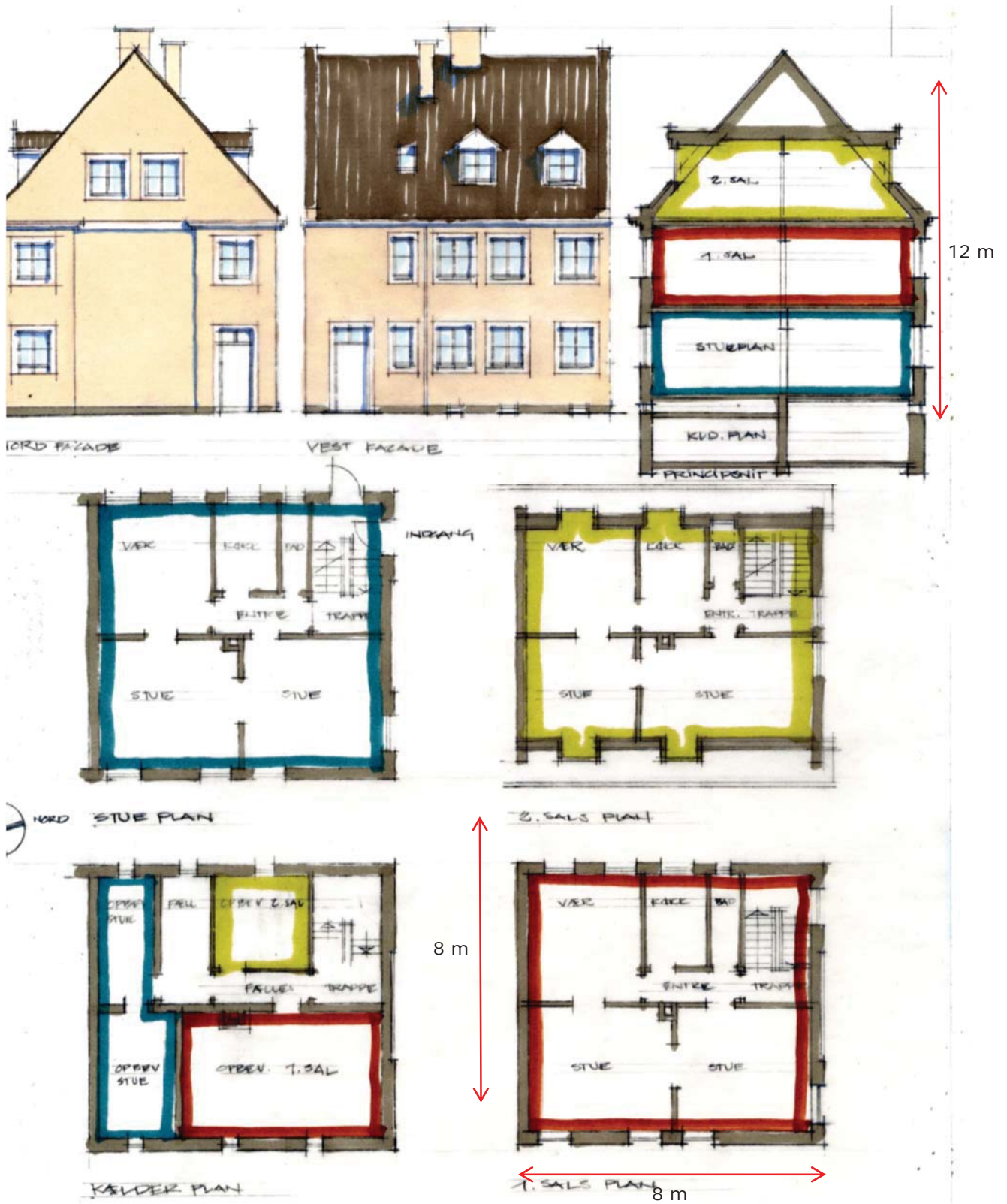
På baggrund af, at det er en Vvs-mand der skal lave vurderingen og efterfølgende måske også selv får mulighed for, at lave optimeringerne på den aktuelle sag, vil vi kun koncentrere os om de oftest anvendte teknologier. Vil man have en fyldestgørende viden til de andre områder kan kurset Tjek på energien anbefales.



I det efterfølgende afsnit "Opslag og beregninger" vil der komme beregnings-eksempler på vores byhus. Der vil fremgå en masse standard priser på bl.a. m2 priser på loftisolering, efterisolering af ydervægge, meter priser på teknisk isolering m.m. Der er I standardpriserne indeholdt timeløn til håndværker samt materialer. Priserne er desuden inkl. moms. Så projekterne skal blot opmåles på stedet. Priserne er hentet fra Energy10 primo maj 2013, samt private firmaer.



Casen "Energispildevvej 21"





Tjekskemaer for Energispildevvej 21:

Varme

Hvad er det årlige varmeforbrug? 35.600 kWh korrigeret for 3605 graddage

Fremløb og retur

- | | | |
|---|----|--------------|
| • Er fremløbstemperaturen styret af udetemperaturen? | ja | nej X |
| • Er returløbet lav og i overensstemmelse med fjernvarmeverkets anvisninger? | ja | nej X |
| • Er der nat- eller weekendsænkning af temperaturen? | ja | nej X |
| • Er der installeret termostatventiler på alle radiatorer, og Er de indstillet korrekt? | ja | nej X |

Cirkulationspumper (blandesløjfe)

- | | | |
|---|----|-----|
| • Er cirkulationspumpen i konstant drift? | ja | nej |
| • Er pumpen A-mærket? | ja | nej |
| • Er pumpen indstillet korrekt? | ja | nej |

Mulige foranstaltninger: Der er ikke monteret blandesløjfe.

Cirkulationspumper (brugsvand)

- | | | |
|---|-------------|--------------|
| • Er cirkulationspumpen i konstant drift? | Ja X | nej |
| • Er pumpen A-mærket? | ja | nej X |
| • Er pumpen indstillet korrekt? | Ja X | nej |
| • Er pumpen styret af temperaturen for det varme vand | ja | nej X |

Mulige foranstaltninger: Pumpen udskiftes til en nyere lavenergipumpe med urstyring.

- | | | |
|--|----|--------------|
| • Er varmtvandstemperaturen højere end 50°C ved tappestederne? | ja | nej X |
|--|----|--------------|

Isolering

- | | | |
|--------------------------------------|-------------|-----|
| • Er der uisolerede ventiler og rør? | Ja X | nej |
|--------------------------------------|-------------|-----|

Mulige foranstaltninger: Efterisolering af ventiler og uisolerede rørstrækninger

Kedelanlæg

- | | | |
|---|----|-----|
| • Er kedlens stand dårlig / middel / god _____ | | |
| • Er kedlen kondenserende / Tjek afløb | ja | nej |
| • Er kedelisolering utilstrækkelig, dvs. min 100 mm? | ja | nej |
| • Er kedeltemperaturen højere end 80°C? | ja | nej |
| • Sænkes kedeltemperaturen uden udenfor fyringssæsonen? | ja | nej |
| • Er der nat- eller weekendsænkning af fyr | ja | nej |
| • Er der en kontrol- eller eftersynsordning for forbrændingseffektiviteten? | | ja |
| nej | | |

Mulige foranstaltninger: Anlægget er et fjernvarmeanlæg



Vand

Toilet

- | | | |
|---|-------------|--------------|
| • Er der stort/lille skyl i toiletterne? (Stort skyl 9 ltr.) | ja X | nej |
| • Løber toilettet? | Ja | nej X |

Mulige foranstaltninger: Montering af 2/4 ltr. skyls toiletter (Afløbssystem)

Brugsvand

- | | | |
|--|-------------|--------------|
| • Er der installeret termostat armatur? | Ja X | nej |
| • Er der installeret sparebruser? | Ja X | nej |
| • Er der installeret luftblander på armaturer? | Ja X | nej |
| • Drypper vandhanerne? | ja | nej X |

Mulige foranstaltninger: Bygningens brugsvandsinstallationer vurderes til at være i god stand.



Teknisk isolering

Rør

- Er der uisolerede varme-/kølerør i de tekniske installationer? Ja nej **X**
- Har de isolerede rør en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej **X**

Mulige foranstaltninger: 10 mm. isolering kan efterisoleres op til min. 40 mm. iflg. BR10

Ventiler

- Er der uisolerede ventiler i de tekniske installationer? Ja **X** nej
- Har isolerede ventiler en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej **X**

Mulige foranstaltninger: Efterisolering af ventiler

Beholdere

- Er der uisolerede varme/kølebeholdere i den tekniske installation? Ja nej **X**

Mulige foranstaltninger: _____

- Har isolerede beholdere en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej **X**

Mulige foranstaltninger: Udskiftning af beholder til veksler

Plane flader

- Er der uisolerede, plane varmeblader i installationerne, produktionsudstyr o.lign.? ja nej **X**
- Har isoleringen omkring plane varmeblader en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Kedler

- Er der uisolerede kedler i de tekniske installationer? Ja nej
- Har isoleringen på kedlen en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Ventilationskanaler ifb. med anlæg med veksler

- Er der ventilationskanaler, som ikke er isolerede? Ja nej
- Har isoleringen omkring kanalerne en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Andre emner (f.eks. flanger, snavssamlere, mandedæksler på beholdere, trykekspressionsbeholdere m.m.)

- Er der andre uisolerede, varmeførende tekniske installationer eller emner? Ja nej **X**
- Har isoleringen omkring installationerne en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej



Klimaskærm

Isolering

- | | | |
|---|-------------|--------------|
| • Er ydervægskonstruktionen isoleret? | Ja | nej X |
| • Er ydervægskonstruktionen mangelfuldt isoleret? | Ja X | nej |
| • Er tag/loft konstruktioner isolerede? | Ja X | nej |
| • Er tag/loft konstruktioner mangelfuldt isolerede? | Ja X | nej |
| • Er etageadskillelser herunder gulv- og dækkonstruktioner mangelfuldt isolerede? | Ja X | nej |

Mulige foranstaltninger: Efterisolering af hulmur, dæk mod kælder samt loftisolering og tag med 45 gr. hældning på 2. Sal.

Vinduer

- | | | |
|---|-------------|-----|
| • Er vinduer og lysåbninger monteret med f.eks. 1- lag glas, koblede ruder, ældre termoruder eller er termoglasset punkteret? | Ja X | nej |
|---|-------------|-----|

Mulige foranstaltninger: Udsiftning af termovinduer med nye lavenergi vinduer



Opslag og beregninger

Konvertering af energiforsyning

Da vores ejendom er forsynet med fjernvarme vil det ikke være fornuftigt, at foreslå en konvertering til anden varmekilde, da vi har forpligtiget os til, gennem en leveringsaftale, at købe fjernvarme ved forsyningsselskabet.

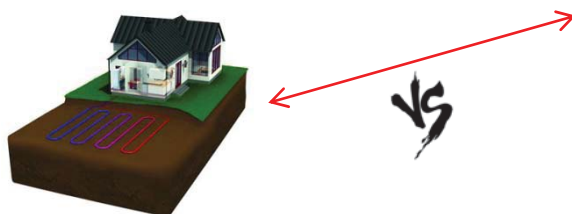
Hvis vi alligevel vil ud af denne aftale, skal vi være opmærksomme på, at det årlige fastsatte bidrag ikke kan frasiges. Dvs. at man kommer til at betale et årligt bidrag for noget man ikke får/aftager.

Vi vil i stedet trække nogle eksempler frem der viser en forventet besparelse ved konvertering af energiforsyningen, hvis vi forestiller os følgende scenarier (Energiprisen på 0,79 kr./kWh for Ngas er taget ud fra ovenstående skema):



1. Der er installeret en traditionel gaskedel i kælderen med en 200 liters varmvandsbeholder. Vi ønsker den udskiftet til en kondenserende gaskedel.
2. Der er installeret en traditionel støbejernskedel påmonteret en gasblæseluftbrænder i kælderen med en 200 liters varmvandsbeholder. Vi ønsker den udskiftet til en kondenserende gaskedel.
3. Der er installeret en traditionel støbejernskedel påmonteret en gasblæseluftbrænder i kælderen med en 200 liters varmvandsbeholder. Vi ønsker den udskiftet til en varmepumpe.

Vi vil efterfølgende vise konverterings-skemaer som er hentet fra kurset "TJEK PÅ ENERGIEN" Skemaerne illustrerer hvor meget energi i kWh der kan hentes ved konvertering. Tallene i skemaerne er tal som "igen" er hentet inde fra energistyrelsens hjemmeside. Det er et katalog, hvor man har en række af middeltal for besparelser. Disse besparelser er udarbejdet af Teknologisk Institut. I daglig tale kalder man det *Middeltalsværdikataloget*.





Årlig besparelse (kWh) - Støbe- el. pladejernskedler fra før 1977 til kondensering

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	10.686	10.686	10.686	10.471	10.471				
100	11.019	11.019	11.019	10.751	10.751				
120	11.353	11.353	11.353	11.030	11.040				
140	11.686	11.686	11.686	11.310	10.933				
160	12.020	12.020	12.020	11.589	11.159				
180	12.353	12.353	12.353	11.869	11.385				
200	12.686	12.686	12.686	12.149	11.611				
300	14.353	14.353	14.353	13.547	12.740				

Tabel Tabel 1.1

Årlig besparelse (kWh) - Støbe- el. pladejernskedler fra efter 1977 til kondensering

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	4.143	4.143	4.143	3.986	3.986	3.670	3.513	3.513	3.513
100	4.388	4.388	4.388	4.191	4.191	3.796	3.599	3.599	3.599
120	4.632	4.632	4.632	4.396	4.396	3.923	3.686	3.686	3.686
140	4.877	4.877	4.877	4.601	4.325	4.049	3.635	3.635	3.635
160	5.121	5.121	5.121	4.806	4.490	4.175	3.702	3.702	3.702
180	5.366	5.366	5.366	5.216	4.822	4.427	3.769	3.769	3.769
200	5.610	5.610	5.610	5.216	4.822	4.427	3.836	3.836	3.836
300	6.832	6.832	6.832	6.241	5.649	5.058	4.171	4.171	4.171

Tabel Tabel 1.2

Årlig besparelse (kWh) - Støbe- el. pladejernskedler fra før 1977 til kondenserende gaskedel

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	11.139	11.139	11.139	10.864	10.864				
100	11.565	11.565	11.565	11.221	11.221				
120	11.992	11.992	11.992	11.579	11.579				
140	12.418	12.418	12.418	11.937	11.455				
160	12.844	12.844	12.844	12.294	11.744				
180	13.271	13.271	13.271	12.652	12.033				
200	13.697	13.697	13.697	13.009	12.322				
300	15.829	15.829	15.829	14.797	13.766				

Tabel Tabel 1.3



Årlig besparelse (kWh) - Støbe- el. pladejernskedler fra efter 1977 til kondenserende gaskedel

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	4.596	4.596	4.596	4.379	4.379	3.943	3.726	3.726	3.726
100	4.934	4.934	4.934	4.662	4.662	4.117	3.845	3.845	3.845
120	5.271	5.271	5.271	4.945	4.945	4.292	3.965	3.965	3.965
140	5.608	5.608	5.608	5.228	4.847	4.466	3.894	3.894	3.894
160	5.946	5.946	5.946	5.510	5.07	4.640	3.987	3.987	3.987
180	6.283	6.283	6.283	5.793	5.304	4.814	4.079	4.079	4.079
200	6.621	6.621	6.621	6.076	5.532	4.988	4.172	4.172	4.172
300	8.308	8.308	8.308	7.491	6.675	5.859	4.634	4.634	4.634

Tabel 1.4

Årlig besparelse (kWh) - Traditionel åben gaskedel til kondenserende gaskedel

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	5.471	5.471	5.471	5.210	5.210	4.689	4.429	4.429	
100	5.874	5.874	5.874	5.549	5.549	4.898	4.572	4.572	
120	6.278	6.278	6.278	5.887	5.887	5.106	4.715	4.715	
140	6.682	6.682	6.682	6.226	5.770	5.314	4.631	4.631	
160	7.086	7.086	7.086	6.565	6.044	5.523	4.741	4.741	
180	7.489	7.489	7.489	6.903	6.317	5.731	4.852	4.852	
200	7.893	7.893	7.893	7.242	6.591	5.940	4.963	4.963	
300	9.912	9.912	9.912	8.935	7.958	6.981	5.516	5.516	

Tabel 1.5

Årlig besparelse (kWh) - Traditionel lukket gaskedel til kondenserende gaskedel

Byggeår									
Areal	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	3.154	3.154	3.154	2.992	2.992	2.666	2.503	2.503	2.503
100	3.407	3.407	3.407	3.203	3.203	2.796	2.593	2.593	2.593
120	3.659	3.659	3.659	3.415	3.415	2.927	2.682	2.682	2.682
140	3.911	3.911	3.911	3.627	3.342	3.057	2.629	2.629	2.629
160	4.164	4.164	4.164	3.838	3.513	3.187	2.699	2.699	2.699
180	4.416	4.416	4.416	4.050	3.684	3.317	2.768	2.768	2.768
200	4.668	4.668	4.668	4.261	3.854	3.447	2.837	2.837	2.837
300	5.930	5.930	5.930	5.320	4.709	4.099	3.183	3.183	3.183

Tabel 1.6



Konvertering af energiforsyning (Bilag 1)

Skema for energioptimering									
Besparelsesforlag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning		
							Udføres ved udskiftning	Udføres ved renovering	Mersalg
Scenarie 1. Udskiftning af kedel	Traditionel gaskedel udskiftes til kondenserende gaskedel	7242 kWh (Aflæst i tabel 1.5.) $7242 \text{ kWh} \cdot 0,79 \text{ kr/kWh}$ <u>= 5.721,18 kr</u>	Kr. 45.000 (Pris hentet i Energy10)	20 år	$\frac{45.000}{5.721,18} = 7,86 \text{ år}$	$\frac{5.721,18 \cdot 20}{45.000} = 2,54$	X	X	X
Scenarie 2. Udskiftning af kedel	Støbejernskedel udskiftes til kondenserende gaskedel	12.149 kWh (Aflæst i tabel 1.1.) $12149 \text{ kWh} \cdot 0,79 \text{ kr/kWh}$ <u>= 9.597,71 kr</u>	Kr. 45.000 (Pris hentet i Energy10)	20 år	$\frac{45.000}{9.597,71} = 4,68 \text{ år}$	$\frac{9.597,71 \cdot 20}{45.000} = 4,26$	X	X	X
Scenarie 3. Udskiftning af kedel til vedvarende energi	Støbejernskedel udskiftes til 14 kW luft/vand varmepumpe med integreret VVB. (Forbrug støbejernskedel aflæst i tabel 1.7) 45.716 kWh (Forbrug luft/vand VP aflæst i tabel 1.8) 9.965 kWh	Olie $45.716 \cdot 1,12 \text{ kr/kWh}$ <u>= 52.202</u> EL/VP $9.965 \cdot 2,10 \text{ kr/kWh}$ <u>= 20.927</u> $52.202 - 20.927$ <u>= 31.275 kr</u>	Kr. 100.000 (Pris anslået ud fra erfaring)	20 år	$\frac{100.000}{31.275} = 3,19 \text{ år}$	$\frac{31.275 \cdot 20}{100.000} = 6,25$	X	X	X



Optimering af klimaskærmen

I forbindelse med en energioptimering af klimaskærmen kan hjemmesiden for energibesparelser i bygninger anvendes.

<http://www.byggeriogenergi.dk/>

På denne side kan der hentes datablad med energibesparelser indenfor mange forskellige områder så som:

- Tag og loft
- Facader
- Gulv og Fundament
- Ventilation og tætning
- Varmeanlæg

Der vil under dette afsnit blive vedhæftet relevante datablade fra byggeri og energi vedr. tag og loft, facader samt gulv og fundament. Skulle du komme ud for at skulle finde besparelser som ikke er med i dette kompendium, anbefales det at besøge ovenstående hjemmeside.

Ud fra tjekskemaet skal der fokuseres på følgende områder for at afklare om der ligger rentable energibesparelser.

- Tag og loft
- Facader
- Gulv og Fundament

Loftet (Scenarie 1)

I ejendommen er loftet mangelfuldt isoleret. Der er i dag 32 m² som er isoleret med 100 mm. Der er mulighed for at efterisolere loftet op til 300 mm.

Skråvægge (Scenarie 2)

I ejendommen er skråvægge mangelfuldt isoleret. Der er i dag 40 m² som er isoleret med 50 mm. Der er mulighed for at nedforskalle loftet og efterisolere op til 300 mm.



Ydervægge (Scenarie 3)

I ejendommen er der ca. 210 m² ydervægge som er uisolerede udført i teglsten med hulmur og med plads til indblæsning af 75 mm granulat.



Etageadskillelse mod uopvarmet kælder (Scenarie 4)

Etageadskillelsen mod kælderen er isoleret med 50 mm under trægulve mod uopvarmet kælder. Der er plads til nedforskalling i kælder således der kan efterisoleres med 150 mm mineraluld.

Vinduer (Scenarie 5)

Vinduerne er udført med 2 lags energiglas. Vinduerne er i dårlig kvalitet og skal udskiftes indenfor de næste 10 år. Der udføres en beregning på en energibesparelse, hvis de skal udskifte termovinduerne til nye 3 lags superlavenergivinduer.

Ejendommen indeholder ca. 33 m² vinduer.



Energi prisen for fjernvarme som anvendes til kalkulation af den årlige besparelse er på 0,50 kr./kWh. Prisen er taget ud fra ovenstående skema for energipriser.



Efterisolering af loft

Denne energiløsning vedrører efterisolering af loft i tilgængeligt ikke udnyttet tagrum fx med gitterspær eller på hanebåndloft.

Hvis loftets isolering er mindre end 250 mm, bør loftet efterisoleres til nedenstående minimumanbefaling eller til et mere fremtidssikkert lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt. Hvis tagbelægningen skiftes, bør loftet altid efterisoleres samtidig.

Anbefaling til isoleringstykkelse efter efterisolering

Minimum: 300 mm isolering
Lavenergi: 400 mm isolering

Fordele

- Mindre varmetab gennem taget
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Efterisolering af loftet forøger husets værdi

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energibesparelse

Tabel 2.1

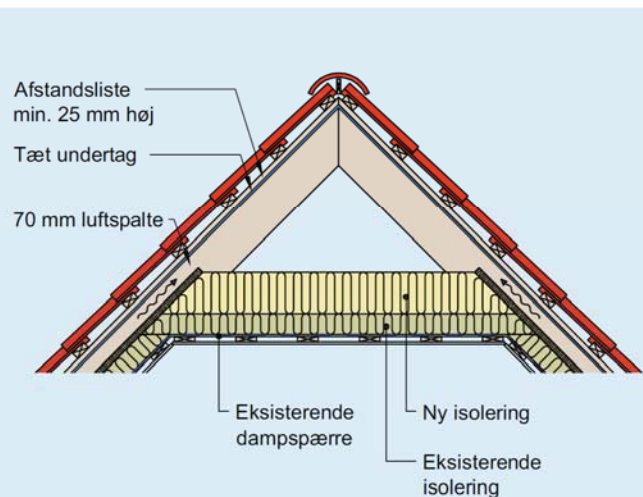
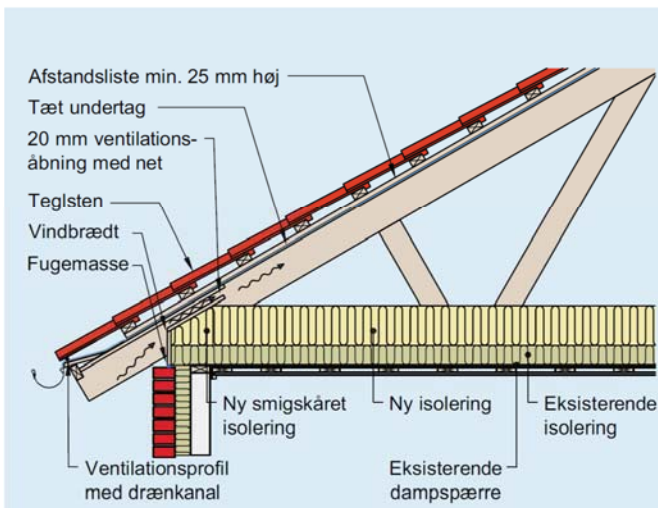
Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,137 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,567 kg CO₂ pr. kWh





Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra

Skråvægge og lofter til kip isoleret med mindre end 200 mm bør efterisoleres for at spare på energien. Efterisoleringen bør følge nedenstående minimums-anbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt. Hvis tagbelægningen skal skiftes, skal skunk, skråvæg/loft til kip og loft altid efterisoleres samtidig. Se Videncentrets energiløsninger: "Efterisolering af skunk", "Efterisolering af skråvæg/loft til kip - udefra" og "Efterisolering af loft".

Anbefaling til isoleringstykkelse efter efterisolering

Minimum: 300 mm isolering
Lavenergi: 400 mm isolering

Fordele

- Mindre varmetab gennem taget
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Efterisolering af skråvæg eller loft til kip forøger husets værdi

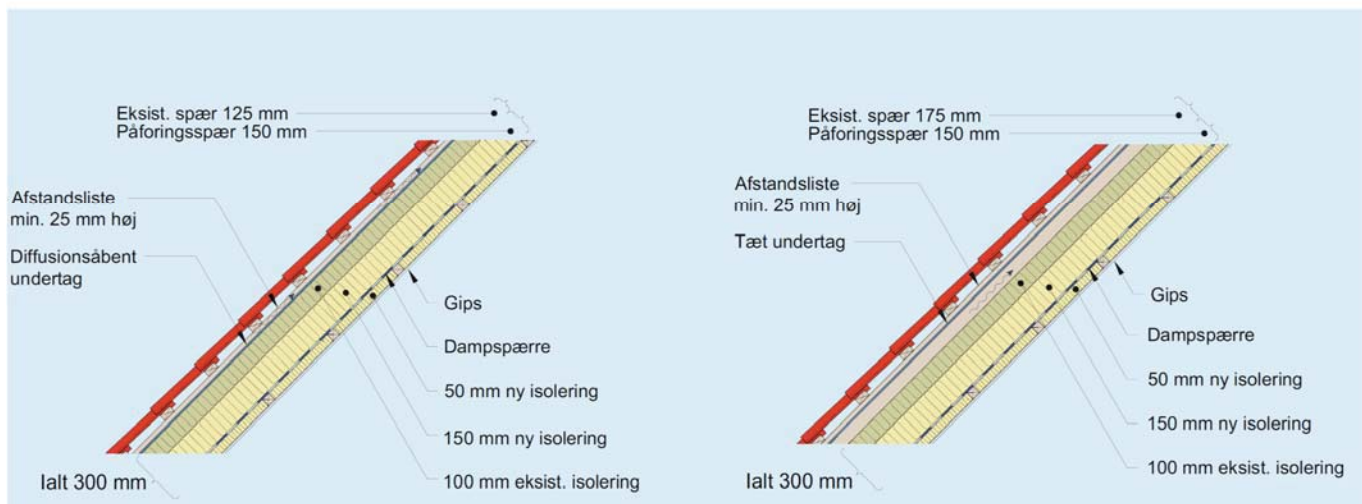
Energibesparelse

Tabel 2.2

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	171	174
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/m K.





Hulmursisolering

Tunge ydervægge med uisoleret hulmur bør efterisoleres. Det gælder, uanset om hulmuren allerede er isoleret med lecanødder eller ekspanderet glimmer.

Efterisoleringen bør følge nedenstående minimum-anbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiiveau. Hvis efterisoleringen skal være til lavenerginiiveau, kræver det en udvendig efterisolering. Se Videncentrets energiløsning: "Udvendig efterisolering af tung ydervæg". Efterisolering til lavenerginiiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Hvis ydervæggen ikke kan isoleres udvendigt fra, kan det ske indefra - se energiløsningen: "Indvendig efterisolering af tung ydervæg".

Anbefaling til isoleringstykkelse ved efterisolering

Minimum: 75-80 mm isolering i hulmur

Fordele

- Mindre varmetab gennem ydervæggene
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklime
- Lavere CO₂-udledning
- Efterisolering af hulmuren forøger husets værdi

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	En bungalow fra 1935 med uisoleret hulmur ønskes efterisoleret i én etages højde i hele husets omkreds. Med et endoskop konstateres det, at der er plads til en efterisolering på 75-80 mm i hulmuren. Det samlede hulmursareal er 85 m ² . Naturgaspris: 8 kr. pr. m ³
Årlig energibesparelse pr. m ²	92 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	92 kWh/m ² x 85 m ² = 7.820 kWh
Årlig energibesparelse m ³	7.820 kWh / 10 kWh/m ³ = 782 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	8 kr./m ³ x 782 m ³ = 6.256 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,205 kg/kWh x 7.820 kWh = 1.603 kg

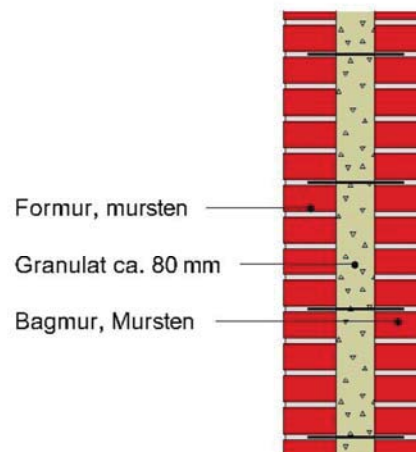
Energibesparelse

Tabel 2.3

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny isoleringstykkelse
	Minimum 75-80 mm isolering i hulmur Energibesparelse i kWh/m ² pr. år
0 mm (75-80 mm hulmur uden isolering) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	92
75-80 mm leca (hulmur fyldt med leca) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	24

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 44 mW/m K.





Efterisolering af gulv over uopvarmet kælder

Et gulv over en uopvarmet kælder isoleret med mindre end 100 mm bør efterisoleres til nedenstående minimumsanbefaling eller til et mere fremtidsikkert lavenerginiveau.

Kælderen vil efter efterisoleringen ikke være egnet til opbevaring af organisk materiale, dvs. materiale der er fugtfølsomt.

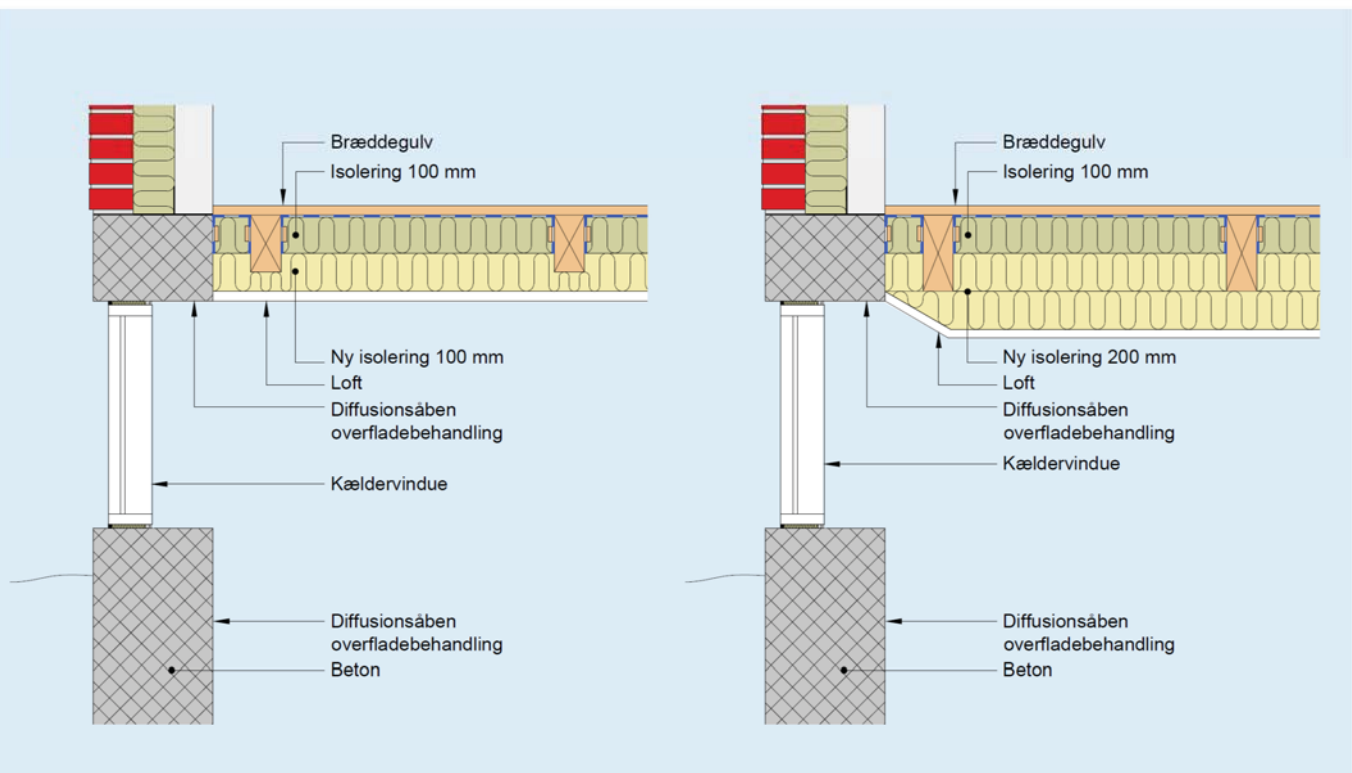
Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Anbefaling til isoleringstykkelse

Minimum: 200 mm isolering
Lavenergi: 300 mm isolering

Fordele

- Mindre varmetab gennem gulvet mod kælder
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og dermed mindre træk
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Efterisolering af gulv mod kælder forøger husets værdi





Energibesparelse

Tabel 2.4

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 200 mm isolering	Lavenergi 300 mm isolering
Energibesparelse i kWh/m ² pr. år		
Uisoleret træbjælkelag	125	131
Bjælkelag med tørv eller lerindskud	63	67
50 mm isoleret træbjælkelag	25	29
100 mm isoleret træbjælkelag	10	14

Forudsætning

Efterisoleringen udføres med et til konstruktionen egnet isoleringsmateriale med en lambda-værdi på 37-38 mW/mK.

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,137 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,567 kg CO₂ pr. kWh

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Efterisolering af 130 m ² uisoleret gulv over uopvarmet ventileret kælder. Der vælges at isolere med 200 mm. Bjælkelaget er i forvejen uisoleret.	
	Naturgaspris: 8 kr. pr. m ³ . Gasfyret er nyt og kondenserende.	
Årlig energibesparelse kWh/m ²		125 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	125 kWh/m ² x 130 m ² =	16.250 kWh
Årlig energibesparelse m ³ naturgas	16.250 kWh / 11 kWh/m ³ =	1.477 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	8 kr./m ³ x 1.477 m ³ =	11.816 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,205 kg/kWh x 16.250 kWh =	3.331 kg



Udskiftning af termovinduer

Termovinduer med begyndende tegn på råd eller andet tegn på nedbrydning, bør udskiftes til nye vinduer med energiruder. Hvis vinduerne er i god stand anbefales en udskiftning af termoruden - se Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af termoruder".

Hvis vinduernes stil ikke er som den, huset oprindeligt blev opført med, bør man overveje at skifte tilbage til den oprindelige stil. Udskiftning af vinduer til lavenergyniveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Anbefaling til nye vinduer

Minimum: Et energitilskud (Eref) større end -17 kWh/m² pr. år (Energimærke B)

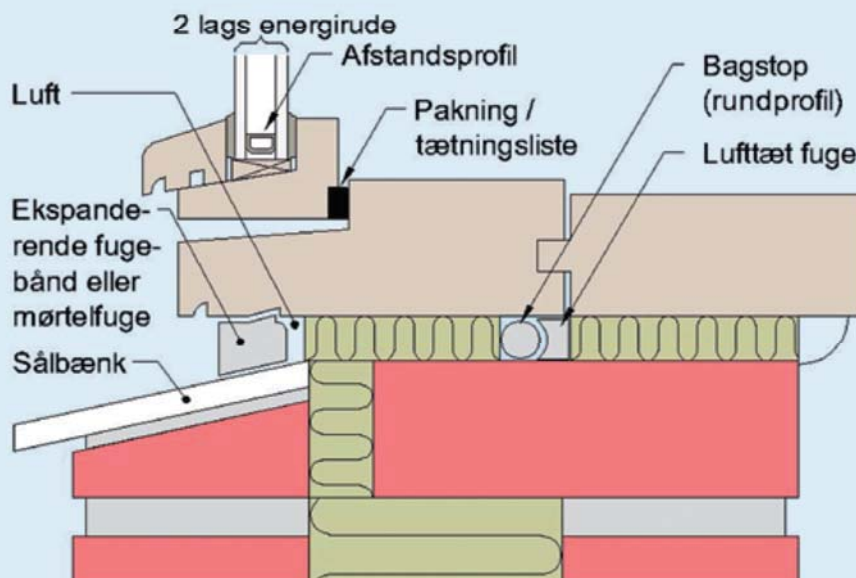
Lavenergi: Et energitilskud (Eref) større end 0 kWh/m² pr. år (Energimærke A)

Find energimærkede vinduer på:

www.energivinduer.dk

Fordele

- Mindre varmetab gennem vinduerne
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Varmere overflader og mindre risiko for indvendig kondens
- Mindre træk og kuldeneffald
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Nye vinduer forøger husets værdi





Energibesparelse

Tabel 2.5

Eksisterende vinduer	Nye vinduer					
	1-fløjede vinduer		Vinduer opdelt i 2 f.eks. bondehusvinduer		Vinduer opdelt i 4 eller flere f.eks. dannebrogsvinduer eller palævinduer	
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år					
	Minimum U _w = 1,24 E _w = -16	Lavenergi U _w = 0,87 E _w = 0	Minimum U _w = 1,4 E _w = -44	Lavenergi U _w = 1,1 E _w = -31	Minimum U _w = 1,5 E _w = -58	Lavenergi U _w = 1,23 E _w = -46
Vinduer med 2-lags termorude	120	140	110	130	110	130
Vinduer med 3-lags termorude	80	90	-	-	-	-

Forudsætning

De beregnede energibesparelser er baseret på vinduets energitilskud. Energitilskuddet (E_w) er et tal, som viser, om vinduet i standardstørrelsen 1,23 m x 1,48 m i et referencehus bidrager positivt eller negativt til bygningens varmebalance i fyringssæsonen.

Energitilskuddet beregnes som varmetilskud - varmetab:

$$E_w = 196,4 \times g_w - 90,36 \times U_w$$

g_w: Total solenergitransmittans for vinduet

U_w: Varmetransmissionskoefficient for vinduet

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus med 30 m ² oprindelige 1-fløjede vinduer i træ med ældre 2-lags termoruder udskiftes vinduerne til nye A-mærkede energivinduer i samme stil. (Lavenergi niveau). Huset opvarmes med naturgas. Naturgaspris: 8 kr. pr. m ³
Årlig energibesparelse pr. m ²	140 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	140 kWh/m ² x 30 m ² = 4.200 kWh
Årlig energibesparelse m ³	4.200 kWh / 10 kWh/m ³ = 420 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	8 kr./m ³ x 420 m ³ = 3.360 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,205 kg/kWh x 4.200 kWh = 861 kg

Udførelse

Ved monteringen af nye vinduer vil det normalt være hensigtsmæssigt at aftage vinduesrammen under første del af karmmontagen.

Karmen fastgøres i alle hjørner med kiler til vindueshullet med ensartet fugebredde hele vejen rundt. Den fri afstand (fugebredden) mellem karm og ydervæg bør normalt være 10 til 15 mm. Karmen skal justeres og fastholdes, så der opnås korrekt anslag mellem ramme og karm.

Forkant vindue må aldrig placeres længere fremme end forkant ydervæg. Vinduet placeres normalt i samme afstand som det udskiftningsmodne vindue - hvilket typisk er 25-60 mm fra forkant.

Vinduerne fastgøres til de omgivende bærende bygningsdele med karmskruer/dyvlér eller beslag.

Antallet af fastgørelsespunkter retter sig efter vinduets størrelse. Afstanden mellem fastgørelsespunkterne må typisk ikke overstige 90 cm.

Ved vinduesbredder under 120 cm kan fastgørelse i over- og underkarm normalt undlades. Ved bundkarmens ender under sidekarmen, skal der være en blivende oplødsning, og for elementer med lodposte skal der ligeledes oplødses under bundkarmen.

Det anbefales at udføre en 2-trins fuge. Ved arbejdet med isoleringsmaterialet (stopningen) må der ikke ske komprimering, der medfører krumning af karmdelene.

Ved udvendig side skal der altid afsluttes med en diffusionsåben beskyttende afdækning i form af fugebånd eller mørtelfuge, og indvendigt skal der afsluttes med en diffusionstæt fuge.



2. Optimering af klimaskærm (bilag 1)

Skema for energioptimering								
Besparelsesforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning	
							Udføres ved udskiftning	Udføres ved renovering
Scenario 1. Efterisolering af loft mod uopvarmet tagrum med 200 mm	Isolering af hanebåndsløft til i alt 300 mm. Inden isolering af loft igangsættes skal det undersøges nærmere om de eksisterende konstruktioner er tilstrækkelig tætte. Evt. udførelse af ny dampspærre eller udbedring af utætheder, hævnning af eksisterende gangbro eller gulvbrædder i tagrummet skal tillægges overslagsprisen.	$32\text{ m}^2 \cdot 24\text{ kWh} = 768\text{ kWh}$ (Aflæst i tabel 2.1)	$32\text{ m}^2 \cdot 420\text{ kr/m}^2 =$ Kr. 13.440 (Pris hentet i Energy10)	40 år	$\frac{13.440}{384.000} = 3,5\text{ år}$	$\frac{384 \cdot 40}{13.440} = 1,14$	X	
Scenario 2. Indvendig efterisolering af skråvægge med 250 mm	Indvendig isolering af skråvægge til i alt 300 mm. Evt. udskiftning af taget, anden renovering af tagetagen eller evt. udførelse af ny dampspærre og udbedring af utætheder skal tillægges overslagsprisen for isoleringsarbejdet.	$40\text{ m}^2 \cdot 44\text{ kWh} = 1760\text{ kWh}$ (Aflæst i tabel 2.2)	$40\text{ m}^2 \cdot 420\text{ kr/m}^2 =$ Kr. 16.800 (Pris hentet i Energy10)	40 år	$\frac{16.800}{880.000} = 19,1\text{ år}$	$\frac{880 \cdot 40}{16.800} = 2,09$	X	
Scenario 3. Efterisolering af uisolerede hulmure med ca. 75 mm granulat.	Isolering af uisolerede hulmure med mineraluldsgranulat. Inden isoleringsarbejdet påbegyndes bør godkendt isolatør vurdere, om ydervægge er velegnet til isolering. Visse ydervægge egner sig ikke til hulmursisolering, da der kan opstå fugtproblemer og afskaling af facaden.	$210\text{ m}^2 \cdot 92\text{ kWh} = 19.320\text{ kWh}$ (Aflæst i tabel 2.3)	$210\text{ m}^2 \cdot 400\text{ kr/m}^2 =$ Kr. 84.000 (Pris hentet i Energy10)	40 år	$\frac{84.000}{9.660.000} = 8,7\text{ år}$	$\frac{9.660 \cdot 40}{84.000} = 4,60$	X	X



Skema for energioptimering								
Bespareselsforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning	
							Udføres ved renovering	Udføres ved udskiftning
Scenarie 4. Efterisolering af etageadskillelsen mod uopvarmet kælder med 150 mm	Isolering mellem bjælker på underside af etageadskillelse mod kælder til i alt 200 mm isolering. Der skal udføres en effektiv dampspærreløsning, forsikling og afsluttet med godkendt loftsbeklædning. Det vil være nødvendigt at føre synlige rør med ned under nyt loft, eller udskifte til ny installation uden samlinger (Pex-rør). Ændring af de tekniske installationer er ikke medregnet i investeringen.	$55\text{m}^2 \cdot 25\text{kWh} = 1.375\text{kWh}$ (Aflæst i tabel 2.4)	$55\text{m}^2 \cdot 320\text{kr/m}^2 =$ Kr. 17.600 (Pris hentet i Energy10)	40 år	$\frac{17.600}{687,50} = 25,6\text{år}$	$\frac{687,50 \cdot 40}{17.600} = 1,56$	X	
Scenarie 5. Udskiftning af eksisterende termovinduer til nye 3 lags lavenergivinduer	Vinduerne udskiftes til nye oplukkelige vinduer med trelags energiruder, varm kant og kryptongas.	$33\text{m}^2 \cdot 140\text{kWh} = 4.620\text{kWh}$ (Aflæst i tabel 2.5)	$33\text{m}^2 \cdot 4.600\text{kr/m}^2 =$ Kr. 151.800 (Pris hentet i Energy10)	30 år	$\frac{151.800}{2.310,00} = 65,7\text{år}$	$\frac{2.310 \cdot 30}{151.800} = 0,46$	X	



2. Teknisk isolering

Det vil altid være en god ide at undersøge følgende forhold iht. tjekskemaer for at lokalisere energibesparelsesmuligheder:

- Rørisolering
- Ventiler
- Beholdere
- Plane flader
- Kedler
- Ventilationskanaler

Når vi kigger på vores Tjekskemaer over ejendommen kan vi se, at der er 3 områder vi skal ind og berøre:

- Beholder
- Rør
- Ventiler

I ejendommen er varmerørene isoleret med 10 mm. rørmateriale, men det svarer ikke til standarden på området.

Ventiler er ikke isoleret og varmtvands-beholderen, en 200 liters kappebeholder er ikke isoleret efter standarden. Der er 30 mm. isolering på den, men vi bør ikke bruge penge på efterisolering af denne, da en kappebeholder ikke er egnet til et fjernvarmeanlæg. Der er en dårlig lagdeling i beholderen med dårlig afkøling som konsekvens. Vi vil derimod dokumentere besparelsen i nutidskroner ved konvertering til en veksler løsning. Er løsningen rentabel og hvordan ser tilbagebetalingstiden ud? Skal vi blot nøjes med at sælge løsningen når beholderen SKAL udskiftes eller skal vi prøve at sælge en reovering med det samme. Der er andre overvejelser man også skal have med ved en konklusion til kunden. Betaler kunden p.t. et afkølingsbidrag til fjernvarmeværket? Det vil man jo få mulighed for at fjerne, hvis vi forudsætter, at hans varmeanlæg er i balance. På nedenstående skemaer som er hentet fra energimærkningshåndbogen vil vi hente tal til vores beregninger. Når vi kender tallene laver vi konklusionen i vores Skema for energioptimering (bilag 1.)

Varmetab fra varmtvandsbeholder

Liter vvb	30 mm PUR 50 mm PUR				
	Ingen	30 mm	50 mm	75 mm	100 mm
50	6,1	1,2	1,0	0,9	0,8
100	9,7	1,8	1,5	1,3	1,2
110 Metro		1,14			
150	14,8	2,2	1,9	1,6	1,5
200	20,0	2,6	2,3	1,9	1,7
250 sol				1,65	
300 sol				2,9	

Tabel 3.1

Forudsætninger:

200 liters varmtvandsbeholder med 30 mm isolering. Vores driftstid sættes til 8760 timer om året svarende til 100 % drift. Middeltemperaturen på det varme brugsvand i beholderen er 55 gr. Rum temperatur i teknikrum i kælder er ca. 15 gr. Der går 1000 Watt på en kW.

Varmetab fra varmtvandsbeholder:

$$\frac{2,6 \cdot (55 - 15) \cdot 8760}{1000} = \underline{\underline{911 \text{ kWh} / \text{år}}}$$

Vi vil ikke påvise tilbagebetalingstider på efterisolering af den eksisterende varmtvands-beholder. De fleste beholdere har min. 30 mm isolering og en efterisolering op til 100 mm, vil have så lang en tilbagebetalingstid at det vil være uinteressant. Det er sjældent man som vvs mand kommer ud til en uisoleret beholder. Det vil være den eneste løsning der kan påvises som fornuftig investering.



Varmetab fra veksler

Instruks: A, B og C opmåles i meter, hvis veksleren er isoleret er det ydersiden af isoleringen som giver målene, hvis veksleren er uisoleret opmåles veksleren ydersider.

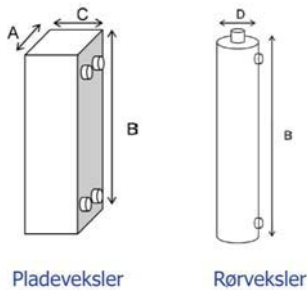
Vekslerens areal beregnes herefter som $A_{\text{areal}} = 2 \cdot (A \cdot B + B \cdot C + A \cdot C)$

Herefter vælges den passende isolering, evt. kan der interpoleres.

Vekslerens varmetab i W/K findes ved at gange U-værdi og areal.

For rørvekslere benyttes ligeledes arealet

$$A_{\text{areal}} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D^2 + \pi \cdot D \cdot B$$



Varmetab fra vekslere i W/m ² K					
Uisoleret	20 mm PUR	30 mm mineraluld	50 mm mineraluld	50 mm PUR	100 mm mineraluld
7,69	1,15	1,14	0,72	0,50	0,38

Tabel 3.2

Forudsætninger:

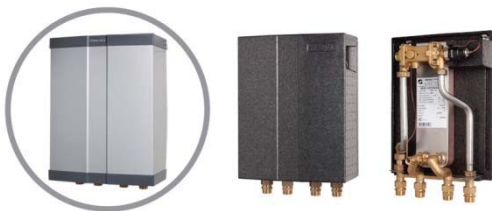
Vores ønskede veksler har følgende mål:

A: 120 mm

B: 290 mm

C: 34 mm.

Den er isoleret med en 20 mm polystyren kasse.



Areal på valgt veksler:

$$2 \cdot (0,12 \cdot 0,29 + 0,29 \cdot 0,034 + 0,12 \cdot 0,034) = 0,097 \text{ m}^2$$

Varmetab på valgt veksler:

$$\frac{(0,097 \cdot 1,15) \cdot 40 \cdot 8760}{1000} = \underline{\underline{39 \text{ kWh} / \text{år}}}$$

Konklusionen ved konvertering af varmtvands-

beholder til brugsvandsvekslerveksler vil blive vist som scenarie 1 i Skema for energi-optimering (bilag 1.) længere fremme i afsnittet.

Varmetab fra rør

Inden vi vælger den rigtige løsning er vi nød til at kigge på isoleringsnormen som hedder

DS 452 Norm for termisk isolering af tekniske installationer. Her skal vi have en viden om hvilken isoleringsklasse vores rør skal placeres i.

Isoleringsklasser

Ved isolering mod energitab inddeles installationerne iht. DS452:2 199 i 5 isoleringsklasser afhængigt af anlæggets drifttemperatur (T_m), den omgivende temperatur (T_a) samt antal drifttimer pr. år. Således $I = (T_m - T_a) \times \text{drifttimer} / \text{år}$.

Isoleringsklasse	Grænser
0	$I < 13.889$
1	$13.889 < I < 97.222$
2	$97.222 < I < 194.444$
3	$194.444 < I < 388.889$
4	$388.889 < I < 5.250.000$

Fig. 3.1

Eksempel:

Et anlæg kører med en medietemperatur på 120 °C.

Den omgivende temperatur sættes til 18 °C.

Anlægget er i drift hele døgnet rundt i 35 uger om året.

$$I = (120 - 18) \times (24 \times 7 \times 35) = 599.760$$

Anlægget skal dimensioneres i Isoleringsklasse 4

Som tommelfinger-regel kan man regne med følgende Isoleringsklasser.

Installation	Isoleringsklasse
- Centralvarmeanlæg i opvarmede rum	1
- Centralvarmeanlæg i uopvarmede rum - Varmt brugsvandsanlæg i drift < 60 t/uge	2
- Varmt brugsvandsanlæg i drift > 60 t/uge - Varmtvandbeholdere med indvendig spiral	3
- Hovedledninger og beholdere til centralvarmeanlæg der er i drift hele året - Varmtvandbeholdere med kappe	4

Fig. 3.2. Ved isoleringsklasse 0 kan der udelades isolering mod energitab.

Derudover skal vi vide hvor mange watt der er i varmetab pr. meter rør. Vi har hentet tal på u-værdier fra energimærkningshåndbogen.

(se nedenstående tabeller)

Vi skal kende u-værdien for det isoleringsmateriale vi har kontra det vi ønsker monteret. Derved kan vi udregne besparelsen I watt pr. grad Celsius vi har I forskel på medietemperaturen I rørene kontra den omgivende temperatur vi har I rummet. Derudover skal vi kende diameteren på rørene, samlet længde af rørene samt driftstimer set hen over et helt år.

Her er det vigtigt, at man tager en snak med kunden omkring hvilket forbrugsmønster der er i ejendommen inden man stiller beregningen op.



Varmetab fra stålrør i W/m K

mm iso- lering	0	10	15	20	30	40	50	60	100
Diameter									
3/8	0,83	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,08
1/2	1,01	0,29	0,24	0,21	0,17	0,15	0,14	0,13	0,08
3/4	1,23	0,34	0,28	0,24	0,20	0,17	0,16	0,14	0,10
1	1,49	0,40	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17	0,16	0,10
1 1/4	1,82	0,48	0,39	0,33	0,26	0,22	0,20	0,18	0,14
1 1/2	2,04	0,54	0,43	0,36	0,28	0,24	0,21	0,19	0,14
2	2,47	0,64	0,51	0,42	0,33	0,28	0,24	0,22	0,16

Varmetab fra kobberør/pepxør/plastrør og rustfri stålrør i W/m K

mm iso- lering	0	10	15	20	30	40	50	60	100
Diameter									
12	0,61	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,08
15	0,74	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,08
18	0,87	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12	0,08
22	1,03	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,08
28	1,27	0,35	0,29	0,25	0,20	0,18	0,16	0,15	0,10
35	1,54	0,42	0,34	0,29	0,23	0,20	0,18	0,16	0,10
42	1,81	0,48	0,38	0,33	0,26	0,22	0,20	0,18	0,12
51	2,25	0,59	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,21	0,12



Registreringen skal omfatte rør, der:

- ligger udenfor den opvarmede del af bygningen
- ligger indenfor den opvarmede del af bygningen og mangler udetemperaturkompensering

Varmetab fra rør, som ligger i den opvarmede del af bygningen og som er forsynet med udetemperaturkompensering, antages at komme bygningen til gode på samme måde som varme fra radiatorer. Rørene skal derfor ikke registreres.

Hvis der er automatisk sommerudkobling, skal rørstrækningen registreres som værende omfattet af sommerstop.

Det kan forudsættes, at der er sommerstop på anlægget, hvis der findes ventiler eller automatik som muliggør dette.

Mange lukker manuelt for varmen om sommeren. Hvis det vurderes, at være tilfældet i den pågældende bygning, kan der forudsættes sommerstop.

Det skal angives i kommentarfeltet, hvis der er forudsat sommerstop og i så fald også hvorfor.

På baggrund af den registrering som energikonsulenterne skal følge, vil vi gøre det samme. Dvs. at varmerørene i kælderens vil være aktuelle og ikke dem i stigestregene. En varmesæson ud fra energimærknings-håndbogen beregnes ud fra 9 måneder som derved svarer til 6552 timer, når vi kigger på de rør der er efter afgreningen til vores varmtvandsproduktion. Rør fra måler og frem til varmtvandsproduktionen anses for at være i drift 12 måneder dvs. 8760 timer årligt. Derved skal vi have opdelt vores rør i 2 afsnit.

Inden vi foretager opmålinger vil vi lige se et udpluk fra energimærkningshåndbogen der beskriver de rør der vil være interessante.



Forudsætninger:

Varmerør efter varmtvandsproduktion:

1" stålrør Isoleret med 10 mm isolering 16 meter i alt. Længden er samlet retur/frem.

½" stålrør Isoleret med 10 mm isolering 20 meter i alt. Længden er samlet retur/frem.

Medietemperaturen er 55. dvs. 70 gr. på fremløbsledningerne og 40 gr. på returledning-erne.

Det forudsættes at der BLIVER monteret vejrkompensering, så derfor er længderne af rør på stigestregene ikke opmålt/registreret.

Driftstid 6552 timer.

Isoleringsklassen er ved aflæsning i Fig. 3.2 isoleringsklasse 2. Aflæst i Skemaet fra Isover tabel 3.3 (aflæsningen er læst ved et 1" rør med en medietemperatur på 70 gr.). Vi kan se at der skal være min 25 mm. lamelmåtte. Vi vil derfor forskrive 20 mm udenpå den eksisterende isolering, da Isovers produktoversigt springer med 10 mm intervaller på tykkelsen. Vi vælger at isolere med den samme isoleringstykkelse på både frem- og returrør hhv. både ½" og 1" rør. Selv om aflæsningerne vil være en smule varierende.

Varmerør frem til varmtvandsproduktion:

1" stålrør uisolere 8 meter i alt. Længden er samlet retur/frem.

½" stålrør uisolere 3 meter i alt. Længden er samlet retur/frem.

Der er i den samlet opmåling af alle rør indlagt ækvivalente rørlængder på de uisolerede ventiler. Se nærmere på skemaer for beregning af de ækvivalente rørlængder.

Isoleringsklassen er ved aflæsning i Fig. 3.2 isoleringsklasse 4. Aflæst i Skemaet fra Isover tabel 3.4 (aflæsningen er læst ved et 1" rør med en medietemperatur på 70 gr.) kan vi se, at der skal være min 49 mm. lamelmåtte. Vi vil derfor lægge 50 mm. lamelmåtte på, da Isovers produktoversigt springer med 10 mm. intervaller på tykkelsen. Vi vælger at isolere med den samme isoleringstykkelse på både frem- og returrør hhv. både ½" og 1" rør. Selv om aflæsningerne vil være en smule varierende.

Tab fra ventiler, flanger og pumper	
Komponent	Ækvivalent rørlængde, m
Lille ventil	0,2
Middel ventil	0,5
Stor ventil	1,0
Stor ventil med flanger	1,5
Pumpe	2,0

Ækvivalent rørlængde for typiske ventiler og pumper. Ventilene og pumperne forudsættes isoleret, som de rør de ækvivaleres med værdierne i 4.2.2 - 4.2.3

Inden vi beregner en kostpris skal vi selvfølgelig have et overblik over hvilket produkt/materiale vi vil bruge.

Vi har valgt isoleringsprodukter fra Isover. Skemaer med oversigt kan findes på Isover's hjemmeside i "Isover TEK håndbog" Nedenstående skemaer er plukket fra Isover.

Isoleringsklasse 2 - blank overflade - rør

Rørdiam. mm	Produkt	Medietemperatur			
		40°C	50°C	60°C	70°C
12	TapeLock	5	5	6	6
	Lamel	7	8	9	10
15	TapeLock	6	7	8	8
	Lamel	9	10	11	12
18	TapeLock	8	9	9	10
	BoaFlex	11	12	13	14
	Lamel	11	13	14	15
22	TapeLock	10	11	11	12
	BoaFlex	14	15	16	17
	Lamel	14	15	17	18
28	TapeLock	13	13	14	15
	BoaFlex	17	18	19	20
	Lamel	18	19	20	22
35	TapeLock	15	16	17	18
	BoaFlex	20	22	23	24
	Lamel	21	22	24	25
42	TapeLock	17	18	19	20
	BoaFlex	23	24	26	27
	Lamel	24	25	27	28
48	TapeLock	19	20	21	22
	BoaFlex	25	26	28	29
	Lamel	26	27	29	31
60	TapeLock	21	23	24	25
	BoaFlex	28	30	31	33
	Lamel	29	31	33	34
64	TapeLock	22	23	25	26
	Lamel	30	32	34	35
70	TapeLock	23	24	26	27
	Lamel	31	33	35	36

Tabel 3.3



Isoleringsklasse 4 - blank overflade - rør

Rørdiam. mm	Produkt	Medietemperatur				
		60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
12	TapeLock	11	11	12	13	13
	Lamel	16	18	19	21	22
15	TapeLock	13	14	15	16	17
	Lamel	21	22	24	26	27
18	TapeLock	16	17	18	19	20
	BoaFlex	24	24	27	28	29
	Lamel	25	27	29	32	33
22	TapeLock	20	21	22	23	24
	BoaFlex	29	30	32	33	35
	Lamel	30	32	34	36	38
28	TapeLock	24	25	27	28	29
	BoaFlex	35	37	38	40	42
	Lamel	36	38	41	44	47
35	TapeLock	29	30	32	33	35
	BoaFlex	40	43	45	47	49
	Lamel	43	45	48	51	55
42	TapeLock	33	35	36	38	40
	BoaFlex	46	48	51	53	55
	Lamel	49	52	55	58	61
48	TapeLock	36	38	40	41	43
	BoaFlex	50	53	55	58	60
	Lamel	53	56	59	63	67
60	TapeLock	42	44	46	48	49
	BoaFlex	58*	60*	63*	65*	68*
	Lamel	60	64	67	71	75
64	TapeLock	44	46	47	49	51
	Lamel	63	66	70	73	77
70	TapeLock	46	48	50	52	54
	Lamel	65	69	73	76	81

Tabel 3.4

Priser på isolering:

Priser på rørisolering er regnet ud ved meterpriser. Der efterisoleres/isoleres med lamelmåtte og afsluttes med en pvc kappe eller lærred. Prisen er den samme for begge typer afslutninger. Disse priser er på en teknisk professionel isolering. Hvis man køber rørskåle i et byggemarked og selv isolerer, er dagsprisen ca. 20,- pr. meter. dvs. langt billigere end eksemplet der regnes.

Se dagspriser i skema 3.5 iflg. Haunstrup Isolering pr. 9/2 2013. Priserne er meterpriser på rør inkl. materialer og arbejds løn, og ekskl. moms. Bemærk at priserne er ved 100 meter rør. Dvs. projekter som boligbyggerier, erhverv og industri. De priser vil ikke holde hvis vi blot kigger på et teknikrum. Der vil være mange bøjninger og ventiler tæt samlet og meget små rørstræk. Energy10 programmet sætter gennemsnitsisolerings-prisen på rør til 210,- pr. meter ved 50 mm. lamelmåtte.

I følge Haunstrup Isolering Aps. er den pris meget retningsgivende, men det vil altid bunde i en konkret vurdering af projektet. De kalkulerer mellem 150,- og 210,- pr. meter rør. De priser vil vi gå ind med i nedenstående kalkulation.

Varmerør efter varmtvandsproduktion:

1" stålrør Isoleret med 10 mm isolering 16 meter.
 $16\text{mtr.} \cdot 150\text{kr.} = \underline{2400\text{kr.}}$

½" stålrør Isoleret med 10 mm isolering 20 meter.
 $20\text{mtr.} \cdot 150\text{kr.} = \underline{3000\text{kr.}}$

Varmerør (tilslutningsrør) frem til varmtvandsproduktion:

1" stålrør uisoleret 8 meter.
 $8\text{mtr.} \cdot 210\text{kr.} = \underline{1680\text{kr.}}$

½" stålrør uisoleret 3 meter.
 $3\text{mtr.} \cdot 210\text{kr.} = \underline{630\text{kr.}}$

Ventilationskanaler

Hvis man skal regne prisen på isolering af ventilationsrør vil det være m2 priser man skal kalkulere med.

Dagspriserne (sommeren 2013) med lamel-måtte og alufolieafslutning er (inkl. Moms):

- 20 mm lamelmåtte med alufolie: 418,-
- 30 mm lamelmåtte med alufolie: 468,-
- 40 mm lamelmåtte med alufolie: 518,-
- 50 mm lamelmåtte med alufolie: 568,-

For at regne prisen ud på cirkulære ventilationsrør skal man have matematikken på plads. Når vi skal regne m2 overflade ud på vores rør hedder formlen:

$$\text{Diameter} \cdot \pi \cdot \text{meter} = \text{m}^2$$

Hvis vi sætter vores diameter ind i meter vil vores areal komme ud i m2. Bemærk at man skal regne den udvendige diameter af den nye isolering.

Der vil bagerst i afsnittet være bilag fra siden, *videncenter for energibesparelser i bygninger*, hvor man vil kunne aflæse ca. besparelser i Kwh. pr. meter varme- og brugsvandsrør man efterisoleres. Bemærk at det tager udgangspunkt i anbefalinger på 40 mm (lavenergiisolering). Dog er kravet iht. den enkelte fabrikant. Det vil være U-værdierne på hans produkt der bestemmer dette.



Skema for energioptimering								
Besparelsesforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning	
							Udføres ved udskiftning	Udføres ved renovering
Udskiftning af varmtvandsbeholder	Konvertering fra varmtvandsbeholder til en brugsvandsveksler med isoleret kappe	Varmetab WB: (se side 25) 911 kWh/år Varmetab veksler: (se side 26) 39 kWh/år Besparelse årligt: $(911 \text{ kWh} - 39 \text{ kWh}) \cdot 0,50 \text{ kr/kWh} = 436,00 \text{ kr/år}$	Kr. 8.000 (Pris hentet i Energy10)	20 år	$\frac{8.000}{436,00} = 18,3 \text{ år}$	$\frac{436,00 \cdot 20}{8.000} = 1,09$	X	X
Isolering af varmerør efter varmtvandsproduktion	Efterisolering af varmerør med 30 mm. lamelmåtte og pvc kappe	Besparelse 1" rør: $1,6 \text{ mtr} \cdot (0,40 - 0,19 \text{ watt}) \cdot (55 \text{ gr} - 15 \text{ gr}) \cdot 6552 \text{ timer} = 881 \text{ kWh}$ $\frac{1000 \text{ watt}}{20 \text{ mtr} \cdot (0,29 - 0,15 \text{ watt}) \cdot (55 \text{ gr} - 15 \text{ gr}) \cdot 6552 \text{ timer}} = 734 \text{ kWh}$ Besparelse 1/2" rør: 1000 watt Besparelse årligt: $(881 + 734 \text{ kWh}) \cdot 0,50 \text{ kr/kWh} = 807,50 \text{ kr/år}$	Kr. 5.400 (se side 30) (Priser hentet fra Haunstrup Isolering)	30 år	$\frac{5.400,00}{807,50} = 6,6 \text{ år}$	$\frac{807,50 \cdot 30}{5.400} = 4,4$	X	X
Isolering af varmerør frem til varmtvandsproduktion	Isolering af varmerør med 50 mm. lamelmåtte og pvc kappe	Besparelse 1" rør: $8 \text{ mtr} \cdot (1,49 - 0,17 \text{ watt}) \cdot (55 \text{ gr} - 15 \text{ gr}) \cdot 8760 \text{ timer} = 3700 \text{ kWh}$ $\frac{1000 \text{ watt}}{3 \text{ mtr} \cdot (1,01 - 0,14 \text{ watt}) \cdot (55 \text{ gr} - 15 \text{ gr}) \cdot 8760 \text{ timer}} = 915 \text{ kWh}$ Besparelse 1/2" rør: 1000 watt Besparelse årligt: $(3700 + 915 \text{ kWh}) \cdot 0,50 \text{ kr/kWh} = 2307,50 \text{ kr/år}$	Kr. 2.310 (se side 30) (Priser hentet fra Haunstrup Isolering)	30 år	$\frac{2.310,00}{2307,50} = 1,0 \text{ år}$	$\frac{2307,50 \cdot 30}{2.310} = 29,9$	X	X



Efterisolering af rør, ventiler m.m. i bryggers/kælderrum

Efterisolering af rør, ventiler m.m. giver hurtigt tilbagebetalte energibesparelser.

Hvis rør til radiatorer og/eller varmt brugsvand kun er isoleret med 30 mm isolering eller mindre, bør rørene efterisoleres. Det bør være til nedenstående minimums-anbefaling eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Uisolerede ventiler, snavssamlere m.m. bør ligeledes efterisoleres til nedenstående minimums-anbefaling eller til lavenerginiveau.

Anbefaling til rørisolering

Minimum: 40 mm isolering
Lavenergi: 50 mm isolering

Fordele

- Mindre varmetab fra rør, ventiler m.m.
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøgelse af husets værdi

Cirkulationspumper

I nedenstående tabel ses varmebesparelser i kWh pr. år ved efterisolering af cirkulationspumper ud fra den ydre rørdiameter og temperaturen på vandet i rørene.

Diameter [mm]	Temperatur [°C]	
	50 (centralvarme)	55 (varmt brugsvand)
15	-	90
18	-	105
22	75	130
28	90	-
35	115	-

Der er forudsat en gennemsnitstemperatur på 50 °C for fremløbs- og returledningen i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 6.000 h. Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 8.760 h.



Energibesparelse

Varmeanlæg

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 40 mm isolering	Minimum 50 mm isolering
Energibesparelse i kWh/m pr. år		
22 mm rør med 20 mm isolering	5	6
28 mm rør med 20 mm isolering	6	8
35 mm rør med 20 mm isolering	8	9

Der er forudsat en gennemsnitstemperatur på 50 °C for fremløbs- og returledningen i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 6.000 h. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C).

Varmt brugsvand

Eksisterende forhold	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 40 mm isolering	Minimum 50 mm isolering
Energibesparelse i kWh/m pr. år		
15 mm rør med 20 mm isolering	7	9
18 mm rør med 20 mm isolering	8	10
22 mm rør med 20 mm isolering	10	11

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 8.760 h. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C).

Ventiler

I nedenstående tabel ses varmebesparelser i kWh pr. år ved efterisolering af ventiler ud fra den ydre rørdiameter og temperaturen på vandet i rørene.

Diameter [mm]	Temperatur [°C]	
	50 (centralvarme)	55 (varmt brugsvand)
15	-	18
18	-	21
22	15	26
28	18	-
35	23	-

Der er forudsat en gennemsnitstemperatur på 50 °C for fremløbs- og returledningen i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 6.000 h. Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 8.760 h.

I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). Der er forudsat, at overfladearealet af en ventil svarer til 0,2 m rør i samme dimension.



Sammenligning mellem forskellige rørsålsprodukter

I nedenstående tabel ses en sammenligning mellem forskellige rørsålsprodukter der findes på markedet. Tabellen viser, hvor mange mm af de respektive isoleringsmaterialer, det er nødvendigt at isolere med for at opnå det samme varmetab fra røret.

	Højeffektiv rørsål (λ -værdi= 0,034 W/mK)	Rørsål (λ -værdi= 0,038 W/mK)	Rørsål (λ -værdi= 0,045 W/mK)
Minimum	30 mm	40 mm	60 mm
Lavenergi	40 mm	50 mm	80 mm

λ -værdierne i ovenstående tabel er angivet ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C.



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Energiløsning

UDGIVET SEPTEMBER 2010 - REV. OKTOBER 2011

Efterisolering af rør - varmt brugsvand

Efterisolering af rør til varmt brugsvand giver hurtigt tilbagebetalte energibesparelser.

Hvis rør til varmt brugsvand kun er isoleret med 30 mm isolering eller mindre, anbefaler Videncenter for energibesparelser i bygninger, at rørene efterisoleres. Det bør være til nedenstående minimumsanbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Anbefaling til rørisolering

Minimum: 40 mm isolering
Lavenergi: 50 mm isolering

Fordele

- Mindre varmetab fra rørene
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøgelse af husets værdi



Energibesparelse

Rør uden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret uden for isoleringen af klimaskærmen f.eks. i skunk eller i krybekælder, kan energibesparelserne findes i nedenstående skema.

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 4 °C. Driftstid 8.760 timer. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C).

Eksisterende forhold	Ny samlet isolering	
	Minimum 40 mm isolering	Lavenergi 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
15 mm rør med 20 mm isolering	18	23
18 mm rør med 20 mm isolering	21	26
22 mm rør med 20 mm isolering	25	31

Rør inden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret inden for isoleringen af klimaskærmen f.eks. over isolering af gulv i terrændæk eller i panel på inderside af væg, kan energibesparelserne findes i nedenstående skema.

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til X 20 °C. Driftstid 8.760 timer. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C).

Eksisterende forhold	Ny samlet isolering	
	Minimum 40 mm isolering	Lavenergi 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
15 mm rør med 20 mm isolering	7	9
18 mm rør med 20 mm isolering	8	10
22 mm rør med 20 mm isolering	10	11



Tekniske installationer

I forbindelse med en energioptimering af de tekniske installationer kan hjemmesiden for energibesparelser i bygninger anvendes.

<http://www.byggerioenergi.dk/>

På denne side kan der under varmeanlæg hentes datablad med energibesparelser indenfor mange forskellige områder så som:

- Temperaturstyring
- Isolering af rør
- Cirkulationspumpe
- Udskiftning af kedler, units og beholdere
- Solvarme
- Konvertering til anden opvarmningsform

Der vil under dette afsnit blive vedhæftet relevante datablade fra byggeri og energi, energimærkningshåndbogen samt kompendiet tjek på energien. Disse datablade vil dokumentere de besparelsetiltag som kan udføres i tekniske installationer. Skulle du komme ud for at skulle finde besparelser som ikke er med i dette kompendium, anbefales det at besøge ovenstående hjemmeside.

Ud fra tjekskemaet skal der fokuseres på følgende områder for at afklare om der ligger rentable energibesparelser.

- Temperaturstyring
- Radiatortermostater
- Cirkulationspumpe
- Driftstider på cirkulationsledning
- Solvarme

Temperaturstyring (Scenarie 1)

I ejendommen er fremløbstemperaturen ikke styret af udetemperaturen. Der undersøges muligheden for at installere vejrkompensering for at kunne regulere fremløbstemperaturen, men også for at kunne sikre en maksimal retur temperatur til distributionsnettet.

Radiatortermostater (Scenarie 2)

I ejendommen er der installeret FJVR returløbsventil på samtlige radiatorer. Der er 5 radiatorer pr. lejlighed, i alt 15 stk. Der undersøges muligheden for at installere fremløbsventiler med forindstilling og termostathoveder som fabrikat Danfoss, type ECO Living.

Cirkulationspumper (Scenarie 3)

Ejendommen er udført med direkte fjernvarme og derfor er der ingen cirkulationspumpe på varmeanlægget. På varmt brugsvand, er der installeret en gammel smedegård pumpe (Grøn) på 95 Watt som er i drift hele året. Der undersøges muligheden for at reducere driftstiden samt udskifte pumpen til en ny som fabrikat Grundfos, Type ALPHA2 25-40 B.

(skema for udskiftning af pumpe på varmeanlæg er vedhæftet)

Driftstid på cirkulationsledning (Scen. 4)

Ejendommen er udført med cirkulations-ledninger til det varme brugsvand som er isoleret med 10 mm. Der er 20 meter 1" rør frem og op i en fordelingskakt, tilbage er der 20 meter ½" rør. Der undersøges muligheden for at reducere driftstiden på cirkulationsledningen med 6 timer i døgnet.

(Ved større bygninger som f.eks. skoler, idrætsanlæg kontorvirksomheder, m.m. kan der undersøges muligheden for at sløjfe længere cirkulationsstrækninger, til ikke hyppige benyttede tappesteder. Alternativt kan der installeres en lille EI-varmeveksler under hånd- eller køkkenvask, således varmetabet fra lange rørstrækninger fjernes.)

Solvarme (Scenarie 5)

I ejendommen er der ikke arbejdet nogen form for CleanTech optimering. Der undersøges muligheden for etablering af solvarme til opvarmning af brugsvand således bygningen kan omstilles til et grønnere miljø.

Energiprisen for fjernvarme som anvendes til kalkulation af den årlige besparelse er på 0,50 kr./kWh. Prisen er taget ud fra ovenstående skema for energipriser.



Vejrkompensering og natsænkning

Når en varmekilde udskiftes og/eller et varmeanlæg renoveres, anbefales det at installere et vejrkompenseringsanlæg med mulighed for natsænkning i varmesystemet.

Anbefaling til vejrkompenseringsanlægget

Vejrkompenseringsanlægget bør indeholde en funktion, der stopper varmeanlægget inkl. dets cirkulationspumpe, når udetemperaturen kommer over en indstillet grænse.

Vejrkompenseringsanlægget bør endvidere indeholde en funktion, der gør det muligt at sænke rumtemperaturen på bestemte tidspunkter, eksempelvis om natten (natsænkning).

Fordele

- Mindre varmetab fra rør, ventiler m.m.
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima, hvis huset er velisoleret og tæt
- Lavere CO₂-udledning
- Øget værdi af huset





Natsækning 5,0 %

I Figur 6.2.1 ses besparellespotentialer ved etablering af udekompenlering. Besparellespotentialerne er angivet som funktion af parcelhusets byggeår og areal.

Det er forudsat, at antallet af beboere er fire, samt at parcelhusets isoleringsgrad er normal efter byggeskik det pågældende år. Der er endvidere anvendt et forbrug til opvarmning af varmt brugsvand på 3.000 kWh.

Der er fortsat en besparelse på 5% af forbruget til rumopvarmningen

Areal	Byggeår								
	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	689	689	689	578	578	356	244	244	244
100	861	861	861	722	722	444	306	306	306
120	1.033	1.033	1.033	867	867	533	367	367	367
140	1.206	1.206	1.206	1.011	817	622	331	331	331
160	1.378	1.378	1.378	1.156	933	711	378	378	378
180	1.550	1.550	1.550	1.300	1.050	800	425	425	425
200	1.722	1.722	1.722	1.444	1.167	889	472	472	472
300	2.583	2.583	2.583	2.167	1.750	1.333	708	708	708

Tabel 4.1

Natsækning 2,5 %

Såfremt der er tale om anlæg med kondenserende gas- eller oliekedler, er det vigtigt at undersøge de driftsmæssige forskrifter for den givne kedel med hensyn til natsækning og etablering heraf.

Areal	Byggeår								
	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
80	344	344	344	289	289	178	122	122	122
100	431	431	431	361	361	222	153	153	153
120	517	517	517	433	433	267	183	183	183
140	603	603	603	506	408	311	165	165	165
160	689	689	689	578	467	356	189	189	189
180	775	775	775	650	525	400	213	213	213
200	861	861	861	722	583	444	236	236	236
300	1.292	1.292	1.292	1.083	875	667	354	354	354

Tabel 4.2



Udskiftning af radiatortermostater

Det anbefales at montere termostatventiler på alle radiatorerne i huset, og at der efterfølgende foretages en systematisk indregulering af radiatoranlægget. Se Videncentrets "Guide til indregulering af varmeanlæg".

Varmeforbruget til rumopvarmning kan reduceres ca. 7 % ved anvendelse af termostatstyrede radiatorventiler. I huse opvarmet med fjernvarme opnås endvidere en afkølmæssig forbedring.

Varmeforbruget kan yderligere reduceres ved anvendelse af termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik med nøjagtig varmeregulering samt natsænkings- og udluftningsfunktionalitet. Ved anvendelse af denne type radiatorventiler med elektronisk automatik er det muligt at opnå en besparelse på op til ca. 15 % i forhold til traditionelle termostatstyrede radiatorventiler.

Anbefaling

På 2-strengsanlæg anbefales det at udskifte manuelle radiatorventiler til termostatventiler med forindstilling.

Endvidere anbefales det at montere termostatventiler med forindstilling på radiatorer, hvor der i forvejen er monteret returventiler (returventilerne bevares).

Endelig anbefales det, at termostatventiler uden forindstilling udskiftes til termostatventiler med forindstilling. Denne udskiftning bør dog kun foretages i forbindelse med en større renovering af varmeanlægget. Det giver mulighed for senere at ændre forindstillingen, hvis husets varmebehov reduceres, f.eks. når der efterisoleres eller skiftes vinduer.

På 1-strengsanlæg anbefales de samme tiltag. Termostatventiler fås dog ikke med mulighed for forindstilling.

Specielt i huse hvor der ønskes periodevis sænkning af rumtemperaturen, kan det anbefales at forsyne radiatorventilerne med elektronisk automatik med nøjagtig varmeregulering samt natsænkings- og udluftningsfunktionalitet.

Fordele

- Øget komfort og bedre indeklima
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Lavere CO₂-udledning
- Udskiftning af radiatorventiler forøger husets værdi





Udskiftning til termostatventiler med og uden forindstilling

I nedenstående tabel ses energibesparelsen, der kan opnås ved udskiftning af enten manuelle ventiler eller returventiler til henholdsvis termostatventiler med forindstilling og til termostats uden forindstilling.

Forudsætning

For at opnå besparelsen er det en forudsætning, at der kan spares 7 % af forbruget til rumopvarmning.

Eksisterende forhold	Energibesparelse i kWh af forbruget til varme, pr. ventil	
	Termostatventiler med forindstilling	Termostatventiler uden forindstilling
Manuelle ventiler	131	131
Returventiler	131	131
Termostatventiler uden forindstilling	0	

Tabel 4.3

Udskiftning til termostatsventiler med elektronisk automatik

I nedenstående tabel ses energibesparelsen, der kan opnås ved udskiftning af returventiler med eller termostatventiler uden forindstilling samt traditionelle termostatventiler til termostatsventiler med elektronisk automatik.

Forudsætning

For at opnå besparelsen er det en forudsætning, at der kan spares 22 % af forbruget til rumopvarmning i forhold

til manuelle ventiler og returventiler. Der kan spares 7 % af forbruget til rumopvarmning i forhold til traditionelle termostatstyrede radiatorventiler, og herudover 8 % ved en temperatursænkning i 50 % af huset i 15 timer i 5 dage om ugen.

Der kan også opnås en afkølingsmæssig forbedring på fjernvarmeanlæg. Besparelspotentialet afhænger dog af hvor godt fjernvarmevandet afkøles under genopvarmning af huset. Se endvidere tjeklisten.

Eksisterende forhold	Afkøling omsat til besparelse i kWh pr. år	
	Termostatventiler med forindstilling	Termostatventiler uden forindstilling
Manuelle ventiler	453	181
Returventiler	181	0
Termostatventiler uden forindstilling	181	

Tabel 4.4

Afkølingseffekt ved udskiftning af ventiler

Ved udskiftning af eksisterende radiatorventiler til termostatventiler med eller uden forindstilling opnås en afkølingsmæssig forbedring på fjernvarmeanlægget. I første tabel på side 3 ses den øgede afkøling omsat til besparelser i kWh pr. år ved udskiftning af radiatorventiler i huse opvarmet med fjernvarme.

Forudsætning

For at opnå besparelsen, er det en forudsætning, at den afkølingsmæssige forbedring udgør en 2 °C lavere returtemperatur. Det gælder både ved montering af

termostatventiler med forindstilling på radiatorer, hvor der i forvejen er returventiler, og ved udskiftning af termostatventiler uden forindstilling til ventiler med forindstilling. Regneeksemplet gælder for udskiftning af samtlige ventiler i et standardhus. Der ikke regnet med, at udskiftning af ventiler enkeltvis giver en afkølingsbesparelse.

Der kan igen opnås en afkølingsmæssig forbedring på fjernvarmeanlæg. Besparelspotentialet afhænger dog af hvor godt fjernvarmevandet afkøles under genopvarmning af huset. Se endvidere tjeklisten.



Fjernvarme	Energibesparelse i kWh af forbruget til varme, pr. ventil
Eksisterende forhold	Termostatventiler med elektronisk automatik
Manuelle ventiler	413
Returventiler	413
Traditionelle termostatventiler med og uden forindstilling	281

Tabel 4.5

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,137 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,567 kg CO₂ pr. kWh

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus på 130 m ² udskiftes alle de manuelle ventiler (8 stk.) til termostatventiler med forindstilling. Huset opvarmes med fjernvarme. Fjernvarmepris: 0,8 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Besparelse udskiftning af ventiler	8 stk. x 131 kWh/stk.	1.048 kWh
	Afkølingsbesparelse		453 kWh
	Besparelse	1048 kWh + 453 kWh	1.501 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.		1.501 kWh x 0,8 kr./kWh	1.221 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg		1.501 kWh x 0,137 kr./kWh	206 kg

Besparelser af årligt forbrug til opvarmning af ejendommen jf. Danfoss

living eco og living connect: **Energibesparelser**

- Undersøgelser omkring energibesparelser er udført i 2010 af en uafhængig institution: University of Science Aachen, Germany
- Undersøgelserne er baseret på Europæiske standarder for energiforbrug og på dynamiske modeller af bygninger og deres varmeanlæg. Det inkluderer således energiforbrug i relation til varmeproduktion, distribution, styring og varmeudstråling. Dvs. et holistisk billede af en boligs varmesystem.
- Alle tal er relative, dvs. er gældende for forskellige varmekilder og geografisk uafhængig beliggenhed.
- F.eks. ID2 vs ID7: Ved at udskifte en gammel TRV med en ny elektronisk TRV (P2 + ferieprogram), kan der spares op til 23% energi. Besparelsen skyldes bl.a.: Reduceret P-bånd, mindre tidskonstant, mere præcis styring og ingen set-temp. afvigelse med PID styring, dag- og nat sænkning samt temperatursænkning i ferier.
- Ved anvendelse af RA-N/U forindstillingsventiler, kan der spares yderligere.

Tabel 4.6

ID	1	2	3	4	5	6	7
1	0%						
2	31%	0%					
3	36%	8%	0%				
4	39%	13%	5%	0%			
5	42%	17%	10%	5%	0%		
6	46%	22%	15%	10%	5%	0%	
7	46%	23%	16%	11%	7%	1%	0%

ID forklaring

- ID 1: Manuel håndventiler
- ID 2: Gammel TRV (>15 år)
- ID 3: Ny RA 2000 TRV
- ID 4: Elektronisk TRV (ingen temp.sænk.)
- ID 5: Elektronisk TRV P1
- ID 6: Elektronisk TRV P2
- ID 7: Elektronisk TRV P2 + feriefunktion



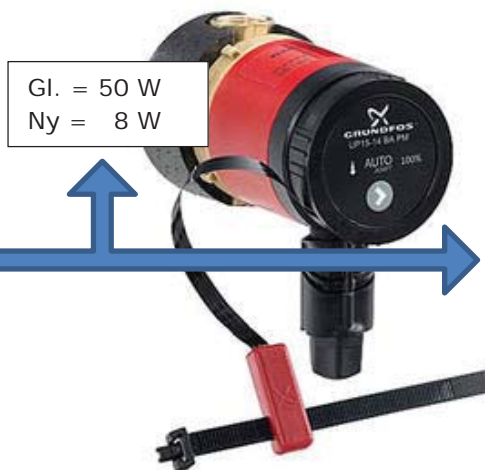
Cirkulationspumper

Brugsvand cirkulation:

Når der skal overvejes besparelser på pumper til brugsvand cirkulation, skal pumpens effekt og driftstid noteres til udregning. Man kan som kunde overveje en udskiftning af pumpen eller en reduktion af driftstiden (husk, Hvis driftstiden reduceres kan der også medregnes en besparelse på varmetabet i cirkulationsrørene).

$$Besparelse_{pumpe} : \frac{(Gl_{pumpeeffekt} - Ny_{pumpeeffekt}) \cdot Driftstid}{1000} = kWh$$

$$kWh \cdot Strømpris = \underline{\underline{Besparelse_Kr.}}$$





Varmeanlæg:

Den eksisterende cirkulationspumpes alder har stor betydning for pumpens elforbrug og el besparelsen ved udskiftning. Ældre cirkulationspumper (mere end 15 år gamle) har et højere elforbrug end nyere. Dette gælder eksempelvis både for ældre og nyere trinregulerede cirkulationspumper.

Ældre trinregulerede cirkulationspumper vil i mange tilfælde være indstillet på det højeste trin, typisk trin 3. Ved denne indstilling af pumpen udnytter man ikke, at der i en stor del af varmesæsonen er brug for et lavere differenstryk over pumpen, pga. lavere modstand i varmesystemet (radiatorer og/eller gulvvarme). Dette resulterer i, at elforbruget til pumpen bliver betydeligt højere end nødvendigt. Ved udskiftning til en trinløs regulerbar A-mærket cirkulationspumpe, tilpasser pumpen sig boligens varierende varmebehov og dermed varierende modstand i varmeanlægget.

Energibesparelse

Tabel 4.7

Ved udskiftning af en trinreguleret cirkulationspumpe til en trinløs regulerbar A-mærket cirkulationspumpe opnås en besparelse på elregningen. Besparelsen afhænger af, hvordan den trinregulerede cirkulationspumpe er indstil-

Eksisterende Pumpe	Ny Pumpe
	Energibesparelse [kWh/år]
Trin 3	481
Trin 2	350
Trin 1	219
Gennemsnit ¹⁾	350

¹⁾ Hvis den eksisterende cirkulationspumpe trinreguleres manuelt, kan gennemsnitsværdien benyttes som årlig energibesparelse.



Rørdiameter	Tab i W/m K							
Stålrør/ isolerings- tykkelse	0 mm	10 mm	15 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm
3/8"	0,83	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12
1/2"	1,01	0,29	0,24	0,21	0,17	0,15	0,14	0,13
3/4"	1,23	0,34	0,28	0,24	0,2	0,17	0,16	0,14
1"	1,49	0,4	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17	0,16
1 1/4" (42 mm)	1,82	0,48	0,39	0,33	0,26	0,22	0,2	0,18
1 1/2" (48 mm)	2,04	0,54	0,43	0,36	0,28	0,24	0,21	0,19
2" (60 mm)	2,47	0,64	0,51	0,42	0,33	0,28	0,24	0,22
2 1/2" (76 mm)	3,03	0,79	0,61	0,51	0,39	0,33	0,28	0,25
3" (89 mm)	3,46	0,9	0,7	0,58	0,44	0,36	0,32	0,28
4" (114 mm)	4,31	1,13	0,86	0,71	0,54	0,44	0,38	0,33
5" (140 mm)	5,13	1,35	1,03	0,84	0,63	0,51	0,44	0,39
6" (169 mm)	6,03	1,61	1,22	0,99	0,74	0,59	0,51	0,44
Kobberrør/ isolerings- tykkelse	0 mm	10 mm	15 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm
10/12 mm	0,61	0,2	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,1
15/13 mm	0,74	0,23	0,2	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
18/16 mm	0,87	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12
22/20 mm	1,03	0,3	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
28/25 mm	1,27	0,35	0,29	0,25	0,2	0,18	0,16	0,15
35/32 mm	1,54	0,42	0,34	0,29	0,23	0,2	0,18	0,16
42/39 mm	1,81	0,48	0,38	0,33	0,26	0,22	0,2	0,18
54/50 mm	2,25	0,59	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,21

Tabel 4.8

$$\frac{\text{Tab } i \text{ W / m}^2 \text{ K}_{\text{Nuværende}} \cdot \text{isolering} \cdot \text{Meter} \cdot \Delta t \cdot \text{besparelse}}{1000} \cdot n_{\text{Driftstid}} = \text{kWh}$$

$$\text{kWh} \cdot \text{Strømpris} = \text{Besparelse}_{\text{Kr.}}$$



Solvarmeanlæg til varmt brugsvand

Det anbefales at etablere solvarme til opvarmning af det varme brugsvand i huse, som opvarmes med olie-, gaskedel eller elradiatorer. Det er især oplagt at etablere solvarme samtidig med udskiftning af tagbelægning, varmtvandsbeholder eller kedel.

Anbefaling til anlæggets størrelse

Solvarme til varmt brugsvand med 4 m² solfanger og 200 liter solvarmebeholder

Hvis der er flere end fire beboere i huset, bør solfangerarealet øges med 1 m² og solvarmebeholderens volumen med 50 liter for hver ekstra beboer.

Fordele

- Om sommeren kan solvarmen dække husstandens behov for varmt vand
- Kedlen kan slukkes om sommeren
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Solen er ren og vedvarende energi
- Solvarme sender et miljøvenligt signal til omgivelserne
- Solvarme øger husets værdi
- Lavere CO₂-udledning

Energibesparelse

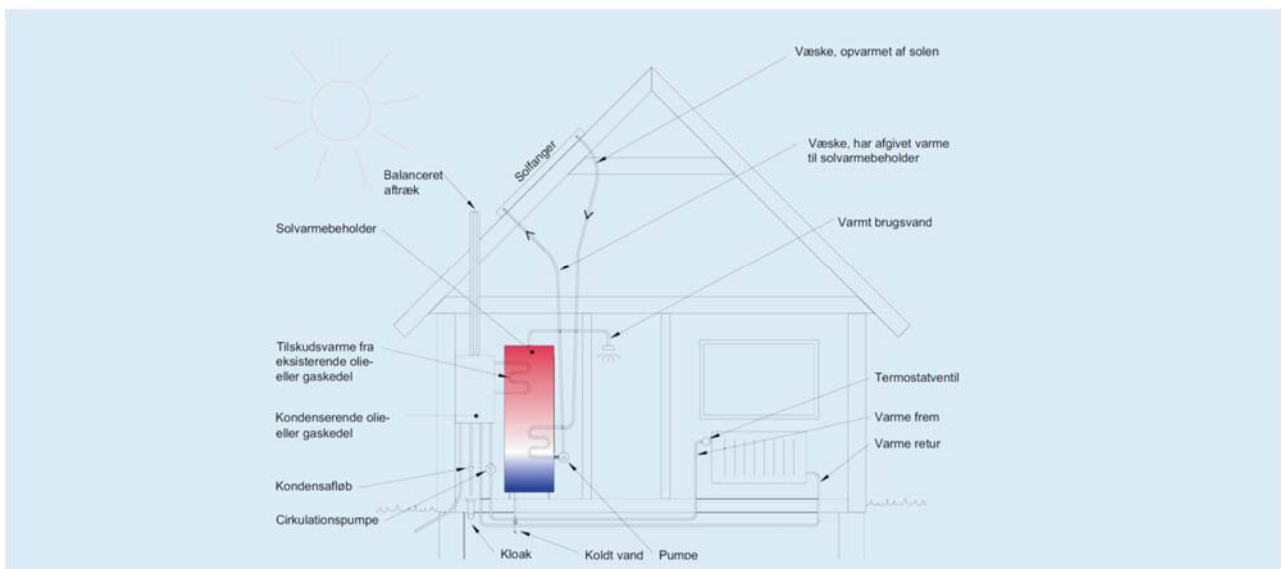
Tabel 4.9

Eksisterende forhold	Nyt solvarmeanlæg	
	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	Kun: kWh/m ² pr. år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	520	30
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	790	50

Forudsætning

Besparelserne forudsætter, at solfangerne orienteres mod syd med en hældning på 45°.

Hvis tagfladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet under afsnittet udførelse, punkt 4, til at finde den procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet af solfangerne tilsvarende større.





Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus med fem beboere etableres der 5 m ² solfanger på et sydendt tag med 45° hældning og 250 liter solvarmebeholder i bryggers. Huset opvarmes med en A-mærket naturgaskedel, der slukkes om sommeren. Naturgaspris: 8 kr. pr. m ³		
Årlig energibesparelse kWh	Gasforbrug til fremstilling af varmt vand Elforbrug til drift af pumpe Besparelse	5 m ² x 520 kWh/m ² = 5 m ² x 30 kWh/m ² = 2.600 kWh - 150 kWh =	2.600 kWh 150 kWh 2.450 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas Besparelse gas Omkostninger el til drift af pumpe Besparelse	2.600 kWh / 10 kWh/m ³ = 8 kr./m ³ x 260 m ³ = 2 kr./kWh x 150 kWh = 2.080 kr. - 300 kr. =	260 m ³ 2.080 kr. 300 kr. 1.780 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas CO ₂ -tillæg el CO ₂ -besparelse	0,205 kg/kWh x 2.600 kWh = 0,567 kg/kWh x 150 kWh = 533 kg - 82 kg =	533 kg 85 kg 448 kg

Udførelse

Solfangerne monteres på det mest solbeskinnede sted på taget. Der må ikke være skygge på solfangerne fra kl. 9-16 fra maj til september.

Solvarmebeholderen, som altid står lodret som vist på illustrationen på forsiden, opstilles i bryggers eller tilsvarende og erstatter den eksisterende varmtvandsbeholder.

Anlægget skal sikres mod skader (dvs. kogning eller overophedning), hvis solvarmen ikke kan bruges i fuldt omfang, fx med en ekstra stor ekspansionsbeholder, hvori solfangervæsken kan udvide sig. Anlæg skal altid installeres i henhold til leverandørens anvisninger. Sikkerhedsventilen forsynes med et blæserør, som føres ca. 10 cm over gulv. Blæserøret afskæres skråt.

Installationen udføres efter gældende regler og forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer.

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,137 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,567 kg CO₂ pr. kWh





Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og opvarmning

Det anbefales at etablere solvarme til opvarmning og varmt brugsvand i huse, som opvarmes med oliekedler, gas- eller elradiatorer. Det er især oplagt at etablere solvarme samtidig med udskiftning af tagbelægning, varmtvandsbeholder eller kedel.

Solvarme til rumopvarmning er relevant, når der er et opvarmningsbehov i sommerhalvåret. Det kan for eksempel være klinkegulve med gulvvarme eller kældre, der skal holdes tørre. Hvis ikke det er aktuelt, anvendes et mindre anlæg, som kun producerer varmt brugsvand. Se energiløsningen: "Solvarmeanlæg til varmt brugsvand".

Anbefaling til anlæggets størrelse

Solvarme til varmt brugsvand med 7 m² solfanger og 300 liter solvarmebeholder.

Som tommelfingerregel kan man regne med 0,5-1 m² solfanger for hver MWh årligt varmebehov. Med denne anlægsstørrelse dækkes typisk 15-30 % af det totale varmebehov i eksisterende boliger. Højere dækning er mulig, men ikke altid økonomisk rentabel.

Fordele

- Om sommeren kan solvarmen dække husstandens behov for varmt vand og varme
- Kedlen kan slukkes om sommeren
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning

Fordele

- Solen er ren og vedvarende energi
- Solvarme sender et miljøvenligt signal til omgivelserne
- Solvarme øger husets værdi
- Lavere CO₂-udledning

Energibesparelse

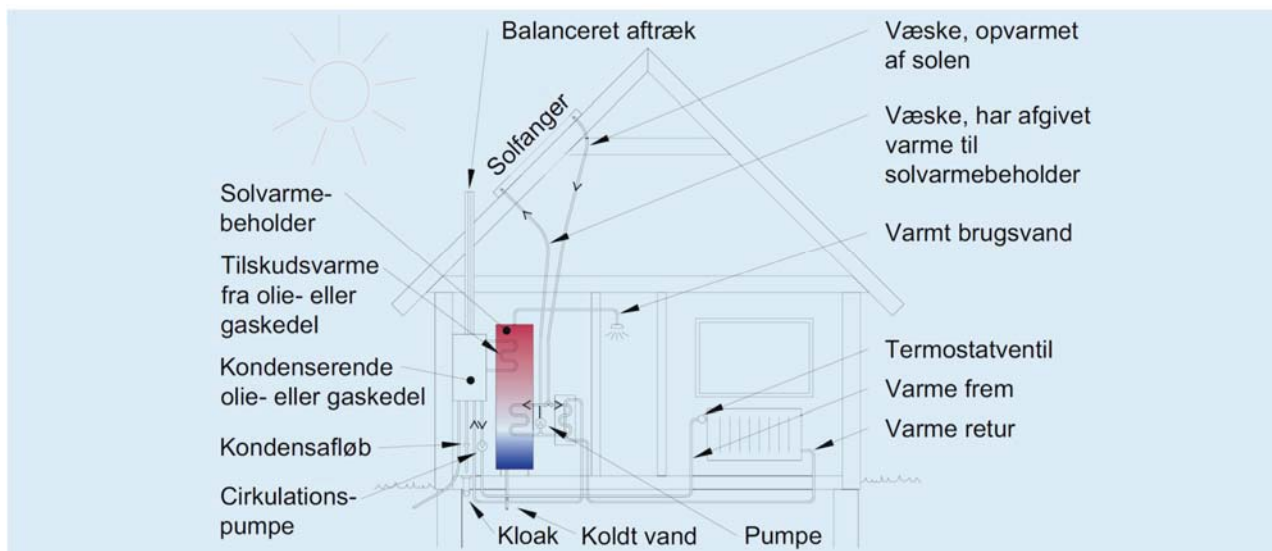
Tabel 4.10

Eksisterende forhold	Nyt solvarmeanlæg	
	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	Kun: kWh/m ² pr. år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	390	23
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	593	38

Forudsætning

Besparelserne forudsætter, at solfangerne orienteres mod syd med en hældning på ca. 45°.

Hvis tagfladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet under afsnittet udførelse, punkt 4, til at finde den procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet af solfangerne tilsvarende større.





4. Optimering af de tekniske installationer (Bilag 1)

Skema for energioptimering									
Besparelsesforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning		
							Udføres ved udskiftning	Udføres ved renovering	Mersalg
Scenario 1. Montering af vejrkompensering på varmesystem	Der monteres automatik for central styring til regulering af varmeanlægget. Dette udføres via vejrkompenseringsunit som kobles til blandesøjle og ny A mærket pumpe installeres. Bygningen forsynes også med natsækning.	$\frac{200\text{m}^2 \cdot \text{årgang} \cdot 960}{1444 + 722\text{kWh}} = \frac{2.166\text{kWh}}{\text{Aflæst i tabel 4.1 \& 4.2}}$ $\frac{2.166\text{kWh} \cdot 0,50\text{kr/kWh}}{1083,00\text{kr}} = 1,4$	Kr. 15.000	20 år	$\frac{15.000}{108300} = 1,39\text{år}$	$\frac{108300 \cdot 20}{15.000} = 1,4$	X		
Scenario 2. Udskiftning af eksisterende returløbsventiler til nye med elektroniske rumtermostater.	Der monteres nye fremløbsventiler på alle radiatorer og Termostathoveder af typen ECO Living fabrikat Danfoss. I forbindelse med montering af fremløbsventiler kan det være nødvendigt at montere en trykdifferens i teknikkummet.	$\frac{15 \cdot 413\text{kWh}}{\text{Aflæst i tabel 4.5}} = \frac{6.195\text{kWh}}{\text{Afkøling} = 18,8\text{kWh/h (Aflæst i tabel 4.4)}}$ $\frac{6.195\text{kWh} \cdot 18,8\text{kWh/h} \cdot 0,50\text{kr/kWh}}{3.188,00\text{kr}} = 10,500$	15 stk. 600kr = Kr. 9.000 + 1 stk. 1500kr = Kr. 10.500	15 år	$\frac{10.500}{3.18800} = 3,3\text{år}$	$\frac{3.18800 \cdot 15}{10.500} = 4,55$	X		X
Scenario 3. Udskiftning af eksisterende brugsvandsirkulationspumpe til ny A-mærket pumpe.	Der monteres en ny lavenergi A-pumpe med en effekt på 25 Watt i stedet for den nuværende på 95 Watt. Det forudsættes at pumpen skiftes samt at driftstiden reduceres med 6 timer hver nat. Pumpen er altså slukket 2190 timer om året	$\frac{(95\text{W} - 25\text{W}) \cdot 8760\text{timer}}{1000} = \frac{1000}{61,32\text{kWh}}$ $\frac{25 \cdot 2190\text{timer}}{1000} = \frac{54,75\text{kWh}}{668\text{kWh} \cdot 2,10\text{kr/kWh}} = 1.402,70\text{kr}$	1 stk. pumpe Kr. 2.500 + 1 stk. Ur Kr. 500 = Kr. 3.000	15 år	$\frac{3.000}{1.40270} = 2,1\text{år}$	$\frac{1.40270 \cdot 15}{3.000} = 7,0$	X		X



Skema for energioptimering								
Bespareselsforslag	Beskrivelse	Årlig besparelse (nutidskroner)	Investering	Levetid	Tilbagebetalingstid	Rentabilitet	Afkrydsning	
							Udføres ved udskiftning	Udføres ved renovering
Scenarie 4. Montering af urstyring i forbindelse med brugsvand cirkulation.	I forbindelse med scenarie 3 hvor der monteres ur på cirkulationspumpe, undersøges besparelsen på cirkulationsledningerne som ikke har et varmetab til omgivelserne 6 timer hver nat. Der er regnet med en gennemsnitstemperatur på 35 grader (50 i rør og 15 grader for omgivelserne) rørene er isoleret med 10 mm.	$0,4(1^{15}) \cdot 20m \cdot 35^{\circ}C \cdot 2190T$ $= 1000$ $= 613,2kWh/h$ $0,29(1,2^{15}) \cdot 20m \cdot 35^{\circ}C \cdot 2190T$ $= 444,6kWh/h$ (Tab i rør aflæst i tabel 4.8) $1.057,8kWh \cdot 0,50kr/kWh$ $= 528,89kr.$	Dette er en gevinst i forbindelse med etablering af ur styring	15 år	0 år	$\frac{528,89 \cdot 15}{0} = ?$ Meget god rentabilitet, ville du ikke gerne have arbejdet helt gratis 😊	X	X
Scenarie 5. Montering af solvarme	Montering af solvarmepaneller på eksisterende tagflade mod syd. Der monteres 8 m ² til opvarmning af brugsvand. I kælderens opstilles en 400 liters solvarmebeholder. Anlægget vil kunne dække op til 60 % af ejendommens brugsvandsforbrug. Beholderen suppleres af fjernvarme i vinterperioden.	$8m^2 \cdot 520kWh = 4.160kWh$ (Aflæst i tabel 4.9) $4.160kWh \cdot 0,50kr/kWh$ $= 2.080,00kr$	En installation inkl. beholder Kr. 35.000	20 år	$\frac{35.000}{2.080,00} = 16,8 \text{ år}$	$\frac{2.080 \cdot 20}{35.000} = 1,19$	X	



Bilag 2.

Tjekskema til Varme

Hvad er det årlige varmeforbrug? _____ kWh (korrigeret for graddage)

Fremløb og retur

- Er fremløbstemperaturen styret af udetemperaturen? ja nej
- Er returløbet lav og i overensstemmelse med fjernvarmeværkets anvisninger? ja nej
- Er der nat- eller weekendsænkning af temperaturen? ja nej
- Er der installeret termostatventiler på alle radiatorer, og er de indstillet korrekt? ja nej

Cirkulationspumper (blandesløjfe)

- Er cirkulationspumpen i konstant drift? ja nej
- Er pumpen A-mærket? ja nej
- Er pumpen indstillet korrekt? ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Cirkulationspumper (brugsvand)

- Er cirkulationspumpen i konstant drift? Ja nej
- Er pumpen A-mærket? ja nej
- Er pumpen indstillet korrekt? Ja nej
- Er pumpen styret af temperaturen for det varme vand? ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

- Er varmtvandstemperaturen højere end 50oC ved tapstederne? ja nej

Isolering

- Er der uisolereet ventiler og rør? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Kedelanlæg

- Er kedlens stand dårlig / middel / god _____
- Er kedlen kondenserende / Tjek afløb ja nej
- Er kedelisolering utilstrækkelig, dvs. min 100 mm? ja nej
- Er kedeltemperaturen højere end 80oC? ja nej
- Sænkes kedeltemperaturen uden for fyringssæsonen? ja nej
- Er der nat- eller weekendsænkning af fyr ja nej
- Er der en kontrol- eller eftersynsordning for forbrændingseffektiviteten? ja nej

Mulige foranstaltninger: _____



Bilag 3. - Tjekskema for Vand

Toilet

- Er der stort/lille skyld i toiletterne? (Stort skyl 9 ltr.) ja nej
- Løber toilettet? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Brugsvand

- Er der installeret termostat armatur? Ja nej
- Er der installeret sparebruser? Ja nej
- Er der installeret luftblander på armaturer? Ja nej
- Drypper vandhanerne? ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Bilag 4. - Tjekskema for Teknisk isolering

Rør

- Er der uisolerede varme-/kølerør i de tekniske installationer? Ja nej
- Har de isolerede rør en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Ventiler

- Er der uisolerede ventiler i de tekniske installationer? Ja nej
- Har isolerede ventiler en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Beholdere

- Er der uisolerede varme/kølebeholdere i den tekniske installation Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

- Har isolerede beholdere en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Plane flader

- Er der uisolerede, plane varme-flader i installationerne, produktionsudstyr o.lign.? ja nej
- Har isoleringen omkring plane varme-flader en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger _____



Kedler

- Er der uisolerede kedler i de tekniske installationer? Ja nej
- Har isoleringen på kedlen en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Ventilationskanaler ifb. med anlæg med veksler

- Er der ventilationskanaler, som ikke er isolerede? Ja nej
- Har isoleringen omkring kanalerne en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Andre emner (f.eks. flanger, snavssamlere, mandedæksler på beholdere, tryk-ekspansionsbeholdere m.m.)

- Er der andre uisolerede, varmførende tekniske installationer eller emner? Ja nej
- Har isoleringen omkring installationerne en isoleringskvalitet, som svarer til standarden på området? Ja nej

Bilag 5. - Tjekskema for Klimaskærm

Isolering

- Er ydervægskonstruktionen isoleret? Ja nej
- Er ydervægskonstruktionen mangelfuldt isoleret? Ja nej
- Er tag/loft konstruktioner isolerede? Ja nej
- Er tag/loft konstruktioner mangelfuldt isolerede? Ja nej
- Er etageadskillelser herunder gulv- og dækkonstruktioner mangelfuldt isolerede? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____

Vinduer

- Er vinduer og lysåbninger monteret med f.eks. 1- lag glas, koblede ruder, ældre termoruder eller er termoglasset punkteret? Ja nej

Mulige foranstaltninger: _____