

**Bærekraftig
klimaforbedring
av eldre hus**

Fagrapport

24.1.2019

Forord

Dokumentasjonsprosjektet «Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus» ble gjennomført av Fortidsminneforeningen i 2016. Prosjektet var støttet av Husbankens kompetansemidler og hadde en styringsgruppe bestående av Marte Boro fra Riksantikvaren, Vegard Heide fra Husbanken, Sigrid Murud fra Bygg og Bevar og Ola H Fjeldheim fra Fortidsminneforeningen. Prosjektet ble ledet av Dag Erlend Lohne Mohn fra insam as.

På bakgrunn av dokumentasjonsprosjektet ble det produsert og publisert en brosjyre rettet mot eiere av gamle hus, *Enøk i gamle hus* (Fortidsminneforeningen, 2017). Brosjyren gir råd om fire enkle tiltak til huseiere som ønsker å klimaforbedre sitt gamle hus. Rådene er basert på funn i dokumentasjonsprosjektet. Denne fagrapporten forklarer bakgrunnen for dokumentasjonsprosjektet og underbygger påstandene og de anbefalte tiltakene i brosjyren ved å vise til relevant dokumentasjon.

Rapporten er ment for dem som ønsker å fordype seg i temaet bærekraftig klimaforbedring av eldre hus, og dem som ønsker å vite mer om dokumentasjonen og begrunnelsene som ligger bak rådene, påstandene og tiltakene i brosjyra.

Oslo, 15. januar 2019

Innholdsfortegnelse

1.	Bakgrunn.....	3
	Kunnskapsgrunnlag	4
	Om modellhuset.....	4
2.	Om tiltakene	5
	Tiltak 1: Etterisolering (mot loft og kjeller).....	6
	Tiltak 2: Vinduer (oppgradering med varevinduer/innervinduer).....	9
	Tiltak 3: Tetting	12
	Tiltak 4: Temperaturstyring	13
3.	Totalvurdering energisparing - energibruk	13
4.	Konklusjoner og funn	15
5.	Kilder	16

1. Bakgrunn

Fokuset på energiøkonomisering i nye og eldre hus er i dag stort. Om lag en tredjedel av bolighusene i Norge er bygget før 1956 (SSB, 2013) og behovet for å energiøkonomisere bolighus fra denne perioden er derfor betydelig. Innenfor tematikken enøk gis det råd fra ulike hold. De fleste av disse fokuserer av forskjellige grunner på større inngrep og mer kompliserte tiltak, med tilhørende store kostnader og høy terskel for gjennomføring. Huseiere kan lett få inntrykk av at energiøkonomisering er dyrt og tidkrevende, og at de må gjøre mye for å få en effekt. Samtidig bekrefter Enovas potensial- og barrierestudie at blant de største hindrene for at huseiere iverksetter enøk-tiltak er manglende lønnsomhet og manglende motivasjon (Enova, 2012).

Det er også en økende oppmerksomhet rundt og anerkjennelse av betydningen av eksisterende/stående hus i dette bildet. Utslippsreduksjonen og reduksjonen i energibruk som disse husene kan bidra med er betydelig. Blant annet omtales dette i FN's klimapanelers hovedrapport fra 2014:

As buildings are very long-lived and a large proportion of the total building stock existing today will still exist in 2050 in developed countries, retrofitting the existing stock is key to a low-emission building sector. (Allen et al., 2014, s. 690)

Dette underbygger prosjektets rasjonale: vi kan ikke og kommer ikke til å bytte ut alle eksisterende bygninger med nye passivhus. Derfor er det nødvendig å gjennomføre tiltak på husene som allerede står, og å gjøre det på best mulig måte. En annen del av rasjonale var at det er større barrierer for å gjennomføre store tiltak enn for å gjennomføre små og mellomstore tiltak.

Prosjektet «Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus» var først og fremst en gjennomgang av eksisterende forskning og kunnskapsgrunnlag. Formålet var å sammenstille en pakke med tiltak for eiere av trehus fra før 1956. Det var også en sentral oppgave å undersøke om det er belegg for å hevde at gevinsten ved å energiøkonomisere eksisterende/stående hus er stor. At det mest bærekraftige er å ta vare på og forlenge levetiden til de husene vi allerede har, og se hvilken klimainnsats man kan gjøre med disse.

Utgangspunktet for dette prosjektet var at husene fra før 1956 (heretter kalt eldre hus) i all vesentlighet har en annen bygningsfysikk enn nyere hus. Det ble langt vanligere å isolere med materialer som krevde fuktsperre, og husene ble i større grad konstruert for dette. Materialene som ble benyttet til isolasjon hadde også andre

egenskaper enn tidligere. Nyere hus er tettere, slik at ventilasjon blir nødvendig. I 1956 økte Husbanken lånerammen for de som valgte å varmeisolere nye bygg. Dette førte til at andelen hus med isolasjon økte fra om lag 27% til 84% i perioden 1956-1959. (Skeie, 2014) Litt forenklet kan man si at før 1956 ble det benyttet andre bygningsteknikker og andre prinsipper for isolasjon og fuktvandring. Dette må man ta hensyn til ved energiøkonomisering i eldre hus. Faren for skader øker når det gjøres tiltak på eldre hus, og tiltak som forårsaker skader er ikke bærekraftige. For å redusere risikoen for fuktskader, råteskader og dårlig inneklime bør man gjøre tiltak som spiller på lag med husenes bygningsfysikk. Prosjektet «Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus» skulle undersøke om kunnskapen, produktene og metodene finnes, og påvise eventuelle mangler i kunnskapsgrunnlaget. Prosjektet skulle også sammenstille og gjøre tilgjengelig relevant kunnskap.

Et annet formål med prosjektet var å vurdere hva som totalt sett er mest effektiv klimaforbedring av husene fra før 1956, og formidle disse løsningene. Vi skulle se på mulighetene for å oppnå store effekter med relativt enkle tiltak og lave budsjetter. Hvis tilstrekkelig mange gjennomfører enklere tiltak vil det ha større effekt enn at få gjør store tiltak.

Kunnskapsgrunnlag

Prosjektet tok utgangspunkt i eksisterende kunnskapsgrunnlag knyttet til eldre hus og energiøkonomisering.

Boligene bygget før 1956 er avgjørende når det gjelder målsettinger om å få ned energiforbruket. Enovas potensial- og barrierestudie fra 2012 viser at potensialet for innsparinger i energiforbruket for boliger bygget før 1956 er på 8,31 tWh per år, noe som utgjør rundt 62% av samlet potensial for alle norske boliger (Enova, 2012, s. 29). Dette tekniske potensialet tar utgangspunkt i boligens totale energibruk og forutsetter en oppgradering til Tek 10-nivå.

Gjennomtenkte og skånsomme tiltak for energieffektivisering i eldre hus har stor effekt på reduksjon av energibruk, samtidig som man unngår at store kulturhistoriske verdier går tapt, eller å øke risikoen for skader påført av tiltakene. SINTEF-rapporten Energieffektivisering i eksisterende bygninger (Svensson, Haugen, Kalbakk & Gåsbak, 2012) dokumenterer dette. Denne rapporten går gjennom en rekke tiltak i forskjellige eldre hustyper, beregner tiltakenes effekt og hvordan arbeid med tiltakene påvirker huset.

Bruk av trefiberbaserte isolasjonsmaterialer har like gode isolasjons- og varmelagringsegenskaper som mineralull (Berge, 2007) (Byggforsk, 2004) og er totalt sett mer klimavennlige på grunn av lave utslipp i forbindelse med produksjon og trevirkets egenskaper med hensyn til lagring av karbon. At trefiberbaserte isolasjonsprodukter lagrer karbon gjør at dette materialet kommer godt ut i regnestykkene som beregner energibruk/co2-ekvivalenter. Dette er en etablert beregningsmetode, og dokumenteres og forklares tydelig i publikasjonen Isolere og lagre CO₂, utarbeidet av Civitas. (Selvig E, 2017)

En forutsetning som er benyttet i beregningene i arbeidet er bruk av Nordisk elmiks. Dette er en metode for å regne ut klimafotavtrykket knyttet til forbruk av elektrisitet i Norge, som tar hensyn til at Norge er en integrert del av det nordiske kraftmarkedet.

LCA (livsløpsanalyse) er en metode for å beregne miljøbelastning gjennom hele livsløpet til et produkt eller en tjeneste. Fra utvinning av råvare, produksjon, transport, bruksfase og avhending. I dette prosjektet har vi tatt med de mest relevante delene av livsløpet (vugge til port), da det er små eller ingen utslipp knyttet til avhending av materialene som er benyttet, bygget er ment å vare lenge, materialene kan gjenbrukes, trenger ikke deponeres.

Om modellhuset

Alle hus fra perioden vi her tar for oss er forskjellige, men for å kunne gjøre vurderinger, sammenligninger og effektmålinger av tiltak har vi benyttet et modellhus. Modellhuset er et slags gjennomsnittshus fra perioden. Huset er i bindingsverk og har kledning i tre. Det har opprinnelig ingen eller liten grad av isolasjon, bortsett fra stubbloftsleire i bjelkelag mot loft og kjeller. Huset er frittstående og er bygget i to etasjer. Det har kaldt kjeller og kaldt loft og et samlet oppvarmet areal på BRA 146m². 74% av boligen er oppvarmet til en temperatur på 21

grader. De resterende 26% har en temperatur på 10 grader. Ut i fra husets opprinnelige egenskaper er det beregnet et varmetap på de forskjellige flatene og bygningsdelene og en viss tetthet. Til sammen kalkuleres det at huset har et årlig energiforbruk (til oppvarming, teknisk utstyr, tappevann og belysning) på 44082 kWh (Entelligens, 2017).

Vi har tatt utgangspunkt i vurderinger gjort i Lars Myhres doktoravhandling ved NTH (Myhre, 1995), og tall fra SSB om norske boliger. Det samme huset er også benyttet i Enovas potensial- og barrierestudie (Enova, 2012).

Eneboliger	>1956	1956-70	1971-80	1981-90	1991-2000	2001-10
BRA per enhet	146	146	152	181	159	168
Antall enheter per bygg	1	1	1	1	1	1
lengde x bredde	8.86x8.24	8.76x8.35	10.8x7.01	13.85x8.70	12.48x8.52	13.11x8.52
Etasjer	2	2	2	1.5	1.5	1.5
Takhøyde	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4
U-verdi for konstruksjonen (original/ delvis oppgradert)						
Vegger	0,96/0,39	0,5/0,33	0,41/0,29	0,28/0,22	0,28/0,21	0,21/0,16
Gulv, etasjeskille	0,6/0,27	0,28/0,18	0,36	0,18/0,15	0,25	0,15
Tak/himling	0,81/0,31	0,33/0,20	0,20/0,16	0,22/0,16	0,18/0,15	0,14/0,13
Vinduer	2.6	2.6	2.6	2.2	2	1.6
Dører	2.5	2.5	2	2	2	1.6
Innetemperatur						
Oppvarmet del av bolig %	74%	82%	82%	86%	86%	86%
Uoppvarmet del av bolig %	26%	18%	18%	14%	14%	14%
Temperatur oppvarmet del	21	21	21	21	21	21
Temperatur uoppvarmet del	10	10	10	10	15	15
Gjennomsnitt	19.44	19.92	19.92	20.16	20.16	20.16
Luftutskifting	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5
Vindusorientering						
Sør-Vest-Øst-Nord	35-35-20-10					
Andel av BRA	20%	15%	15%	15%	15%	15%

Modellhuset (kolonnen til venstre) og egenskaper ved dette, hentet fra bakgrunnsrapport 1/3 til Potensial- og barrierestudie - energieffektivisering av norske boliger (Enova 2012)

Prosjektet har tatt for seg en kategori bolig som er utbredt i Norge, men funnene i prosjektet og tiltakene beskrevet i brosjyren har likevel gyldighet for andre typer boliger, spesielt trehus, med annen konstruksjon eller med flere boenheter.

2. Om tiltakene

I prosjektet var det ønskelig å finne de tiltakene som ga mest mulig effekt, uten at de medførte for omfattende inngrep i bygget. Det skulle også være en relativt lav terskel for gjennomføring. Gjennom litteraturstudier og diskusjoner i styringsgruppa ble det valgt ut fire tiltak som etter prosjektet ble presentert i brosjyra «Enøk i gamle hus», utgitt våren 2017. Tiltakene som ble presentert var som følger:

1. Etterisolering (mot loft og kjeller)
2. Vinduer (oppgradering med varevinduer/innervinduer)
3. Tetting (begrensning av varmelekkasjer rundt vinduer, dører, overganger vegg-tak og lignende)

4. Temperaturstyring (natt- og/eller dagsenking)

Tiltakene er definert som små og mellomstore, sammenlignet med tiltak som krever en større inngripen i bygningen og bygningsfysikken og hvor selve tiltaket blir mer omfattende når det gjelder arbeidsmengde og kostnader. I denne sammenhengen er *større tiltak* enten betydelig dyrere, krever en langt større arbeidsmengde, eller medfører større utslipp. Eksempler på dette kan være:

- Etterisolering av vegger (utføring, utskifting av kledning, innføring av fuktsperre m.m.)
- Utskifting av vinduer (til lavenergivinduer) og dører

Etterisolering av yttervegger vil i de aller fleste tilfeller kreve demontering og bytting av utvendig kledning, samt utføring for å få plass til isolasjon. Et slikt tiltak vil også føre til at veggen blir stående lenger ut enn vinduer og grunnmur, noe som igjen vil kunne føre til merarbeid. Tatt i betraktning hvor omfattende prosess isolering av yttervegger krever, er isolering mot loft og kjeller å regne som et mellomstort tiltak, sammenlignet med isolering av yttervegger.

Lav skaderisiko gir bedre bærekraft. I dette prosjektet er det et vesentlig poeng at tiltakene som ble presentert er forbundet med lav skaderisiko. Dette fordi skader som oppstår på grunn av innføring av tiltak med uegnede metoder eller produkter medfører et behov for større utskiftninger og inngrep som igjen fører til nye og større utslipp. Dessuten har små og mellomstore tiltak i seg selv en lavere skaderisiko enn store tiltak.

Innblåsing i hulrom i yttervegg-konstruksjoner (uten å fjerne/skifte kledning) er et tiltak som er utelatt da det medfører økt risiko for fuktskader og malingsavflassing. Dette på grunn av at utvendig kledning vil bli kaldere, og fare for at isolasjonen blir fuktig ved nedbør (Svensson et al., 2012, s. 23).

Til sammenligning kan Enova gi støtte til «oppgradering av bygningskroppen» noe som forutsetter «...at du har etterisolert boligens yttervegger, tak og grunnmur, skiftet ut vinduer og ytterdører, i tillegg til at du gjenvinner varme i ventilasjonsluft.» (Enova, 2018). Med andre ord fordrer støtten fra Enova at huseiere gjennomfører mange og omfattende tiltak.

Tiltak knyttet til oppvarming, utskifting av varmekilder og lignende er ikke en del av dette prosjektet, men kan likevel ha stor betydning for den totale energibruken og klima-avtrykket i et hus. Det kan også påvirke effekten av de forskjellige tiltakene Dette er ikke tatt med for å begrense omfanget av prosjektet, som orienterer seg mot tiltak for å redusere oppvarmingsbehov.

Vi har valgt å behandle etterisolering mot loft og kjeller som ett samlet tiltak, men det vil forekomme situasjoner hvor det kun er aktuelt å gjøre tiltak på ett av de to stedene. Uavhengig om dette utføres mot loft eller mot kjeller så er omfanget av tiltakene relativt like og energibesparelsen relativt lik.

Tiltak 1: Etterisolering (mot loft og kjeller)

Utgangspunkt

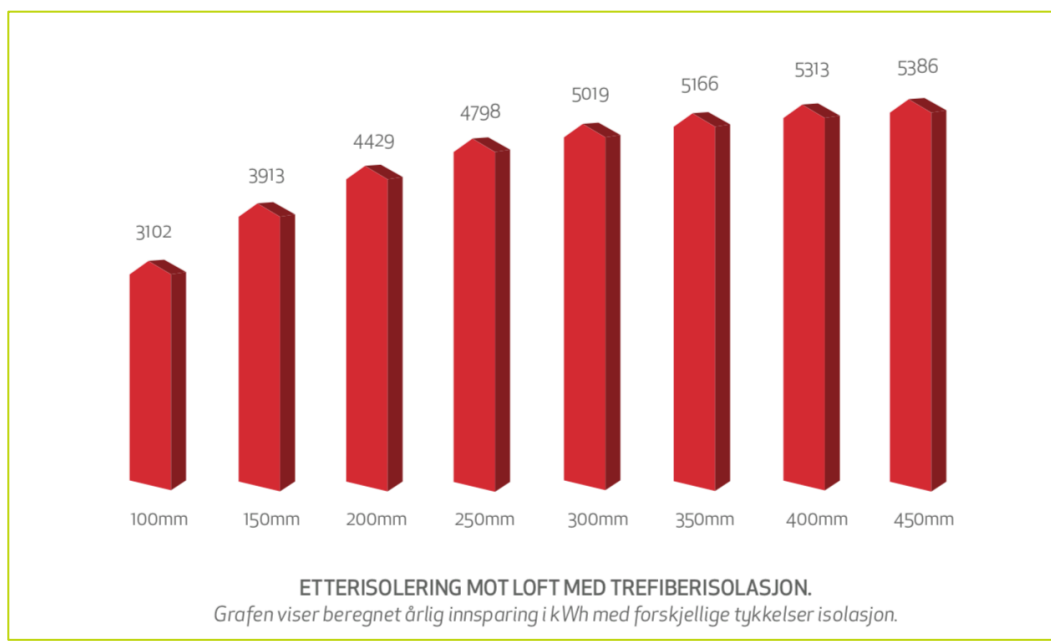
Modellhuset er i etasjeskillene ikke isolert med annet enn stubbloftsleire. Mot kaldloft er det tatt utgangspunkt i en U-verdi på $u=0,81$, mot uoppvarmet kjeller er dette tallet $u=0,61$.

Effekt og isolasjonstykkelse

Effekten av isolering mot loft og kjeller er stor. Fordelingen av varmetap på et tungt bindingsverkshus er beregnet i SINTEF-rapporten Energieffektivisering i eksisterende bygninger. (Svensson et al., 2012). Her er varmetapstallet for forskjellige elementer av bygget fordelt. Tak (loft) og gulv (kjeller) til sammen har et varmetap på 28%.

Basert på beregninger gjort av energirådgiverne i Entelligens AS har vi kommet fram til at innsparingspotensialet er klart størst ved de første 20 cm. (Entelligens, 2017) Dette er i brosjyren beskrevet slik:

Det er ikke et stort poeng å legge tykke lag. Den klart største innsparingen skjer ved de første 20 cm. Deretter avtar effekten ganske kraftig. (Fortidsminneforeningen, 2017)

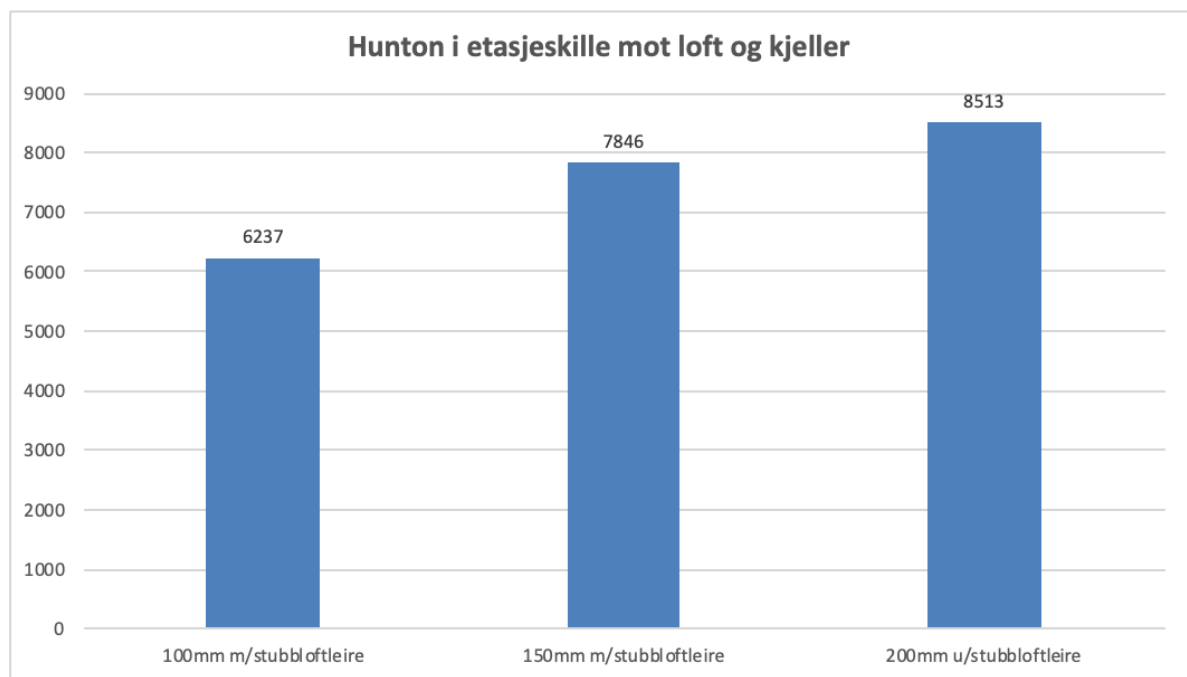


Illustrasjon fra Enøk i gamle hus.

Dette er også dokumentert i andre undersøkelser og beregninger. Blant annet kommer dette fram i arbeidet til Søren Vadstrup i Passivhus Norden:

The first 10 cm insulation material provides nearly 90% savings. So more than 10-15 cm of insulation material in walls, floors or roofs, does not pay – regarding energy or economy. (Vadstrup, 2015)

Spørsmålet om tykkelse på isolasjonslaget avhenger også av hva det faktisk er plass til.



Loft og kjeller: Beregnet årlig innsparing i kWh med forskjellige tykkelser isolasjon, med og uten stubbløftleire.

Et mellomstort tiltak

Dette tiltaket er definert som mellomstort, da det i de fleste tilfeller ikke forutsetter større inngrep. Tiltaket kan gjennomføres ved å fylle eksisterende hulrom med egnet isolasjonsmateriale. Ofte kan dette gjøres uten å komme i konflikt med gulvkonstruksjoner og uten å heve bjelkelag eller gjøre andre større inngrep.

Isolasjonsmaterialer

I brosjyren *Enøk i gamle hus* heter det blant annet:

Skal du etterisolere et gammelt hus er det klokt å ta hensyn til hvordan huset er bygget og hva slags materialer som er brukt. Derfor anbefaler vi å bruke isolasjonsmaterialer som har samme egenskaper som materialene i huset for øvrig. Da bryter man ikke opp husets opprinnelige logikk og fysikk, men spiller heller på lag med dette. Derfor anbefaler vi på det varmeste trebaserte eller andre naturbaserte isolasjonsmaterialer. (Fortidsminneforeningen, 2017, s. 6)

Og:

Enkelt forklart virker disse materialene på samme måte som treverket i huset ellers. De tar til seg fuktighet som produseres i huset, og de slipper den ut igjen. Dermed kan behovet for dampsperre reduseres, slik at det kan være tilstrekkelig med en dampbrems, eller det er nok dampbremsing i eksisterende tapeter, plater o.l. (Fortidsminneforeningen, 2017, s. 6)

Dette er begrunnet med blant annet funnene i masteroppgaven til Erik Lunde ved NTNU, hvor det er gjort mye arbeid med simuleringer og sammenligninger av fuktforhold i trefiberisolasjon, og fukttransport i konstruksjoner hvor trefiberisolasjon er benyttet. Her konkluderes det blant annet med følgende:

Trefiberisolasjonen er mindre avhengig av innvendig dampsperre. Trefiberisolasjon klarer seg minst like bra som mineralull under de testede klimabelastningene. Den er ikke like avhengig av tett innvendig dampbrems som mineralull. (Lunde, 2014, s. 16, 16)

Dette bekreftes også av Bjørn Berge i *Isolasjonsmaterialer av trevirke* (Berge, 2007, s. 16) Videre heter det i *Enøk i gamle hus* (Fortidsminneforeningen, 2017, s. 6):

Disse isolasjonsmaterialene har omtrent like god isolasjonseffekt som de mer vanlige glassvatt- og steinullproduktene, men de har også egenskaper i forhold til fukt som passer bedre inn i gamle hus.

Isolasjonseffekten til forskjellige isolasjonsprodukter er dokumentert i en rekke rapporter og undersøkelser og i produsentenes egne datablader, tekniske godkjenninger og varedeklarasjoner (epd, TG og lignende). Isolasjonsevnen måles i varmekonduktivitet. Denne viser seg å være tilnærmet like bra i trefiberbaserte isolasjonsprodukter som i mineralull-produkter (Berge, 2007, s. 7), (Byggforsk, 2004) Et annet moment er at varmekapasiteten (varmelagringsevnen) i trefiberbaserte isolasjonsprodukter er høyere enn i konvensjonelle isolasjonsprodukter, noe som beskytter mot overoppheting om sommeren og dermed reduserer behovet for kjøling/aircondition. (Berge, 2007)

Klimaregnskapet

Trebasert isolasjon er også et klimavennlig valg sammenlignet med isolasjonsprodukter basert på mineralull. Dette underbygges hovedsakelig av tre hovedargumenter.

1. Utslippene og energibruken ved produksjon av trefiberisolasjon er lave.

Dette er dokumentert i produsentenes miljødeklarasjoner (epd), som er utarbeidet etter gitte standarder. Isocell (EPD, 2014), Glava glassull (Glava, 2012), Rockwool mineralull (Rockwool, 2013). De forskjellige produsentenes data er sammenstilt i flere rapporter, blant annet i livssyklus (LCA)- sammenligningen til Jonas Holme/SINTEF (Holme, 2014, s. 6) I forbindelse med prosjektet «Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus» har dette også blitt sammenstilt av Entelligens (Entelligens, 2017, s. 17).

2. Produktene er laget av en fornybar råvare som lagrer karbon
3. Produktene er enkle å resirkulere med lave utslipp og kostnader

Beregningsmodell for forholdet mellom karbonopptak og utslipp for trebaserte isolasjonsmaterialer kan for eksempel leses i SINTEF-rapport Fag 23 (Schlanbusch, 2014, s. 10) Råvaren er restprodukter/avfallsprodukter fra trelastproduksjon (Hunton m.fl.) og resirkulert avisepapir (Isofiber m.fl.)

I Norge er i dag markedsandelene til de trebaserte isolasjonsproduktene foreløpig lave, men ved et større volum og en økt produksjon er det sannsynlig at energibruk og utslipp ved produksjon vil bli enda lavere. Hunton har i 2018 satt i gang produksjon lokalt i Norge (Gjøvik) og leverer norskprodusert trefiberisolasjon fra og med i år. Nye oppdaterte epd-er fra det norske produksjonsmiljøet vil bli presentert i løpet av 2019.

Det norske markedet for trefiberbasert isolasjon er som nevnt lite, beregnet av AS Hunton til ca. 0,5% av totalmarkedet for isolasjon. Det er også relativt få produsenter og produkter tilgjengelig i Norge. For å kvalitetssikre at prosjektet hadde en god nok tilgang til produktdokumentasjon og miljødeklarasjoner innenfor produktområdet trefiberisolasjon ble det også gjort undersøkelser innenfor det svenske, tyske og østerrikske markedet, som er langt mer modent enn det norske. Arbeidet var rettet mot både isolasjonsevne og energibruk ved produksjon. Oppdraget med gjennomgang av dokumentasjon og kunnskapsgrunnlag i forskjellige databaser for bygningsmaterialer i Tyskland og Østerrike ble utført av Dorina S. Dobnig for insam as på vegne av Fortidsminneforeningen, og sammenstilt i en rapport. (Dobnig, 2016)

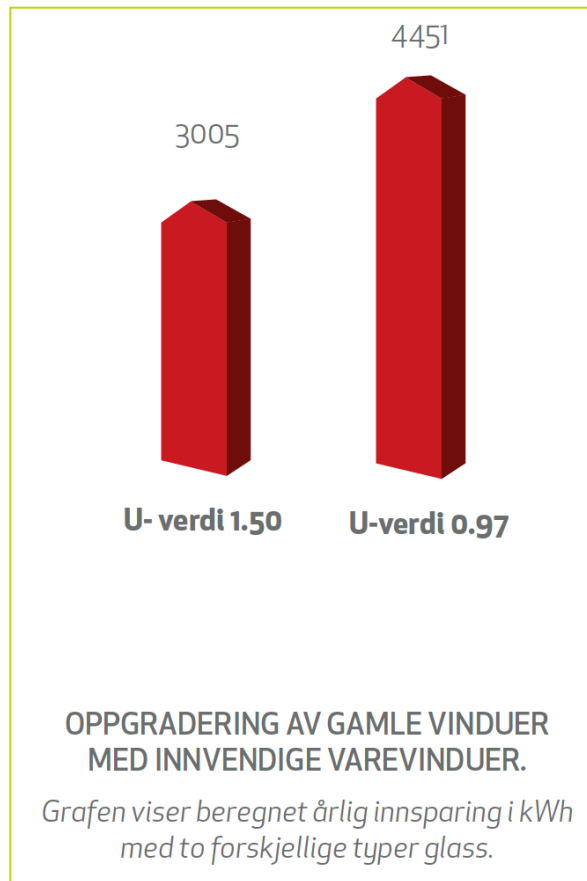
Tiltak 2: Vinduer (oppgradering med varevinduer/innervinduer)

Utgangspunkt

I modellhuset er det tatt utgangspunkt i vinduer med gamle innervinduer, med en U-verdi på $u=2,6$. I bygninger hvor det kun er enkle vinduer vil dette være enda lavere, $u=4,6$. Hvis det i utgangspunktet kun er enkle vinduer vil en oppgradering av vinduene gi en enda større besparelse.

Effekt

Utskifting av vinduer til moderne lavenergivinduer er et svært utbredt tiltak når eldre boliger skal moderniseres og der man ønsker et varmere og tettere hus. Dette er ofte begrunnet med at en stor del av varmetapet foregår gjennom vinduer og dører, beregnet til å utgjøre hele 18% av et typisk hus fra denne perioden (Svensson et al., 2012).



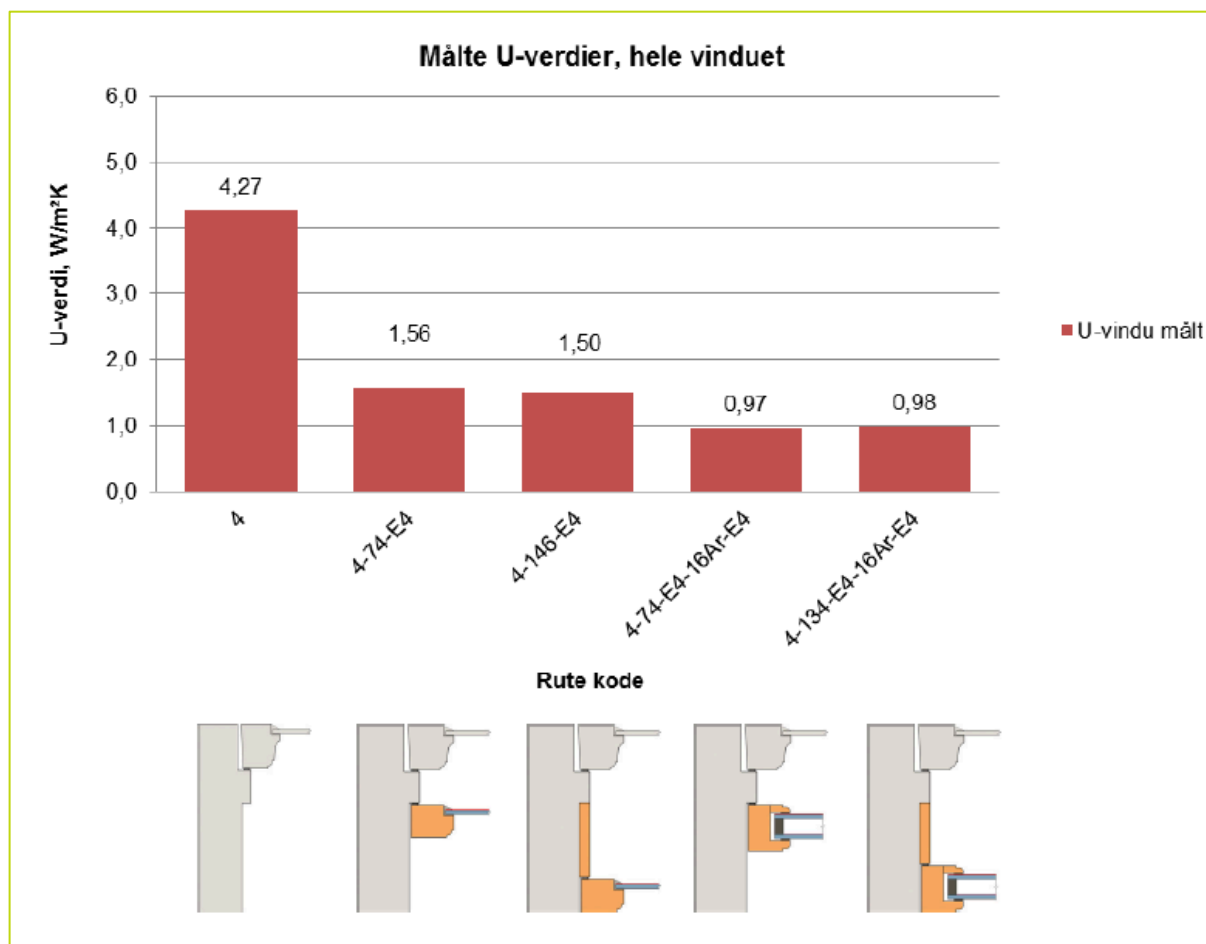
Illustrasjon fra Enøk i gamle hus

Å oppgradere eksisterende (bevaringsverdige) vinduer i eldre hus har vært praksis i mange år for mange av dem som har ønsket å ta vare på så mye som mulig av opprinnelige bygningsdeler. Den mest energieffektive metoden å gjøre dette på, som samtidig bevarer autentiske kvaliteter er å installere varevinduer (innervinduer), eventuelt å oppgradere opprinnelige varevinduer. Vi har beregnet effekten av en oppgradering med to forskjellige typer glass i varevinduene, det ene med et-lags energiglass med lavemisjonsbelegg ($u=1,5$) det andre med 2-lags isolerglass med lavemisjonsbelegg ($u=0,97$). Det har av flere blitt utført grundige målinger og analyser av effekten av dette og lignende tiltak, blant annet i SINTEF-rapporten Energieffektive bevaringsverdige vinduer, hvor det blant annet heter:

Ved å montere en innvendig vareramme med riktig rute kan U-verdien til et utbedret vindu bli minst like lav som for et nytt vindu med samme antall lag glass. Midt på ruten blir U-verdien litt høyere i et utbedret, gammelt vindu fordi ett av hulrommene er fylt med luft i stedet for argon, men dette ekstra varmetapet blir mer enn oppveid av at U-verdien til karm-/ramme-delen blir lavere i et vindu med vareramme enn i et nytt vindu med vanlige rammer. Årsaken til denne positive karm-/ramme-effekten er at avstanden mellom innvendig og utvendig glassoverflate blir større i et vindu med vareramme enn i et nytt vindu med vanlig, enkel ramme. Det medfører at varmen får en lengre vei å gå gjennom karm og ramme.

(Homb & Uvsløkk, 2012, s. 5)

De varmetekniske fordelene med varevinduer og lavemisjonsglass er også beskrevet av Søren Vadstrup i Center for bygningsbevaring i Danmark (Vadstrup, 2010).



Figur fra «Energieffektive bevaringsverdige vinduer» (Sintef 2012). Illustrasjonen viser U-verdi for forskjellige vindusløsninger: Kun originalvindu uten varevindu lengst til venstre, deretter originalvindu med to forskjellige glasstyper i varevinduet, og to forskjellige avstander mellom varevindu og originalvindu.

Et mellomstort tiltak

En oppgradering til varevinduer med energiglass/isolerglass i eksisterende, bevaringsverdige vinduer er å anse som et middels stort tiltak, da det i liten grad blir behov for å gjøre endringer på lysåpning, innramming etc. Det vil si at inngrepet i huset er lite, og det vil være lite behov for utskifting av andre materialer i sammenheng med oppgraderingen. Oppgraderingen kan utføres uavhengig av om det har vært varevinduer fra før av. Det er hensiktsmessig at vinduene for øvrig er i relativt god stand, hvis ikke bør de restaureres for å sikre enda lengre levetid. Om det har vært varevinduer fra før av kan det vurderes å erstatte glasset i disse med energiglass/isolerglass, hvis konstruksjonen tillater dette.

Klimaregnskapet

For å vurdere klimaeffekten må produksjonen av varevinduer og energibruken forbundet med dette med i regnestykket. Prosjektet fant ikke dokumentasjon på dette i eksisterende kunnskapsgrunnlag i det norske markedet. Det var mulig å finne LCAer og EPDer for nye (hele) vinduer, men ikke for varevinduer alene. Det ble derfor bestilt en livsløpsvurdering/LCA fra Norsk Treteknisk Institutt. (Tellnes, 2017) Denne rapporten ble utarbeidet og ble benyttet som grunnlag i beregningene gjort i prosjektet. Rapporten tok for seg to typer varevinduer, med både 1- og 2- lags glass. I beregningene gjort i prosjektet ble det tatt utgangspunkt i 2-lags vinduer. I dokumentasjonsarbeidet utført i det tyske og østerrikske arbeidet (Dobnig, 2016) ble det funnet dokumentasjon på energibruken til flere typer varevinduer. Både disse og beregningene til Norsk Treteknisk Institutt viser at utslipp knyttet til varevinduer i et vugge til port-perspektiv er lavere enn ved å skifte ut hele vinduene. Dette er sammenlignet med flere av de store vindusprodusentene på det norske markedet. (Entelligens, 2017)

Tiltak 3: Tetting

Utgangspunkt

Luftlekkasje/tetthet måles i oms/h, og i modellhuset er denne satt til å være 8 oms/h. I realiteten vil denne ofte være langt høyere, og dermed vil også effekten av tiltak være høyere enn hva eksemplet i brosyren viser.

Effekt

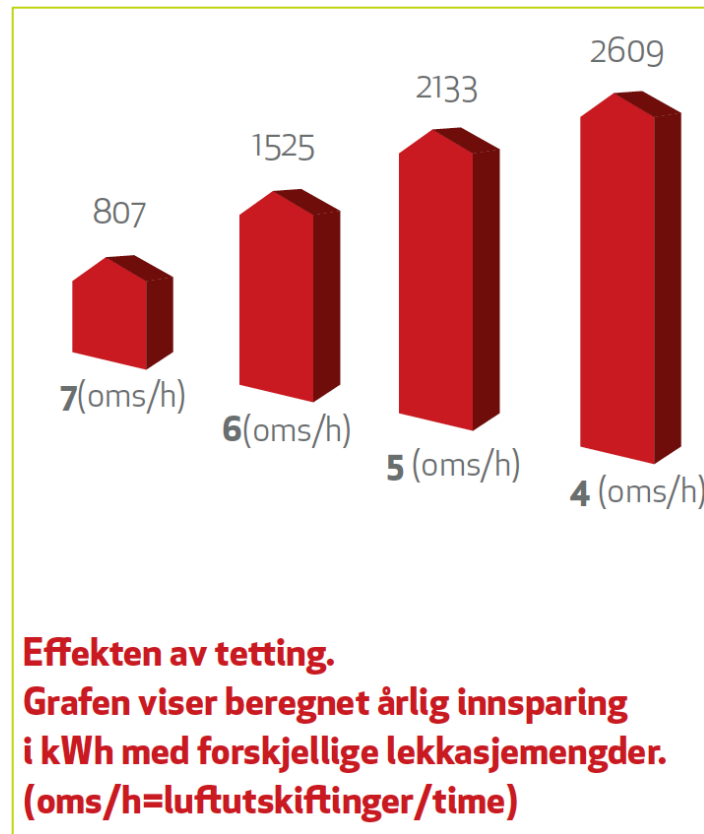
Tetting av overganger mellom vindu og vegg, dør og vegg, vegg og gulv, veg og tak med mer er et tiltak som har god effekt. Tetting med vindsperre på innersiden av kledning på yttervegger er også et effektivt tiltak hvis kledningen likevel skal demonteres. Tiltaket reduserer luftlekkasjen i bygningen, noe som har stor innvirkning på varmetap og energibehov til oppvarming. I tillegg kan tetting redusere trekk/øke termisk komfort i bygningen, og det kan bidra til at isolasjon fungerer bedre ved å redusere luftutskiftning i isolasjonen. Effekten av dette er dokumentert godt i SINTEF-rapporten Energieffektivisering i eksisterende bygninger (Svensson et al., 2012, s. 45) Utover dette påvirker også tetting adferd, siden mindre trekk gir mindre følelse av kulde, og dermed mindre behov for å oppjustere varmekilder.

Et lite og enkelt tiltak

Tiltak med tetting av overganger mellom bygningsdeler (se over) er relativt enkelt, og kan utføres uten store inngrep i boligen og uten omfattende prosjektering og planlegging. For svært mange huseiere vil det være aktuelt å utføre dette tiltaket selv. Termofotografering, med eller uten trykktesting vil bidra til å gjøre tiltaket mer målrettet, ved å finne ut hvor store lekkasjene er og hvor lekkasjene er størst. Dette er tiltak som normalt sett vil bli utført av fagfolk. Likevel faller dette tiltaket etter vår vurdering inn i kategorien lite, da det er ingen behov for utskiftning av materialer, lave kostnader og liten arbeidsmengde.

Klimaregnskapet

Mengden materialer som går med til tetting er svært begrenset. Hvis man i tillegg benytter organiske materialer (lin, ull, trefiber eller lignende) vil utslippet være minimalt sammenlignet med effekten. I klimaregnskapet for prosjektet Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus er utslippene satt til 0. Effekten av tetting måles i luftlekkasje sett opp mot reduksjon av energibruk, og vises i grafene under. Utgangspunktet er 8 oms/h. Eldre hus har imidlertid ofte større utetthet enn dette, potensialet for innsparing er da tilsvarende større.



Illustrasjon fra Enøk i gamle hus

Tiltak 4: Temperaturstyring

Effekt

Forskjellige hustyper har svært forskjellig effekt av temperaturstyring. Sintef har beregnet dette til å ligge mellom 4% og 14% innsparing i energibruk på forskjellige boligtyper. (Svensson et al., 2012) Dette ved å senke temperaturen fra 21 til 19 grader om natten. I vårt prosjekt er det to former for tiltak som har blitt vurdert på modellhuset, nattsinking (4 timer), dagsinking (5 timer) eller begge deler (9 timer). Som et utgangspunkt vil det være forbundet med lav risiko å senke temperaturen de delene av døgnet boligen ikke benyttes, eller man sover. Hvis temperaturen senkes betydelig kan det oppstå fare for dannelse av kondens. Det er derfor ikke å anbefale.

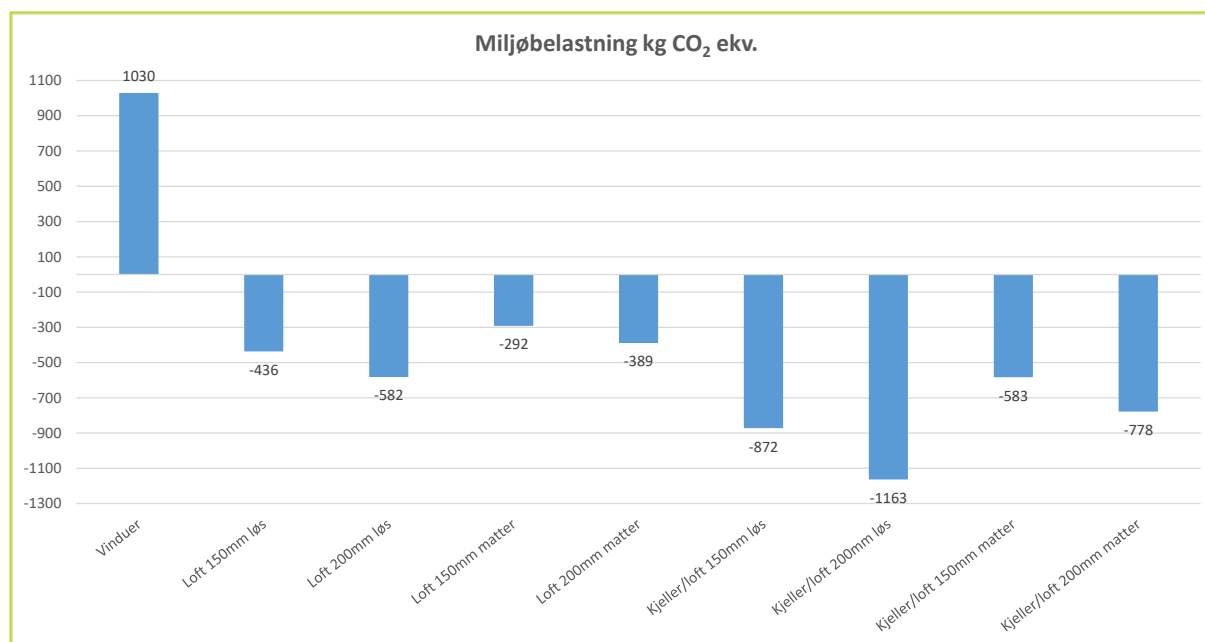
Tiltaket

Dette er et svært enkelt og lite tiltak. Det krever ingen eller få ombygginger. Hvis man ønsker å etablere et avansert system for temperaturstyring kan det kreve noen investeringer, men mange varmekilder har allerede i dag muligheter for døgnstyring.

3. Totalvurdering energisparing - energibruk

På modellhuset var det beregnet et årlig forbruk av energi (oppvarming, teknisk utstyr, tappevann og belysning) på 44 082 kWh. Ved innføring av samtlige tiltak (200mm isolasjon, varevinduer med $u=0,97$, tetting til 4 oms/h og natt/dag-sinking) vil beregnet forbruk kunne reduseres årlig med 18040 kWh. Hvis kun to tiltak innføres med de «enkleste» løsningene (150mm isolasjon og varevinduer med $u=1,50$) er den årlige innsparingen beregnet til 10820 kWh.

Hvilke tiltak som gjennomføres vil variere fra hus til hus. I brosjyren (Fortidsminneforeningen, 2017) viser vi noen eksempler på kombinasjoner av tiltak og hvor stor innsparing disse fører til sammen. Vi har også gjennomført beregninger av miljøpåvirkning ved innføring av samtlige anbefalte tiltak i modellhuset.



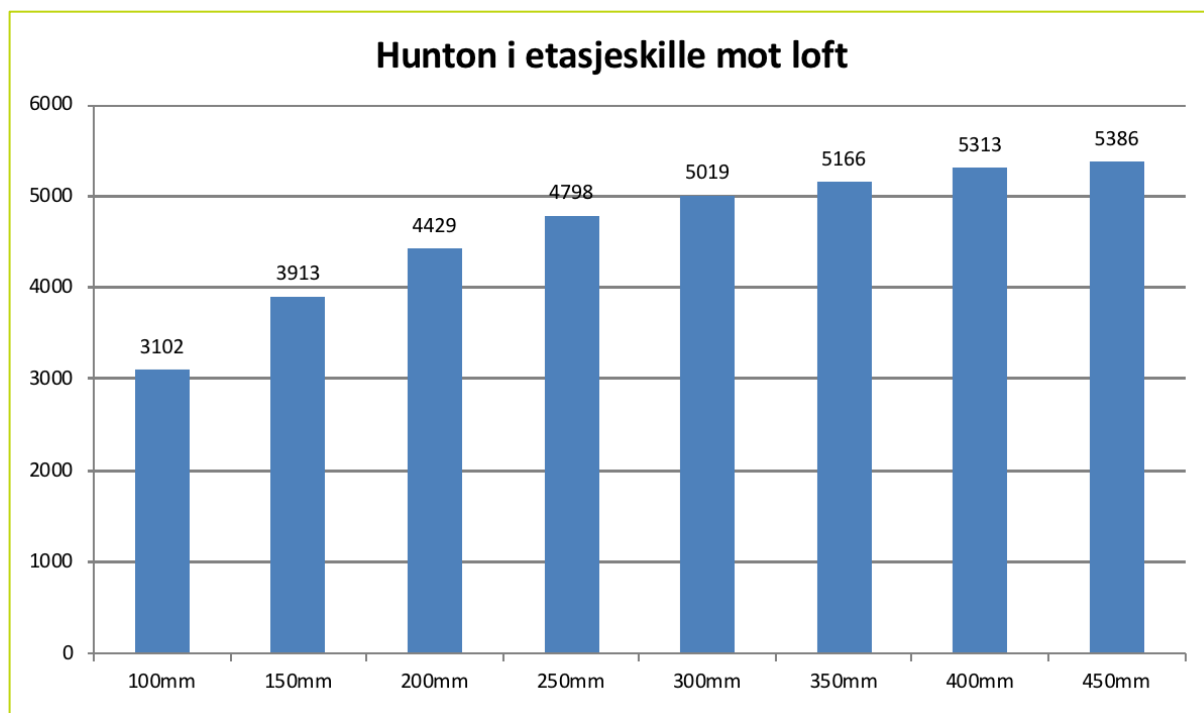
Miljøbelastning i kg CO₂-ekvivalenter knyttet til etablering av varevinduer (lengst til venstre) og forskjellige tykkelser med trefiberisolasjon. Trefiberisolasjonen har som vi ser negativ belastning (karbonfangst).

Vi velger å ha med karbonfangsten man oppnår ved bruk av trefiberbaserte isolasjonsmaterialer siden dette er en etablert beregningsmetode som i størst mulig grad reflekterer utslippsbildet for tiltakene. Det faglige grunnlaget for denne beregningsmetoden med opptak og utslipp er dokumentert i Norsk Standards NS-EN 16485:2014, Tømmer og skurlast – Miljødeklarasjoner (StandardNorge, 2014) og NS-EN 15804:2012, Bærekraftige byggverk – Miljødeklarasjoner. (StandardNorge, 2012). Beregningsmetoden for mengden karbon i treverk er utført i henhold til NS-EN 16449:2014 Tre og trebaserte produkter – Beregning av biogent karboninnhold i tre og omdanning til karbondioksid.

En vesentlig fordel med disse tiltakene er at de fungerer raskt. Gevinsten i reduksjon kommer med en gang, ikke etter mange år. Betydningen av raske reduksjoner framheves av FNs klimapanel som svært viktig for å redusere risikoen for å overstige togradersmålet.

Beregningene basert på metoden over er benyttet i utregningen som er utført av Entelligens viser at tiltakene som foreslås i prosjektet i et utslippsperspektiv kommer svært positivt ut. Dette med en isolasjonstykkelse på 200mm i etasjeskiller mot loft og kjeller. Det vil si at energibruken knyttet til produksjon av vinduer og isolasjonsmaterialer omregnet i co₂-ekvivalenter er mindre enn karbonfangsten som bruken av trefiberbasert isolasjon medfører. (Entelligens, 2017)

Ved bruken av denne typen isolasjonsmaterialer vil karbonfangsten være større jo tykkere lag isolasjon man benytter. Likevel anbefaler vi 200mm som et utgangspunkt, siden den største delen av energisparingen i huset skjer ved de første 200mm isolasjon, deretter flater effekten ut. Samtidig er 200mm ofte enkelt å installere i et hus uten at tiltaket blir stort. Se illustrasjon under.



Besparelse i kWh/år med ulike isolasjonstykkelser i etasjeskille mot loft. (Entelligens, 2017)

4. Konklusjoner og funn

- Små og mellomstore tiltak på eldre hus bidrar til omfattende reduksjon i energibruk og utslippsreduksjon, spesielt i et livsløpsperspektiv.
- Klimaregnskapet for de anbefalte tiltakene i «Enøk i gamle hus» gir totalt sett en utslippsreduksjon, **allerede før innsparing i bruksperioden starter**, grunnet lav energibruk ved produksjon og karbonfangst i materialene.
- Utslippsreduksjonen ved innføring av disse tiltakene kommer raskt. Slike tiltak er viktig for å redusere faren for å nå togradersmålet i følge FNs klimapanel.
- Det er en lavere terskel (økonomi og arbeidsmengde) for å gjennomføre små og mellomstore tiltak, det er dermed mer realistisk at dette faktisk blir utført og det er sannsynlig at flere vil utføre tiltakene. Effektene vil derfor være mulig å oppnå på kortere sikt enn hva som er mulig med de mer omfattende og kostbare tiltakene.
- Hvis mange gjør små og mellomstore tiltak på eldre hus vil dette ha en større effekt på utslipp og energi i et samfunnsperspektiv enn om noen få gjør omfattende tiltak. Det er en mindre barriere for gjennomføring av små og mellomstore tiltak, noe som kan bety at flere vil gjennomføre disse.
- Ved å gjennomføre tiltakene og materialbruken som er foreslått i «Enøk i gamle hus» vil man redusere skaderisikoen som energiøkonomisering ellers kan føre til. Grunnen til dette er at eldre hus har en annen bygningsfysikk enn man finner i nyere hus, og tiltakene i brosjyra tar hensyn til dette.
- Den største innsparingen i energibruk ved etterisolering skjer ved de første 200mm isolasjon i etasjeskillere mot loft og kjeller. Denne tykkelsen fører også i mindre grad til behov for større endringer på bygningen enn

tykkere lag.

- Det er behov for mer kunnskap om skaderisiko forbundet med forskjellige typer isolasjonsmaterialer og hvordan disse påvirker eldre hus. Spesielt gjelder dette kondens-, fukt- og råteproblematikk knyttet til etterisolering i eksisterende konstruksjoner.

5. Kilder

- Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J. A., ... Dubash, N. K. (2014). IPCC fifth assessment synthesis report-climate change 2014 synthesis report.
- Berge, B. (2007). *Isolasjonsmaterialer av trevirke*. Gaia Lista.
- Byggforsk. (2004). 573.344 *Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper*. SINTEF.
- Dobnig, D. S. (2016). *Energibruk i produktfasen*. insam as (for Fortidsminneforeningen). <https://fortidsminneforeningen.no/fagstoff>
- Enova. (2012). *Potensial- og barrierestudie - Energieffektivisering i norske bygg* (Enova rapport 2012:01).
- Enova. (2018). Kriterier for støtte til oppgradering av bygningskroppen Hentet fra https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/2CD651B143F24F94B35093642F677872.pdf&filename=Kriterier%20for%20st%C3%B8tte%20til%20oppgradering%20av%20bygningkroppen.pdf
- Entelligens. (2017). *Bærekraftig energieffektivisering av eldre boliger*. Oslo. <https://fortidsminneforeningen.no/fagstoff>
- EPD, B. (2014). *Isocell Blown insulation made of cellulose fibre Isocell*. Bau EPD GmbH.
- Fortidsminneforeningen. (2017). *Enøk i gamle hus*. <https://fortidsminneforeningen.no/fagstoff>
- Glava, A. (2012). *EPD for Glava glassul*. Epd-norge.
- Holme, J. (2014). *Trefiberisolasjojn - miljøvennlig og fuktteknisk godt alternativ?* Innlegg presentert ved Norsk bygningsfysikkdag 2014.
- Homb, A. & Uvsløkk, S. (2012). *Energieffektive bevaringsverdige vinduer. Målinger og beregninger. Rapport*. <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/176832>
- Lunde, E. (2014). *Trefiberbasert isolasjon i bindingsverksvegger*. NTNU.
- Myhre, L. (1995). *Some environmental and economic aspects of energy saving measures in houses* University of Trondheim The Norwegian Institute of Technology Thesis for the Degree of Doctor of Engineering.
- Rockwool, A. (2013). *epd for Rockwool isolering*.
- Schlanbusch, R. M. F., S. Sørnes, K. Kristjansdottir, T. (2014). *Energi- og klimagassanalyse av isolasjonsmaterialer*. SINTEF.
- Selvig E, L. T. (2017). *Isolere og lagre co2*. Civitas. https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/isolereoglagreco2_web.pdf
- Skeie, K., Lien, Risholt. (2014). *Energiplan - tre trinn for tre epoker*. SINTEF Byggforsk.
- SSB. (2013). Boliger, tabellnummer 06266. I. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/06266>
- StandardNorge. (2012). *NS-EN 15804:2012*.
- StandardNorge. (2014). *NS-EN 16485:2014*
- Svensson, A., Haugen, A., Kalbakk, T. & Gåsbak, J. (2012). *Energieffektivisering i eksisterende bygninger*. SINTEF. <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/176814>
- Tellnes, L. G. F. (2017). *Oppdragsrapport LCA Varevindu*. Norsk Treteknisk Institutt.
- Vadstrup, S. (2010). *Energiforbedring av gamle vinduer*. Center for bygningsbevaring i Raadvad.
- Vadstrup, S. (2015). *Sustainable energy improvement of old buildings*. Passivhus Norden.

Vedlegg: *Enøk i gamle hus*, Fortidsminneforeningen (2017)



FORTIDSMINNEFORENINGEN

ENØK I GAMLE HUS

**Anbefalt
tiltaksplan
for huseiere**





Empire-villa fra Kolbjørnsvik, Hisøy i Arendal

Det gamle og klimavennlige huset

- fire anbefalte tiltak

*Hvorfor skal du ta vare på det gamle huset?
Fordi det er vakkert, fordi det er ekte, fordi det har høy kvalitet og fordi det forteller en historie. Men ikke bare derfor. Det er også klimavennlig å gjenbruke et gammelt hus. Det har allerede gjort nytte for seg i mange tiår, og det har potensiale for å gjøre nytte for seg i enda flere år.
Dette har vi tenkt å hjelpe deg med.*

For at ditt gamle hus skal være så klimavennlig, bruksvennlig, komfortabelt og økonomisk som mulig kan det være lurt å gjøre noen grep. Gamle hus må som kjent behandles litt annerledes enn nyere hus. Det gjelder ikke bare for hvordan du vedlikeholder og restaurerer, men også hvordan du gjør huset mer klimavennlig. Hvordan du gjør enøk-tiltak. Det betyr ikke at det blir vanskeligere, dyrere eller at arbeidet blir mer omfattende. Egentlig tvert i mot. Men du bør bruke litt andre metoder og litt andre materialer. Men først og fremst er det viktig at du blir kjent med huset, velger de rette tiltakene, de som spiller på lag med huset og slik det opprinnelig er bygget.

Fortidsminneforeningen har gjort undersøkelser som viser at effekten av små og mellomstore tiltak er stor. Effekten måles i innsparing i energibruk, i økt komfort og i reduserte utslipp av klimagasser. Dette er også de tiltakene som krever minst av deg som huseier, siden de er forholdsvis enkle å gjennomføre og forholdsvis rimelige. Og ikke minst: Dette

er tiltak som totalt sett gir god gevinst for klimaet. Samtidig er disse tiltakene skånsomme med ditt gamle hus, og hjelper deg med å beholde så mye som mulig av det opprinnelige. Du bytter ut så lite som mulig og tilfører så lite nytt som mulig. Det er først da vi kan kalle det virkelig gjenbruk.

Her skal vi gi deg anbefalinger om hvilke tiltak du bør velge og forklare hvorfor vi anbefaler akkurat disse. Større tiltak som krever store mengder materialer og som gjør at du må bytte ut mange bygningsdeler kan være lite klimavennlig. Produksjon og frakt av materialer koster miljøet store utslipp, og dette måler vi opp mot hvor mye du vil spare miljøet i form av redusert energibruk. Vi har tatt med dette perspektivet for å vise at små og mellomstore energitiltak ofte er det mest klimavennlige du kan gjøre med gamle hus. Samtidig vet vi at denne typen tiltak også er det beste for bevaring av huset, redusere skaderisikoen og din økonomi.

INGEN HUS ER LIKE

Alle husprosjekter er forskjellige og utgangspunktene er aldri helt like. I mange tilfeller er det allerede gjort endringer. Noen steder kan det allerede være etterisolert, vinduene er kanskje nye eller kledningen er byttet ut. Derfor vil valgene du tar som huseier også være avhengig av hva som er gjort fra før av. Vi tar utgangspunkt i et "urørt" gammelt hus – som ikke er modernisert. Under de forskjellige tiltakene vil du finne beskrivelser av hva som kan være klokt å gjøre hvis utgangspunktet ditt er annerledes.

Beregningene tar utgangspunkt i et "typisk" gammelt hus. Det er bygget før 1956 og det er konstruert i tungt bindingsverk. Huset har konstruksjon og kledning i tre. Huset har en kvadratisk grunnflate og det har et samlet oppvarmet areal på BRA 146m². Andre typer hus kan ha egenskaper som gjør at du må velge annerledes. Dette vil vi fortelle om under hvert tiltak. Likevel vil mange av tiltakene her være aktuelle for mange andre hustyper.

KJENN DITT HUS

Noe av det viktigste du som huseier bør gjøre før du setter i gang tiltak er å ha bodd der en periode. Du bør også finne ut hva som er gjort av tiltak tidligere og om det er problemer med fukt eller råte i bygningen. Du bør rett og slett bli kjent med ditt hus. Vurderingen kan du gjøre selv eller du kan leie inn en bygningsvernskonsulent. Dette er ofte vel anvendte penger.

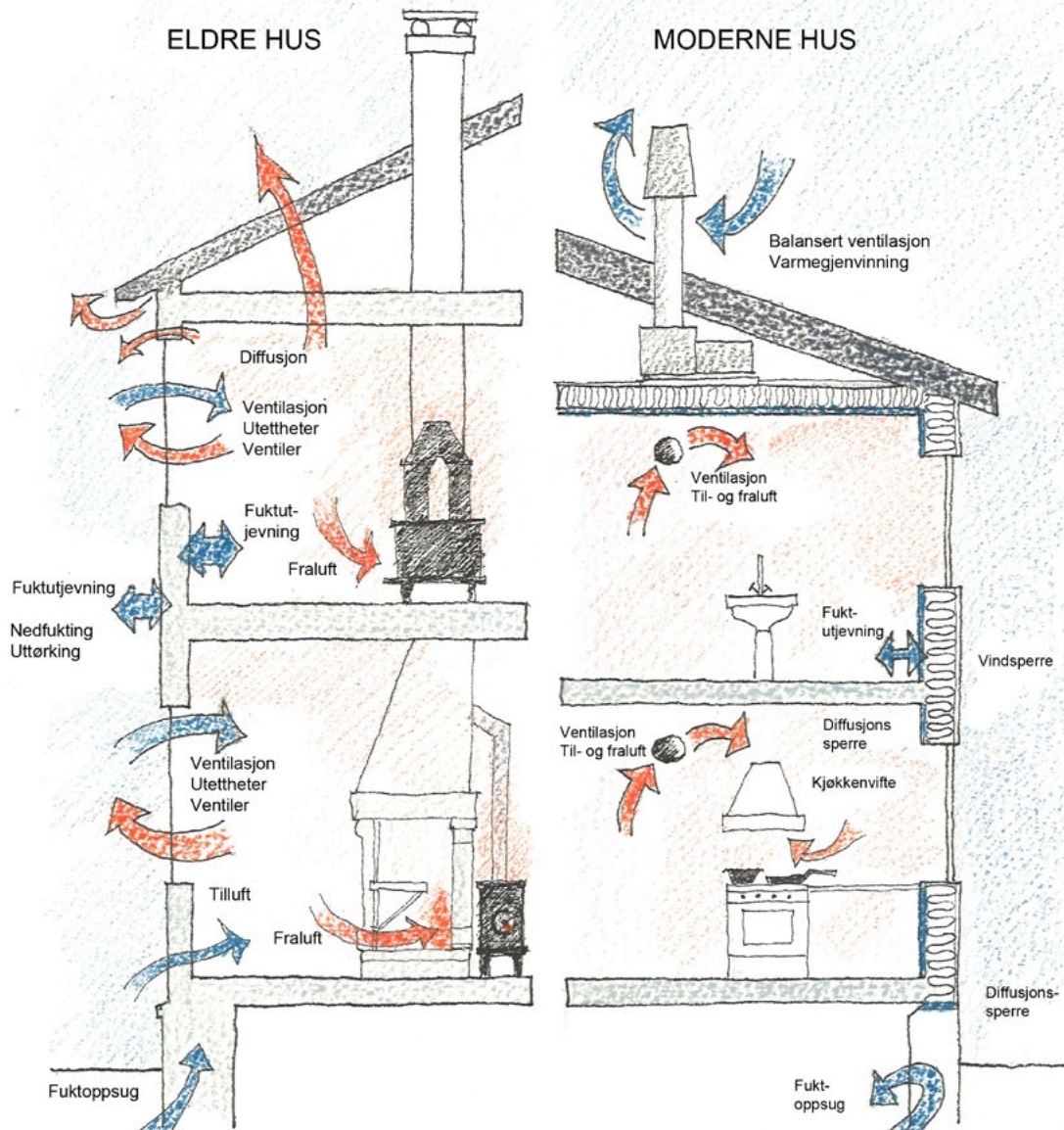
HVORDAN VIRKER HUSET?

For å forstå hvorfor gamle hus skal behandles litt annerledes er det lurt å sette seg litt inn i hvordan huset fungerer.

Fuktigheten som skapes inni huset må slippe ut, samtidig som vi ønsker at huset skal være så vindtett som mulig. Mange snakker om at hus «puster», og dette er litt forvirrende fordi ordet brukes om 2 ulike ting: Det ene er diffusjon, altså at dampmolekyler går sakte gjennom et lufttett materiale, som papir, papp, sponplater o.l. Dette tilsvarer at damp slipper ut gjennom en god vindtett bomullsankerak (men ikke gjennom diffusjonstett regntøy).

«Pustende» kan også bli brukt om en luftstrøm gjennom en vegg som ikke er vindtett, gjennom hele flater eller utette punkter. Dette tilsvarer luftstrømmen gjennom en genser. Både hus og folk som er ute en vinterdag har behov for god vindtetting, men vel å merke med diffusjonsåpne materialer.

Tiltakene man gjør i et gammelt hus må derfor spille på lag med hvordan huset fungerer. Hvis det innføres materialer eller teknikker på en måte som ikke er tilpasset gamle hus kan man få økt risiko for fukt- og råteskader. Det viktigste er å forstå litt om prinsippene for hvordan luft, varme og fuktighet beveger seg gjennom et hus. Figuren på neste side viser hovedprinsippene for dette.



Hovedprinsipper for fukt- og luftbevegelser i et eldre hus og et moderne hus.
Tegnet av Marte Boro, Riksantikvaren.



Skånsom etterisolering av glassveranda med trefiberisolasjon i plater.

ANBEFALTE TILTAK

1

ETTERISOLERING

Gamle hus har som regel ikke isolasjon i vegger, tak og gulv på den måten de fleste forbinder med isolasjon i dag. Enkelte hus kan ha leire, sagflis eller andre materialer fra gammelt av, men det var ikke før på slutten av 1950-tallet at det ble vanlig med mineralull i norske hus. Først da startet man å konstruere husene med tanke på å ha plass til denne typen isolasjon, og med tanke på hvordan dette påvirket luft- og fuktstrømmer.

MATERIALER

Skal du etterisolere et gammelt hus er det klokt å ta hensyn til hvordan huset er bygget og hva slags materialer som er brukt. Derfor anbefaler vi å bruke isolasjonsmaterialer som har samme egenskaper som materialene i huset for øvrig. Da bryter man ikke opp husets opprinnelige logikk og fysikk, men spiller heller på lag med dette. Derfor anbefaler vi på det varmeste trebaserte eller andre naturbaserte isolasjonsmaterialer. De vanligste er basert på tre eller lin. Det finnes mange produkter på markedet, både i matter/plater og til innblåsing. De trebaserte materialene er enten laget av gjenbrukt avisepapir eller av sagflis og andre restmaterialer fra treforedling. Disse isolasjonsmaterialene har omtrent like god isolasjonseffekt som de mer vanlige glassvatt- og steinullproduktene, men de har også egenskaper i

forhold til fukt som passer bedre inn i gamle hus. Enkelt forklart virker disse materialene på samme måte som treverket i huset ellers. De tar til seg fuktighet som produseres i huset, og de slipper den ut igjen. Dermed kan behovet for dampsperre reduseres, slik at det kan være tilstrekkelig med en dampbrems, eller det er nok dampbremsing i eksisterende tapeter, plater o.l.»

Trebasert isolasjon er også klimavennlig fordi produksjonen medfører små utslipp, dessuten innebærer bruk av tre lagring av karbon i bygget. Vi mener det er viktig å se på hele livsløpet knyttet til etterisolering og enøk i et gammelt hus. Bruk av trebasert isolasjon bidrar da sterkt til å bedre det totale klimaregnskapet for enøkprosjektet ditt.



Innblåsing av celluloseisolasjon i etasjeskiller (gulvet) mellom kjeller og første etasje. Her er det originale gulvet tatt skånsomt opp og skal på plass igjen etter innblåsing.

LOFT OG KJELLER – IKKE VEGGER

Den største effekten av etterisolering får du ved å isolere mot kaldloft og mot kjeller. I det som kalles etasjeskillerne. Det er også langt enklere å isolere mot loft og kjeller enn å isolere veggene. Hvis du skal etterisolere veggene vil du i de aller fleste tilfeller måtte ta av og bytte utvendig kledning og fore ut for å få plass til isolasjonen. Dette er en omfattende jobb som krever mye energi og materialbruk. Et slikt tiltak vil også ødelegge mye av husets verdi som kulturminne. Både fordi original eller gammel kledning er en svært viktig del av husets opprinnelige utseende, og fordi kvaliteten på den opprinnelige kledningen sannsynligvis er mye bedre enn en ny kledning som etterligner den gamle. Hvis du fører ut, isolerer og kler om på nytt, vil også veggene bli stående lenger ut

og endre husets karakter, du vil få utfordringer med tilpasning av vinduer, forholdet til grunnmuren, takutstikk osv.

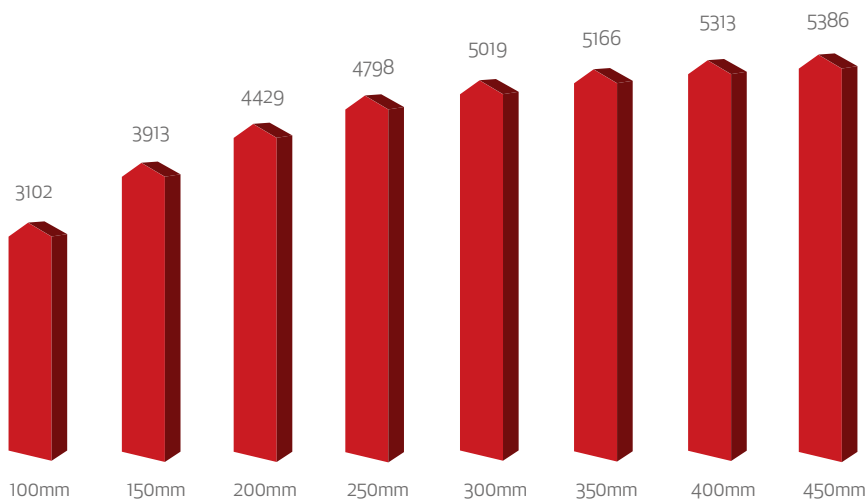
Derfor anbefaler vi å prioritere å legge trebasert isolasjon på loftet og mot kjeller. Det er ikke et stort poeng å legge tykke lag. Den klart største innsparingen skjer ved de første 20 cm. Deretter avtar effekten ganske kraftig. Se figuren på neste side. Tykkere lag kommer også lettere i konflikt med gulvkonstruksjonen på loftet, slik at det fort blir behov for å heve bjelkelaget og andre operasjoner. Dette blir en større jobb, økt materialbruk og større utgifter. Derfor anbefaler vi 20 cm som et utgangspunkt. Har du plass til mer kan du godt legge mer, men husk at du må ha god

plass til et luftskikt over isolasjonen. Om du velger matter eller løst/innblåst isolasjonsmateriale kommer an på hva som er mest egnet i akkurat ditt hus. Hør med produsenten eller leverandøren om dette.

I gulvet/etasjeskilleren mot kjeller vil det også være begrenset med plass, så en tykkelse begrenset til 20 cm vil ofte være fornuftig også her. Om man vil fjerne eventuell stubbloftsleire eller ikke er opp til deg, det kan være en omfattende operasjon og i mange

tilfeller får du plass til mye isolasjon over leira. Mange ganger er det mer hensiktsmessig å blåse inn isolasjonen løst, i stedet for å bryte opp og ødelegge et pent originalt gulv.

Når du isolerer mot kjeller kan det endre på temperatur- og fuktforholdene i kjelleren. Det vil bli kaldere og fuktigere. Derfor er det viktig å være sikker på at du har god nok utlufting og at du sikrer deg mot frost i vannrør.



ETTERISOLERING MOT LOFT MED TREFIBERISOLASJON.

Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh med forskjellige tykkelser isolasjon.

LES MER

Detaljerte beskrivelser for hvordan du utfører tiltaket, finner du for eksempel på byggogbevar.no, riksantikvaren.no, magasinet-norskehjem.no eller hos produsenter som Hunton eller CBI Norge. Disse kan også henvise deg til fagfolk som kan gjøre dette for deg hvis du ikke har tenkt å gjøre det selv.

ANDRE FORHOLD

Hvis du uansett skal bytte kledning fordi den du har ikke er original, eller fordi den er ødelagt (helt sikker på det?) kan det i større grad være aktuelt å samtidig isolere veggene. Vær fremdeles oppmerksom på hvordan dette kan endre husets karakter som nevnt tidligere.

2

VINDUER

En stor del av varmetapet fra et hus går gjennom vinduene.

En utbredt oppfatning er at den eneste løsningen på dette er å bytte ut opprinnelige vinduer til noen som er nye og tettere. Men de opprinnelige vinduene er en så viktig del av det gamle husets verdi, uttrykk og sjel, at vi må finne andre løsninger. De gamle vinduene holder ofte en høy kvalitet og kan i svært mange tilfeller repareres og restaureres. Heldigvis finnes det også gode muligheter for å oppgradere de gamle vinduene, slik at du både får energieffektive - og vakre vinduer i huset ditt.

LØSNINGEN ER VAREVINDUER

Mange eldre vinduer mangler varevinduer (innervinduer), eller har svært enkle varianter av dette. Den beste oppgraderingen du kan gjøre er å innstallere nye varevinduer inni de eksisterende vinduskarmene. Disse bør utføres med rammer som harmonerer med resten av vinduet, men du bør benytte moderne isolerglass og god tetting. Poenget er å få det så tett som mulig mellom inne og luftrommet mellom varevindu og yttervindu. Da unngår du også dugg- og fuktproblemer. Med en slik løsning kan du komme ned

på et varmetap som er like bra som nyere vinduer. Samtidig beholder du opprinnelige yttervinduer, og bevarer en vesentlig del av husets verdi som kulturminne. Dette er en velprøvd og etablert metode som har hatt store effekter for energibruken i mange gamle hus, uten at dette har ødelagt husets uttrykk. Varevinduene må spesialtilpasses ditt hus. De originale yttervinduene bør restaureres for å vare i enda flere år.



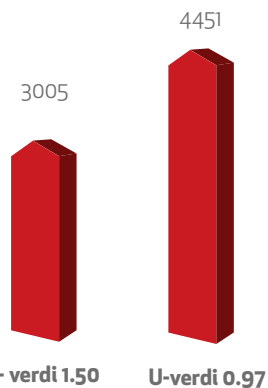
Smart oppgradering: Originalvindu med nytt varevindu koblet til det gamle.



Flott originalvindu med patina. Kan oppgraderes, men må ikke byttes ut.

LES MER

Mer informasjon om hvordan du går fram for å få laget nye varevinduer til ditt hus finner du for eksempel på byggogbevar.no, magasinet-norskehjem.no og riksantikvaren.no. Disse kan også henvise deg til fagfolk som har lang erfaring med akkurat dette, og med restaurering av gamle vinduer.



OPPGRADERING AV GAMLE VINDUER MED INNVENDIGE VAREVINDUER.

Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh med to forskjellige typer glass.

ANDRE FORHOLD

Hvis dine vinduer allerede er byttet ut vil ikke dette tiltaket være like aktuelt. Hvis du har vinduer i "feil" stilart og ønsker å bytte til noe som ligner mer på det opprinnelige vil vi anbefale å få laget vinduer i kvalitets-treverk med slanke profiler på rammer og sprosser. Benytt gjerne tradisjonelt utformede beslag, og unngå aluminiumslistor og plastbeslag.



Tetting med ull rundt gammel og flott dør.

3

TETTING

Alle gamle hus er litt lekk. Varm luft strømmer ut både her og der. I utgangspunktet kan utskifting av luft være bra, men som regel bør dette begrenses. Typiske steder hvor det er stor lekkasjer er rundt vinduer, rundt dører, og i overganger mellom gulv og vegg, og vegg og tak. Noen steder er det lett å komme til for å tette, andre steder kan det kreve demontering av listverk og lignende. Tetting er uansett en forholdsvis rimelig og enkel metode du kan bruke for å gjøre huset mer komfortabelt og mer klimavennlig.

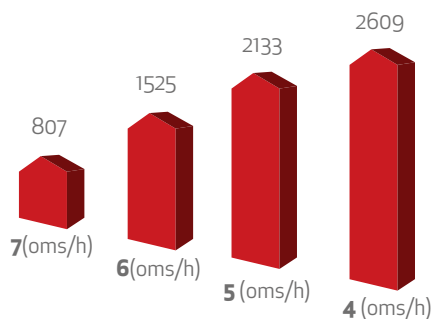
VIKTIG FORARBEID

Har du tenkt å gjøre større arbeider på huset er det klokt å ha med seg en plan for tetting underveis i prosjektet. Hvis du for eksempel skal ha av kledningen på huset vil det være klokt å benytte anledningen til å legge inn en vindsperre på innersiden av kledningen. Skal du uansett ha av listene rundt vinduer og dører bør du legge inn tettemateriale mellom vegg og karm. Her er det ofte lekkasjer.

Hvis du vil gå ekstra grundig til verks før du setter i gang kan du foreta trykktesting og termofotografering av huset ditt. Da finner du ut hvor store luftlekkasjer du har, og du kan måle nøyaktig hvor lekkasjen finner sted. I et større restaureringsprosjekt vil dette være vel anvendte penger.

Også for dette tiltaket gjelder det å spille på lag med ditt gamle hus. Bruk tettematerialer som er diffusjonsåpne, slik at fukt kan passere gjennom og ikke hopper seg opp. Bruk gjerne dyttestry av lin, ull, trefiber eller andre materialer. Og ikke stapp for hardt. Det skal også være plass til luft. Moderne vindsperre-duker er også diffusjonsåpne og enkle å arbeide med). Det finnes nå også svært god diffusjonsåpen bygg-tape.

Husk også at det på enkelte rom ikke må bli for tett. Dette gjelder spesielt på bad og kjøkken hvor det er nødvendig med ventilasjon/avtrekk.



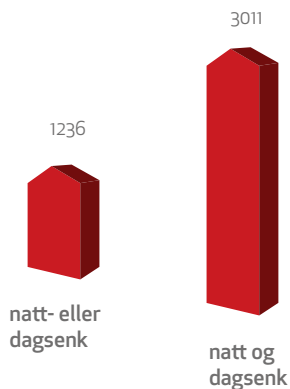
Effekten av tetting.
Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh med forskjellige lekkasjemengder. (oms/h=luftutskiftinger/time)

LES MER

Mer informasjon om hvordan du tetter ditt gamle hus finner du for eksempel på byggogbevar.no, magasinet-norskehjem.no og riksantikvaren.no.

4

TEMPERATURSTYRING



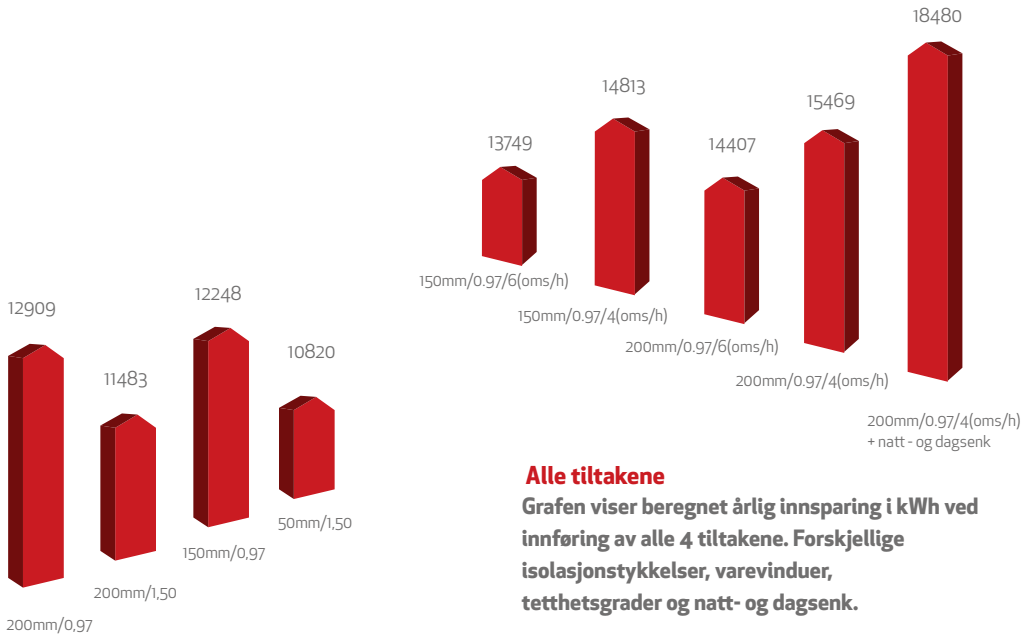
Effekten av temperaturstyring. Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh med natt-eller/og dagsenking.

Dette er også et enkelt tiltak som ikke krever store inngrep eller store kostnader. Det har også liten påvirkning på kulturminneverdiene. Vi ønsker oss komfort i huset, men vi trenger ikke samme temperatur i alle rom til enhver tid. De timene du sover, eller de timene du er på jobb kan temperaturen godt være en del lavere enn når du er våken og oppholder deg i rommene. Det er også mulig å ha forskjellige temperaturer i ulike soner av huset, avhengig av hvilke rom som benyttes til enhver tid.

Temperaturstyringen kan gjøres på forskjellige måter. De mest avanserte systemene styrer hele huset sentralt og vil kreve en del investering og arbeid. En del ovner og varmepumper har innebygde funksjoner for døgnstyring i selve ovnen, samt at det finnes tilleggsutstyr for styring av elektriske ovner.

Merk at laftede hus magasinerer både varme og kulde i veggene, og effekten av temperaturstyring vil derfor være mindre.

TOTAL INNSPARING



Etterisolering + varevinduer

Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh etter etterisolering mot loft og kjeller og oppgradering av gamle vinduer. Forskjellige isolasjonstykkelser og typer glass i vareinduene.

TOTAL INNSPARING

For noen kan det passe å gjøre alle tiltakene vi har nevnt over. For andre passer kanskje bare ett eller to. Uansett er det gode muligheter for å spare både miljøet og deg for energibruk. Her vil vi vise noen eksempler på beregnet innsparing hvis alle tiltakene innføres, og eksempler på hva du kan spare hvis to kombinerer flere av tiltakene. Vi tar hele veien utgangspunkt i modellhuset nevnt innledningsvis, så dette er kun beregninger. Hvor mye den enkelte husier vil spare vil variere.

Alle tiltakene

Grafen viser beregnet årlig innsparing i kWh ved innføring av alle 4 tiltakene. Forskjellige isolasjonstykkelser, varevinduer, tetthetsgrader og natt- og dagsenk.

MILJØPÅVIRKNING

Samlet miljøpåvirkning knyttet til disse tiltakene er svært lav. Mye av dette skyldes at vi anbefaler at det benyttes treverk som råmateriale når du etterisolerer. Tre er et naturbasert materiale og det er fornybart, og er dermed et av de aller mest klimavennlige isolasjonsmaterialene på markedet. Bærekraftig skogbruk bidrar til å fange karbon, og sørger for reduksjon av CO₂ i atmosfæren.

Vi regner altså med en større del av produktens livsløp når vi beregner disse tiltakenes klimapåvirkning. Ikke bare bruksfasen i huset, men også materialenes naturlige egenskaper i forhold til karbonfangst, produksjonsfasen og transport. Materialene, metodene og valgene av tiltak som beskrives her har egenskaper som gjør tiltakene svært klimavennlige, og er utslippsreducerende fra første dag i bruk.

Om denne brosjyren

Innholdet er basert på resultater fra dokumentasjonsprosjektet "Bærekraftig klimaforbedring av eldre hus" som ble gjennomført i regi av Fortidsminneforeningen i 2015 og 2016. Prosjektet er støttet av Husbankens kompetansemidler. Styringsgruppen har bestått av Marte Boro, Riksantikvaren, Vegard Heide, Husbanken, Sigrid Murud, Bygg og Bevar og Ola Fjeldheim, Fortidsminneforeningen. Beregninger av innsparingspotensiale er utført av Entelligens AS v/Bjørge Sandberg-Kristoffersen. Prosjektledelse ved insam as.

Les mer

Denne brosjyren er ment for å anbefale et utvalg av små og mellomstore tiltak, og for å inspirere til å gjøre riktige valg knyttet til energioptimering i gamle hus. Det finnes mye god informasjon hvis du ønsker å fordype deg i dette temaet. Vi vil spesielt anbefale disse publikasjonene, som alle er tilgjengelige på nett:

- Veileder: Råd om energisparing i gamle hus, Riksantikvaren v/Marte Boro (2013)
- Energiboken, Svenska byggnadsvårdsforeningen, (2011)
- "Energieffektivisering i eksisterende bygninger" Sintef-rapport for Riksantikvaren (2012)
- "Energieffektive bevaringsverdige vinduer", Sintef-rapport for Enova og Riksantikvaren (2012)
- Miljødeklarasjoner for tre og trebaserte produkter, Fokus på tre nr. 58, Treteknisk/Trefokus (2015)

fortidsminneforeningen.no

Alle foto: *Magasinet Norske Hjem/Frøyset*

Bildet på forsiden viser en sveitservilla på Torp i Fredrikstad. Huset på baksiden er Klokkergården i Eidsberg, Østfold.



FORTIDSMINNEFORENINGEN

