

**SINTEF Byggforsk**
**Oslo**

Forskningsveien 3b, 0373 Oslo  
Postboks 124 Blindern, 0314 Oslo  
Telefon: 22 96 55 55  
Telefaks: 22 69 94 38

**Trondheim**

Høgskoleringen 7b  
7465 Trondheim  
Telefon: 73 59 33 90  
Telefaks: 73 59 33 80

E-post: byggforsk@sintef.no

Internettadresse: www.sintef.no/byggforsk

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

Oppdragsgiver  
Kjetil Heltne

Oppdragsgivers adresse  
Husarveien 26  
1396 Billingstad

Oppdragsgivers referanse  
Kjetil Heltne

Prosjektnr./arkivnr. 3B0188	Dato 29.10.2008	Rev.dato	Antall sider 20	Antall vedlegg 4	Gradering Åpen	Forfatter(e) Mads Mysen
Prosjektleder Tor Helge Dokka	Sign.	Ansvarlig linjeleder Jørn Brunsell	Sign.	Kvalitetssikrer Catherine Grini	Sign.	

**Oppdragsrapport**

# Energireduserende tiltak i Husarveien 26 Energisystemer

**Kort sammendrag**

I tilknytning til NFR-prosjektet EKSBO "Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger" er det ambisjoner om å oppgradere en eksisterende enebolig fra 1966 til lavenergistandard.

Eneboliger ligger i Husarveien 26 på Billingstad (Asker kommune).

Boligen hadde før tiltak et målt elektrisitetsforbruk på ca 30.000 kWh/år (ca.130 kWh/m<sup>2</sup>.år). Det ble ikke benyttet andre energiformer enn elektrisitet i måleperioden.

Etterisolering, balansert ventilasjon og solvarme til tappevann er vurdert som realistiske tiltak for å redusere elektrisitets forbruk med 50%. Ytterligere reduksjon kan oppnås med en varmepumpe (uteluft-vann), men dette tiltaket er ikke vurdert som realistisk på grunn av meget høy kostnad i forhold til energisparepotensialet.

Aktuelle tiltak for å redusere energibruken ytterligere må fokusere på el-forbruk knyttet til lys og utstyr.

Byggverkets adresse Husarveien 26, 1396 Billingstad		Byggeår 1966
Metode Beregning, Evaluering	Emneord Småhusbolig, Varmeanlegg, Ventilasjonsanlegg, Virkningsgrad, Elektrisitet, Energiforbruk	Filnavn Sluttrapport

Utdragsvis eller forkortet gjengivelse av rapporten er ikke tillatt uten SINTEF Byggforsks spesielle godkjenning.

Hvis rapporten skal oversettes, forbeholder SINTEF Byggforsk seg retten til å godkjenne oversettelsen. Kostnader belastes oppdragsgiver.

<b>1</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Strategi ved valg av energiltak .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Tilstand før energiltak.....</b>	<b>4</b>
3.1.	Bygningsteknisk beskrivelse .....	4
3.2.	Tekniske installasjoner .....	4
3.3.	Energibehov før energiltak .....	5
<b>4</b>	<b>Energibruk med etterisolering.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Redusert energibruk til romoppvarming ved hjelp av ventilasjonsvarmegjenvinning.....</b>	<b>6</b>
5.1.	Aktuelle løsninger .....	6
5.2.	Balansert ventilasjon .....	6
5.3.	Avtreksventilasjon med avtrekksvarmepumpe .....	7
5.4.	Øvrige muligheter for varmegjenvinning av ventilasjonsluft .....	9
5.5.	Beregnet energibruk ved hjelp av ventilasjonsvarmegjenvinning .....	9
<b>6</b>	<b>Redusert elektrisk forbruk til oppvarming av varmtvann ved hjelp av solfanger .....</b>	<b>10</b>
6.1.	Generelt om solvarme .....	10
6.2.	Solfangeranlegg .....	11
6.3.	Utforming og dimensjonering av solvarmeanlegg i Husarveien 26.....	16
6.4.	Beregning av oppvarmingsbehov som kan dekkes med solfangeranlegg.....	17
<b>7</b>	<b>Lønnsomhetsvurdering av energiltak som dekker oppvarmingsbehov.....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Oppsummering.....</b>	<b>19</b>
8.1.	Reduksjon i elektrisk forbruk.....	19
8.2.	Diskusjon og videre anbefalinger.....	19
<b>9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>20</b>

## 1 Bakgrunn

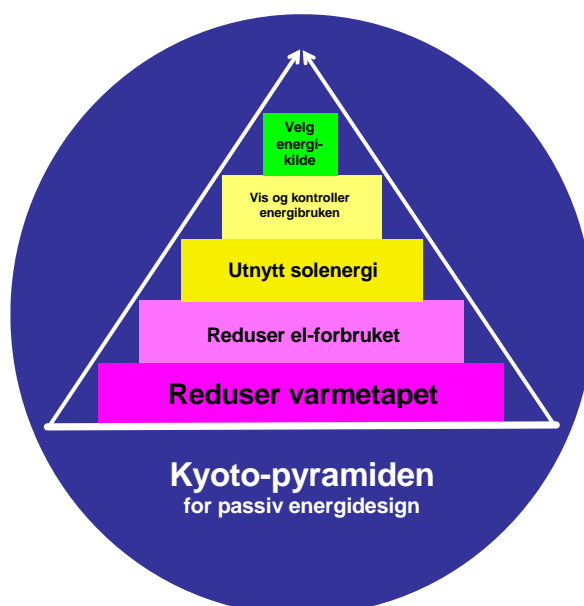
I tilknytning til NFR-prosjektet EKSBO ”Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger” er det ambisjoner om å oppgradere en eksisterende enebolig fra 1966 til lavenergistandard. Eneboliger ligger i Husarveien 26 på Billingstad (Asker kommune). SINTEF Byggforsk har tidligere utarbeidet to notater som går på energibruk i denne konkrete boligen. Se notat *Energiberegninger før renovering av Husarveien 26* datert 01.08.2006 og *Energiberegninger for Husarveien 26* datert 09.08.2006., hhv. vedlegg 1 og 2.

Videre er det utarbeidet befaringsnotater datert 09.06.06 og 24.11.06 samt et notat som beskriver bygningstekniske løsninger (*Tekniske løsninger Husarveien 26*, datert 31.10.2006).

Hensikten med prosjektet er å komme fram til energiltak som vil redusere boligens energibehov med 50%. Forsøksprosjektet omfatter planlegging, gjennomføring og evaluering av tiltak. (kfr. tilsagnsbrev fra Husbanken datert 08.12.2006.)

## 2 Strategi ved valg av energiltak

Den vanlige strategien ved valg av energisparetiltak innebærer at man først reduserer behovet for energi mest mulig, og deretter sørger for at det resterende energibehovet kan dekkes opp av fornybar energi. Denne strategien kan illustreres ved den såkalte Kyoto-pyramiden (se Figur 1). Først reduserer man varmetapet fra bygningskroppen med kraftig reduserte luftlekkasjer, meget god varmeisolerings, bruk av superisolerte vinduer og bruk av balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning. Sekundært forsøker man å utnytte passiv solvarme på en effektiv måte (mest vinduer mot solrik orientering). Til slutt velger man en energikilde og oppvarmingsløsning som er tilpasset det resterende oppvarmings-behovet. Det er også fornuftig å bruke lavenergi-belysning og -utstyr, samt ha et styringssystem som kan redusere ventilasjon og belysning når boligen ikke er i bruk, både for å redusere elektrisitetsforbruket, men også for å unngå overoppvarming. Strategien er nærmere beskrevet i veilederen ”*Fremtidens energieffektive boliger – en håndbok for planlegging av passivhus og lavenergi boliger*” (Dokka og Hermstad 2006).



Figur 1. Kyoto-pyramiden for passiv energidesign. (Illustrasjon: SINTEF og Husbanken).

For Husarveien 26 kan strategien uttrykkes som følger:

- Redusere varmetapet fra bygningskroppen (er gjennomført)
- Installere ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning
- Beregne resterende oppvarmingsbehov (rom- og tappevannsoppvarming)
- Finne fornuftig energikilde og oppvarmingsløsning i forhold til resterende oppvarmingsbehov

Følgende tiltak er gjennomført: tilleggisolasjon av yttervegger i 1. etg., nye vinduer av type Nordan 3-lags superlavenergi og tilleggisolasjon av tak med 300 mm isolasjon. Det som gjenstår er å vurdere balansert ventilasjon med varmegjenvinning og installasjon av solfanger for å dekke deler av resterende varmtvann- og romoppvarmingsbehovet (se tabell 6 i notat *Energiberegninger for Husarveien 26* datert 09.08.2006, vedlegg 2).

### 3 Tilstand før energitiltak

#### 3.1. Bygningsteknisk beskrivelse

For beskrivelse av bygningstekniske løsninger i Husarveien 26 henvises det til tidligere notater.

#### 3.2. Tekniske installasjoner

De tekniske installasjoner ble gjennomgått av huseier Kjetil Heltne og Mads Mysen SINTEF Byggforsk den 05.06.2008.

I dag er det naturlig avtrekksventilasjon fra våtrom ved hjelp av tre sjakter over tak. Boligen har en kjøkkenvifte som tas i bruk når det lages mat.

Boligen har et sentralvarmeanlegg med vannbårne radiatorer som ble installert i 2003. I tillegg er det elektriske varmekabler på bad og i entre/hall. Varmeavgivelsen skjer fra relativt store radiatorflater, som vil kunne dekke oppvarmingsbehovet med betydelig lavere vanntemperatur enn tidligere som følge av etterisoleringstiltak. Varmtvannsberederen er dobbelmantlet, koblet til oppvarmingssystemet med elektrisk ettervarme. Varmtvannsbereder, el-kasset og pumper er plassert i bad i kjeller.



Bilde 1. Varmesentral plassert i skap i bad/sokkeetasje. Foto: Mads Mysen

Beboer var svært fornøyd med funksjonen til oppvarmingssystemet sist vinter (2007-2008).

### 3.3. Energibehov før energiltak

Målt strømforbruk ligger på ca. 30.000 kWh/år. Enkle energisparetiltak er utført før energimåling: sparedusj, moderat/lav innetemperatur, nattsenkning og stenging av radiatorer i rom som ikke benyttes som oppholdsrom.

Forbrukstall for 2006 til 2008 (mail fra Kjetil Heltne 23.10.2008) viser at elektrisk forbruk ligger mellom 35 og 40 kWh/døgn i sommermånedene. Dette indikerer at de brukeravhengige verdiene (lys, utstyr og varmtvann) ligger mellom 35 og 40 kWh/døgn (tilsvarer 12.775 til 14.600 kWh/år).

Vi ønsker å finne ut hva måling av 30.000 kWh tilsvarer i et normalår fordi beregninger av energibehov ved bruk av energisparetiltak vil basere seg på et normalår. Huset ligger i Asker og klimadata for Oslo benyttes. Først må vi finne hvilken gjennomsnittlig innetemperatur skal benyttes ved graddagsjustering. Ut i fra opplysninger gitt av huseieren antar vi at gjennomsnittlig innetemperatur ligger på 15°C i oppvarmingssesongen (deler av underetasjen samt soverom holdes uoppvarmet). Ut i fra en gjennomsnittlig innetemperatur på 15°C beregner vi graddagstall i forhold til en innetemperatur på 12°C (Metoden forutsetter at de siste tre gradene dekkes av interne varmelaster). Tabell 1 viser graddagstall og sammenlignbare energibehov.

Tabell 1. Graddagstall opp til 12°C og sammenlignbare energibehov

	Normalår	2003	2004
Graddager <sub>12°C</sub>	2559	2296	2194
Total målt. el.forbruk [kWh/år]		ca.30.000	ca.30.000
El.forbruk til varmtvann, lys og utstyr [kWh/år]		ca.13.000	ca.13.000
Målt romoppvarming [kWh/år]		ca.17.000	ca.17.000
Graddagsjustert romoppvarming [kWh/år]		ca.18.947	ca.19.828
Total graddagsjustert el.forbruk [kWh/år]	ca.32.200	ca.31.947	ca.32.828

Beregningen vi har foretatt ved et normalår og 15°C gjennomsnittlig innetemperatur i oppvarmingssesongen vises i Tabell 2. Energibehov til romoppvarming (19.145 kWh) er i overensstemmelse med graddagsjustert romoppvarming vist i Tabell 1.

Tabell 2. Beregnet el.forbruk før tiltak ved et normalår [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Totalt
Romoppvarming	4451	3535	2589	1042	16	0	0	0	0	1055	2637	3820	19145
Varmebatterier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vannoppvarming	446	403	446	432	446	432	446	446	432	446	432	446	5253
Vifter og pumper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belysning	290	262	290	281	290	281	290	290	281	290	281	290	3416
Teknisk utstyr	372	336	372	360	372	360	372	372	360	372	360	372	4380
Totalt energibehov	5559	4537	3698	2115	1124	1073	1109	1109	1073	2163	3710	4929	32199

## 4 Energibruk med etterisolering

Tabell 3 nedenfor viser beregnet energibruk når etterisolering av yttervegger og tak, samt utskiftning av vinduene er gjennomført. Det benyttes naturlig ventilasjon i beregningen (ingen endring av dagens løsning). Det betyr at beregningen tar utgangspunkt i et luftskifte lik 0,3 luftskifte per time, noe som ikke er tilfredsstillende i forhold til forskriften. Når huset er blitt etterisolert og tettet, vil den utilsiktede ventilasjon bli betraktelig redusert. Å beholde naturlig ventilasjon frarådes fordi for lavt luftskifte kan føre til dårlig innelima samt økt risiko for fukt- og råteskader. Om løsningen med balansert ventilasjon forkastes, anbefaler vi å ettermontere en vifte på toppen av hver eksisterende avtrekksjakt.

Tabell 3. Energibruk med etterisolering, 0,3 luftskifte per time [kWh]  
OBS !!!IKKE FORSKRIFTMESSIG LUFTSKIFTE

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Totalt
Romoppvarming	2022	1561	1047	292	3	0	0	0	0	240	1075	1708	7948
Varmebatterier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vannoppvarming	446	403	446	432	446	432	446	446	432	446	432	446	5253
Vifter og pumper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belysning	290	262	290	281	290	281	290	290	281	290	281	290	3416
Teknisk utstyr	372	336	372	360	372	360	372	372	360	372	360	372	4380
Totalt energibehov	3130	2563	2156	1365	1112	1073	1109	1109	1073	1348	2147	2816	21001

## 5 Redusert energibruk til romoppvarming ved hjelp av ventilasjonsvarmegjenvinning

### 5.1. Aktuelle løsninger

Følgende løsninger er aktuelle:

1. Balansert ventilasjon med effektiv varmegjenvinning og ingen endring på oppvarmingssystem og varmtvannsbereder.
2. Avtrekksventilasjon med varmepumpegjenvinning som gir varme til varmvann og romoppvarming
3. Kombinasjon av 1 og 2.

Videre blir løsningene beskrevet og utredet i forhold til energibruk og kostnader.

### 5.2. Balansert ventilasjon

#### 5.2.1 Viktige parametre ved valg av balansert ventilasjon

Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner og SFP er to parametre som karakteriserer hvor energieffektivt ventilasjonsanlegget er. SFP står for Specific Fan Power (spesifikk vifteeffekt) og er effektbehov til vifter delt på luftmengden som mekanisk ventilerer boligen. Krav til SFP skal bidra til at man velger energieffektive komponenter i et ventilasjonsanlegg (vifter og viftemotorer med høy virkningsgrad og kanalnett og ventiler med lavt trykkfall). Jo lavere SFP, jo bedre er anlegget.

Byggeforskrift av 2007 krever årsmidlere temperaturvirkningsgrad over 70% og SFP-verdi lavere enn 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s). I dette prosjektet, med ambisjon å redusere energibehovet med minimum 50%, bør man vurdere enda mer energieffektive anlegg. Størrelse og utforming på ventilasjonsaggregatet påvirker SFP mest. En SFP ned mot 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) er realistisk med standard komponenter, samtidig må man være klar over at mulighetene i et rehabiliteringsprosjekt begrenses av tilgjengelige føringsveier og mulige kanaldimensjoner. Flere roterende varmegjenvinnere har dokumentert temperaturvirkningsgrad over 80% og tilnærmet lik årsmidlere temperaturvirkningsgrad og temperaturvirkningsgrad. Andre typer varmegjenvinnere har sannsynligvis lavere årsmidlere

temperaturvirkningsgrad enn målt temperaturvirkningsgrad på grunn frostproblematikk og avrimingsprosedyrer. Varmegjenvinnere bør dokumenteres etter aksepterte standarder som NS-EN 308 eller NS-EN 13141-7.

### 5.2.2 Anslått luftmengdebehov i Husarveien 26

Netto oppvarmet romvolum =  $524\text{m}^3$

Netto oppvarmet gulvareal =  $228\text{m}^2$

Anslag luftmengde basert på volum (0,5 luftskifte per time)  $524 \cdot 0,5 = 262\text{ m}^3/\text{h}$

Anslag luftmengde minimum basert på våtrom/toalett:  $(10+3\cdot 15+10)\cdot 3,6=234\text{ m}^3/\text{h}$

Anslag luftmengde maksimum basert på våtrom/toalett:  $(10+2\cdot 30+15+10)\cdot 3,6=342\text{ m}^3/\text{h}$

En ventilasjonsmengde på  $250\text{ m}^3/\text{h}$  er lagt inn i tidligere energiberegninger og foreslås beholdt som underlag for videre energiberegninger, men strengt tatt burde denne vært økt til  $262\text{ m}^3/\text{h}$ . Det må være mulig å forsere luftmengden ved bruk av baderom uten vindu fra ca. 54 til ca.  $108\text{ m}^3/\text{h}$ . Forsering skjer kun i korte perioder og vil i liten grad påvirke energibehovet. Forsering i kjøkkenhette er ikke medregnet.

### 5.2.3 Plassering av ventilasjonsaggregat og føringer

Vedlegg 3 viser plassering av aggregat (grønn boks), tilluftsventiler (blå pil) og avtrekksventiler (rød pil). Aggregat kan plasseres på det lille soverommet inntil stuen i hovedetasje med luftinntak fra fasade. Bruken av rommet blir da endret fra soverom til teknisk rom. Kanalføring bør så langt som mulig integreres i himling ved planlagt ombygging (høyre del av boligen sett på plantegning), eventuelt kan kanalene føres under/i isolasjonssjiktet på loft. Teknisk utførelse blir da svært viktig med tanke på tetthet og isolasjon.

Tilluftskanal kan føres rett ned i kjellerstue (integret i vegg ved siden av peisløp er en mulig løsning). Kanalføring til soverom på plan 1 på venstre side av bygget er problematisk, og må løses sammen med leverandør av ventilasjonsanlegget ved detaljprosjektering. Kanal til soverom på høyre side forsøkes løst ved ombygging av denne delen i hovedetasjen. Videre overstrømning via bod/korridor til bad/WC.

Det må velges tilluftsventiler med god egendempning og mulighet for regulerbart strømningsbilde.

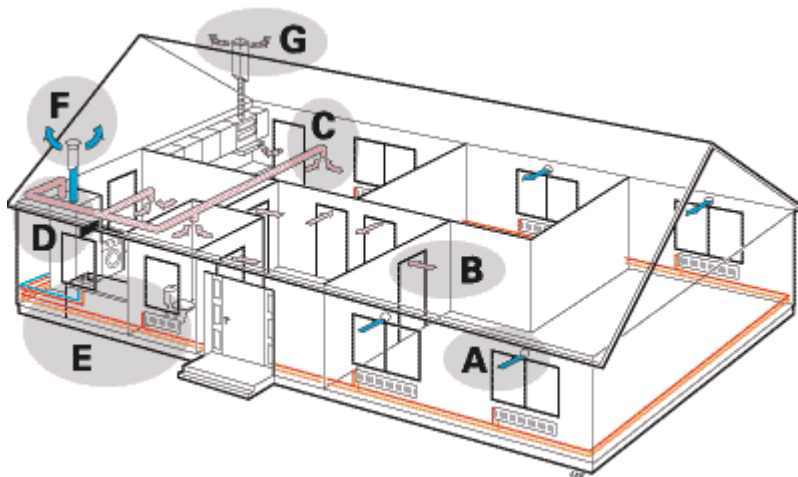
Et balansert ventilasjonsanlegg med nødvendige deler koster ca  $35.000\text{--}40.000,-\text{kr}$ . inklusiv mva. I tillegg kommer bygningsteknisk arbeid ved installering (Anslått til å utgjøre  $15.000,-\text{kr}$ . inklusiv mva i lønnsomhetsanalyse).

## 5.3. Avtrekksventilasjon med avtrekksvarmepumpe

### 5.3.1 Prinsipp

Beboer ønsker å se på muligheten for avtrekksventilasjon med varmepumpegjenvinning.

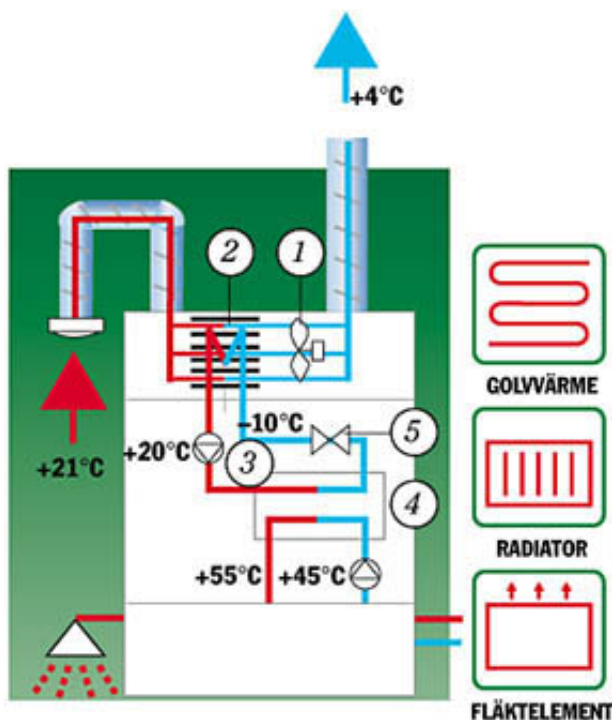
Figur 2 viser en prinsipiell løsning med mekanisk avtrekksventilasjon, friskluftinntak gjennom fasade og varmegjennvinning med avtrekksvarmepumpe.



Figur 2. Prinsipløsning med mekanisk avtrekksventilasjon (Kilde: NIBE AB).

- A: uteluften tas direkte inn gjennom fasaden.
- B: luften transporteres fra luftinntakene til rom med avtrekk.
- C: avtrekk fra kjøkken, våtrom og WC
- D: varmen fra avtrekket føredles ved hjelp av varmepumpe
- E: Avtrekksvarmepumpen varmer opp varmt tappevann og forsyner evt. vannbårent varmeanlegg.
- F: Avkast (lufttemperatur ned mot 2-5 °C)
- G: Separat avtrekk fra kjøkken

Varmen i avtrekksluften kan gjenvinnes ved hjelp av en varmepumpe og brukes til tappevannsoppvarming og/eller romoppvarming. Figur 3 viser en prinsipløsning med avtrekksvarmepumpe. Avtrekksviften (1) trekker den brukte luften gjennom varmepumpens fordamper (2). Temperaturen på kuldemediet øker over kompressoren (3) slik at varme kan avgis til varmeanlegg eller varmt tappevann i kondensatoren (4). Kuldemedietrykket reduseres over ekspansjonsventilen (5).



Figur 3. Prinsipløsning med avtrekksvarmepumpe (Kilde: IVT Industrier AB)



Figur 3 viser et system som gjenvinner varme ned til +4°C for å sikre seg mot frost. Ved -10°C vil et slikt system kun gjenvinne 54% av avtrekksluftenergien (mens roterende varmegjenvinner kan gjenvinne over 80% ved alle utetemperaturer).

Avtrekksvarmepumper er lite brukt i Norge. I Sverige er dette den klart vanligste løsningen i småhus (i svenske leiligheter er det i praksis ikke krav til varmegjenvinning fra avtrekksluft så lenge leilighetene er tilkoblet et fjernvarmenett, Kilde: Magnus Everit – Bra ventilation). Det finnes en rekke produkter og systemløsninger på det svenske markedet (se [www.nibe.se/](http://www.nibe.se/) [www.nibe-villavarme.no](http://www.nibe-villavarme.no) eller [www.ivt.se](http://www.ivt.se)). Løsningene leveres i skap (ca 60x60 cm<sup>2</sup>) som inneholder varmepumpe og varmtvannsbereder. De enkleste løsningene leverer kun varme til tappevannsoppvarming. Beparelsen basert på erfaring er oppgitt til å være ca 3.000 kWh per boenhet.

### 5.3.2 Mulighet for avtrekksvarmepumpe i Husarveien 26

Bruk av avtrekksvarmepumpe for huset i Husarveien 26 vil kunne brukes til oppvarming av varmtvann, evt til både oppvarming av tappevann og romoppvarming.

Effektuttaket er begrenset til 1400 W (17\*250/3), med maksimal temperaturdifferanse på 17°C (21-4) noe som i praksis betyr en temperaturvirkningsgrad på 41% ved -20°C.

Utfordringen blir å samle avtrekkskanalene på et egnet sted for plassering av avtrekksvarmepumpen og integrere dette med eksisterende varmeanlegg med varmtvannssentral plassert i sokkeletasjen. En gjennomførbar løsning er å samle avtrekkskanalene på loft og føre disse ned igjen til teknisk rom. Det antas at dette må skje på loft. Mulig plassering for vertikale føringer er ved siden av peisveggen integrert i vegg mellom kjøkken/stue.

Avtrekksvarmepumpe med kanalføringer koster ca 30-35.000,- inklusiv mva. Dette inkluderer varmtvannsbereder, men ikke akkumulatortanker, eller ombygging av varmtvannsanlegget. Et rent avtrekksanlegg uten varmepumpe og bereder koster ca 22.000,- inklusiv mva.

## 5.4. Øvrige muligheter for varmegjenvinning av ventilasjonsluft

Det finnes løsninger som kombinerer løsninger beskrevet ovenfor.

En mulighet er balansert ventilasjon med varmegjenvinning hvor varmen også kan brukes til andre formål, når det ikke er behov for ytterligere oppvarming av tilluft. Den gjenstående varmeenergien brukes til forvarming av tappevann året rundt. Forvarmingen vil kunne gi et temperaturløft fra 10 til 20°C, noe som kan dekke ca 15% av oppvarmingsbehovet til varmtvann. Eksempel på denne løsningen er Combi-aggregat eller Vanvex-aggregat fra Beam Østberg. For ytterligere informasjon om produktet, se: <http://www.beam.no/>

En annen mulighet er å hente ut varme med varmepumpe etter varmegjenvinner. Varmeuttaket blir begrenset fordi temperaturen etter en effektiv varmegjenvinning er svært lavt. Det vil ikke være lønnsomt å gå inn med en varmepumpe etter gjenvinner fordi den nyttbare energimengden blir så liten i forhold til de investeringene som må gjøres, samt at driftsmessig forhold kan bli problematiske i dette klimaet (kondens og nedising). Løsningen anbefales ikke.

## 5.5. Beregnet energibruk ved hjelp av ventilasjonsvarmegjenvinning

For å oppnå lønnsom energireduksjon med så lavt forbruk i utgangspunkt er det viktig å velge de beste tekniske tiltakene. Når det gjelder valg av balansert ventilasjon, bør det være mulig å få en virkningsgrad på varmegjenvinner på 82% med kommersielt tilgjengelige produkter. SFP-faktorene

avhenger av trykkfallet i anlegget og hvilken virkningsgrad motor og vifte har ved aktuell driftstilstand. Ved rehabilitering er det utfordrende å oppnå tilstrekkelig kanaldimensjoner for å få lavt trykkfall gjennom kanalnettet. Enda viktigere enn kanaltrykkfallet er trykkfall gjennom aggregatet noe som i praksis betyr romslige aggregatdimensjon, eller overdimensjonert aggregat i forhold til tradisjonelle dimensjoneringskriterier. En SFP på 1,5 - 2,0 kW/(m<sup>3</sup>/s bør være realistisk med dagens teknologi uten at dette gir betydelig merinvestering. Balansert ventilasjon med varmegjenvinning på 82% og SFP på 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s) er lagt til grunn i vår teoretisk beregning av energibehov ved bruk av balansert ventilasjon. Gjennomsnittlig innetemperaturen settes lik 16°C ved beregning av energibehov.

Et alternativ til balansert ventilasjon er avtrekksventilasjon der avtrekksvarmepumpe kan dekke mesteparten av tappevannsoppvarmingen (antatt 3000 kWh).

Tabell 4 nedenfor viser en oppsummering av beregnet energibruk ved bruk av forskjellige ventilasjonsløsninger. Etterisolering av yttervegger, tak og vinduer er ivarettatt i beregningene. Løsningen ”avtrekksventilasjon uten varmepumpe” viser energibruk i huset med kun avtrekksventilasjon og ingen varmegjenvinning av ventilasjonsluft, men med en luftskifte som tilfredsstiller forskriften (0,5oms/time).

*Tabell 4. Beregnet energibruk ved bruk av forskjellige ventilasjonsløsninger i etnormalår [kWh/år]*

	Balansert ventilasjon	Avtrekksventilasjon uten varmepumpe	Avtrekksventilasjon med varmepumpe
Romoppvarming	4755	10240	10240
Varmebatterier	0	0	0
Vannoppvarming	5253	5253	2253
Vifter og pumper	916	527	527
Belysning	3416	3416	3416
Teknisk utstyr	4380	4380	4380
<b>Total energibruk</b>	<b>18719</b>	<b>23818</b>	<b>20818</b>

Løsningen med avtrekksvarmepumpe mot tappevann viser et energibehov lik 20.800 kWh, altså en høyere energibruk enn det som kommer fram ved bruk av balansert ventilasjon.

Balansert ventilasjon gir bedre luftfordeling, temperatur- og trekkforhold enn avtrekksventilasjon. Vi anbefaler den løsning med balansert ventilasjon med en SFP på ca 1,5kW/(m<sup>3</sup>/s) og temperaturvirkningsgrad på 82%. Detaljene i løsningen må tas direkte med aktuelle leverandører. Det bør tas direkte kontakt med minimum 2 leverandører (Eksempel: Systemair ved Harald Vidnes og Exhausto ved Jon Jameson).

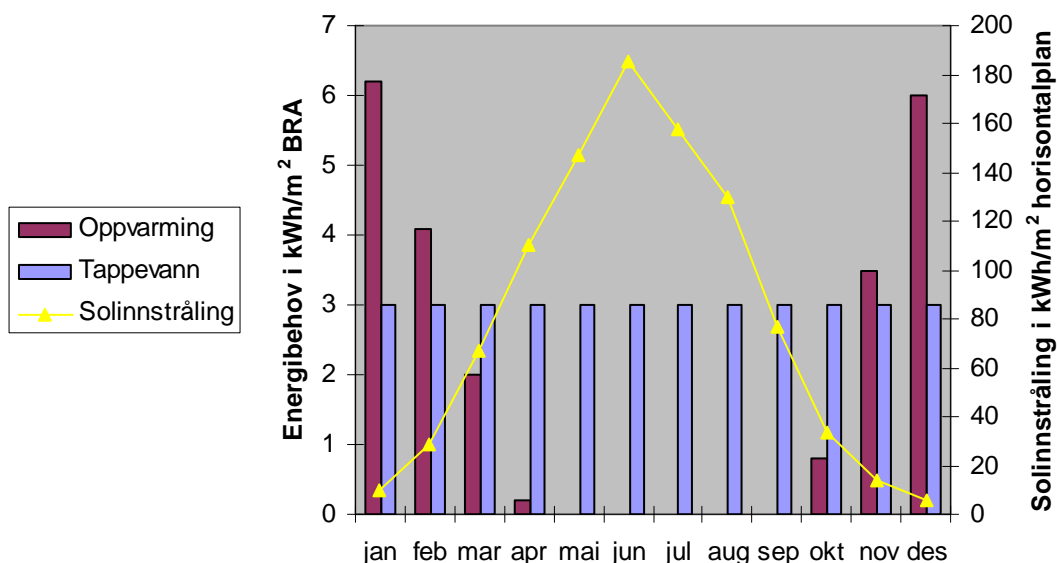
## 6 Redusert elektrisk forbruk til oppvarming av varmtvann ved hjelp av solfanger

Energibruk til oppvarming av varmtvann kan dekkes med forskjellige energikilder, for eksempel solenergi (både termiske solfanger og solcellepaneler), varmepumpe mot jordvarme eller varmepumpe mot uteluft. I dette avsnittet vil vi se på muligheter til å dekke deler av varmtvanns oppvarming med solfangeranlegg.

### 6.1. Generelt om solvarme

Figur 4 viser prinsipiell sammenheng mellom oppvarmingsbehov (rom tappevann) og solstråling. Storparten av romoppvarmingsbehovet for en lavenergibolig vil være i de 4 kaldeste månedene. I denne perioden er det lite solinnstråling. For lavenergiboliger og passivhus vil oppvarmingsbehovet være enda lavere, og begrense seg til de to kaldeste vintermånedene. Dette innebærer at det er lite potensial for utnyttelse av solvarme til romoppvarming for lavenergiboliger og passivhus i Norge.

Behovet for oppvarming av tappevann er imidlertid konstant over hele året, så her ligger det godt til rette for utnyttelse av solvarme.

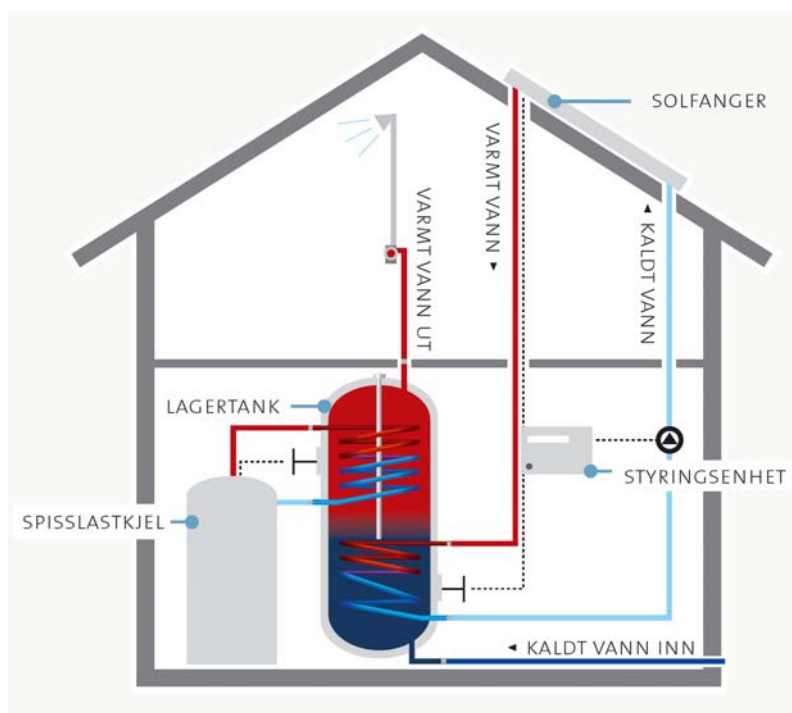


Figur 4. Månedlig energibehov til romoppvarming og tappevann ( $\text{kWh/m}^2$  oppvarmet bruksareal) for en lavenergi bolig (blokkleilighet) i Oslo. Total månedlig solinnstråling (på horisontalplanet) i Oslo er også vist.

## 6.2. Solfangeranlegg

### 6.2.1 Prinsipp for solfangeranlegg

Solfangeranlegg til oppvarming av varmtvann består av følgende hoveddeler: solfanger, varmelager (akkumulatortank), distribusjonssystem og styringsautomatikk (se Figur 5).

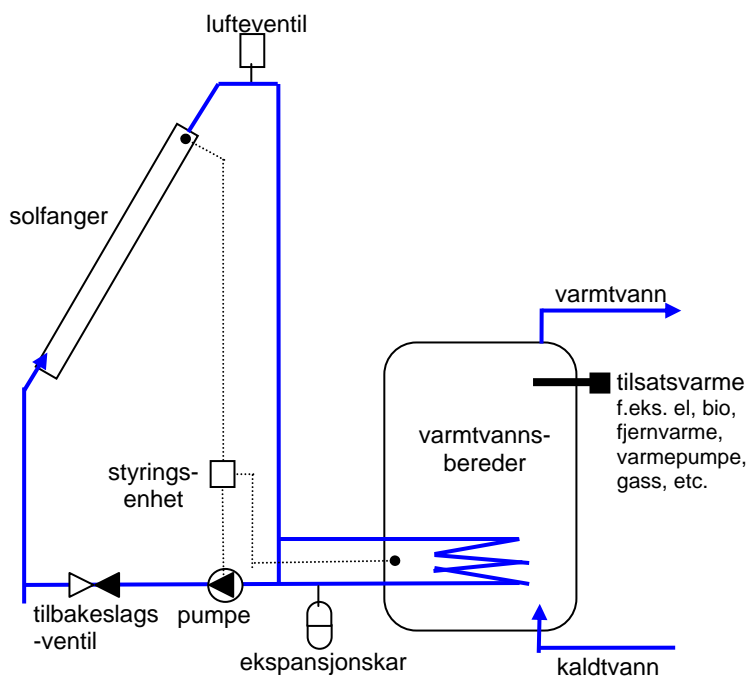


Figur 5. Prinsippskisse av et solvarmeanlegg til oppvarming av forbruksvann (figuren viser ikke reelle forholdsmessige størrelser på tank, kjel, osv). Illustrasjon: Tibe-T.

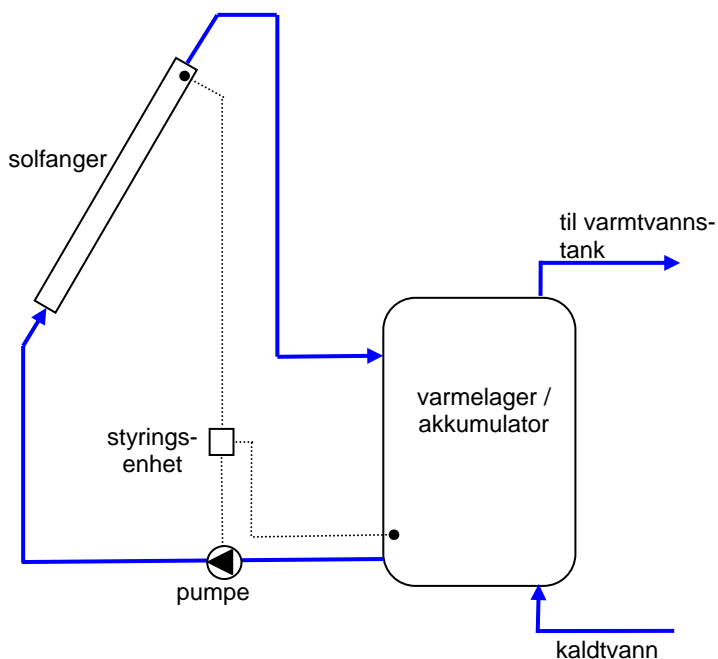
Et varmelager er nødvendig for å ta vare på varmen i perioder hvor det ikke er solinnstråling, f.eks. om natten eller i overskyete perioder. Distribusjonssystemet består av rør og pumper som sørger for å bringe varmen fra solfanger til lager og forbruksstedet. I de fleste tilfeller er det også nødvendig med et automatisk styringssystem som overvåker anlegget og sørger for optimalt energiutbytte. Styringssystemet kan f.eks. gi beskjed om at pumper skal slås av og på avhengig av temperatur og solinnstråling. Det finnes flere ulike typer solvarmesystemer for oppvarming av varmtvann.

Den vanligste typen er et såkalt indirekte system (Figur 6), dvs. at varmen fra solfangeren overføres til tanken via en varmeveksler. På denne måten kan man bruke et varmemedium i solfanger-kretsen som tåler minusgrader, f.eks. en vann/glykol-blanding. Varmeveksleren som overfører varme fra solfangerkretsen til lagertanken kan enten være plassert inne i tanken, eller utenfor tanken. Varmeveksling kan også skje via en mantel rundt tanken. Pumpen styres av en termostat og slås på når temperaturen i toppen av solfangeren er høyere enn temperaturen i bunn av tanken (med en viss margin for å sikre stabilitet). En tilbakeslavsventil brukes for å hindre at sirkulasjonen reverseres om natten med påfølgende varmetap fra solfangeren.

Figur 7 viser et såkalt direkte system for oppvarming av varmtvann. Det varme vannet fra solfangeren går direkte i tanken uten å gå via en varmeveksler. Man har da vanligvis en ekstra varmtvannstank i tillegg til varmelagringstanken fordi man ikke ønsker å blande bruksvannet med vannet fra solfangerkretsen. Varmtvannsberederen kan være integrert i akkumulatortanken. Vannet må tappes ut av solfangerkretsen når utetemperaturen faller under frysepunktet. Den norske solfangerleverandøren Solarnor leverer et direkte system hvor vannet pumpes opp til toppen av solfangeren og renner ned og videre til tanken. Ved fare for frysing eller koking, stoppes pumpen, og vannet renner automatisk ut av solfangeren.



Figur 6. Indirekte system for oppvarming av varmtvann. .



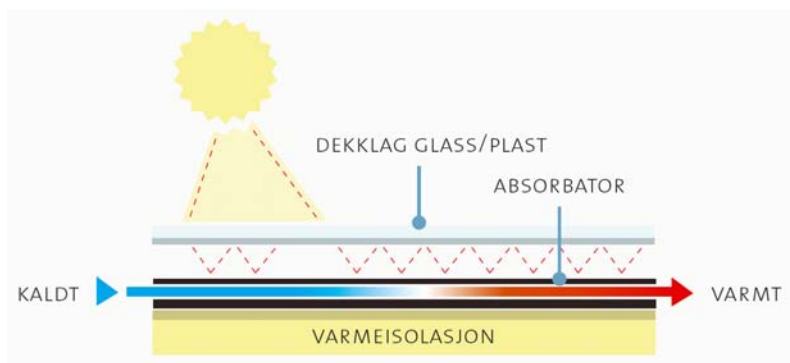
Figur 7. Direkte system for oppvarming av varmtvann.

### 6.2.2 Solfanger

Solfangeren er selve hjertet i solvarmesystemet, det er her solstrålingen blir omdannet til varme. Det finnes flere ulike typer solfangere, f.eks. plane solfangere, vakuurrør-solfangere, parabol-solfangere og traufornede solfangere. Den plane solfangeren er den som tradisjonelt har vært mest brukt i bygninger. Etter hvert har også vakuurrør-solfangere fått en større andel av markedet.

En typisk solfanger består av tre hoveddeler: absorbator, dekklag, og isolasjon. Ikke alle solfangere har dekklag og isolasjon, men alle har en eller annen slags absorbator. Absorbatoren er den sentrale komponenten i solfangeren, det er den som utfører arbeidet med å omforme solinnstrålingen til varme. Absorbatoren er ofte en tynn metallplate som er farget sort eller har en selektiv overflate. En selektiv flate absorberer en stor del av det synlige lyset (typisk rundt 98%) på samme måte som en sortmalt flate, men den emitterer (gir fra seg) mye mindre infrarød stråling enn en vanlig malt overflate gjør. På denne måten reduseres varmetapet fra solfangeren, noe som gir en mer effektiv solfanger.

Et gjennomskinnelig dekklag blir ofte benyttet for å øke solfangerens effektivitet. Et dekklag er spesielt nyttig for solfangere som skal fungere effektivt i kalde og vindfulle værforhold. Dekklaget fungerer som en "varmefelle" ved å slippe inn den kortbølgede solstrålingen samtidig som det hindrer den langbølgede varmestrålingen fra å slippe ut. I tillegg beskytter dekklaget absorbatoren fra å bli nedkjølt. Vanligvis består dekklaget av glass eller plast. Varmetapet kan reduseres ytterligere ved å bruke dekklag med lavemitterende belegg eller transparente isolasjonsmaterialer. Tiltak som reduserer varmetapet fra solfangeren fører imidlertid ofte også til en reduksjon av transmisjonsegenskapene til dekklaget, og det blir derfor et avveiningsspørsmål hva som er den optimale kombinasjonen i hvert enkelt tilfelle.



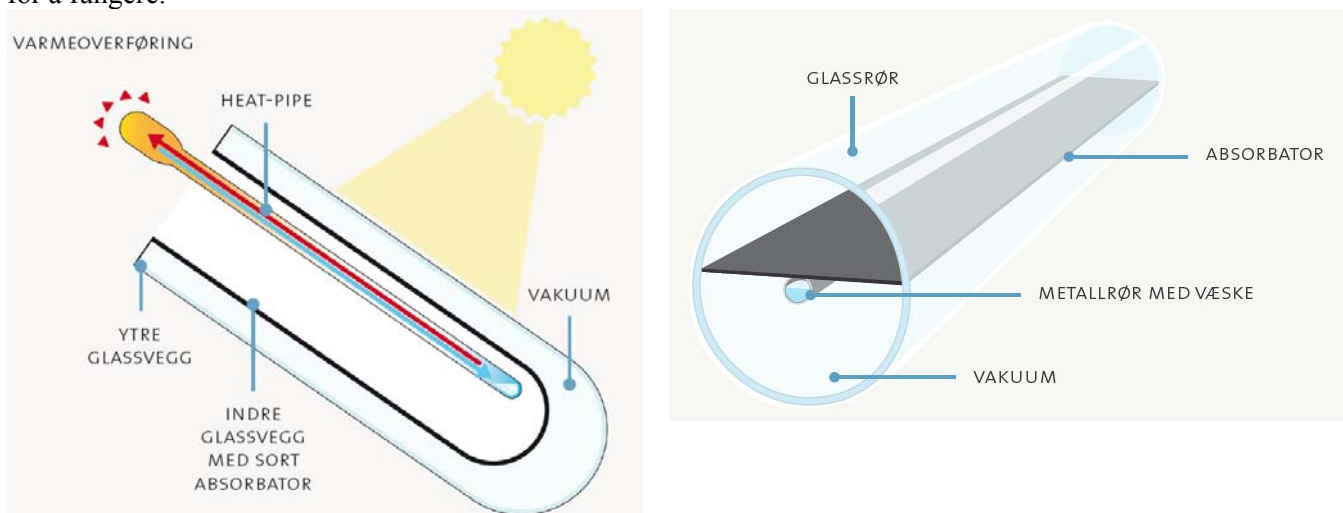
Figur 8. Prinsippkisse for en plan solfanger. Illustrasjon: Tibe-T.

Solfangerens virkningsgrad,  $\eta$ , er en viktig parameter. Virkningsgraden er definert som forholdet mellom utnyttbar varmeproduksjon fra solfangeren og den mengde solstråling som treffer solfangeren.

Solfangerleverandøren vil kunne presentere kurver som viser virkningsgraden til solfangeren. Følgende forhold bidrar til høy virkningsgrad:

- lav inngangstemperatur til solfangeren
- dekklag med høy soltransmittans
- god isoleringsevne
- absorptor med høy absorpsjon og lav emisjon

Det finnes flere ulike typer vakuumsolfangere. En type er basert på "heat-pipe"-prinsippet. En heat-pipe solfanger inneholder et lite kopperrør med vakuum og en liten mengde væske. Pga vakuemet vil væsken fordampe ved lave temperaturer (rundt 30°C). Dampen stiger opp og treffer en varmeveksler i toppen av solfangeren, hvorpå den kondenserer, og varmen overføres på denne måte fra solfangeren til solkretsen. Heat-pipe solfangere kan ikke legges helt horisontalt, de må ha en viss helning (min 20°) for å fungere.



Figur 9. Til venstre: Prinsippkisse av en vakuumsolfanger med "heat-pipe"-prinsippet.

Til høyre: Snitt gjennom en vakuumsolfanger med "direkte gjennomstrømming". Illustrasjon: Tibe-T.

En annen type vakuumsolfangere har såkalt "direkte gjennomstrømming" (Figur 9, til høyre). Her strømmer varmemediet gjennom metallrør inne i vakuumsolfanger, og varmen overføres på tilsvarende måte som i en plan solfanger.

Vakuurrørsolfangere har høyere virkningsgrad enn plane solfangere ved lave utetemperaturer og liten innstråling, men de er som regel mer kostbare enn plane solfangere. Vakuurrør-solfangere kan ikke erstatte en vanntett takteking på samme måte som visse typer plane solfangere. Det finnes imidlertid mange spennende måter å integrere vakuurrør-solfangere i bygningsstrukturen, f.eks. som altanrekkverk eller ulike fasade-installasjoner.

### 6.2.3 Varmelager

Det finnes flere ulike typer lagertanker/akkumulatorer som er beregnet for solvarmeanlegg. En lagertank for solvarme skiller seg fra en vanlig varmtvannstank ved at den har en varmeveksler for tilkobling til solfangersystemet, samt at den som regel er noe større enn en vanlig tank. Et solfangersystem for oppvarming av forbruksvann til en familie på 4 bør ha en lagertank på minst 200 liter. Størrelsen og utformingen av tanken avhenger av varmebehov, solfangerareal, systemutforming og tilgjengelig plass i huset. To viktige parametere når det gjelder valg av tank er temperatursjiktning og varmeisolerings av tanken.



Figur 10. Varmtvannstank RTV300VE fra OSO for tilkobling til solvarme (i bunnen) og gass (i toppen). Finnes i størrelser på 200 og 300 liter. [www.oso.no](http://www.oso.no).

Temperatursjiktning i akkumulatortanken er viktig for at solvarme-systemet skal fungere optimalt. I en sjiktet tank er vannet varmest i toppen og kaldest nederst, og omrøringen i tanken er minimal. Jo høyere tank, desto bedre temperatursjiktning oppnås. Vannet i bunnen av tanken bør være så kaldt som mulig fordi dette kobles til solfangerens innløpstemperatur. Solfangerens virkningsgrad øker med lavere innløpstemperatur. Det varme vannet i toppen av tanken tas ut som varmt tappevann. Tilsatsvarme fra el-kolbe eller en annen energikilde kobles til i øvre del av tanken.

Det er viktig at varmtvannstanken har tilstrekkelig varmeisolerings for å minimere varmetapet. Avhengig av temperaturen i rommet hvor tanken er plassert, bør tanken være isolert med minimum 5-20 cm mineralull el. annet materiale med tilsvarende isolasjonsegenskaper.

### 6.2.4 Distribusjonssystem og styringsautomatikk

Vanligvis benyttes kobberør eller stålrør i solvarmekretsen. Distribusjonssystemet må tåle det trykk og den temperaturgradient som det vil utsettes for, og ha god varmeisolerings. I følge europeisk standard EN 12976 bør rørene ha en varmeisolasjon på minimum 20-30 mm avhengig av rørdiameteren. Distribusjonssystemet inneholder dessuten en rekke av andre komponenter som f.eks. sirkulasjonspumpe, termometer, manometer, ekspansjonstank, sikkerhetsventiler, partikkelfilter og ventiler for påfylling og uttapping av varmemedium. Disse komponentene er ofte samlet i en egen driftsenhet.

De fleste solvarmesystemer vil være utstyrt med styringsautomatikk for å optimalisere energiutbyttet. En standard styringsenhet inneholder en enkel elektronisk innretning som slår av og på pumpen i solfangerkretsen basert på temperatur-differansen mellom lagertanken og solfangeren (typisk settpunkt

for på/av-kontroll er 5-8°C). Nye styringssystemer inneholder i økende grad også andre funksjoner som datalogging, feilsøking og grafisk display for visning energiutbytte, etc.

### 6.3. Utforming og dimensjonering av solvarmeanlegg i Husarveien 26

Ved planleggingen av solvarmeanlegget må sol- og skyggeforhold i området kartlegges for gunstig plassering av solfangere.

Dimensjoneringen avhenger av mange ulike faktorer, hvor de viktigste parametrene er:

- solfangertype
- solfangerareal
- retningsorientering og helningsvinkel for solfangeren
- lagertankens størrelse og utforming
- rørlengde og –isolasjon

I tillegg vil faktorer som investerings- og driftskostnader, energipris, rentenivå, klimaforhold (soltilgang, temperatur), varmebehov, plassbehov og estetiske forhold spille inn på valget av solfangeranlegg.

Et godt dimensjonert system vil kunne produsere 300-700 kWh/m<sup>2</sup> solfangerareal i året. Lagertanken volum bør være på 50-80 liter per m<sup>2</sup>. I Husarveien 26 anbefaler vi ca. 4 m<sup>2</sup> solfanger-areal og en 300 liters tank for å dekke ca 50% av det årlige varmtvannsbehovet med solvarme. Vi anbefaler videre bruk av vakuumsolfanger med en optimal helningsvinkel på 40°-50° fra horisonten, orientert mot syd.

Lange og dårlig isolerte rørføringer vil kunne gi en betydelig reduksjon av energiutbyttet fra solvarmeanlegget. Grovt kan man si at å øke rørlengden fra 5 til 25 m gir 10% reduksjon av energiutbyttet. Utbyttet vil også være avhengig av utforming av rørføringene, om rørene går gjennom oppvarmet eller uoppvarmede rom, hvor stor andel av rørføringene som går utendørs, samt rørenes varmeisolasjon.

Ved installasjon av solvarmeanlegg, bør man være spesielt oppmerksom på følgende punkter (sjekkliste):

- Plasser tank og solfangere, og legg rørene slik at rørlengden blir kortest mulig.
- Unngå å legge solfangerne i skygger fra bygningsutspring og andre bygninger, trær, o.l.
- Ta hensyn til avrenning av snø/vann, og ising.
- Rør mellom solfanger og tank bør helst legges med jevn stigning for å unngå at det dannes luftlommer.
- Alle komponenter (inkludert festematerialer, o.l.) må tåle det spennet i temperaturer, UV-stråling og trykk som de vil utsettes for. Temperaturen i solfangerkretsen kan komme opp i over 100°C. Ta hensyn til at materialer utvider seg med stigende temperatur.
- Ta nødvendige sikkerhetsforanstaltninger ved installasjon av solfangere på tak og fasader.
- Sørg for at tak og fasader tåler de ekstra påkjenningene som installasjonen medfører.
- Sørg god tetting og isolasjon rundt rørføringer som går gjennom tak, vegger og gulv. Minimer antall gjennomhullinger av bygningskonstruksjoner.

Generelt krever ikke solvarmeanlegg mye vedlikehold. Behovet for drift og vedlikehold vil variere noe avhengig av type og kvalitet på solvarmeanlegget. Aktuelle oppgaver kan være:

- Kontroll av trykk, luftinnhold og væsknivå i solfangerkretsen
- Kontroll av glykolinnhold
- Utskifting av glykolholdig varmemedium
- Kontroll og evt. rengjøring av smussfilter



- Kontroll av ventiler, pumpe og gjennomstrømning
- Kontroll av at dekklaget er helt og at det ikke er tegn på fuktinntrenging
- Trykkprøving av ekspansjonskar
- Kontroll av alle deler for lekkasjer og rust
- Tømme/rengjøre lagertank
- Kontroll av temperaturnivå. Temperaturen på varmtvannet må holdes på minst 60 grader for å unngå Legionella.

Endelig valg av solfangersystem samt nøyaktig dimensjonering bør foretas sammen med aktuelle leverandører.

#### 6.4. Beregning av oppvarmingsbehov som kan dekkes med solfangeranlegg

I henhold til leverandører av solvarmeanlegg er det mulig å dekke 50% av oppvarmingsbehov til tappevann med solfanger. Se også *Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus – En introduksjon*, SINTEF Byggforsk, 2008. Tabell 5 viser energibruk ved bruk av balansert ventilasjon og solfangeranlegg til oppvarming av tappevann for et normalår.

Tabell 5. Beregnet elektrisk forbruk ved bruk av balansert ventilasjon og solfangeranlegg til oppvarming av tappevann i et normalår [kWh]

	Balansert ventilasjon + solfanger til tappevann
Romoppvarming	4755
Varmebatterier	0
Vannoppvarming	2600
Vifter og pumper	916
Belysning	3416
Teknisk utstyr	4380
Totalt energibehov [kWh]	16067

Tabell 6. Månedlig energibehov til romoppvarming ved bruk av balansert ventilasjon i et normalår [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Totalt
Romoppvarming	1384	1010	545	39	0	0	0	0	0	17	615	1145	4755

Tabell 6 viser at det er ingen oppvarmingsbehov til romoppvarming fra mai til sept og romoppvarmingsbehovet i april og oktober er beskjedent. Solfangeranlegget vil kunne dekke noe av oppvarmingsbehovet til romoppvarming i mars, april, oktober og november, men dette begrenses til en størrelsesorden på ca.100 kWh. (Se Figur 4 for solinnstråling i mars, april, oktober og november for Oslo klima). Vi anbefaler at solfangeranlegget kun benyttes til å dekke deler av varmtvannsbehovet.

## 7 Lønnsomhetsvurdering av energiltak som dekker oppvarmingsbehov

Tabell 7. Lønnsomhetsvurdering av balansert ventilasjon

Investeringskostnader (inkl mva)		Kommentar
Aggregat	kr 22 000	
Kanalnett	kr 13 000	
Bygningsmessig	kr 15 000	
Sum investering	kr 50 000	
Årskostnadsfaktor	0,065	Levetid 30 år, realrente 5%
Årskostnad	kr 3 250	
Driftskostnad	kr 750	
Årlig utgift	kr 4 000	
Årlig energibesparelse	5 099	kWh
<b>Årlig utgift/besparelse</b>	<b>kr 0,78</b>	<b>kr/kWh</b>

Besparelse med balansert ventilasjon i forhold til dagens løsning med naturlig ventilasjon (med 0,3 luftvekslinger) blir rundt 2 kr/kWh.

Tabell 8. Lønnsomhetsvurdering med solvarme til tappevann

Investeringskostnader (inkl mva)		Kommentar
Solfanger inkl. tank *	kr 12 500	4 m <sup>2</sup> à 3.125,-kr
Rør og isolering *	kr 7 500	
Installasjon *	kr 10 000	
Sum investering	kr 30 000	
Tilskudd 20%	kr -6 000	
Årskostnadsfaktor	0,065	Levetid 30 år, realrente 5%
Årskostnad	kr 1 430	
Driftskostnad	kr 100	Energibehov pumpe
Årlig utgift	kr 1 660	
Årlig energibesparelse	2 600	kWh
<b>Årlig utgift/besparelse</b>	<b>kr 0,64</b>	<b>kr/kWh</b>

\* Prisen er basert på et direkte system og basert på opplysninger fra Solarnor. Et indirekte system vil bli 5-10.000 dyrere på grunn av flere komponenter og glykolbasert væskemedie.

Det er også innhentet energireduksjonsberegning og kostnader for et anlegg som dekker oppvarmingsbehovet med uteluft mot vannbåren varme/tappevann som alternativ til solvarme. Et slikt anlegg kan redusere energibruken med 3490 kWh/år iht. leverandørens beregning (vedlegg 4). Kostnaden til et anlegg er oppgitt til 100.000,-kr inklusiv m.v.a. og virker lite lønnsomt. Se Tabell 9.

Tabell 9. Lønnsomhetsvurdering med varmepumpe (uteluft-vann).

Investeringskostnader (inkl mva)		Kommentar
Inne og utedel	kr 75 000	
Rør og isolering	kr 10 000	
Installasjon	kr 15 000	
Sum investering	kr 100 500	
Årskostnadsfaktor	0,065	Levetid 30 år, realrente 5%
Årskostnad	kr 6 500	
Driftskostnad	kr 500	Kompressorenergi går til varme
Årlig utgift	kr 7 000	
Årlig energibesparelse	3 500	kWh
<b>Årlig utgift/besparelse</b>	<b>kr 2,0</b>	<b>kr/kWh</b>

## 8 Oppsummering

### 8.1. Reduksjon i elektrisk forbruk

Tabell 10 viser en oppsummering av tiltakene som er beskrevet i denne rapporten, og deres betydning for den totale elektriske forbruken i Husarveien 26.

Tabell 10. Elektrisk forbruk ved forskjellige løsninger, samt reduksjon i forhold til referansen

Løsning	Energibruk [KWh/år]	Reduksjon [%]	Kommentar
Før tiltak – måling	ca. 30.000		Kun el.forbruk – ingen vedfyring eller annet varmetilskudd
Før tiltak – graddagsjustert energibruk	ca.32.200	0%	Basert på 0,3 luftskifte/time og gjennomsnittlig innetemperatur på 15°C
Med etterisolering og tettingstiltak, samt avtrekksventilasjon	ca. 23.800	26%	Se Tabell 4 (Avtrekksventilasjon med 0,5 luftskifte/time)
Med etterisolering og tettingstiltak og balansert ventilasjon	ca.18.700	42%	Se Tabell 4
Med etterisolering og tettingstiltak, balansert ventilasjon og solfangeranlegg til tappvann	ca.16.100	50%	Se Tabell 5
Med etterisolering og tettingstiltak, samt avtrekksventilasjon og avtrekksvarmepumpe	ca. 20.800	38%	Se Tabell 4 (Avtrekksventilasjon med 0,5 luftskifte/time)

Siste alternativ i Tabell 10 viser avtrekksventilasjon med varmepumpegjenvinning til tappevann. For dette alternativet er energibruken på ca 20.800 kWh (reduksjon av energibehovet på 38%). Med denne løsningen er det ikke mulig å benytte solvarme til resterende varmtvannsbehov.

Det er også innhentet energireduksjonsberegning og kostnader for et anlegg som dekker oppvarmingsbehovet med uteluft mot vannbåren varme/tappevann som alternativ til solvarme. Anlegget kan redusere energibruken med 3000-3500 kWh/år i henhold til leverandørens beregning (vedlegg 4). Kostnaden blir ca 100.000,- inkl mva i henhold til leverandør. Med et slikt anlegg, i stedet for solvarme, blir total el. forbruk på 15.500 kWh, noe som innebærer en reduksjon på +52% i forhold til utgangspunktet på 32.200kWh/år. Beparelse angitt av leverandøren er ikke kvalitetssikret.

### 8.2. Diskusjon og videre anbefalinger

Energimålingene viser at energibruken i Husarveien 26 var ganske lav i utgangspunkt (ca 132 kWh/m<sup>2</sup>.år). De nye energikravene for bygninger (TEK 2007) angir et energiramme for småhus lik 125+1600/m<sup>2</sup> [kwh/år]. Med et oppvarmet bruksareal lik 228m<sup>2</sup> blir energirammen lik 132 kWh/m<sup>2</sup>.år. Huset oppfyller energikravene i utgangspunkt. Det er derfor vanskelig å finne lønnsomme tiltak som reduserer energibruken ytterligere. Tiltakene som vurderes som realistiske, balansert ventilasjon og solvarme til tappevann, gir en energireduksjon på 50%. Samtidig vil boligen bli bedre ventilert enn tidligere og sannsynligvis ha en høyere innetemperatur i vinterhalvåret.

Effekten av tiltakene er vurdert ut fra hva som erfaringsmessig er mulig å oppnå.

For å komme ytterligere ned i energibruk anbefales mer energieffektive hvitevarer (A+++-merket) og evt. mer energieffektiv belysning (LED-belysning) med styring. Vaner og bevissthet er viktige for energibruken, og det er mye lettere å endre atferd hvis man får jevnlig påminnelser om forbruket. Flere strømleverandører tilbyr timeavlesning. Det gir mulighet til å se betydning av for eksempel en lang dusj eller en stor middag for strømforbruket ditt. En får også sett hvor høy energibruk er i ”stand-by”-modus (nattetid eller ferie) og om denne er nødvendig eller kan reduseres. Timeavlesning gir mulighet til å se enkelt hva som monner. Vi anbefaler huseieren om å ta kontakt med sin strømleverandør for å få vite om timeavlesning tilbys.

## 9 Referanser

Andresen I., *Planlegging av solvarmeanlegg for lavenergiboliger og passivhus – En introduksjon*, SINTEF Byggforsk, 2008

Dokka og Hermstad, *Fremtidens energieffektive boliger – en håndbok for planlegging av passivhus og lavenergiboliger*. SHC Task 28/ECBCS Annex 38: Sustainable Solar Housing, 2006

## 10 Vedlegg

Vedlegg 1: notat *Energiberegninger før reovering av Husarveien 26* datert 01.08.2006

Vedlegg 2: notat *Energiberegninger for Husarveien 26* datert 09.08.2006.

Vedlegg 3: Plantegning med foreslått plassering av ventilasjonsaggregat og ventiler

Vedlegg 4: Beregning fra cTc, sparepotensial ved bruk av uteluft-vann varmepumpe datert 22.10.2008

# Notat

---

Til: Tor Helge Dokka  
Fra: Trine Dyrstad Pettersen  
Kopi til:  
Dato: 01.08.2006/Rev 29.10.2008  
SAK: **Energiberegninger før renovering av Husarveien 26**

---

## Innledning

I tilknytning til NFR-prosjektet EKSBO "Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger" er det ambisjoner om å oppgradere en eksisterende enebolig fra 1966 til lavenergistandard.

## Kort beskrivelse av boligen før renovering

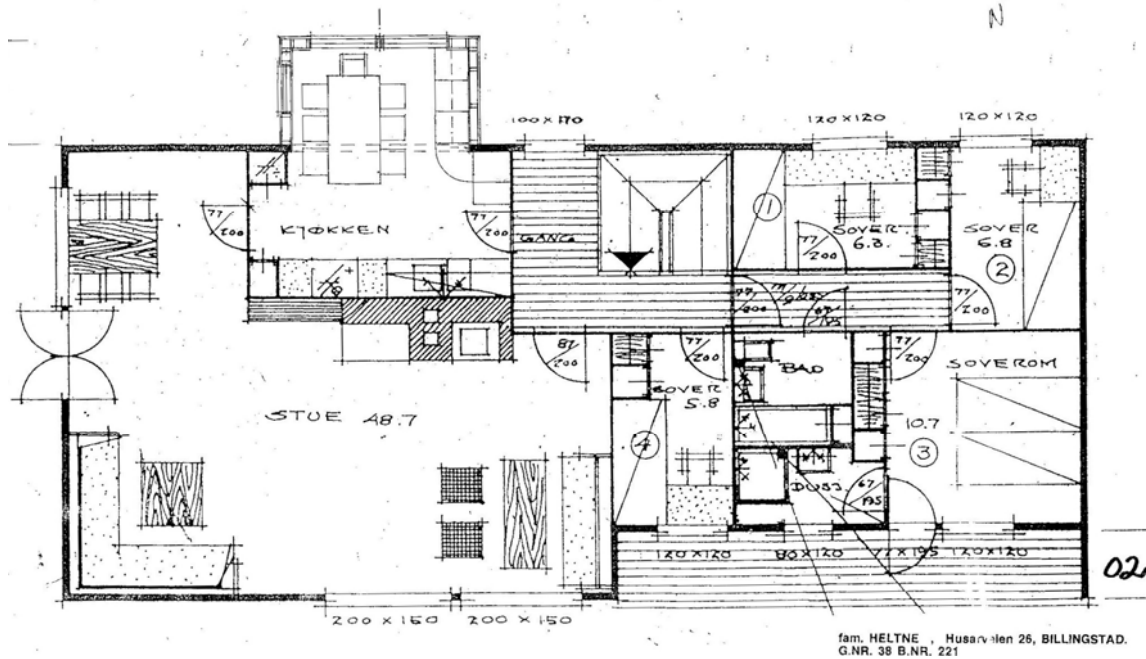
Boligen er i 2. etasjer samt kaldt loft der 1. etasje inneholder stue, kjøkken, 3 soverom og 2 bad. I underetasjen finner man kjellerstue, kontor, 2 soverom, bad/vaskerom samt hall og vindfang. I tillegg er det et lite gjestetoalett samt en liten bod. En del av rommene i underetasjen er etterisolert i forhold til eksisterende standard. For øvrig er det ikke gjort bygningsmessige endringer i huset.



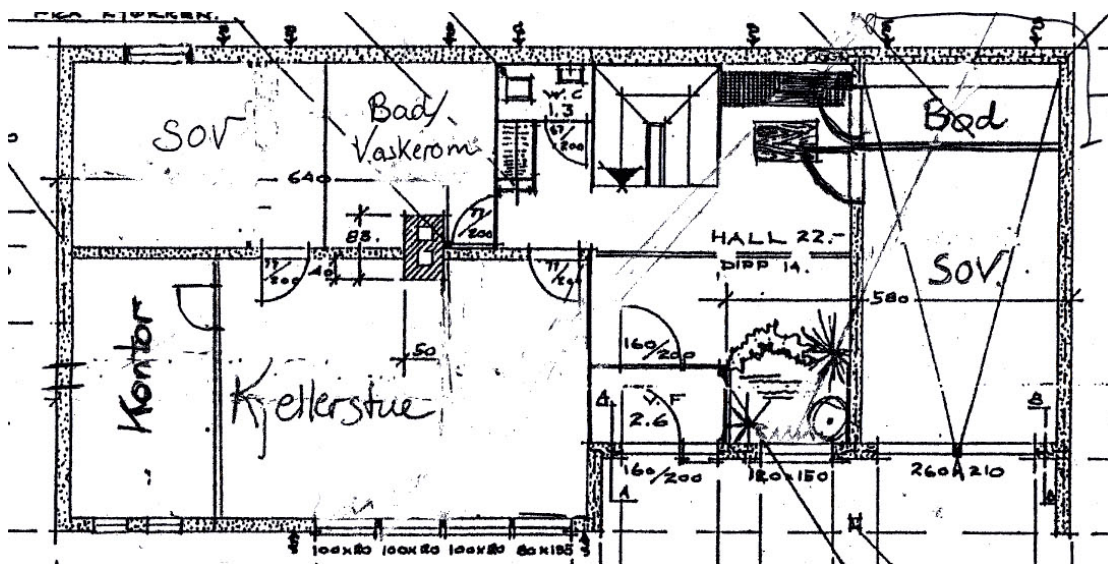
*Bilde 1 Fasade mot vest*



*Bilde 2 Fasade mot sør og øst*



Bilde 3 Planløsning 1. etg.



Bilde 4 Planløsning U. etg

Det bor i dag 5 personer i huset, 2 voksne og 3 tenåringer. Boligen har sentralvarmeanlegg med radiatorer. I tillegg er det varmekabler på bad og i endre/hallen. Fyringsanlegget (oljefyr) ble erstattet i 2003 med en dobbelmantlet bereder med elektriske elementer. Enkle energisparetiltak er gjennomført som sparedusj, moderate innetemperaturer, nattsenkning og stenging av radiatorer i rom som ikke benyttes som oppholdsrom. Årlig strømforbruk er omtrent 30.000 kWh, dvs. vel 130 kWh/m<sup>2</sup>. Dette ansees som et svært lavt energiforbruk sett i forhold til boligens alder og tekniske standard, noe som trolig skyldes meget energieffektivt bruk av boligen, både med hensyn til oppvarming, og bruk av lys, utstyr og varmtvann.

### Befaring

I forbindelse med planlegging av utbedringer, samt grunnlag for energiberegninger ble det 9. juni gjennomført en teknisk befaring av boligen med sikte på å fremskaffe opplysninger om konstruksjonene både med hensyn til isolasjonsstandard, luftlekkasjer samt en forenklet teknisk tilstandsanalyse. Som en kort oppsummering av denne tilstandsanalysen virker eneboligen å være i god teknisk stand, både utvendig og innvendig. Det vises for øvrig også til vedlagte befarringsnotat.

## Energiberegninger før renovering

Energiberegningene er basert på befaringen, eksisterende tegninger samt opplysninger gitt av boligeieren. Det er både utført en beregning med såkalt standardisert bruk av boligen (dvs. standardiserte verdier for innetemperaturer, energi til lys, utstyr og varmtvann m.m.) samt en beregning der det så langt det er mulig søkt å benytte tilsvarende verdier som tilsvarer reell bruk.

De standardiserte verdiene er basert på bruk av en enebolig med to voksne og to barn. Om disse er særlig representative for typiske boliger i dag, er noe usikkert, men en antar at verdiene trolig er nokså greie i forhold til gjennomsnittet av norske boliger i dag. Om verdiene er representative for bruken av Husarveien 26, er usikkert. I tabell 4 er en oppsummering av brukeravhengige data både som standardiserte verdier og verdier som man antar kan være representative for hvordan boligen brukes i dag.

### Overflateareal og volum for boligen

Tabell 1 sammenstiller overflateareal og volum for boligen .

*Tabell 1 Overflateareal for klimaskjermen, oppvarmet volum og areal*

Yttervegg	201 m <sup>2</sup>
Tak	115 m <sup>2</sup>
Golv mot grunnen	112 m <sup>2</sup>
Vinduer og dører	36 m <sup>2</sup>
Netto oppvarmet volum <sup>1</sup>	524 m <sup>3</sup>
Netto oppvarmet areal <sup>1</sup>	228 m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inkludert uoppvarmet bod på 4,5 m<sup>2</sup>, dvs. ca. 10 m<sup>3</sup>, men denne er tatt med siden boden har noe opparming via varmetap fra øvrige rom.

### **Energiberegningsmetode**

Energibruken i boliger fordeler seg grovt sett på de tre hovedpostene:

- romoppvarming
- elektrisk utstyr og belysning
- varmt tappevann

Energiberegningene er utført med Energi i Bygninger fra Programbyggerne, og til dels også kvalitetssikret med beregningsprogrammet "Varmetapsrammer og energirammer" utviklet av Byggforsk.

### **Inputverdier**

#### Klimadata

Som klimadata benyttes normale månedsmiddelverdier for Oslo. Dette anses tilstrekkelig nøyaktig i forhold til reelt klima der boligen er plassert på Billingstad i Asker kommune.

#### Varmeisolering. U-verdier og arealer

Energibehovet i boligen er basert på reelle arealer og konstruksjoner i boligen slik det foreligger i juni 2006. U-verdier og arealer er gitt i tabellene nedenfor for vinduer, dører, vegger, golv og tak.

Tabell 2 Arealer og U-verdier for vinduer og dører før renovering

	Areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Kommentarer
1. etg. sør	6,9	2,8	2 lags isolerrute, stue, markise
	3,6	2,8	2 lags isolerrute under tak, soverom, bad
	1,4	2,5	Ytterdør med vindusfelt under tak, soverom
1. etg. vest	3,0	2,6	Koblet dør under tak, stue
	2,8	2,8	2 lags isolerrute under tak, stue
1. etg. nord	5,8	2,8	4 stk 2 lags isolerruter, kjøkken, soverom
	1,7	2,6	Verandadør
U. etg. sør	0,6	2,0	2 stk "nye" 2 lags isolerruter, kontor
	3,2	2,8	3 stk 2 lags isolerruter, kjellerstue
	2,8	2,0	2 stk "nye" 2 lags isolerruter under tak, soverom
	1,4	2,8	2 lags isolerrute under tak, hall
	2,2	2,6	Ytterdør under tak, inngang
U. etg. nord	0,6	2,0	"Nytt" 2 lags forseglet isolerrute, soverom
	0,4	2,5	Glassbyggestein, bad

Tabell 3 Arealer og U-verdier for vegger, tak og golv

	Areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Oppbygging
Isolert kjellervegg delvis mot terreng (stue, kontor og sov)	40	0,35	10 cm etterisolert betongvegg
Kjellervegg, bad	7	0,7	30 mm Litex-plater (el.lign) på betong
Uisolert kjellervegg delvis mot terreng (hall + bod)	25	2,7	230 mm betong mot delvis oppfylt terreng
Isolert kjellervegg delvis mot terreng- "garasje"	12	0,35	10 cm etterisolert betongvegg
Isolert kjellervegg mot friluft- "garasje"	7	0,41	10 cm isolasjon, delvis bindingsverk
Kjellervegg mot friluft - hall	7	0,41	10 cm etterisolert betongvegg
Isolert kjellervegg mot friluft- kjellerstue	11	0,41	10 cm etterisolert betongvegg
Yttervegg over terreng - 1. etg	93	0,43	100 mm isolert bindingsverk, trepanel
Yttertak	115	0,35	120-130 mm isolasjon, kaldt tak
Kjellergolv i entre og bad	35	0,35	Flis, betong m/ varmekabler + ca. 50 mm isopor
Kjellergolv i øvrige rom	78	0,7	Parkett og underlag, betong, trolig lettklinkerkuler

#### Ventilasjon og infiltrasjon før renovering

Boligen har kjøkkenvifte som kun er i drift etter behov når det lages mat. Kjøkkenvifta kan således ikke ansees som et mekanisk ventilasjonsanlegg som tilfører friskluft til boligen til en hver tid. Frisklufttilførselen i boligen tilføres og trekkes derfor hovedsakelig gjennom ventiler og utettheter

I de fleste rom, er det enten veggventiler eller spalteventiler i vinduer (de nye vinduene). Det er derfor usikkert hva reelt luftskifte i boligen er, og det er derfor beregnet med et luftskifte knyttet til tilsiktet ventilasjon på  $0,3 \text{ h}^{-1}$  og et luftskifte i henhold til anbefalinger i Teknisk forskrift, dvs.  $0,5 \text{ h}^{-1}$ .

Lekkasjetallet ved 50 Pa over- og undertrykk er under befaring målt til å være rundt  $4,3 \text{ h}^{-1}$  noe som tilsvarer rundt  $0,1 \text{ h}^{-1}$  i infiltrasjon.



Brukeravhengige inputverdier

Som diskutert tidligere i notatet, regnes det med to alternativer der noen av de brukravhengige inputverdiene er noe forskjellig i de to alternativene. Alternativ 1 er basert på standardiserte verdier, dvs. verdier som benyttes i såkalte standardiserte beregninger. I beregningsalternativ 2 er det søkt å benytte så reelle inputverdier for brukravhengige parametere som mulig. Det må presiseres at det fortsatt er en god del usikkerhet knyttet til disse verdiene siden det ikke er gjort spesielle målinger, men kun basert på skjønn etter samtaler med boligeier.

Tabell 4 Oversikt over brukravhengige inputverdier

	<b>Alternativ 1, standardiserte verdier</b>	<b>Alternativ 2, reelle verdier</b>
Innetemperatur, dagtid	I gjennomsnitt 21 °C	I gjennomsnitt 18 °C <sup>1)</sup>
Innetemperatur, senking	I gjennomsnitt 19 °C	I gjennomsnitt 15 °C <sup>1)</sup>
Lys	23 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 5244 kWh/år <sup>2)</sup>	15 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 3400 kWh/år <sup>3)</sup>
Utstyr	29 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 6612 kWh/år <sup>2)</sup>	19 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 4400 kWh/år <sup>3)</sup>
Varmtvann	35 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 7980 kWh/år <sup>2)</sup>	23 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 5300 kWh/år <sup>3)</sup>
Ventilasjon, luftskifte	0,5 h <sup>-1</sup>	0,3 h <sup>-1</sup> <sup>4)</sup>

- 1) I henhold til boligeier, er en god del av rommene mer eller mindre er oppvarmet hele året, eller kun oppvarmet. Dette gjelder for en stor del soverommene i 1. etg. og begge soverommene i underetasjen. I tillegg holdes gangen i 1. etasje oppvarmet. De resterende oppvarmede rommene holdes på rundt 20 °C på dagtid, og noe lavere temperatur nattetid. Det regnes derfor med 18 °C som snitt for boligen på dagtid, og 15 °C nattetid.
- 2) Det benyttes standardiserte verdier per kvadratmeter i henhold til NS 3031.
- 3) Siden boligen er såpass stor, er det ikke urimelig å redusere energibruken fra lys, utstyr og varmtvann noe siden disse i utgangspunktet er relatert til areal. Ved å "fjerne" en del av arealene som trolig ikke bidrar i form av bruk av utstyr, samt at lysene ikke står på i hele boligen, reduseres de standardiserte verdiene med omtrent 35 % (har da gjort en vurdering at hallen, trimrommet, samt et par av soverommene ikke bidrar til et slikt forbruk i særlig grad).
- 4) Siden det kun er naturlig ventilasjon, er det ikke urimelig å anta at ventilasjonsraten er noe mindre enn anbefalte verdier, i alle fall sett på boligen som et gjennomsnitt. Det benyttes derfor en noe lavere ventilasjonsrate i tilfellet med antatte tilnærmede verdier.

**Beregnet energibehov før renovering**

Beregnet energibehov til oppvarming, lys, utstyr og varmtvann er presentert for de to alternative beregningene. Alternativ 1 er basert på standardiserte brukeravhengige verdier, mens alternativ 2 er basert på antatte reelle verdier.

Tabell 5 Beregnet, årlig energibehov (kWh og kWh/m<sup>2</sup>) for Husarveien 26

<b>Energibehov</b>	<b>Alternativ 1 Standardiserte verdier</b>	<b>Alternativ 2 Reelle verdier</b>
<b>Totalt energibehov</b>	kWh	kWh
Oppvarming	36013	26014
Lys	5957	3415
Utstyr	5387	4380
Vifter	0	0
Varmt vann	7972	5256
Sum	55329	39066
<b>Spesifikt energibehov</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>
Oppvarming	158	114
Lys og utstyr	50	34
Vifter	0	0
Varmt vann	35	23
Sum	243	171

**Vurdering av beregningsresultatene i forhold til målt energibruk**

Det er fortsatt noe avvik i forhold til målt energibruk som ligger på rundt 30.000 kWh/år. Hva dette avviket skyldes er ikke undersøkt nærmere, Noe av avviket kan muligens skyldes bruk av klimadata, der et såkalt gjennomsnittsklima for Oslo er benyttes. Det er ikke studert nærmere hvor store forskjeller det er mellom dette klimaet, og klimaet i Billingstadlia i Asker.

Det er også knyttet en del usikkerhet knyttet til energibruken til spesielt lys, utstyr og varmtvann i boligen.

## Notat

---

Til: Kjetil Heltne  
Fra: Trine Dyrstad Pettersen og Tor Helge Dokka  
Kopi til: Lars Halleraker  
Dato: 09.08.2006/Rev 29.10.2008  
SAK: **Energiberegninger for Husarveien 26**

---

### **Innledning**

I tilknytning til NFR-prosjektet EKSBO "Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger" er det ambisjoner om å oppgradere en eksisterende enebolig fra 1966 til lavenergistandard.

### **Kort beskrivelse av boligen før renovering**

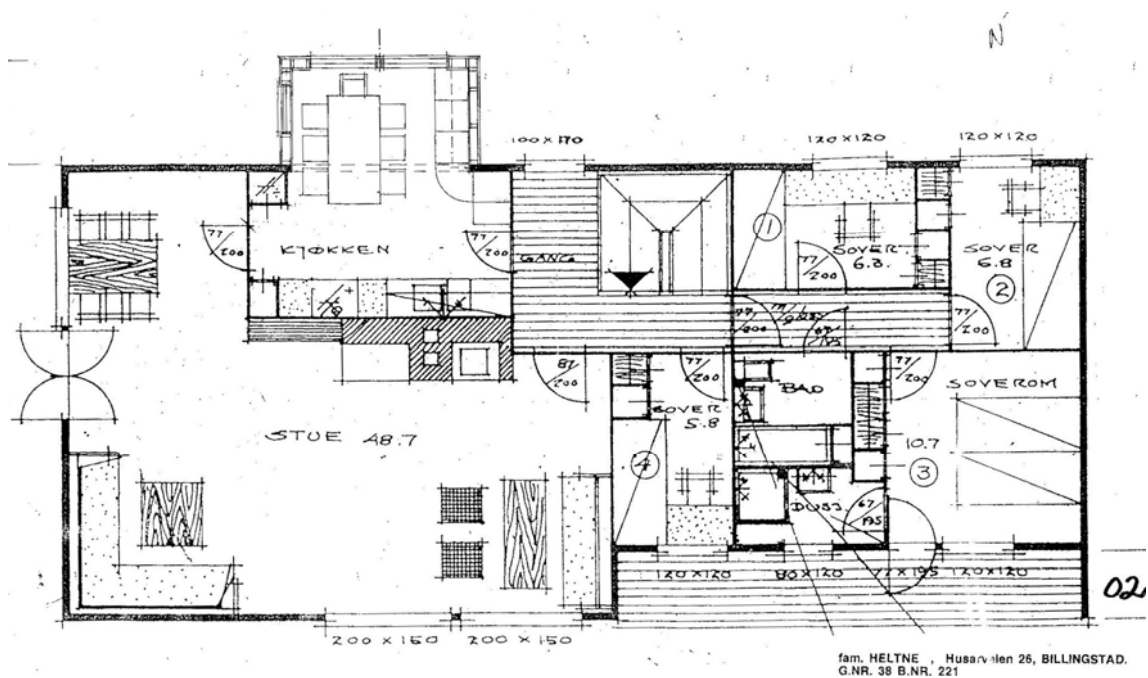
Boligen er i 2. etasjer samt kaldt loft der 1. etasje inneholder stue, kjøkken, 3 soverom og 2 bad. I underetasjen finner man kjellerstue, kontor, 2 soverom, bad/vaskerom samt hall og vindfang. I tillegg er det et lite gjestetoalett samt en liten bod. En del av rommene i underetasjen er etterisolert i forhold til eksisterende standard. For øvrig er det ikke gjort bygningsmessige endringer i huset.



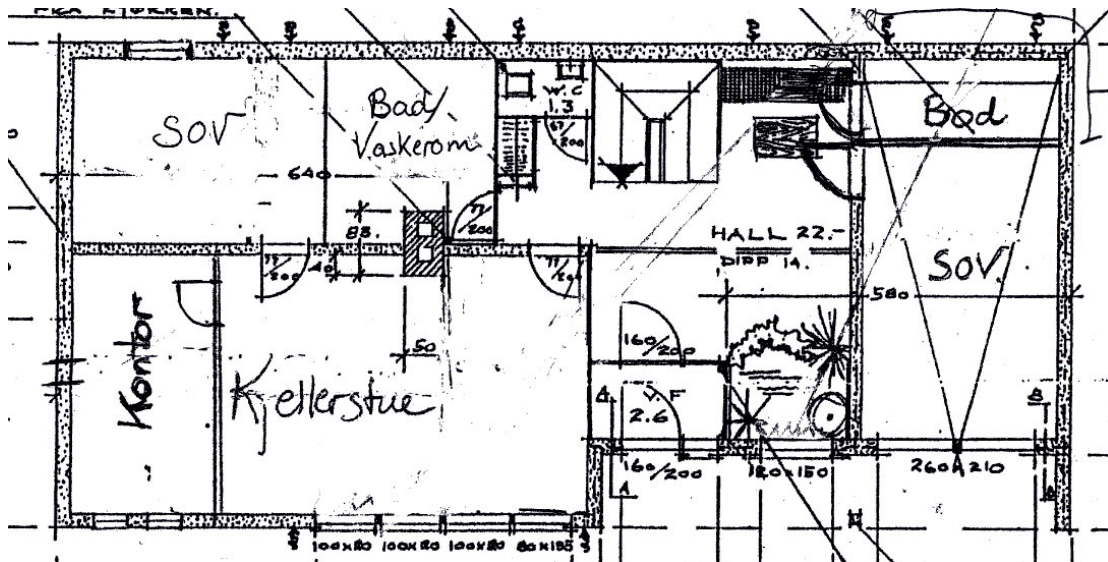
*Bilde 1 Fasade mot nord og øst*



Bilde 2 Fasade mot sør og øst



Bilde 3 Planløsning 1. etg.



Bilde 4 Planløsning U. etg

Det bor i dag 5 personer i huset, 2 voksne og 3 tenåringer. Boligen har sentralvarmeanlegg med radiatorer. I tillegg er det varmekabler på bad og i endre/hallen. Fyringsanlegget (oljefyr) ble erstattet i 2003 med en dobbelmantlet bereder med elektriske elementer. Enkle energisparetiltak er gjennomført som sparedusj, moderate innnetemperaturer, nattsinking og stenging av radiatorer i rom som ikke benyttes som oppholdsrom. Årlig strømforbruk er omtrent 30.000 kWh, dvs. vel 130 kWh/m<sup>2</sup>. Dette ansees som et svært lavt energiforbruk sett i forhold til boligens alder og tekniske standard, noe som trolig skyldes meget energieffektivt bruk av boligen, både med hensyn til oppvarming, og bruk av lys, utstyr og varmtvann.

### Befaring

I forbindelse med planlegging av utbedringer, samt grunnlag for energiberegninger ble det 9. juni gjennomført en teknisk befaring av boligen med sikte på å fremskaffe opplysninger om konstruksjonene både med hensyn til isolasjonsstandard, luftlekkasjer samt en forenklet teknisk tilstandsanalyse. Som en kort oppsummering av denne tilstandsanalysen virker eneboligen å være i god teknisk stand, både utvendig og innvendig. Det vises for øvrig også til vedlagte befarringsnotat.

### Energiberegninger før renovering

Energiberegningene er basert på befaringen, eksisterende tegninger samt opplysninger gitt av boligeieren. Det er både utført en beregning med såkalt standardisert bruk av boligen (dvs. standardiserte verdier for innnetemperaturer, energi til lys, utstyr og varmtvann m.m.) samt en beregning der det så langt det er mulig søkt å benytte tilsvarende verdier som tilsvarer reell bruk.

De standardiserte verdiene er basert på bruk av en enebolig med to voksne og to barn. Om disse er særlig representative for typiske boliger i dag, er noe usikkert, men en antar at verdiene trolig er nokså greie i forhold til gjennomsnittet av norske boliger i dag. Om verdiene er representative for bruken av Husarveien 26, er usikkert. I tabell 4 er en oppsummering av brukeravhengige data både som standardiserte verdier og verdier som man antar kan være representative for hvordan boligen brukes i dag.

### Overflateareal og volum for boligen

Tabell 1 sammenstiller overflateareal og volum for boligen .

Tabell 1 Overflateareal for klimaskjermen, oppvarmet volum og areal

Yttervegg	201 m <sup>2</sup>
Tak	115 m <sup>2</sup>
Golv mot grunnen	112 m <sup>2</sup>
Vinduer og dører	36 m <sup>2</sup>
Netto oppvarmet volum <sup>1</sup>	524 m <sup>3</sup>
Netto oppvarmet areal <sup>1</sup>	228 m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inkludert uoppvarmet bod på 4,5 m<sup>2</sup>, dvs. ca. 10 m<sup>3</sup>, men denne er tatt med siden boden har noe opparming via varmetap fra øvrige rom.

### Energiberegningsmetode

Energibruken i boliger fordeler seg grovt sett på de tre hovedpostene:

- romoppvarming
- elektrisk utstyr og belysning
- varmt tappevann

Energiberegningene er utført med Energi i Bygninger fra Programbyggerne, og til dels også kvalitetssikret med beregningsprogrammet "Varmetapsrammer og energirammer" utviklet av Byggforsk.

### Inputverdier

#### Klimadata

Som klimadata benyttes normale månedsmiddelverdier for Oslo. Dette anses tilstrekkelig nøyaktig i forhold til reelt klima der boligen er plassert på Billingstad i Asker kommune.

#### Varmeisolering. U-verdier og arealer

Energibehovet i boligen er basert på reelle arealer og konstruksjoner i boligen slik det foreligger i juni 2006. U-verdier og arealer er gitt i tabellene nedenfor for vinduer, dører, vegger, golv og tak. Boligen er mer eller mindre isolert med 10 cm isolasjon i veggene og vel 10 cm isolasjon i tak. Golv på grunn har minimalt med isolasjon med unntak av enkelte rom som har rundt 5 cm isopor. Vinduene er stort sett opprinnelig, og er 2 lags isolerruter fra 60-tallet.

Tabell 2 Arealer og U-verdier for vinduer og dører før reovering

	Areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Kommentarer
1. etg. sør	6,9	2,8	2 lags isolerrute, stue, markise
	3,6	2,8	2 lags isolerrute under tak, soverom, bad
	1,4	2,5	Ytterdør med vindusfelt under tak, soverom
1. etg. vest	3,0	2,6	Koblet dør under tak, stue
	2,8	2,8	2 lags isolerrute under tak, stue
1. etg. nord	5,8	2,8	4 stk 2 lags isolerruter, kjøkken, soverom
	1,7	2,6	Verandadør
U. etg. sør	0,6	2,0	2 stk "nye" 2 lags isolerruter, kontor
	3,2	2,8	3 stk 2 lags isolerruter, kjellerstue
	2,8	2,0	2 stk "nye" 2 lags isolerruter under tak, soverom
	1,4	2,8	2 lags isolerrute under tak, hall
	2,2	2,6	Ytterdør under tak, inngang
U. etg. nord	0,6	2,0	"Nytt" 2 lags forseglede isolerrute, soverom
	0,4	2,5	Glassbyggestein, bad

Tabell 3 Arealer og U-verdier for vegger, tak og golv

	Areal m <sup>2</sup>	U-verdi W/m <sup>2</sup> K	Oppbygging
Isolert kjellervegg delvis mot terreng (stue, kontor og sov)	40	0,35	10 cm etterisolert betongvegg
Kjellervegg, bad	7	0,7	30 mm Litex-plater (el.lign) på betong
Uisolert kjellervegg delvis mot terreng (hall + bod)	25	2,7	230 mm betong mot delvis oppfylt terreng
Isolert kjellervegg delvis mot terreng- "garasje"	12	0,35	10 cm etterisolert betongvegg
Isolert kjellervegg mot friluft- "garasje"	7	0,41	10 cm isolasjon, delvis bindingsverk
Kjellervegg mot friluft - hall	7	0,41	10 cm etterisolert betongvegg
Isolert kjellervegg mot friluft- kjellerstue	11	0,41	10 cm etterisolert betongvegg
Yttervegg over terreng - 1. etg	93	0,43	100 mm isolert bindingsverk, trepanel
Yttertak	115	0,35	120-130 mm isolasjon, kaldt tak
Kjellergolv i entre og bad	35	0,35	Flis, betong m/ varmekabler + ca. 50 mm isopor
Kjellergolv i øvrige rom	78	0,7	Parkett og underlag, betong, trolig lettklinkerkuler

#### Kuldebroer

For noen år siden ble den opprinnelige garasjen innredet til soverom. Deler av etasjeskilleren mellom dette nye soverommet ("garasjen") og soverommet over er uisolert betong, med tilhørende kuldebro.

#### Ventilasjon og infiltrasjon før renovering

Boligen har kjøkkenvifte som kun er i drift etter behov når det lages mat. Kjøkkenvifta kan således ikke ansees som et mekanisk ventilasjonsanlegg som tilfører friskluft til boligen til en hver tid. Frisklufttilførselen i boligen tilføres og trekkes derfor hovedsakelig gjennom ventiler og utettheter

I de fleste rom, er det enten veggventiler eller spalteventiler i vinduer (de nye vinduene). Det er derfor usikkert hva reelt luftskifte i boligen er, og det er derfor beregnet med et luftskifte knyttet til tilsiktet ventilasjon på  $0,3 \text{ h}^{-1}$  og et luftskifte i henhold til anbefalinger i Teknisk forskrift, dvs.  $0,5 \text{ h}^{-1}$ .

Lekkasjetallet ved 50 Pa over- og undertrykk er under befarung målt til å være rundt  $4,3 \text{ h}^{-1}$ , noe som tilsvarer rundt  $0,1 \text{ h}^{-1}$  i infiltrasjon.

#### Brukeravhengige inputverdier

Som diskutert tidligere i notatet, regnes det med to alternativer der noen av de brukravhengige inputverdiene er noe forskjellig i de to alternativene. Alternativ 1 er basert på standardiserte verdier, dvs. verdier som benyttes i såkalte standardiserte beregninger. I beregningsalternativ 2 er det søkt å benytte så reelle inputverdier for brukravhengige parametere som mulig. Det må presiseres at det fortsatt er en god del usikkerhet knyttet til disse verdiene siden det ikke er gjort spesielle målinger, men kun basert på skjønn etter samtaler med boligeier.

Tabell 4 Oversikt over brukeravhengige inputverdier

	<b>Alternativ 1, standardiserte verdier</b>	<b>Alternativ 2, reelle verdier</b>
Innetemperatur, dagtid	I gjennomsnitt 21°C	I gjennomsnitt 18 °C <sup>1)</sup>
Innetemperatur, senking	I gjennomsnitt 19 °C	I gjennomsnitt 15 °C <sup>1)</sup>
Lys	23 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 5244 kWh/år <sup>2)</sup>	15 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 3400 kWh/år <sup>3)</sup>
Utstyr	29 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 6612 kWh/år <sup>2)</sup>	19 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 4400 kWh/år <sup>3)</sup>
Varmtvann	35 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 7980 kWh/år <sup>2)</sup>	23 kWh/m <sup>2</sup> , dvs. 5300 kWh/år <sup>3)</sup>
Ventilasjon, luftskifte	0,5 h <sup>-1</sup>	0,3 h <sup>-1</sup> <sup>4)</sup>

- 1) I henhold til boligeier, er en god del av rommene mer eller mindre er oppvarmet hele året, eller kun oppvarmet. Dette gjelder for en stor del soverommene i 1. etg. og begge soverommene i underetasjen. I tillegg holdes gangen i 1. etasje oppvarmet. De resterende oppvarmede rommene holdes på rundt 20 °C på dagtid, og noe lavere temperatur nattetid. Det regnes derfor med 18 °C som snitt for boligen på dagtid, og 15 °C nattetid.
- 2) Det benyttes standardiserte verdier per kvadratmeter i henhold til NS 3031.
- 3) Siden boligen er såpass stor, er det ikke urimelig å redusere energibruken fra lys, utstyr og varmtvann noe siden disse i utgangspunktet er relatert til areal. Ved å "fjerne" en del av arealene som trolig ikke bidrar i form av bruk av utstyr, samt at lysene ikke står på i hele boligen, reduseres de standardiserte verdiene med omtrent 35 % (har da gjort en vurdering at hallen, trimrommet, samt et par av soverommene ikke bidrar til et slikt forbruk i særlig grad).
- 4) Siden det kun er naturlig ventilasjon, er det ikke urimelig å anta at ventilasjonsraten er noe mindre enn anbefalte verdier, i alle fall sett på boligen som et gjennomsnitt. Det benyttes derfor en noe lavere ventilasjonsrate i tilfellet med antatte tilnærmede verdier.

### Beregnet energibehov før renovering

Beregnet energibehov til oppvarming, lys, utstyr og varmtvann er presentert for de to alternative beregningene. Alternativ 1 er basert på standardiserte brukeravhengige verdier, mens alternativ 2 er basert på antatte reelle verdier.

Tabell 5 Beregnet, årlig energibehov (kWh og kWh/m<sup>2</sup>) for Husarveien 26 før renovering

<b>Energibehov</b>	<b>Alternativ 1 Standardiserte verdier</b>	<b>Alternativ 2 Reelle verdier</b>
Totalt energibehov	kWh	kWh
Oppvarming	36013	26014
Lys	5957	3415
Utstyr	5387	4380
Vifter	0	0
Varmt vann	7972	5256
Sum	55329	39066
<b>Spesifikt energibehov</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>
Oppvarming	158	114
Lys og utstyr	50	34
Vifter	0	0
Varmt vann	35	23
Sum	243	171

### Vurdering av beregningsresultatene i forhold til målt energibruk

Det er fortsatt noe avvik i forhold til målt energibruk som ligger på rundt 30.000 kWh/år. Hva dette avviket skyldes er ikke undersøkt nærmere, Noe av avviket kan muligens skyldes bruk av klimadata, der et såkalt gjennomsnittsklima for Oslo er benyttes. Det er ikke studert nærmere hvor store forskjeller det er mellom dette klimaet, og klimaet i Billingstadlia i Asker.



Det er også knyttet en del usikkerhet knyttet til energibruken til spesielt lys, utstyr og varmtvann i boligen.

## Mulige renoveringstiltak

I tabell 6 er mulige renoveringstiltak listet. Utbyggingen av kjøkken samt innsetting av ekstra vindu i sørveggen for å oppnå bedre lysforhold i stua er så langt ikke inkludert i beregningene, men tiltakene vil ikke ha betydning på valg av tiltak. Tiltakene ses i sammenheng med ønsker fra byggherre samt tilstandsgrad for konstruksjonene (se befaringsnotat).

Tabell 6 Mulige renoveringstiltak for redusert energibehov og økt komfort

	Tiltak	Omtrentlige U-verdier, lekkasjetall og gjenvinningsgrad
Vinduer	Skifte ut alle vinduer til Nordans 3-lags super-lavenergi	0,8 W/m <sup>2</sup> K
Vegger U. og 1. etg (med enkelte unntak)	Innvendig 10 cm etterisolering, totalt 20 cm isolasjon	0,23 W/m <sup>2</sup> K
Nordvegg U. og 1. etg	Utvendig 10 cm etterisolering for å redusere kuldebro	0,22 W/m <sup>2</sup> K
Tak	Etterisolering med 30 cm isolasjon, totalt rundt 40 cm isolasjon	0,10 W/m <sup>2</sup> K
Tetthet	Tetting rundt vinduer og bedre dampspærre	Lekkasjetall 2
Ventilasjon	Installere balansert ventilasjon med varmegjenvinning	80 % gjenvinning
Energiforsyning	Vurdere installasjon av solfanger for å dekke deler av varmtvann og romoppvarming	Foreløpig ikke vurdert

## Beregnet energibehov etter renovering

På samme måte som for energiberegningene utført for boligen før renovering, er det utført energiberegninger med standardiserte brukeravhengige verdier og antatte verdier slik de antas å være i dag. Etter samtale med byggherre, samt erfaringer fra tidligere renoveringsprosjekter, er det ikke usannsynlig at bruken av boligen kan endres noe ved at det eksempelvis holdes noe høyere innetemperatur enn tidligere. Ventilasjonsmengdene vil også øke noe siden det vurderes balansert ventilasjon etter renovering med påfølgende høyere ventilasjonsmengder, dvs. et halvt luftskifte hele døgnet.

Tabell 7 Beregnet, årlig energibehov (kWh og kWh/m<sup>2</sup>) for Husarveien 26 etter renovering

Energibehov	Alternativ 1	Alternativ 2
	Standardiserte verdier	Reelle verdier
Totalt energibehov	kWh	kWh
Oppvarming	7717	6835
Lys	5957	3415
Utstyr	5387	4380
Vifter	992	992
Varmt vann	7972	5256
Sum	28024	20879
<b>Spesifikt energibehov</b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>
Oppvarming	34	30
Lys og utstyr	50	34
Vifter	4	4
Varmt vann	35	23
Sum	123	91

Ved de antatte tiltakene reduseres det totale energibehovet med 50 %, når det antas standardiserte brukeravhengige verdier. Oppvarmingbehovet reduseres med nesten 80 %.

# Notat

---

Til: Kjetil Heltne  
Fra: Håkon Einstabland  
Kopi til: Lars Halleraker, Tor Helge Dokka  
Dato: 31.10.2006  
SAK: **Tekniske løsninger for Husarveien 26**

KS: TBØ

---

## Bakgrunn

I tilknytning til NFR-prosjektet EKSBO "Kostnadseffektive energikonsepter for eksisterende boliger" er det ambisjoner om å oppgradere en eksisterende enebolig fra 1966 til lavenergistandard. Byggforsk har tidligere utarbeidet et notat som går på energibruk i denne konkrete boligen, se notat "Energiberegninger for Husarveien 26", datert 09.08.2006.

Etter samråd med huseier blir enkelte tiltak satt i verk høsten 2006. Samtidig blir det foretatt en mindre påbygging i forbindelse med kjøkken og rom i kjeller. Tiltakene som iverksettes i denne omgang er:

- Tilleggisolere yttervegger i 1. etg. stue og kjøkken med 100 mm isolasjon
- Skifte vinduer i samme vegger som nevnt over til Nordan 3-lags superlavenergi
- Tilleggisolere tak med 300 mm isolasjon
- Installere ventilasjon med varmegjenvinner

## Vurdering

Nedenfor blir det tre første punktene fra ovenfor videre beskrevet.

### Tilleggisolering av yttervegger i stue

Stue og kjøkken er i dag isolert med 100 mm isolasjon. Disse veggene bør tilleggisoleres med 100 mm isolasjon. Det bør primært tilleggisoleres på utvendig side. Her er det imidlertid mest aktuelt med innvendig tilleggisolering, noe som er bygningsfysisk akseptabelt så lenge det er utlektet kledning på utsiden. Eksisterende platekledning og plastfolie på innsiden må fjernes. For å redusere gjennomgående kuldebroer av stendere bør nye stendere (48x98 mm) settes opp på egen svill, og med stenderplassering ulikt de eksisterende, gjerne midt imellom.

Som dampsperre bør det benyttes plastfolie med tykkelse 0,15 mm. Skjøter må klemmes. I overgangen mellom vegg og himling må dampsperra trekkes opp og over gipsplata på vegg, og videre klemmes av gipsplate og taklist. Se ellers byggetaljblad 523.255 *Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting* kapittel 5.

### Innsetting av vinduer

De nye vinduene i de eksisterende veggene bør monteres på de gamle stenderne. For å få til tilstrekkelig vindtetting på utvendig side er det mulig man må fjerne kledningsbord omkring vinduene for å komme til. Den ytre lufttetningen utføres ved hjelp av elastisk fugemasse og bunnfyllingslist, fugeskum eller remser av et vindsperrmateriale som klemmes godt til karm og vegg. Man må få til en god overgang mellom eksisterende vindsperre og den nye vinduskarmen.

På innvendig side er det viktig at tetningen blir god, og den må utføres nøyaktig. Tetningen skal fungere som en lufttetning og hindre trekk utenfra. Den skal også hindre at fuktig luft fra innsiden trenger ut mot den ytre tetningen, hvor den kan avkjøles og avgi fukt i form av kondens.

Innvendig tetning utføres enten ved å klemme dampsperra mot vindusfôringen med de innvendige vinduslistene som spikres for hver 200 mm, med elastisk fugemasse eller polyuretanskum. Se ellers byggdetaljblad 523.701 *Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk* kapittel 5 og 7.

### **Tilleggsisolering av tak**

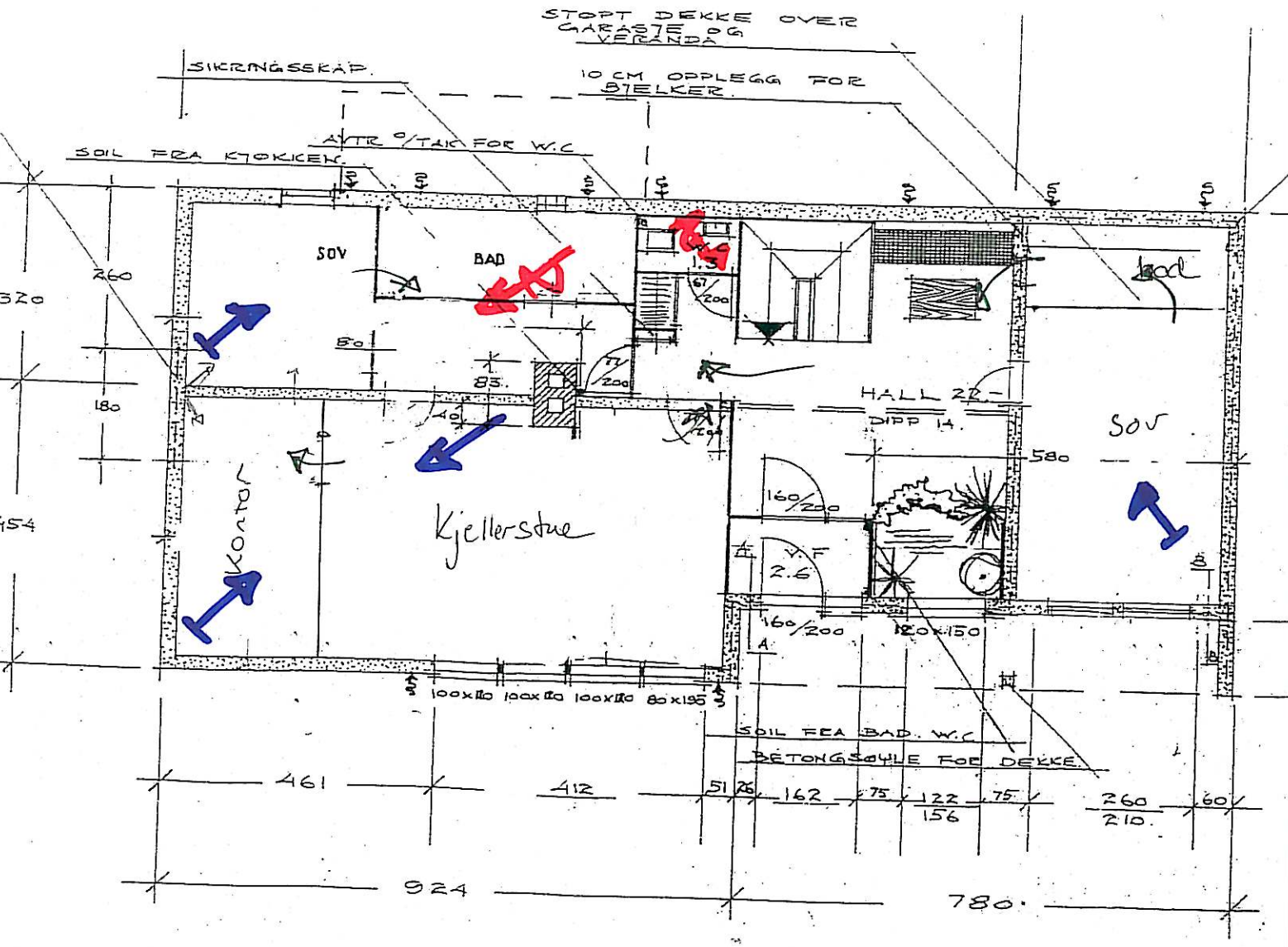
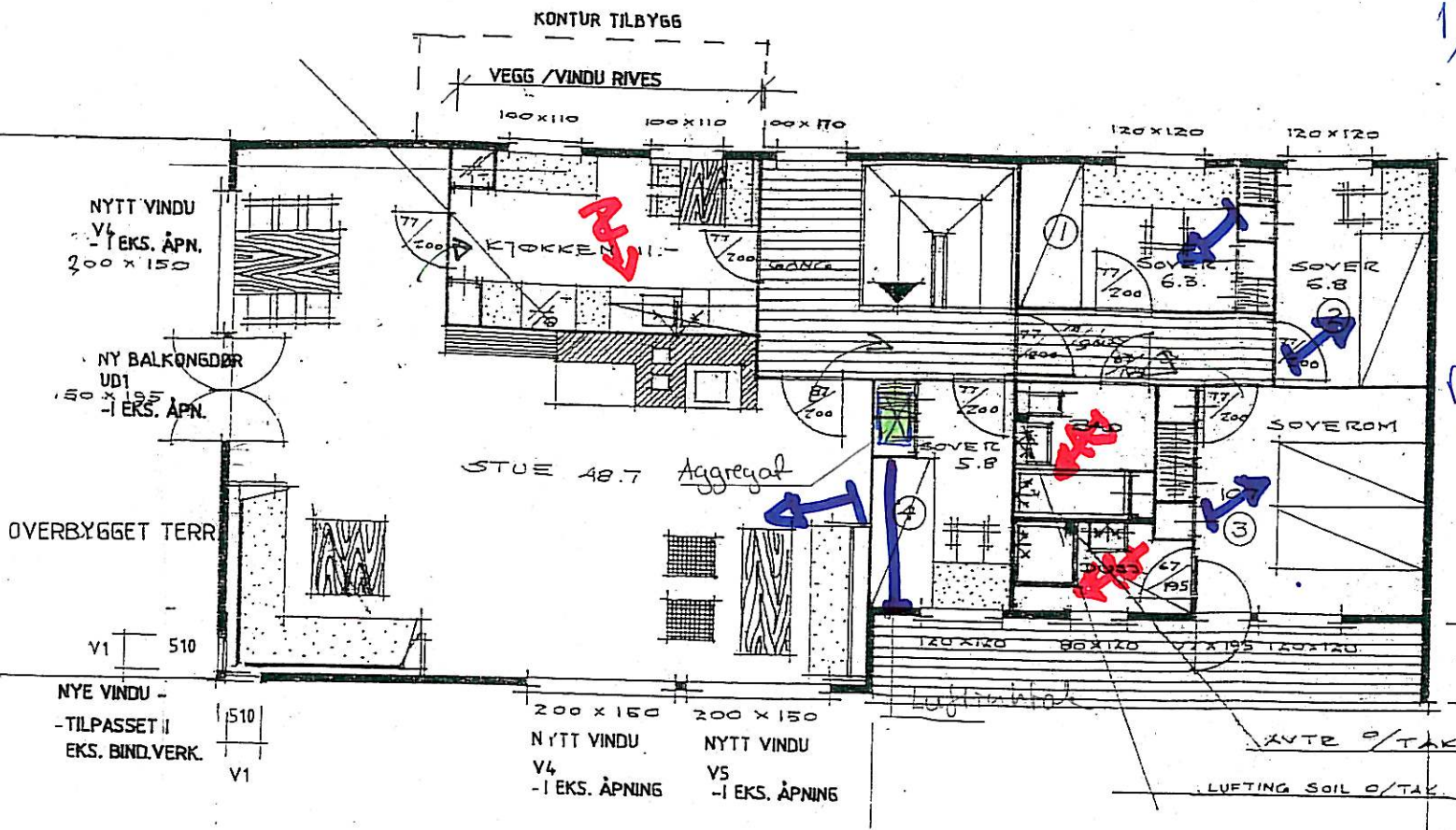
Taket bør tilleggsisoleres med 300 mm isolasjon. Eventuelt kan gammel glassvatt fjernes og erstattes. Man bør ta sikte på å ende opp med 400 mm isolasjon i taket. Om mulig bør man krysslegge noe av isolasjonen for å redusere faren for kalde soner og infiltrasjon av kald luft ned i isolasjonssjiktet.

Ute ved raftene må man sørge for at luftspalten forblir åpen, slik at man sikrer tilstrekkelig lufting av loftet. Se pkt. 32 i byggforvaltningsblad 725.403 *Etterisolering av tretak*. Man kan enten montere raftepapp, ferdige pappkassetter som festes nederst ved raftet, eller spikre opp vindtette plater på lekter, som sikrer luftspalte. Byggforsk anbefaler luftspalte på omkring 50 mm. Raftepappen eller platen som monteres må gå minimum 200 mm høyere enn overflaten på isolasjonen. Den eksponerte isolasjonen bør dekket med vindsperre, iallfall i den ytterste sonen mot raftet, eller det kan benyttes isolasjon med papir.

Gjennomføringer i dampsperrsjiktet i himlingen må minimeres. Det er risiko ved å lage mange hull i taket som må lufttettes omhyggelig. En løsning som forhindrer downlight i å ødelegge dampettingen i himlingen, er å bruke tette dekkbokser. Se videre om dette i byggdetaljblad 543.615 *Montering av innfelt belysning i himlinger (downlight)*.

### **Vedlegg:**

- Byggdetaljblad 523.255 *Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting*
- Byggdetaljblad 523.701 *Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk*
- Byggdetaljblad 543.615 *Montering av innfelt belysning i himlinger (downlight)*
- Byggforvaltningsblad 725.403 *Etterisolering av tretak*





Varme siden  
1923

Heltne Kjetil

1396 BILLINGSTAD

---

Årnes 22.10.2008

Værsgod!

Her er en beregning som viser hvor mye energi du kan spare med en CTC varmpumpe for Uteluft.

**CTC EcoAir 105/EcoLogic sparer 3 490 kWh/år**

Vi har foretatt beregningen etter deres opplysninger. Påfølgende side viser hvordan vi har kommet fram til resultatet.

Kontakt meg gjerne hvis du har noen spørsmål.

Med vennlig hilsen

Einar Torset

CTC Ferrofil

Forslag til installatører i ditt nærområde:

---

Sted:  
CTC Ferrofil  
Runnibakken 7  
215 50 Årnes

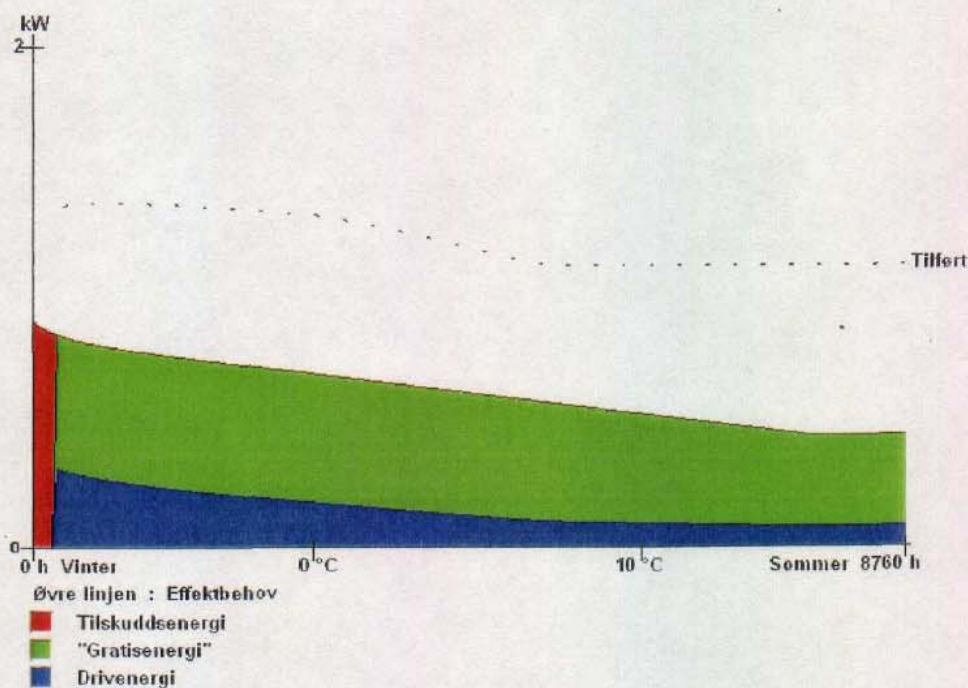
Telefon:  
6,4E+07  
Fax:  
6,4E+07

e-mail:  
einar.torset@ctc.no

---

Heltne Kjetil, , 139 96 BILLINGSTAD  
 Varmepumpe: CTC EcoAir 105/EcoLogic

Ver 4.40


**FORUTSETNINGER**

El-energi ekskl hushold kWh/år	6700
Nettoenergibehov kWh/år	6700
Varmtvannsfbruk kWh/år	5200
Varmtv. fra VP maks	75
Innetemperatur °C	20
Årsmiddeltemperatur °C	4,7
DUT (Dim. utetemp) °C	-19
Tur-temp ved DUT °C	45

**BEREGNINGSRISULTAT**

Fra varmepumpe kWh/år	5230
Tilskuddsenergi fra °C	-10
Energidekningsgrad %	78,1
Årsvarmefaktor (totalt 2,09)	3,01
Tilskudds-el (100 %) kWh/år	1470
Tilskuddseffekt kW	1,2
Maksimalt effektbehov kW	1,2

**VARMEKILDE**

Uteluft	
Energibesparelse %	52

**Varmesystemet (med element, radiatorer eller gulvvarme).**

Besparelsen for din varmepumpe er i høy grad avhengig av temperaturen i radiatorsystemet.

Dimensjoneringen forutsetter at huset har et godt radiatorsystem (med maksimal turvannstemperatur som nevnt ovenfor).

Ved en annen turvannstemperatur må beregningen/dimensjoneringen gjøres om.

Beregningen baseres på deres opplysninger og gjelder under normalår iht offisiell statistikk.

Det er ingen garanti for at resultatet eksakt kommer till å innfris.