

Fartein Valens vei Interesselag

## **Veileder for energiltak**

Erfaringer, råd og veiledning

COWI AS  
Grensev. 88  
Postboks 6412 Etterstad  
0605 Oslo

Telefon 02694  
www.cowi.no

### **Sammendrag**

COWI har utført en energivurdering for Fartein Valens vei Interesselag og forsøkt å avdekke energiøkonomiserende tiltak og lønnsomheten i disse.

Energiforbruk til oppvarming er såpass lavt at de fleste bygningsmessige tiltak må ses på som vedlikeholdstiltak som vil øke komforten og verdien på boligen, og ikke først og fremst energiltak.

Det anbefales at man i forbindelse med etterisolering av vegger og utskifting av vinduer får utbedret luftlekkasjer og kuldebroer.

På grunn av de store variasjonene i bygningsmassen, er besparelser oppført per kvadratmeter/løpemeter, eller basert på representativt energiforbruk.

Tiltakene er delt opp som følger:

- Bygningsmessige tiltak
- Tiltak på sanitæranlegg
- Tiltak på luftbehandlingsanlegg
- Tiltak på varmeanlegg
- Tiltak på elektrisk utstyr
- Øvrige tiltak

Oppdragsnr. 12  
Dokumentnr. 01  
Versjon 01  
Utgivelsesdato 31.31.2011

Utarbeidet AKAM  
Kontrollert  
Godkjent

## **Innholdsfortegnelse**

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
1.1	Bakgrunn og formål	3
1.2	Om energiberegningene	3
<b>2</b>	<b>Muligheter og utfordringer i eldre bygningsmasse</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Energibruk i Fartein Valens vei</b>	<b>4</b>
3.1	Årlig energiforbruk	4
3.2	Energiforbruk for husholdningsartikler	6
3.3	Strømutgifter og bytte av leverandør	6
<b>4</b>	<b>Aktuelle tiltak ved rehabilitering</b>	<b>7</b>
4.1	Bygningsmessige tiltak	8
4.2	Tiltak på sanitæranlegg	16
4.3	Tiltak på ventilasjonsanlegg	17
4.4	Tiltak på varmeanlegg	17
4.5	Tiltak på belysning og teknisk utstyr	19
4.6	Øvrige tiltak	21
<b>5</b>	<b>Enovas tilskuddsordning for husholdninger</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Energimerking av boliger</b>	<b>22</b>
	<b>Referanser</b>	<b>23</b>

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn og formål

COWI er engasjert av Fartein Valens vei Interesselag for å utarbeide en veileder for energiøkonomisering av sine bygg. Denne veilederen prøver å gi noen retningslinjer og råd for aktuelle energiøkonomisering(Enøk)-tiltak og lønnsomheten i dem.

Fartein Valens vei består av rekkehus og tomannsboliger fra 1983 og er på mange måter tidstypiske boliger i tre. Eldre bygninger har ofte dårlig isolerte konstruksjoner og vinduer, og er samtidig ofte veldig utette, med tilhørende stort infiltrasjonstap. Dette fører til bygg med stort oppvarmingsbehov og høye strømutfgifter.

Enova anbefaler følgende tiltak i boliger bygd før 1987:

1. Etterisoler
2. Bytt til 3-lags lavenergivinduer
3. Installer varmestyringssystem
4. Bytt varmekilde
5. Bytt til strømsparende utstyr

Det mest fornuftige å ta tak i er bygningsmessige tiltak slik at man reduserer oppvarmingsbehovet før man tar tak i andre tiltak. Bygningsmessige tiltak er relativt kostbare, og vil ofte ikke lønne seg kun med tanke på energi. En bør derfor gjennomføre dem i vedlikeholdsøyemed og tenke på at også komfort og verdien på boligen vil øke.

### 1.2 Om energiberegningene

COWI er godkjent enøkkonsulent for Enøketaten i Oslo. Beregning av energibesparelser er basert på forhåndsgodkjente metoder og erfaringstall. Det vil imidlertid være stor variasjon på vedlikeholdsstandard, komfortkrav og bruk i de ulike boligene slik at besparelsene kan variere. Lønnsomhetsberegningene tar ikke høyde for verdiøkning på boligen pga standardheving ved tiltak.

Strømpris + nettleie ligger til sammen på ca 85 øre/kWh.

## 2 Muligheter og utfordringer i eldre bygningsmasse

Mange eldre bygg har i utgangspunktet kvaliteter som gjør disse egnet for å oppnå gode energiytelser. Noen av mulighetene som kan utnyttes i gamle bygninger er:

- Få og utprøvde materialer som gir liten forurensing til inn klimaet.

Eldre bygninger har også ofte en del utfordringer og i mange tilfeller direkte problemer. Disse kan være:

- Dårlig isolert tak, gulv og yttervegger.
- Dårlig isolerte og trekkfulle vinduer.
- Verneverdige eksteriør (fasader) og interiør/hensyn til naboer, som gjør det vanskelig å etterisolere bygninger, og eller skifte ut til bedre vinduer.
- Utilstrekkelig ventilasjon, og dårlig termisk komfort tilpasset ny bruk av bygget
- Fukt-, råte- og muggproblemer pga. av utette tak, dårlig drenerte grunnmurer og utilstrekkelig ventilerte kalde kjellere/kryprom. Ukløkk etterisolering kan øke problemet.
- Nye interne belastninger og nye krav til komfort gir behov for tekniske føringsveier, f.eks ventilasjonskanaler. Dette kan være, og er ofte, et stort problem å få til i eldre bygninger.
- Kun elektrisk oppvarming som ikke gir samme fleksibilitet som vannbårne varmeanlegg hvor alternative energikilder kan velges som f.eks fjernvarme eller bergvarmepumpe.

### **3 Energibruk i Fartein Valens vei**

I eldre bygg er ofte opptil 80% av energibruken til oppvarming og varmtvann. I takt med bedre høyere byggestandard og økende bruk av elektronisk utstyr synker denne andelen. For byggene i Fartein Valens vei, kan en anta at ca 50% av energibruken går med til oppvarming og varmtvann. I boliger uten endevegger og/eller med flere beboere er det mer varme avgitt fra personer og utstyr som vil redusere denne andelen ytterligere.

#### **3.1 Årlig energiforbruk**

Energiforbruket til følgende boliger i Fartein Valens vei er undersøkt:

-To tomannsboliger, hvorav én med tilbygg.

-Et rekkehus uten endevegg med flere nye vindu, ny utgangsdør og etterisolert tak. Godt og varmt innemiljø.

Som en kan se av følgende tabell og graf er forbruket i disse boligene relativt lavt sammenlignet med statistikk. Boligene kan derfor være noe å strekke seg etter for dem som har høyere årlig strømforbruk. Forbruk av ved til oppvarming er ikke medregnet, men brukes mest til hygge.

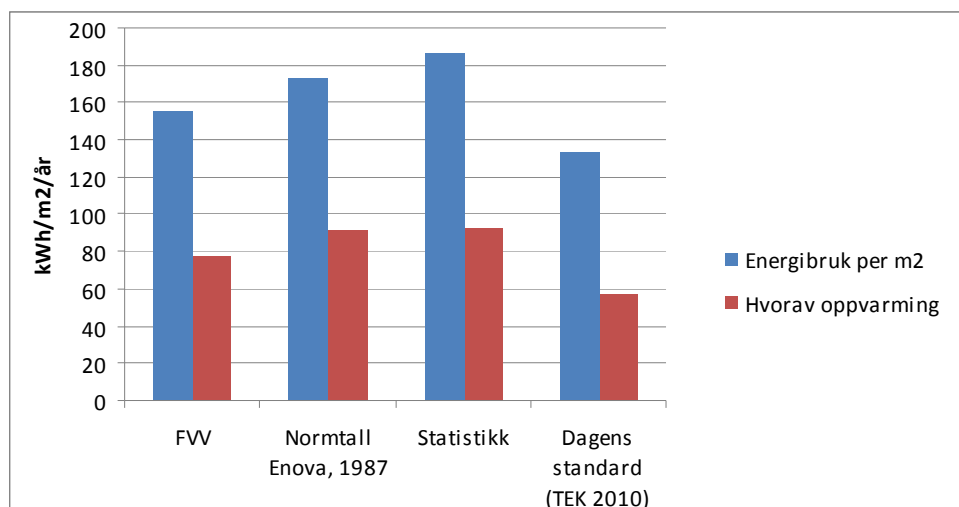
Strømforbruk referanseboliger i Fartein Valens vei	Rekkehus u/ endevegger*, nye vindu	Tomannsbolig	Tomannsbolig, påbygd
Areal , BRA	105	120	131+13**
År	2010	2010	2010
Årlig strømforbruk 2010	18 301 kWh	19 845 kWh	24 175 kWh
Arealspesifikt strømforbruk	174 kWh/m <sup>2</sup>	165 kWh/m <sup>2</sup>	168 kWh/m <sup>2</sup>
hvorav 50% oppvarming	9 151 kWh	9 923 kWh	12 088 kWh
Temperaturkorrigert strømforbruk	17 214 kWh	18 666 kWh	22 739 kWh
Representativt-forbruk kWh/m <sup>2</sup>	164 kWh/m <sup>2</sup>	156 kWh/m <sup>2</sup>	158 kWh/m <sup>2</sup>

\* Varmetapet fra en endevegg med vindu utgjør ca 2500kWh/år i tillegg.

\*\*Opprinnelig bruttoareal 140m<sup>2</sup>, nettoareal 131 m<sup>2</sup> + 2x6,5m<sup>2</sup> tilbygg.

Statistisk ligger rekkehus og tomannsboligers årlige energiforbruk på rundt 22 255kWh/år, eller rundt 186 kWh/m<sup>2</sup>. Dette er en miks av alle byggeår for hele landet. Det varierer fra 177 til 191 kWh/m<sup>2</sup> fra 1-4 personer i husholdningen. (SSB, 2009)

Under er en graf som viser årlig energiforbruk per kvadratmeter. Det viser at sammenlignet med normtall(børverdi) fra Enova for rekkehus fra 1987, har de undersøkte leilighetene lavere forbruk. De ligger som forventet noe over forskriftskravet for 2010(TEK10).



Figur 1 Sammenligning av energibruk i Fartein Valens vei (FVV) med

### 3.2 Energiforbruk for husholdningsartikler

I en bolig på ca. 120 kvm er det vanlig å bruke ca. 3.750 kWh per år til elektriske apparater.

	Forbruk (kWh/år)	Kr/år (100 øre/kWh)
Komfyr	600	600
Oppvaskmaskin	500	500
Kjøleskap	500	500
Fryser	600	600
Tørketrommel	500	500
Vaskemaskin	450	450
Mikrobølgeovn	75	75
TV	180	180
Stereo	40	40
Kaffetrakter	275	275
Video/DVD	80	80

Kilde: enova <http://hjemme.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3239>

### 3.3 Strømutgifter og bytte av leverandør

En bør sammenligne sitt eget årlige strømforbruk og finne ut om det ligger mye høyere enn statistikken eller forbruket til boligene vist her.

På 70- og 80-tallet var elektrisk oppvarming dominerende ved boligbygging. Norge har siden den gang trådt inn i et felles nordeuropeisk kraftmarked, og man ser en stadig økning i strømpriser. Vannkraftdominansen innebærer også

kraftunderskudd og høye priser i kalde og tørre år. Det er derfor en tendens til stadig økende strømpriser.

Over året, og tatt i betraktning at man bruker mer strøm vinterhalvåret betaler man **ca 80-90 øre/kWh**. I tillegg har de fleste et fastledd på f.eks 1000 kr, eller faste månedlige beløp.

En kan spare noen utgifter ved å skifte strømleverandør og å bytte til en spotprisavtale. Det er enkelt og gratis å skifte. (Dette kan sammenlignes med å ha flytende rente i banken, det vil ofte lønne seg over tid). Man må da være forberedt på større strømregninger om vinteren. Her er en oversikt over strømprisen til de ulike leverandørene hvor du kan finne billigste leverandør basert på ditt forbruk: <http://www.konkurransetilsynet.no/no/kraftpriser/sjekk-kraftpriser/>

Imidlertid krever Hafslund Nett som netteier 39 øre/kWh, dvs ca halvparten av strømprisen slik at man ikke bør forvente "underverker" ved bytte av leverandør.

#### **Eksempel på besparelse**

For et forbruk på 20 000kWh per år varierer strømprisen mellom billigste tilbydere og Hafslund Strøm:

Fastprisavtale:  $50,80 - 44,80 = 6 \text{ øre/kWh} = \mathbf{1\ 200kr/år}$

Standard variabel:  $36,80 - 26,89 = 9,91 \text{ øre/kWh} = \mathbf{1\ 982kr/år}$

Spotpris for 2010 lå på øre/kWh, hvor påslag for de ulike tilbydere inkl faste kostnader er mellom 0,5-4,5 øre/kWh = **800kr/år**

Differansen mellom en Standard variabel avtale og en spotprisavtale var i 2009 på **450 kr/år** for en husholdning med et forbruk på 20 000kWh/år (NVE, 2011).

## **4 Aktuelle tiltak ved rehabilitering**

For private byggeiere vil besparelsen i energiforbruk isolert sett ikke alltid motivere til handling, selv om utbedringen bør anbefales. Dette fordi utbedringer i slike bygg like gjerne kan ses som en investering i komfort og boligens verdi, som en investering i reduserte energiutgifter. Derfor er det lurt å gjennomføre en samlet skjønnsom vurdering av relevante tiltak ut i fra faktorene: Økning i teknisk verdi, økning i komfort og reduksjon i energiforbruk

I det følgende beskrives de mest aktuelle tiltakene ved rehabilitering av eldre bygninger. Tiltakene er delt opp som følger:

- Bygningsmessige tiltak

- Tiltak på sanitæranlegg
- Tiltak på luftbehandlingsanlegg
- Tiltak på varmeanlegg
- Tiltak på elektrisk utstyr
- Øvrige tiltak

I de følgende kapitlene er tiltakene beskrevet. En kortfattet sammenstilling gis her:

Tiltaksbeskrivelse	Årlig besparelse* [kr/år]	Brutto investering [kr]	Inntj. Tid** [år]
Bytte strøleverandør/strømvaktale	450 - 1900	0	0
Isolering av yttervegg, utvendig 100mm	24	1 000	U
- hvorav tetting av overgang gulv/vegg & tak/vegg	5		
- hvorav eliminering av kuldebro gulv	7		
Isolering av innervegg mot kalde rom,100mm	5	700	U
Etterisolering av gulv på undersiden garasje, 100mm	5	700	U
Etterisolering av yttertak / mot kaldt loft, 100mm	6	350	U
Nye tettelisten rundt vinduer/dører (pr meter)	26	90	4
Ny loftsluke ca 1,1 x 0,5m	76	1 500	40
Nye tettelisten rundt ytterdører / balkongdører (pr m)	26	100	4
Utskifting av vinduer 1, 15 x 1, 22m + utbedring av isolering v/karm	488	5 000	13
Utskifting av varmtvannsbereder	136	5 000	U
Vannbesparende armatur (sparedusj)	425	200	0,5
Installere ventilasjon m/ roterende varmegjenvinner	-1 914	33 000	U
Tidsstyring av el-varme	1 275	7 200	7
Varmepumpe luft-luft	2 125	25 000	16
Pelletsjkel	0	20 000	U
Belysning og utstyr	Se kap 4.5		

\*besparelser er gitt per kvadratmeter isolert areal, eller løpemeter utbedring av luftlekkasjer og kuldebroer.

\*\* Inntjeningsstid er beregnet med en kalkulasjonsrente på 5%. Dvs at det du kunne tjent på å ha pengene stående i banken trekkes ifra. U betyr at inntjeningsstiden blir uendelig kun med tanke på energibesparelsen

## 4.1 Bygningsmessige tiltak

### 4.1.1 Begrepsforklaring

U-verdi:



Isolasjonsevnen til bygningsdeler kalls som regel U-verdi eller varmetapstall og har betegnelsen  $W/m^2K$ , Watt per kvadratmeter og temperaturdifferanse. Jo lavere U-verdi, dess mindre varmetap.

**Kuldebro:**

En kuldebro er en svakt punkt eller strekk i isoleringen f.eks usiolerte dekker/bjelker og vinduskarmer som har mye bedre varmeledningsevne enn resten av konstruksjonen. Dette fungerer som et "varmesluk".

**Infiltrasjon/lekkasjetall:**

Infiltrasjon er luftlekkasjer i bygget som oppstår ved utettheter mellom bygningsdeler og måles i luftskifter per time. Lekkasjetallet, N50, måles ved å trykksette boligen med en vifte til 50Pa over lufttrykket utendørs, og deretter måles luftmengden. Vinduer, dører og løftsluker står for det største infiltrasjonsvarmetapet, men også gjennom selve veggen er det en viss luftlekkasje.

**Graddagstall:**

Graddagstall er differansen mellom utetemperatur og innetemperatur (17C) summert for alle dager hele året. Summen av dette gir graddagstallet. Jo kaldere klima, dess større graddagstall. For et normalår basert på de siste 30 år, er dette 4034 for Oppegård kommune

#### 4.1.2 Konstruksjoner i Fartein Valens vei

**Yttervegger:**

Hustypene RE, RF og RI har en langside og en del av gavlveggene mot terreng i underetasjen. Disse veggene består av støpt betong isolert med "multielementer" på innsiden. Multielementer er sandwichkonstruksjoner med f. eks limtre eller lettbetong med et isolasjonssjikt av isopor/EPS i midten. U-verdi trolig ca. **0,35  $W/m^2K$** . De øvrige ytterveggene består av bindingsverk med 150mm isolasjon utvendig kledd med forhudningspapp og trepanel og innvendig med gips. **U-verdi ca 0,3  $W/m^2K$** . Noen har etterisolert endevegger med 5cm mineralull, med ny kledning og tilstrekkelig luftsjikt disse vil ha en U-verdi på **0,21  $W/m^2K$** .

Det er blitt bemerket av snekker at veggen er utført uten noe særlig luftsjikt innenfor det ytre kledning. Dette forhindrer tilstrekkelig utlufting av trepanelet og temperaturendringer og frost gjør at panelet "slår seg". Dette kan i seg selv være en grunn til å få utført arbeider på veggen.

Garasjer og sportsboder er uisolerte.

**Tak:**

Takene er utført av frittstående takstoler med 200mm isolasjon med takteking av plater og pappshingel. **U-verdi ca 0,21 W/m<sup>2</sup>K**. Noen loft er etterisolert med 50mm ekstra isolasjon. De vil ha en U-verdi på ca 0,16 W/m<sup>2</sup>K.

**Gulv:**

Betongplate med ukjent isolasjonstykkelse. U-verdi trolig **0,3 W/m<sup>2</sup>K**. I rekkehus over garasje er betongdekket isolert på underside med ca 200mm mineralull. Midt på gulvet vil det være en U-verdi på ca **0,18 W/m<sup>2</sup>K**, men fordi yttervegg/grunnmur er dårlig isolert og tett på utsiden langs hele ytterkanten vil dette være en sterk kuldebro. Dermed blir det gulvkaldt langs yttervegg.

**Vinduer:**

De originale vinduene består av tre-lags isolerglass i stue, **U-verdi ca. 1,3-1,7 W/m<sup>2</sup>K**. Øvrige vinduer og vindusdører er 2-lags isolerglass. **U-verdi ca. 2,4 W/m<sup>2</sup>K** U-verdien taper seg noe over tid da forseglingen rundt glasset i noen tilfeller punkeres og man får luftlekkasjer og kondens mellom glassene. Karmene er gjerne kuldebroer og bidrar til å trekke den totale U-verdien ned. De som i senere tid har skiftet vinduer har trolig U-verdi på rundt **1,1 W/m<sup>2</sup>K** fordi nyere vinduer utføres med gassfylling, LE-belegg og bedre karmene. De som har skiftet vindu har påpekt at det mangler isolasjon rundt vinduskarmene. Dette utgjør dermed en kuldebro, og er en stor svakhet ved veggens isoleringsevne. I tillegg har flere av vinduene harde gummipakninger med store luftlekkasjer. Vinduene gir dermed et kaldras som gjør det gulvkaldt og trekkfullt.

**Ytterdører:**

Opprinnelige dører har en U-verdi på opptil **2,0 W/m<sup>2</sup>K** med et lekkasjetall på 1,7 m<sup>3</sup>/h ved 50Pa trykkforskjell. Nyere dører vil ha U-verdi < 1,4 W/m<sup>2</sup>K.

#### 4.1.3 Sammenligning med byggeforskrifter

Eldre byggeforskrifter kan være veiledende mht. bestemmelse av bygningsdelens U-verdier. Konkrete krav til varmeisolerings av bygninger kom først i byggeforskrift av 1949.

1924 Lov om bygningsvesenet (gjaldt bare for byene og tettbygde strøk)

- 1928 Forskrifter om materialer og konstruksjoner m.m.
- 1949 Byggeforskrifter

1965 Bygningsloven (første bygningslov som gjaldt hele landet)

- 1969 Byggeforskrifter

1985 Plan- og bygningsloven

- 1985 Byggeforskrift
- 1987 Byggeforskrift
- 1997 Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK 97)

- 2007 Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK 07)
- 2010 Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK 10)

Isolasjonsgrad er en vesentlig faktor når det gjelder varmetap, og dermed energibehov for bygninger. Forskriftsnivå for minimumskrav har utviklet seg kraftig de siste årene, og utviklingen er vist i tabellen under. Fartein Valens vei (FVV) holder samme standard som et bygg som følger byggeforskrifter fra 1987.

Bygningsdel	Yttervegg	Yttertak	Gulv	Vinduer
1949	0,93-1,16	0,93		
1969	0,58-1,28	0,46-0,58	0,46	
FVV	0,3	0,21	0,20-0,30	2,4
1985	0,45 <sup>1)</sup>	0,23	0,23-0,30	2,10-2,70
1987	0,3	0,2	0,20-0,30	2,4
1997	0,22	0,15	0,15	1,6
2007	0,18	0,13	0,15	1,2
2010	0,18	0,13	0,15	1,2

<sup>1)</sup> 0,25-0,35 for småhus

*Utvikling av krav til bygningsdelenes U-verdier (W/m<sup>2</sup>K) for fullt oppvarmede bygninger (gjeldende for Oslo-klima)*

Siden 1981 har det vært krav til tetthet i bygninger. Teknisk forskrift (Tek § 8-22) gir maksimumsgrense for luftlekkasje for alt fra småhus og rekkehus til blokkleiligheter. Krav til tetthet gis ved lekkasjetall som regnes ut ved å trykkteste boligen, for eksempel skal tallet ikke være over 4,0 for eneboliger eller maksimalt 1,5 for blokkleiligheter. Nye forskrifter fra 2007 skjerper forøvrig kravet til 2,5 for eneboliger.

#### 4.1.4 Generelt om etterisolering:

- Det er sjeldent økonomisk å etterisolere med mindre man likevel skal gjøre tiltak på kledning.
- Det forutsettes håndverksmessig utførelse som ivaretar tilstrekkelig utlufing og fuktproblematikk.
- Effekten av enkeltstående energiltak kan ikke adderes.
- Arkitektoniske hensyn må vurderes.
- Endring av fuktbalanse må vurderes. Etterisolering og tetting vil endre temperatur- og fuktforholdene i konstruksjonen. Det er derfor nødvendig å

gjøre en bygningsfysisk vurdering av isolasjonstiltak. I usikre tilfeller må enøktiltaket sløyfes til fordel for fuktsikkerhet.

- Generelt anbefales alltid utvendig isolering med ny kledning for å minimere slike risikofaktorer.
- Eldre bygninger kan ha tilfredsstillende luftskifte fordi de er relativt utette. Det er derfor ofte nødvendig å bedre ventilasjonen når en tetter bygningskroppen eller skifter til tette vinduer.
- Endringer på fasadens utseende kan innebære søknadsplikt til plan og bygningsetaten.
- Det må tas hensyn til f.eks elektriske kabler, og rør som kan ligge i vegg.

Energibesparelser kan grovt regnes ved følgende formel:

$$\text{Energibesparelse} = (U_{\text{før}} - U_{\text{etter}}) \cdot A \cdot 24 \text{ h/dag} \cdot G / 1000 \text{ [kWh/år]}$$

Hvor U er U-verdien, A arealet til aktuell bygningsdel eller vindu og G er grad-dagstall.

#### 4.1.5 Økt isolasjonstykkelse i yttervegger

Oppussingsbehov bør alltid kombineres med etterisolering. Dersom for eksempel fasader skal utbedres bør en vurdere utvendig tilleggisolering samtidig. Det advares mot innblåsing av isolasjon i hulrommet mellom reisverk og utlektet kledning da dette kan hindre uttørring. Eksisterende dampsperrer kan være skadet og burde skiftes. Tiltaket krever en bygningsfysisk vurdering.

Utbedring av drenering bør kombineres med utvendig tilleggisolasjon på kjellervegger.

For å oppnå samme U-verdi i utvendig isolert utlekting på mur/betong som med et homogent isolasjonssjikt (for eksempel pussisolasjon) må isolasjonstykkelsen være ca 20 % større.

Kuldebroer er vanskelig å gjøre noe med dersom en ikke isolerer utvendig. Innvendig isolering kan medføre kraftigere kuldebroer og kaldere innvendige overflater.

Innvendig isolering er fuktteknisk ugunstig og kan medføre mur- og pusskader. Tiltaket stjeler plass og kan også medføre at evt. røropplegg må flyttes.

Ved utvendig tilleggisolering bør vinduer flyttes ut i fasaden for å hindre kuldebro i vindusmyg. Nye vinduer må alltid ha spalteventiler dersom det ikke er andre ventiler/ ventilasjon i rommet.

Ved asbestkledning krever utbedring/tilleggisolering helt spesielle tiltak i forhold til sanering av asbestholdig materiale.

I Norge har treverk lange tradisjoner som byggemateriale. U-verdi for en gammel laftet vegg kan være opp mot  $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mens en godt isolert moderne bindingsverksvegg kan ha U-verdi rundt  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Sammenlignet med vegger av tegl og betong er tre et bedre materiale: En typisk gammel hulmursvegg av tegl har en U-verdi på  $1,0\text{-}1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Utførelse/metode for etterisolering avhenger av dagens tilstand. Det kan etterisolerers ved å blåse inn løs isolasjon i hulrom i yttervegg. Eller det kan legges isolasjonsmatt på yttervegg og ny kledning. Det kan være aktuelt å etterisolere innvendig, men er sjelden anbefalt.

#### **Eksempel på besparelse**

En bindingsverksvegg tilleggisoleres med 100mm fra U-verdi på  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  til  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette gir en årlig besparelse på ca.  **$10 \text{ kWh/m}^2$  pr. år.**

I tillegg vil kuldebroer langs gulv og rundt vinduer kunne utbedres samt at utilsiktede luftlekkasjer i overgang mellom tak/vegg og gulv/vegg fjernes. Dette gir besparelser på ca.  **$24 \text{ kWh/m}^2$  pr. år.**

NB! Dybden på takutstikk kan begrense tykkelsen på etterisolering.

#### **4.1.6 Økt isolasjonstykkelse i yttertak**

Fram til ca. 1930 var takkonstruksjoner av tre med forholdsvis stor helling omtrent enerådende for boligbygg i Norge. Skrått tak med kaldt loft var nesten enerådende for boliger. I hus bygget før ca. 1950 er bjelkelagene vanligvis uisolerte. Loftsbjelkelag uten stubbeloft har U-verdi ca.  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . På 70- og 80-tallet var mineralull normen.

Loftsbjelkelag med stubbeloft har U-verdi ca.  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  (stubbeloftsfyll av leire) og ca.  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  (stubbeloftsfyll med kiselgur eller sagflis).

Uisolert skrått sperretak med skrå himling har U-verdi ca.  $1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Tilleggisolering kan utføres med matter som kan legges eller rulles ut på kaldt loft, eller det kan blåses inn løs isolasjon.

#### **Eksempel på besparelse**

En uisolert etasjeskiller mot kaldt loft etterisolerers med 300mm mineralull. U-verdi forbedres fra  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  til  $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette gir en årlig besparelse på ca.  $125 \text{ kWh/m}^2$  pr. år.

I Fartein Valens vei skal det være isolert med 200mm allerede. 100mm ekstra isolering fra U-verdi på  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$  til  $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette gir en årlig besparelse på ca.  **$8 \text{ kWh/m}^2$  pr. år.**

#### 4.1.7 Luftlekkasjer

Mange hus oppleves som gulvkalde fordi kald luft trenger inn langs gulvlister. Dette oppstår fordi den varme luften stiger og undertrykket suger inn ny luft, såkalt skorsteinseffekt. Dette er problematisk fordi den varme fuktige luften får så stor oppdrift at den trenger inn i konstruksjonen i tak hvor den kan kondensere og forårsake fukt- og råteskader.

Glipper mellom karm og vindusramme/dør kan medføre store luftlekkasjer. Disse glippene kan tettes med tettelist. Ved meget store luftlekkasjer kan det være behov for oppretting av vindu / dør / justering av lukkehasper.

Det samme gjelder utettheter mellom karm/vegg rundt vinduer/dører som medfører luftlekkasjer inn i rom. Utettheter mellom karm og vegg for vinduer/dører utbedres ved inndytting av mineralullstriper eller annen form for tetting rundt karm bak karmlist.

I Fartein Valens vei er det store luftlekkasjer gjennom vinduskarmer hvor pakningene er blitt harde. Dette gjelder også de opprinnelige loftslukene.

#### Eksempel på besparelse

Tetting rundt dører og vinduer og nye tettelist har erfaringsmessig følgende besparelser avhengig av førtilstand:

Førtilstand	Karm/Vinduer	Karm/Dører	Karm/Vegg
Tetting er god	15 kWh/lm	30 kWh/lm	15 kWh/lm
Tetting er dårlig	30 kWh/lm	60 kWh/lm	30 kWh/lm
Tetting er meget dårlig	50 kWh/lm	100 kWh/lm	50 kWh/lm

*Besparelse ved tetting rundt dører og vinduer*

Tetting i overgang mellom gulv og vegg gir erfaringsmessig en besparelse i samme størrelsesorden per løpemeter.

Utskifting av loftsluke vil gi ca 90 kWh besparelse per år fordi man både tetter for luftlekkasjer og forbedrer isolasjonsevnen.

#### 4.1.8 Utskifting av gamle vinduer

Frem til slutten av 1800-tallet ble det bare benyttet vinduer med enkelt glass og mange steder var dette vanlig helt til 1920 – 1930. Et vindu med enkelt glass har U-verdi ca. 5,0 W/m<sup>2</sup>K.

Ekstra glass i varevindu og koblede rammer ble ofte benyttet fra slutten av 1890-tallet. Siden før 1940 har de fleste nybygg blitt bygd med doble glass i vinduene.

Fra og med 1960-årene har vinduer med forseglede vinduer vært dominerende. To lags forseglet glassrute har U-verdi ca. 2,7 – 3,0 W/m<sup>2</sup>K.

Fra 1970-tallet kom "energiruter" med stadig bedre U-verdier, i dag helt ned mot 1,0 for 2 lags glass med gassfylling. 3-lags ruter har hatt beskjeden utbredelse i Norge før de siste årene. 3-lags glass kan nå leveres med U-verdi ned mot 0,5 W/m<sup>2</sup>K.

I mange tilfeller vil karmkonstruksjonen ha dårligere U-verdi enn selve glasset. Resulterende U-verdi vil derfor være en funksjon av arealandeler glass/karm. Et moderne vindu med 3-lags glass vil kunne ha U-verdi på 0,7-0,8 W/m<sup>2</sup>K.

Forseglede ruter (isolerglass) uten lavemisjonsbelegg har ikke bedre U-verdi enn doble vinduer (1+1). De vil normalt gi dårligere lydisolering mot støy uten bruk av lydlaminater.

Utskifting av vinduer eller tetting rundt vinduer er også et komfortiltak.

#### **Eksempel på besparelse**

Utskifting av gamle vinduer med U-verdi på 2,4 W/m<sup>2</sup>K til moderne energisparevinduer med U-verdi 1,0 W/m<sup>2</sup>K gir en årlig besparelse på **150 kWh/m<sup>2</sup>** vindusareal. I tillegg kommer besparelser i forhold til tettere karm og bedre lufttetting ved innfesting av karm mot vegg dersom dette gjøres riktig på ca 15kWh per løpemet. Dersom utbedring av isolasjon gjennomføres samtidig, elimineres kuldebro hvilket gir en besparelse på ca 20kWh per løpemet kuldebro.

For et vindu på 1,15 x 1,22m gir dette en besparelse på 570kWh/år, eller ca 380kr i året.

#### **4.1.9 Kuldebroeliminering**

Isoleringen rundt vinduene i Fartein valens vei er av svak utførelse, i tillegg til at eldre karm er i seg selv utgjør en kuldebro.

Gulvene er ikke isolert på utsiden langs ytterkant mot grunnmur. Dette utgjør en stor kuldebro som gjør det gulvkaldt langs yttervegg.

#### **Eksempel på besparelse:**

Ca 45 kWh per meter etterisolerte kuldebro per år. Krever utvendig isolering av grunnmur.

For vinduer: se utskifting av vinduer.

#### **4.1.10 Termografering og trykktesting**

For å avdekke luftlekkasjer og svakheter i isolering o.l. kan det gjennomføres en termografering. Et termografi er et "fotografi" som viser temperaturer på overflater. Mørkeblå er kalde felt og rødt og gult er varmere. Ved å termograferer inne mens man samtidig har skapt et undertrykk i bygget vil man kunne finn

hvor luftlekkasjene befinner seg ved mørkeblå felt. Ved å termograferer på utsiden vil kuldebroer og svakheter i isolasjon vises i gult og rødt.

Å trykkteste en bolig koster rundt 5000kr, da kan man finne ut om boligen har et dårligere lekkasjetall enn forskriftene tilsier. En termografering av boligen vil koste rundt 20 000 kr og vil som regel inkludere en trykktest.

Enova har utviklet en kjøpsveileder:

<http://hjemme.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3249>

## 4.2 Tiltak på sanitæranlegg

### 4.2.1 Sanitærinstallasjoner i Fartein Valens vei

Med sanitæranlegg menes drikkevann, varmtvann og avløp/kloakk. Opprinnelig er hustypene RE, RF og RI utstyrt med 200liters elektrisk varmtvannsbereder i bod, mens hustype RG og RH har 124liters varmtvannsbereder i kjøkkenbenk. Da noen i 2010 opplevde frostspregning og vannlekkasjer i avløpsrør som gikk gjennom uoppvarmet parkeringskjeller, er disse isolert med en varmekabel for frostsikring. Varmekabelen bør være termostatstyrt slik at den kun brukes i nødtilfeller. Avløpsrøret kan i alle tilfeller med fordel isoleres da dette representerer en kuldebro opp gjennom gulvet.

### 4.2.2 Aktuelle tiltak på sanitæranlegg

Installasjon av solfangere for forvarming av tappevann og varmpumpe for gjenvinning av varme i avløpsvann er forholdsvis dyre installasjoner som sjelden lønner seg for enkelthusholdninger.

I noen tilfeller kan temperaturen på varmtvannsberedern reduseres, men det anbefales minimum 65C pga legionellisikro. (Eldre/svekkede personer er mest utsatt, smitte skjer kun ved innpust av små vanndråper, f.eks i dusjen).

Utskifting av gammel bereder gir erfaringsmessig 4% besparelse på forbruk til varmt tappevann, ca 3500kWh/år per år. For en typisk bolig i Fartein Valens vei utgjør dette 160kWh/år.

Sparedusj:

En typisk sparedusj bruker maksimalt 9 liter per min. Man kan sjekke sin egen dusj ved å ta tida på å fylle en 10-liters bøtte med vann. Fylles bøtta lenge før det har gått ett minutt kan man vurdere å skifte dusjhode. Sparedusjer koster fra 200kr og oppover og kan monteres selv. Besparelsen vil variere med antall beboere, men en kan anta ca 500kWh/år.



### 4.3 Tiltak på ventilasjonsanlegg

#### 4.3.1 Ventilasjon i Fartein Valens vei

Ventilasjonen besørges av friskluftventiler over vindu. Fra våtrommene er det luftekanaler til hette over tak opprinnelig var det kun naturlig oppdrift men enkelte har supplert med vifte. Kjøkken har mekanisk avtrekk med avkast gjennom vegg.

Det kan være aktuelt å installere et ventilasjonsanlegg dersom man har gjort tiltak for å utbedre tettheter i bygget. Dette vil bedre inn klima og redusere faren for fuktinntrengning i konstruksjonen. Et ventilasjonsaggregat med høyeffektiv roterende varmegjenvinning på 80% vil forbruke opptil ca. 2000kWh/år v/ kontinuerlig drift og koste rundt 40 000kr inkl montasje og tilleggsutstyr. Man vil riktignok spare noe ved at man ikke behøver å lufte så ofte med vinduene, men dette tallet er vanskelig å anslå. Aggregatet bør helst stå i et oppvarmet rom, men av praktiske årsaker plasseres de ofte på loft.

### 4.4 Tiltak på varmeanlegg

#### 4.4.1 Oppvarming i Fartein Valens vei

Oppvarming besto opprinnelig av vegghengte elektriske panelovner. Mange husholdninger har senere installert elektriske varmekabler i baderomsgulv og på gang.

#### 4.4.2 Varmestyringssystem

Med et varmestyringssystem monteres termostater med sendere på alle panelovnene. Disse kan deretter fra et sentralt styringssystem hvor du kan legge inn nattsenkning og en timeplan for uka for ulike rom. På denne måten senkes temperaturen noen grader når du ikke er hjemme samtidig som du kan ha det godt og varmt på badet og kjøkkenet om morgenen. Slike systemer kan også ta hensyn til utetemperaturen og kan brukes til å styre f.eks utendørs belsyning, komfyrvakt e.l. En del nyere panelovner vil ha mulighet for tilknytning til et slikt system, enten ved radiosender eller signal gjennom ledningene. Er det eldre panelovner kan det enten ettermonteres en styringsplugg, men sannsynligvis vil det lønne seg med en ny panelovn. Ta kontakt med elektriker for et prisoverslag.

#### **Typisk energibesparelser:**

Å dele opp boligen i temperatursoner ved hjelp av termostater kan redusere energibehovet til oppvarming med 10–15 %. Hvis man i tillegg tar i bruk temperatursenkingsautomatikk og tidsstyring, økes besparelsen til opptil 15–20 % av energien som går til oppvarming.

De enkleste "gjør det selv" pakkene koster fra 7000kr og oppover.

#### 4.4.3 Varmepipe

Installering av varmepipe er ett av enøktiltakene Enøketaten i Oslo anbefaler. Prinsippet er at vedovnen tilføres luft i sjakter ved pipa istedenfor fra rommet. Dermed blir det mindre trekk i rommet samtidig som man oppnår mer effektiv og ren forbrenning i vedovn. Tiltaket krever at man bygger om pipa. Det er svært vanskelig å anslå evt besparelser, men tiltaket kan være aktuelt om man bruker vedovn som primær oppvarmingskilde og samtidig har utført tetttiltak slik at bygget er mer lufttett. Om man ikke benytter vedfyring som hovedkilde til oppvarming, kan tiltaket ikke anbefales.


Mer info på [varmepipe.no](http://varmepipe.no).

#### 4.4.4 Pelletskamin

En pelletskamin kan tids- og termostatstyres og er derfor mer lettvinnt og potensielt mer økonomisk enn vedfyring om man ikke har tilgang på billig ved. Ettersom vedfyring ikke er primær oppvarmingskilde, vil det ikke være noen enøkgvinnt i et slikt tiltak.

#### 4.4.5 Luft-luft varmepumpe

En luft til luft varmepumpe er en rimelig installasjon som vil bruke under halvparten av strømmen til å gi samme varmeavgivelse som en panelovn. Varmepumpen bør dimensjoneres for underkant av 60% av oppvarmingsbehovet i kW for best driftsforhold og lønnsomhet. Det er flere forhold som bør vurderes nøye før installasjon, ikke minst **hensyn til naboer med tanke på støy** og estetikk. Følgende tabell fra enova.no gir eksempel på lønnsomheten. Det anbefales å lese deres kjøpsveileder før man evt kontakter en leverandør.



## Lønnsomhet

Lønnsomheten er i vesentlig grad knyttet til korrekt dimensjonering, utforming og drift av anlegget. Prisen på luftvarmepumpe inkludert installasjon kan variere vesentlig. Gode luftvarmepumper koster normalt fra 15.000 kroner, inkludert montering. Levetiden vil normalt være 10–15 år. Modeller som har tidsstyring med temperaturkontroll gir lavere strømforbruk enn de som bare har termostat.

Totalt energibehov [kWh/år]	Andel til oppvarming [kWh/år]	Besparelse * [kWh/år]	Besparelse** [kr/år]
10.000 kWh	5.500 kWh	1.900 kWh	kr 1.500
15.000 kWh	8.250 kWh	2.900 kWh	kr 2.300
20.000 kWh	11.000 kWh	3.900 kWh	kr 3.100
25.000 kWh	13.750 kWh	4.800 kWh	kr 3.900
30.000 kWh	16.500 kWh	5.800 kWh	kr 4.600
35.000 kWh	19.250 kWh	6.700 kWh	kr 5.400
40.000 kWh	22.000 kWh	7.700 kWh	kr 6.200

\* I dette eksemplet dekker luftvarmepumpen 60 % av det totale oppvarmingsbehovet. Det benyttes en gjennomsnittlig årsvarmefaktor for pumpen på 2,4.  
Lavere varmfaktor gir dårligere resultat. Høyere varmfaktor gir bedre resultat.

\*\* Ved 80 øre/kWh.

Det er viktig at varmepumpe ikke overdimensjoneres. Om energiforbruk er på 20 000kWh/år, hvorav 50% går til oppvarming, vil kun halvparten av dette igjen, ca 5000kWh gå med til f.eks stue da varmepumpa vil kun dekke en etasje. Besparelsene blir dermed i størrelsesorden 2-3000kWh/år.

Luft-luft varmepumper koster fra 15. 000kr og oppover. Vedlikeholdskostnader beregnes normalt til ca 1500kr annethvert år.

### 4.5 Tiltak på belysning og teknisk utstyr

Sparepærer har blitt svært vanlig å bruke såfremt ikke dimming eller armaturer umuliggjør det. Dette er et svært lønnsomt tiltak, særlig i kalde rom og uten-dørs. Ved oppussing bør det absolutt vurderes mer energieffektiv belysning.

Under følger noen regneeksempler fra Enova.no:

Sparepære 11W (samme lysutbytte som 60W glødelampe): Innkjøp: kr 50 $11 \text{ W} \times 10.000 \text{ timer} \times 1 \text{ kr/kWh} = \text{kr } 110$ Totalt: kr 160	Lyspære: Innkjøp: kr 20 (sparepærens levetid krever 4 vanlige lyspærer) Bruk: $60 \text{ W} \times 10.000 \text{ timer} \times 1 \text{ kr/kWh} = \text{kr } 600$ Totalt: kr 620 Besparelse kr 460 med sparepære.
LED-pære: Innkjøp: kr 350,- Bruk: $7 \text{ W} \times 45.000 \text{ timer} \times 1 \text{ kr/kWh} = \text{kr } 315,-$ Totalt: kr 665,-	Vanlig lyspære Innkjøp: kr 90,- (LED-pærens levetid krever 18 vanlige lyspærer) Bruk: $40 \text{ W} \times 45.000 \text{ timer} \times 1 \text{ kr/kWh} = \text{kr } 1.800,-$ Totalt: kr 1.890,-

	Besparelse med LED-pære: kr 1.225,-
--	-------------------------------------

Det kan og være aktuelt med behovsstyring av lys ved bevegelsesfølere eller fotocelle/dagslys for utendørs belysning:

Eks. garasje:

I dag med fotocelle: 5x28W x 12timer x 365 dager = 613 kWh/år

Med bevegelsesdeteksjon: mer enn halvert driftstid= 300 kWh/år.

Nyere hvitevarer er mer energieffektive enn eldre. Særlig med energimerkeordning for elektronisk utstyr har det vært et stort løft. Den årlige energibruken er imidlertid likevel såpass lav at en oppgradering ikke vil være inntjent på svært mange år. Skal du uansett kjøpe nytt kan følgende regneeksempel fra Enova bistå i valget:

<b>Kjøle-/fryseskap, kjøll: 200 liter, frys: 50 liter</b>		
B-merket	A++	Du sparer (kWh/år/kr)
406 kWh/år	177 kWh/år	229
<b>Fryseboks på 250 liter</b>		
D-merket	A++	Du sparer (kWh/år/kr)
573 kWh/år	177 kWh/år	396
<b>Kjøleskap på 200 liter</b>		
A-merket	A++	Du sparer (kWh/år/kr)
160 kWh/år	90 kWh/år	70
<b>TV (3 timers bruk/dag)</b>		
42 " plasma	32 " LCD	Du sparer (kWh/år/kr)
420 kWh/år	180 kWh/år	240
<b>Vaskemaskin (5 vask i uka)</b>		
Gammel	Ny, A-merket	Du sparer (kWh/år/kr)
460 kWh/år	200 kWh/år	260
<b>Tørketrommel (3 timer i uka)</b>		
Ny, C-merket	Ny, A-merket	Du sparer (kWh/år/kr)
600 kWh/år	375 kWh/år	225

(Strømpris brukt: 1 kr/kWh) <http://hjemme.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3239>

#### 4.6 Øvrige tiltak

De rimeligste enøk-tiltakene er endring av vaner. Under er en enkel huskeliste:

- Kjøkken: Kok mat med lokk og ikke kok opp mer vann enn du trenger. Lukk kjøleskapdøra. Fyll oppvaskmaskinen og ikke vask opp med rennende vann, men fyll kummen.
- Stue: Luft kort og effektivt istedenfor å ha vindu på gløtt. På den måten får friskuft uten at interiøret blir kjølt ned.
- Hold innetemperaturen på 19-22 °C. For hver grad du senker innetemperaturen, sparer du ca. 5% av kostnadene til oppvarming samtidig som du får et bedre innemiljø. Varmere luft vil gjøre at luften føles tørrere og reduserer bl.a konsentrasjonsevnen.
- Ikke la utstyr stå i "stand-by" modus og trekk ut ladere som ikke er i bruk.
- Slå av lys og varme i rom som ikke er i bruk og lukk døra.
- Bruk alltid tidsur når du bruker motorvarmer. En motorvarmer trenger ikke stå på mer enn maks. 2 timer.

### 5 Enovas tilskuddsordning for husholdninger

Enovas tilskuddsordning for husholdninger omfatter produkter for alternativ oppvarming og reduksjon av strømforbruket. Tiltak støttes med opp mot 20% av investeringskostnadene. Søknad sendes inn på nettsidene: [www.enova.no/hjemme](http://www.enova.no/hjemme). Følgende tiltak er støtteberettiget:

- Pelletskamin. Forventet kostnad: 15 000-35 000kr, støttes med opptil 4000kr.
- Pelletskjel (krever vannbåren oppvarming): Forventet kostnad: 50-100 000kr, støttes med opptil 10 000kr.
- Væske-vann varmepumpe (bergvarmepumpe) (krever vannbåren oppvarming): Forventet kostnad: 120 000kr +, støttes med opptil 10 000kr.
- Luft-vann varmepumpe (krever vannbåren oppvarming): Forventet kostnad: 60-100 000kr, støttes med opptil 10 000kr.
- Sentralt styringssystem: Panelovner og annet oppvarmingsutstyr kan ikke inkluderes i kostnadene, støttes med opptil 4000kr.
- Solfanger: Anlegg for tappevann koster fra 30 000 kroner og oppover, og støttes med opptil 10 000kr.

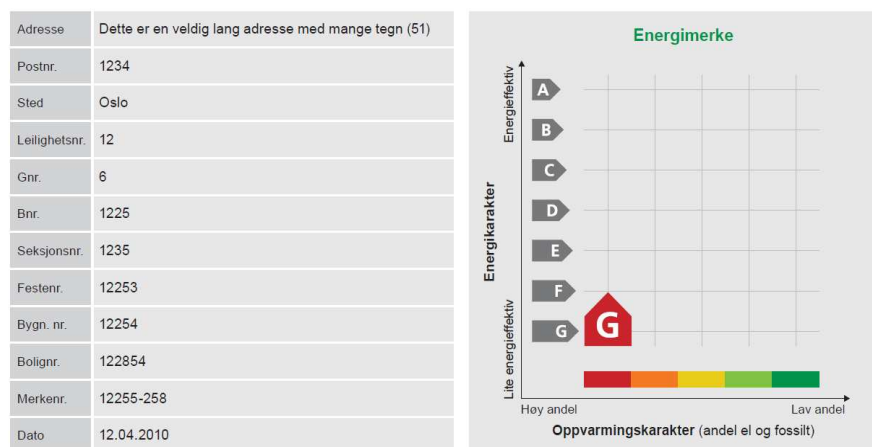
- Oppgradering til Passivhusnivå: Enova støtter både bygging av og rehabilitering til passivhus og lavenergi bolig. Støtten inkluderer rådgiving og kan maksimalt utgjøre 60 % av merkostnadene. For rehabilitering er merkostnaden ca. kr 1.500 og støtten på opp til kr 700 per kvadratmeter.
- Pelletskjel, luft-vann- og bergvarmepumpe er også støtteberettiget men krever at man har vannbåren oppvarming. (f.eks radiatoranlegg) og anses derfor som uaktuelle.

## 6 Energimerking av boliger

Alle som skal selge eller leie ut bolig som er større enn 50 m<sup>2</sup>, må etter 1. juli 2010 energimerke boligen og få en energiattest.

Energimerkingen kan hver boligeier foreta selv ved å logge inn på Altinn. Se [www.energimerking.no](http://www.energimerking.no) for veiledning. Man bør ta seg tid til å detaljert registrering for bedre kontroll med den informasjonen som registreres. Ved å bruke informasjon i denne rapporten, samt å få med utbedringer kan man oppnå et vesentlig bedre energimerke.

### ENERGIATTEST



Figur 2 Eksempel på energiattest med dårligst energi- og oppvarmingskarakter

## Referanser

*"Ny bruk av eldre bygninger; energi- og miljøutfordringer"*

Tor Helge Dokka & Inger Andresen, SINTEF bygg og miljø, avd. Arkitektur og byggteknikk.

*"Energiattestens tiltaksliste - Veiledning for næringsbyggerådgivere"*

Enova/Multiconsult, 2006

Huseierperm med prospekt, 1983

*"U-verdier "* Byggdetaljblad 417.009-016, Sintef Byggforsk, 2003.

*"Etterisolering av yttervegger av tre",* Byggdetaljblad 723.511 U-verdi yttervegg, Sintef Byggforsk, 2004.

Håndbok for Oslo kommunes støtteordning for enøktiltak, Oslo kommune Enøketaten, 2009.

Enovas hjemmesider, [www.enova.no](http://www.enova.no), 20.10.2011

SSB, Energistatistikk husholdninger.

<http://www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/tab-2011-04-19-03.html>

NVE's hjemmesider om Energimerking, [www.energimerking.no](http://www.energimerking.no), 20.10.2011

Energistatus,

[http://nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202011/Diverse%202011/NVE\\_Energistatus2011.pdf](http://nve.no/Global/Publikasjoner/Publikasjoner%202011/Diverse%202011/NVE_Energistatus2011.pdf)

NVE, 2011