VEILEDER

RIKSANTIKVAREN

Råd om energisparing i gamle hus

Tittel:
Veileder
Råd om energisparing i gamle hus

© Riksantikvaren august 2013
www.ra.no

ISBN 978-82-75-74080-7 (PDF)
ISBN 978-82-75-74081-4 (trykt)

Design: Riksantikvaren

Tekst og bilder (der ikke annet er nevnt): Marte Boro, Riksantikvaren

INNHOLD

INTRODUKSJON
Gamle hus og energisparing..... 5
Husets premisser..... 5
Energisparing og reduksjon av klimabelastningene..... 5
Hvem er denne veilederen for?..... 5

FØR DU STARTER
Ta vare på de kulturhistoriske verdiene..... 6
Verneverdige bygg..... 6
Kulturhistorisk dokumentasjon..... 6
Prinsipper for å ta godt vare på gamle hus..... 6
Planlegging..... 8
Kravene i plan- og bygningsloven..... 8
Teknisk tilstandsvurdering..... 8
Standarder - anvisninger..... 8
Termografering..... 8
Tetthetstesting..... 8
Faren for bygningsfysiske skader og dårlig inneklima..... 10
Fukt og temperatur..... 10
Ventilasjon og inneklima..... 10
Belastninger fra klimaet..... 11
Dampsperre..... 11
Valg av materialer..... 12
Våningshus i Kvinesdal - tilbakeført i fordoms storhet og energieffektivisert 13

TILTAK FOR Å SPARE ENERGI
Prioritering av tiltak..... 14
Hvor slipper varmen ut?..... 14
Hvilke tiltak gir mest energisparing?..... 14
Temperaturstyring..... 16
Tetting..... 16
Isolering..... 18
Etterisolering av etasjeskiller mot kjeller..... 18
Etterisolering av etasjeskiller mot kaldt loft..... 20
Etterisolering av vegger..... 21
Vinduer..... 26
Hvorfor ta vare på vinduer..... 26
Ressursforbruk og levetid..... 26
Tetting..... 26
Bedre isolering..... 27
Nye vinduer..... 27
Isoleringsevne for ulike vindus- og glasstyper..... 28
Nye forskningsresultater..... 29

KILDE OG LITTERATURHENVISNINGER..... 30

Disse bygningene har knappe takutstikk og mange enkle arkitektoniske detaljer. Selv små endringer vil forandre dem slik at deres særegenhet går tapt. Ved utvendig etterisolering er det sannsynlig at de originale bygningsdelene i praksis blir erstattet med nye selv om man prøver å demontere dem for gjenbruk. Forholdet mellom takutstikk, veggflaten, vinduene, grunnmuren, trappene endres ved utvendig etterisolering.

INTRODUKSJON

GAMLE HUS OG ENERGISPARING

For å motvirke klimaendringene må vi redusere klimagassutslippene. Dette handler om å redusere energiforbruket og hvilken energikilde vi bruker. Men også om hvordan vi bruker husene våre har også stor betydning.

Ettersom klimabelastningene ved selve byggingen (produksjon av materialer, transport, bygging) allerede er tatt for gamle hus, representerer de en viktig ressurs som vi må fortsette å bruke. Godt vedlikehold og bruk av materialer og bygningsdeler med lang holdbarhet betyr at man ikke trenger å produsere og skifte ut bygningsdeler så ofte.

Det er fullt mulig å energieffektivisere verneverdige bygninger uten å ødelegge bygningens karakter og historie. Ofte kan det gjøres uten store kostnader, samtidig som utgiftene til oppvarming reduseres og komforten i huset forbedres.

HUSETS PREMISSER

For gamle hus er det ekstra viktig å gjennomføre energieffektiviseringstiltak på husets premisser. Store endringer av bevaringsverdige fasader og interiører bør vi unngå. Ennå viktigere er det å unngå tiltak som fører til fukt- og råteskader eller dårlig inneklima. Derfor er det viktig å forstå hvordan huset fungerer, og å være klar over konsekvensene av de ulike tiltakene.

Det fins ikke noen fasit på hva som er den beste løsningen når man skal gjennomføre energisparetiltak. Hvert hus har sin egenart både teknisk, arkitektonisk og bruksmessig, og må derfor vurderes individuelt. Ofte bør fagfolk med god kjennskap til tradisjonell bygningsteknologi, håndverk og bygningsfysikk kobles inn for å sikre at man gjennomfører de rette tiltakene på rett måte.

ENERGISPARING OG REDUKSJON AV KLIMABELASTNINGENE

Det er i dag sterk fokus på energibruk for å redusere belastningen på klimaet. For verneverdige bygg vil det ofte ikke være mulig å redusere energibruken slik at det tilsvarer nye bygg. Bruk av fornybar energi kan kompensere for dette, slik at byggene ikke belaster klimaet mer enn nye bygg.

Mange gamle hus varmes opp med vedfyring. Ved er en fornybar ressurs og regnes ikke med i CO_2 regnskapet. Det finnes også flere andre alternative oppvarmingskilder slik som jord- og bergvarme, pelletsfyring og solvarme.

HVEM ER DENNE VEILEDEREN FOR?

- Eiere og brukere av gamle hus
- Arkitekter og konsulenter
- Materialleverandører og håndverkere
- Saksbehandlere i kommuner og fylke

FØR DU STARTER

TA VARE PÅ DE KULTURHISTORISKE VERDIENE

Eldre bygninger forteller om historisk utvikling, om hvordan folk levde før, om tilgang til og bruk av ressurser, om eldre bygningsteknologi og materialbruk og om hva folk syntes var pent og praktisk. De er kilde til kunnskap og opplevelser, og har ofte store bruksverdier. I tillegg er bygninger identitetsskapere og bidrar til å gi steder særpreg og karakter.

VERNEVERDIGE BYGG

Bygninger kan være vernet, enten fredet gjennom kulturminneloven eller vernet gjennom plan- og bygningsloven. Dersom de har et slikt juridisk vern har kommunen eller kulturminnemyndigheten i fylket (i Oslo Byantikvaren) oversikt over hvilke bestemmelser som gjelder. Bygninger kan også være listeførte som bevaringsverdige, for eksempel Byantikvaren i Oslos «Gule liste». Det er viktig å være klar over restriksjoner som eventuelt gjelder for bygningen før man planlegger endringer.

KULTURHISTORISK DOKUMENTASJON

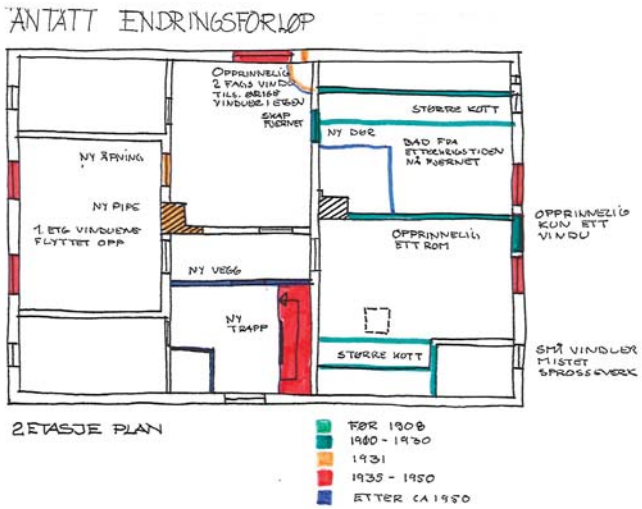
Kulturhistorisk dokumentasjon består både av å kjenne bygningens historie og oppbygging, men ikke minst også av å se på «dagens kulturhistoriske tilstand». Hva er bevart? Hva er gjort av endringer? Hvilke deler og overflater er opprinnelige eller gamle? Hva er viktig å bevare? Hva kan framheves og utvikles slik at det blir enda mer attraktivt? Ofte vil en kombinasjon av teknisk og kulturhistorisk tilstandsvurdering gi bedre oversikt enn separate vurderinger. En teknisk svikt kan for eksempel ha oppstått som et resultat av endringer som er gjort gjennom tidene.

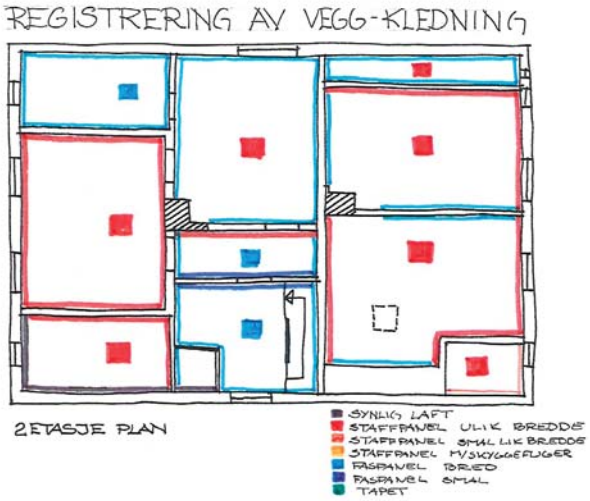
Prinsipper for å ta godt vare på gamle hus

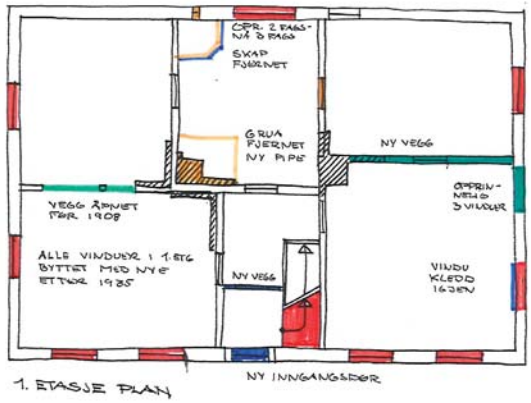
- Det er bedre å vedlikeholde enn å reparere, det er bedre å reparere enn å skifte ut. Selv om gamle originale materialer kan se nedbrutt ut er de ofte i langt bedre stand enn førsteinntrykket skulle tilsi. De vil høyst sannsynlig også holde lengre enn nye bygningsdeler.
- Gjør så lite som mulig, og bevar og sett bygningens originale deler i stand.
- Gamle hus kan gjerne få se gamle ut. Bevar bygningsdeler som viser slitasje – det er en del av bygningens historie
- Bruk tradisjonelle materialer, konstruksjoner og metoder. De tradisjonelle materialene går bedre sammen med de gamle materialene og bygningsdelene.
- Foretrekk kvalitet framfor kortsiktig økonomi. Gjør det riktig fra starten og det holder mye lenger.
- Prøv å løse nye funksjonskrav ved å utnytte bygningens egne muligheter.
- La nye løsninger stemme overens med bygningens uttrykk og tekniske forutsetninger, både i helhet og i detalj.

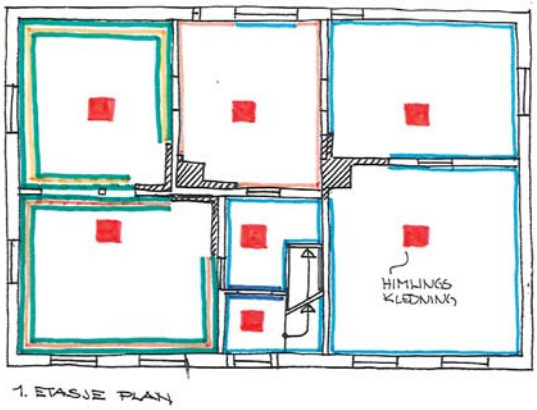
Dette lille huset var opprinnelig et sveitserstilshus. Etter at panelet er skiftet ut og vindusomrammingene, vannbrett og dekor er fjernet, er det bare husformen og bjelker som røper husets historie.

Dette er illustrasjoner hentet fra en kombinert teknisk og kulturhistorisk dokumentasjon av en bygning. Her er bygningsdelene registrert og man har prøvd å datere ulike paneltyper, vinduer og andre bygningsdeler slik at man vet hva som kom først og hva som er endra underveis i husets historie. Også endringer underveis kan være verdt å ta vare på. Skader og lekkasjer er også registrert. Rapporten ender opp i en plan for istandsetting hvor det også tilrettelegges for den bruken bygget skal ha. Rapport: M. Boro









PLANLEGGING

For å kunne planlegge energisparetiltak bør en ha god oversikt over:

- hvordan huset er konstruert og hvilke særlige forhold en må legge vekt på for å unngå skader, slik som for eksempel fuktforhold i kjeller og inne i veggen
- hvordan huset er beskyttet mot ut- og innvendige fuktpåkjenninger
- hvordan huset fungerer når det gjelder ventilasjon og oppvarming
- hvor godt de ulike delene av bygget er isolert
- den tekniske tilstanden
- hvilke bygningsdeler og karaktertrekk det er viktig å verne om for å ta vare på husets kulturhistoriske verdier

Enkle tiltak, slik som å tette for trekk og utbedre vinduene, kan en gjennomføre uten å ha slik omfattende oversikt. Gjennomføres mer omfattende isolerings- og tettetiltak, er det viktig å ha kontroll over konsekvensene av dem.

Kravene i plan- og bygningsloven skal fremme bærekraftig utvikling og sikre blant annet gode visuelle kvaliteter og god teknisk utførelse som ivaretar hensyn til helse, miljø, sikkerhet, energi og universell utforming.

Det er ved det som i loven defineres som «tiltak» at kravene i loven begynner å gjelde. Tiltak som nybygging, på- og tilbygging, bruksendring eller vesentlig endring skal prosjekteres og utføres i samsvar med kravene. Arbeider som ikke er å anse som tiltak etter loven trenger ikke å oppfylle de tekniske kravene. Slike arbeider vil for eksempel være rene vedlikeholdsarbeider.

Når et tiltak utløser kravene i loven er det en forutsetning at kravet er relevant, dvs. at det gjelder den aktuelle delen av bygget, oppfyller en funksjon og har effekt for det tiltaket omfatter. Kravene som kan stilles til tiltak i eksisterende byggverk begrenses som hovedregel til å omfatte de deler av byggverket som tiltaket gjelder. Dersom det er tale om hovedombygging eller bruksendring blir kravene i utgangspunktet gjeldende for hele byggverket.

Loven åpner imidlertid i § 31-2 fjerde ledd for at kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk selv om det ikke er mulig å tilpasse byggverket til dagens tekniske krav.

Reglene om energi i Teknisk forskrift 2010 kapittel 14 har en egen bestemmelse som sier at dersom oppfyllelse av energikravene ikke er forenlig med bevaring av kulturminner og antikvariske verdier, gjelder kravene om energi bare så langt de passer, det vil si innenfor hva som er tilrådelig ut fra hensynet til og ønsket om å beholde historiske og estetiske kvaliteter i byggverket.

Teknisk tilstandsvurdering er viktig for å få oversikt over eventuelle skader. Her er det ene panelbordet tatt forsiktig av under et vindu for å se lafteveggens tilstand. Dette er et sted på bygninger hvor det ofte oppstår råteskader på grunn av manglende tetting og avrenning ved vinduet over.

TEKNISK TILSTANDSVURDERING

Før man gjennomfører omfattende tiltak på en bygning bør en utføre tilstandsvurdering slik at en kjenner til hvordan huset er bygget opp og hvilke skader eller svakheter som finnes. Dette bør som oftest utføres av fagmann.

Tilstandsanalysen bør inneholde:

- registrering av tilstand, begynnende fukt-, frost- og råteskader og årsaker til eventuelle skader
- registrering av sannsynlige skjulte skader og konsekvenser dersom de er reelle
- registrering av forhold som har betydning for energiforbruket og inneklimaet, slik som tetthet og ventilasjon
- vurdering av risiko ved aktuelle energieffektiviseringstiltak
- behov for vedlikehold og reparasjoner
- behov for ytterligere undersøkelser

STANDARDER - ANVISNINGER

Standarder eller anvisninger er i praksis ofte gode verktøy både for den som skal utføre arbeidene og som referanse ved bestilling av tjenester. Det er to standarder som kan være aktuelle: Norsk Standard (NS) 3424 Tilstandsanalyse av byggverk og NS-EN 16096 Bevaring av kulturminner - Tilstandsanalyse av fredete og verneverdige bygninger.

TERMOGRAFERING

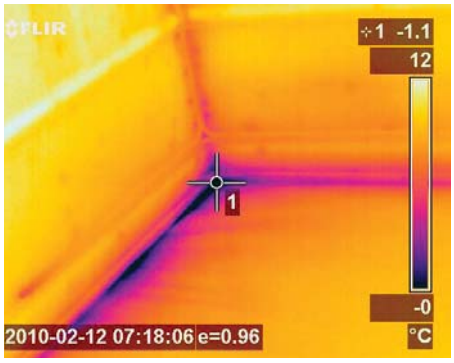
Termografering og tetthetstesting kan være gode hjelpemidler for å få oversikt over byggets tetthet og isolerende evne. Ved termografering får en et fotografi som viser temperaturen på de ulike overflatene. Termografering måler infrarød stråling. Slik registrering kan avsløre kuldebruer, utettheter og mangelfull isolering.

Termografering kan også brukes til å kontrollere kvaliteten på etterisoleringsarbeider. I noen tilfeller kan termografering også avsløre vannansamlinger og våte partier.

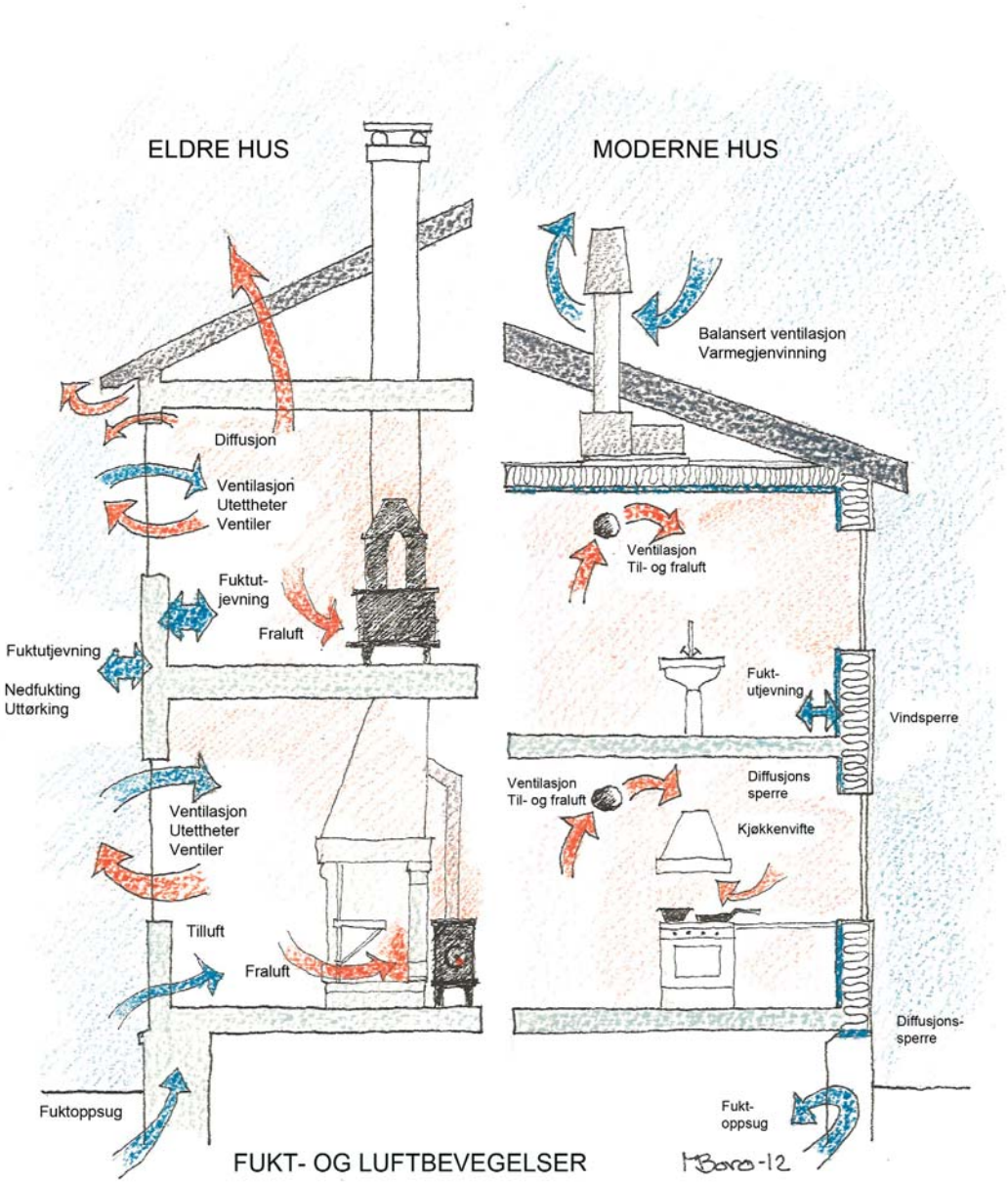
For å gjennomføre termografering kreves normalt en temperaturforskjell på minst 10C° mellom inne og ute. Det er viktig at termografiutstyret er innstilt på en skalering som gjør at man får med seg de høyeste og laveste temperaturene. Skalaen må ikke være så liten at svært små temperaturforskjeller vises fordi dette er uten betydning for varmetapet.

TETTHETSTESTING

Mistenker man at ventilasjonen i huset blir for lav dersom man tetter og/eller isolerer huset, bør man sjekke ventilasjonsgraden og luftlekkasjene i bygningen for å forsikre seg om at luftskiftet er tilstrekkelig. I en bygning med bare avtrekksventilasjon må luften uansett komme inn gjennom ytterkonstruksjonene, og det kan bli for dårlig luftskifte dersom det tettes for mye.



Termografi. Dette bildet er tatt ned mot hjørnet ved gulvet i et rom innvendig. Temperaturskalaen til høyre viser sammenhengen mellom farge og temperatur. Ved overgangen mellom gulv og vegg er det utettheter /dårlig isolasjon som fører til at temperaturen her er nede er 0 °C, mens resten av overflatene har høyere temperatur. Måleresultater Herredshuset i Jessheim.



Det er stor forskjell på moderne og tradisjonell bygningsteknologi. Dagens bygninger (vist til høyre på tegningen) er basert på så luft- og vanntette strukturer som mulig. Det brukes mange typer materialer og inneklimaet styres ved hjelp av balansert ventilasjon og varmegjenvinning. Eldre bygninger, (vist til venstre på tegningen) er bygget av få, svakere og mer diffusjonsåpne materialer. Bygningene er designet med enkle strukturer som lekker luft og varme, og dermed vil konstruksjonene tørke og lufta ventileres.

FAREN FOR BYGNINGSFYSISKE SKADER OG DÅRLIG INNEKLIMA

FUKT OG TEMPERATUR

Når vi gjennomfører energisparetiltak endrer vi de bygningsfysiske forholdene (fukt og temperatur). Dette kan medføre risiko for skader over tid. Derfor må vi kjenne husets oppbygging, forstå hvordan konstruksjonene fungerer og vurdere konsekvensene ved endringer. Det er spesielt viktig å vite at gammel og ny bygningsteknologi er svært ulik, se illustrasjonen på forrige side. Bruk av moderne løsninger og materialbruk kan føre til skader.

Noen bygningsdeler er avhengige av en viss varmetilførsel innenfra for å unngå byggskader. Når man etterisolerer på varm side av en konstruksjon reduseres denne varmestrømmen, og faren for kondens og oppsamling av fukt utenfor isolasjonssjiktet kan øke. Innenfor isolasjonssjiktet blir temperaturen høyere og fuktforholdene vanligvis bedre. Spesielt i eldre bygningsdeler som er ømfintlige for variasjon i fuktighet, eller som har et fuktproblem fra før, bør man være varsom med å gjennomføre isoleringstiltak på innvendig side.

Jo tykkere isolasjonslaget er, jo kaldere vil de ytre delene av isolasjonen bli og det vil være fare for kondensasjon av vannet dersom den fuktige innelufta siver ut. Hvor tykt isolasjonssjiktet kan/bør være for eksempel opp mot et kaldt loft, er vanskelig å si. Det avhenger av hvor tett himlingen er og hvor tette åpningene (luker med mer) i etasjeskillet er. Beregninger viser at for en laftet enebolig i to etasjer som har et tradisjonelt loftsbjelkelag isolert med stubbloftsleire, vil 15 cm tilleggsisolasjon gi en energireduksjon for bygget på 8%, mens 30 cm isolasjon gir 9% reduksjon. Dette viser at det er mest å tjene på de første centimeterne. Kilde: SINTEF/NIKU

VENTILASJON OG INNEKLIMA

Ventilasjonen i eldre hus er som regel basert på «naturlig oppdriftsventilasjon». De drivende kreftene i avtrekksystemet er vind og inneluftens termiske oppdrift. Den termiske oppdriften oppstår fordi varm luft er lettere enn kald luft og derfor stiger opp. Lufta går ut gjennom avtrekkskanaler i pipa og gjennom utettheter i øvre del av huset. Om vinteren når det er kaldere ute er oppdriften størst. Friskluft blir tilført gjennom ventiler og utettheter i bygningskonstruksjonen og ved lufting gjennom vinduene. Fyring med ved bidrar også til ventilasjonen, fordi luft blir sendt ut gjennom ovnen/pipa og frisk luft trekkes inn i huset. Den termiske oppdriften vil være svakere i sommerhalvåret, men da er det mer akseptabelt å lufte gjennom vinduene.

Et godt inneklima er viktig både for brukere og for huset. Noen ganger er ventilasjonen utilstrekkelig i gamle hus, men vanligvis er den for kraftig. Vi forurenser innelufta med fukt, utåndingsluft (CO_2) og partikler. Vi puster, lager mat og tørker klær. Møbler, tepper, elektrisk utstyr og maling gir fra seg gasser. Fuktighet kan føre til mugg og råteskader. For å transportere bort fukt og forurensninger, er det behov for å skifte ut innelufta med frisk luft utenifra.

Hva som er tilstrekkelig luftskifte diskuteres. Dagens krav til nybygg setter store og klart definerte krav til utskifting av luft. For at dette ikke skal lede til store energitap, er man avhengig av varmeveksling slik at varmen fra lufta som er på vei ut blir brukt til å varme opp lufta som er på vei inn eller til å varme opp varmtvannet. Dette forutsetter styrt ventilasjon (ventilasjonsanlegg) og tette hus. Måling av den relative fuktigheten gjøres enkelt med en fuktmåler. Nyere undersøkelser viser at fuktstyrt ventilasjon kan redusere energibehovet og -tapet samtidig som innelufta har tilfredsstillende kvalitet.

Når vi tetter husene våre reduseres den naturlige opptrekksventilasjonen. Ofte vil vi ikke tette så mye at dette blir noe problem, huset vil allikevel være utett nok til at vi får god nok isolasjon. Men det vil i noen tilfeller være nødvendig å etablere ventiler jevnt fordelt rundt i huset og mekanisk avtrekk.

Eksempel - Kjeller

I en litt kald og fuktig kjeller kan varmen som lekker ovenfra sørge for oppvaming og uttørking, slik at fuktigheten holder seg på et akseptabelt nivå og temperaturen holdes over kritisk nivå. Isolerer vi etasjeskillet ned mot denne kjelleren, kan det medføre at kjelleren blir kaldere og fuktigere slik at vi får mugg og råtesoppvekst, og det kan føre til at det blir så kaldt at vannrørene fryser.

Eksempel - Yttervegg

Dersom vi isolerer på innsiden av en vegg, vil den ytre veggen bli kaldere. Da vil uttørkingen av fuktigheten i veggen gå langsommere. Dette gjelder særlig nordvendte vegger. Murvegger vil være mest ømtålige for slike endringer.

Innblåst isolasjon i bjelkelaget ned mot kjelleren har i dette huset gitt bedre vekstforhold for hussoppen som allerede var etablert i bjelkelaget. Her burde det vært gjennomført en teknisk tilstandsvurdering, soppsanering og det burde vært vurdert om tiltaket ville ført til økt risiko for nye skader. Foto: Mycoteam.

Baderom og kjøkken er de rommene som er mest utsatt for fukt i boliger. Ofte er det montert mekanisk avtrekk i disse rommene også i eldre hus. For baderom finnes det flere typer ventilatorer. Den beste vil ofte være en som slår seg på automatisk når fuktigheten når et visst nivå. Ved å bruke kjøkkenvifte sendes både matos og fuktighet fra matlagingen ut.

I eldre hus med åpne avtrekkskanaler til over tak kan man installere et sentralt mekanisk ventilasjonsanlegg, men tidsstyrte vifter i de enkelte rommene/ kanalene er mye enklere og billigere. I bygninger der luftskiftet har vært lavt, kan sentralt mekanisk ventilasjonsanlegg innebære større varmetap fra ventilasjonen. Et sentralt mekanisk ventilasjonsanlegg må i alle tilfeller prosjekteres av en uavhengig rådgiver (ingeniør), ikke av de som leverer slike anlegg.

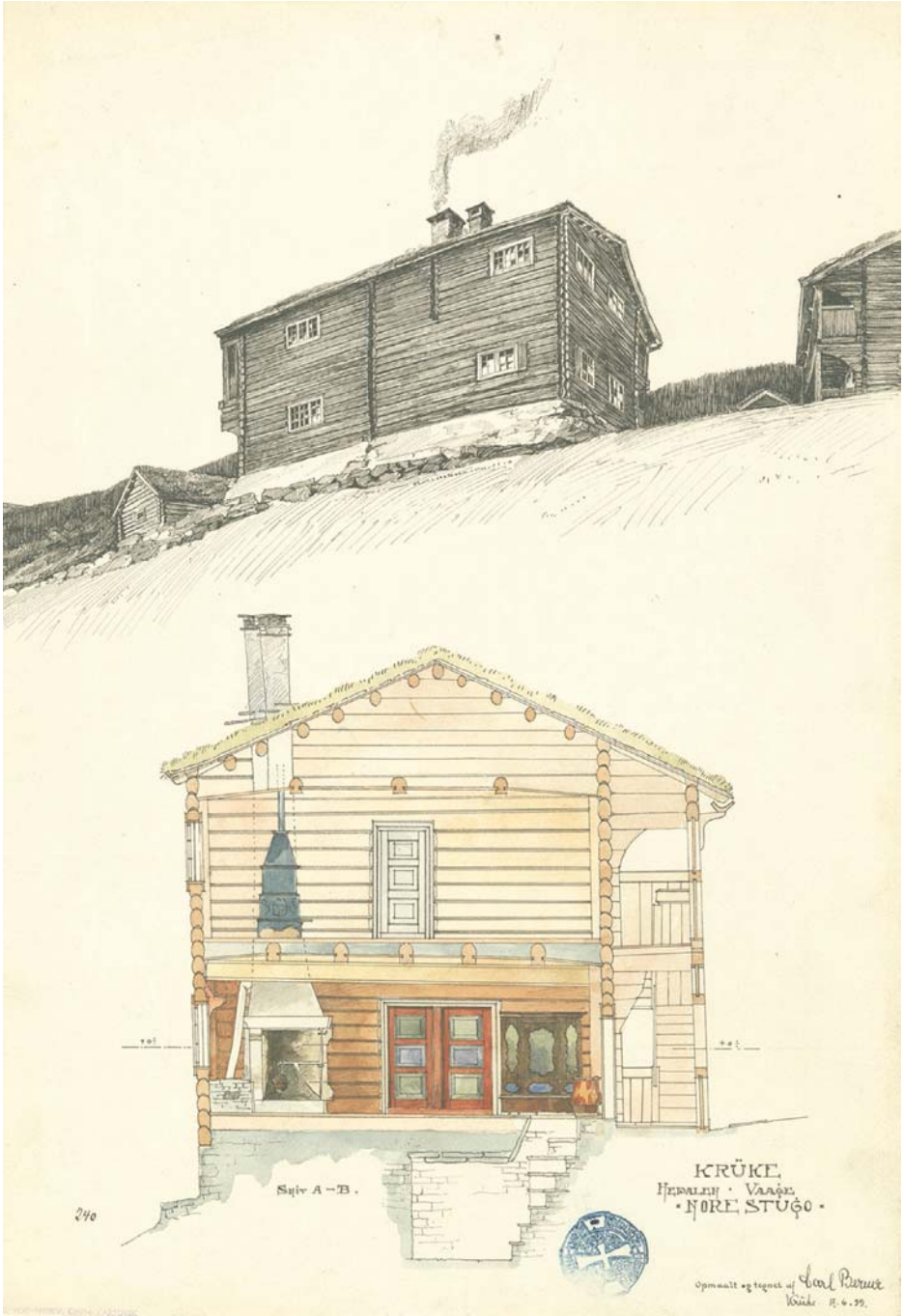
BELASTNINGER FRA KLIMAET

Kaldt og tørt innlandsklima setter helt andre krav til bygningene enn vindfullt, fuktig kystklima med mye slagregn. Den lokale byggeskikken i Norge tar hensyn til de ulike klimasonene. Vi kan lære mye av tradisjonene våre når det gjelder bygningers materialbruk, tekniske løsninger, plassering og organisering. Denne lærdommen bør vi ta med oss videre både ved nybygging og vedlikehold av eldre bygg. Ved energieffektivisering er det svært viktig at man ikke reduserer bygningens evne til å tåle påkjenningene fra været.

DAMPSPERRE

Bruk av plast som dampsperre ved etterisolering er et stort diskusjonstema. Moderne bygningsteknologi er basert på lufttette og godt isolerte yttersjikt med et damptett innvendig sjikt og et dampåpent utvendig sjikt. Dersom det blir skader i slike svært tette og godt isolerte bygningsdeler, kan den fuktige innelufta trenge ut i bygningsdelen uten tilstrekkelig mulighet til å tørke ut. Dette kan raskt gi skader.

De fleste eldre hus bygget før 1950-60 har ikke dampsperre. Ofte gir innvendige overflatesjikt som tapeter og maling tilstrekkelig fuktsperre kombinert med en



Tegning som viser en toetasjes tømmerbygning med peis i 1. etasje og vedovn i 2. etasje. Fyring med ved sender inneluft ut gjennom pipa og trekker frisk uteluft inn gjennom utettheter i huset. Slik sikres frisk luft. Tegning av arkitekt Carl Berner, 1899. Tegning fra Riksantikvarens arkiv.

forholdsvis stor varmestrøm utover. Vann kan komme inn, men har mulighet for å tørke ut. For gamle bygg vil innføring av dampsperre bety en stor endring av fuktbevegelsen i bygningsdelen. Det vil også være mye vanskeligere å få til god tetting av dampsperrene ved overgangene mellom bygningsdelene i et gammelt hus enn når man bygger nytt. Det vil derfor ofte oppstå lekkasjepunkter.

I dag har de fleste boliger ganske tørr luft inne. Husholdningene er enkle med lite fuktproduksjon, i motsetning til tidligere da klesvask og mye tradisjonell matlaging med koking i lange perioder produserte mye fukt. Erfaringen er at så lenge man ikke isolerer for mye på loftet, vil det som regel gå bra uten fuktsperre i rom som kjøkken med avsug over komfyr, soverom og stue. Innvendige plater og paneler vil være med på å tette slik at mengden fuktighet som trenger ut i veggen eller bjelkelaget ikke blir så stor. I rom med stor fuktbelastning, slik som baderom, vil det være riktig å ha dampsperre og god utlufting.

VALG AV MATERIALER

Tradisjonelle bygningsmaterialer er som regel mindre bearbeidet og krever mindre energi å produsere enn moderne, og gir derfor mindre klimagass- og miljøbelastning.

På begynnelsen av 1900-tallet ble ulike materialer som bare hadde isolerende funksjon tatt i bruk i veggene. Kjennetegn for isolasjonsmateriale fram mot 1950-tallet var at de var hygroskopiske. Det vil si at de var fuktutjevnende, de kunne ta opp og avgi fukt i form av vanndamp. Mineralull har ikke hygroskopiske egenskaper. Hygroskopiske materialer vil lettere avgi fuktigheten til lufta igjen enn for eksempel mineralull. Uansett er det en forutsetning at fuktbelastningen ikke er for stor over tid, slik at fukten ikke samler seg opp og gir soppvekst og råteskader. Flere typer organisk isolasjon blir tilsatt giftstoffer for å hindre brann, soppvekst og skadedyr. Vær derfor bevisst ved valg av materialtype.

Steinull har vist seg å føre til oppblomstring av gamle angrep av ekte hussopp fordi den inneholder mineraler soppen trenger for å vokse. Soppen har evnen til å hente vann gjennom sine mycelstrenger fra en fuktkilde flere meter unna. Ekte hussopp kan forårsake omfattende råte i treverk og spre seg hurtig i treverk og tilstøtende murverk.

Gips er et problemmateriale når det gjelder muggsopp dersom materialet blir utsatt for fukt. Mugg kan føre til allergi og kroniske luftveisinfeksjoner. Bruk derfor ikke gips der det er fare for fuktighet, slik som for eksempel i en kjeller.

Huset ble satt opp på dette stedet i 1925, men er langt eldre. Det er et tømmerhus, med tilbygg i reisverk. Gjennom tidene er det ombygd, vinduene og taksteinen er skiftet ut og huset har fått en annen panel. Nå er huset i stor grad tilbakeført utvendig til slik det en gang var. For det fikk eieren Kvinesdal kommunes bygningsvernpris i 2011. Alle foto Jan Kåre Rafoss

Da trappa ble flyttet tilbake til der den sto tidlegere og veggen åpnet viste det seg at to gamle vinduer var bygget inn i veggen. De ble utbedret og inngangspartiet ble bygget om med dobbel inngangsdør og med de gamle vinduene på hver side.

HVA ER GJORT?

For en bygning som denne er det flere energieffektiviseringstiltak som kan gjennomføres uten av bygningen mister karakter og historisk verdi. De viktigste tiltakene vil være tetting, isolering mot kjeller og tak, samt utbedring av vinduene.

De fleste ytterveggene er isolert på innsiden med 5 cm, men noen laftevegger står i dag uten isolasjon. Der det var bevart innvendige originale veggoverflater er de tatt vare på og malt. Mange lag av plater, tapeter og paneler er rensket bort. De delene av veggene som var et «lappverk» er reparert der det var behov for det, og isolert der det var hulrom.

Kjellerveggene er ikke isolert, men de består av dobbel mur med jord mellom. Det er installert gulvvarme i kjelleren og i etasjeskillet opp mot 1. etasje. Kjellergulvet ble senket og det ble støpt ny såle med gulvvarmerør.

Kjelleren holder jevn varme sommer som vinter. I kjelleren er det avsatt et rom på 3 m^2 til varmepumpe og akkumulatortank. Varmepumpa henter varmen fra jordvarme. Det er lagt ned omlag 500 meter rør og det holder til oppvarming av husets 230 m^2. Varmepumpa bruker 2,2 kilowatt og gir tilbake omlag 6. Det fyres med ved i tillegg ved behov.

Det er drenert rundt hele huset og montert egne rør som fører vannet fra taket vekk.

Bordtaket er reparert og det er lagt på papp, lekter og gammel takstein fra en låve i nærheten. På loftet er det isolert med 2x15 cm isolasjon ned mot 2. etasje. 2. etasje har også fire kott med skråtak og knevegger som er isolert.

Vinduene er kopier av de originale, men med innvendige koblete rammer for å bedre isolasjonen. Profilene er ikke nøyaktig kopiert, men ganske like.

TILTAK FOR Å SPARE ENERGI

PRIORITERING AV TILTAK

Rekkefølgen av tiltak bør bestemmes av hva som er mest skånsomt for bygningen og hva som gir mest energisparing.
Som regel vil en hensiktsmessig rekkefølge være:

- temperaturstyring
- tetting
- utbedring av vinduer
- etterisolering av gulv og tak
- etterisolering av vegger

Rekkefølgen av tiltakene er også avhengig av bygningens tilstand. Er det behov for store vedlikeholdsarbeider, bør dette alltid kombineres med energisparetiltak. Dette vil gjøre tiltakene mer lønnsomme.

Noen energisparetiltak gir god effekt, men reduserer de kulturhistoriske verdiene i så stor grad at de frarådes.

HVOR SLIPPER VARMEN UT?

Det er nyttig å vite gjennom hvilke deler av bygningen mest varme slipper ut. Figuren under viser hvordan varmetapet fordeler seg mellom de ulike konstruksjonsdelene i en enebolig i to etasjer oppført i reisverk. Se egne informasjonsark om varmetap og energieffektivisering for ulike bygningstyper på Riksantikvarens nettsider.

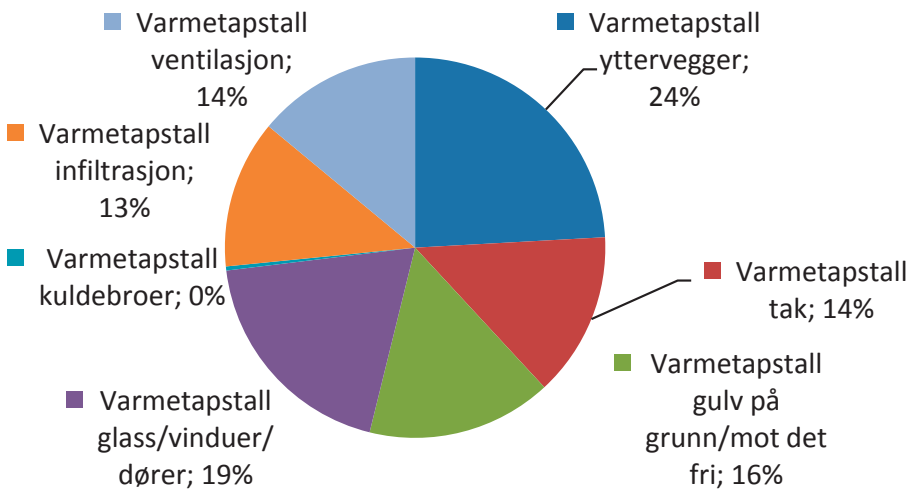
Alle data på denne og neste side er hentet fra rapporten «Energieffektivisering i eksisterende bygninger» Utarbeidet av SINTEF og NIKU på oppdrag fra Riksantikvaren.

HVILKE TILTAK GIR MEST ENERGISPARING?

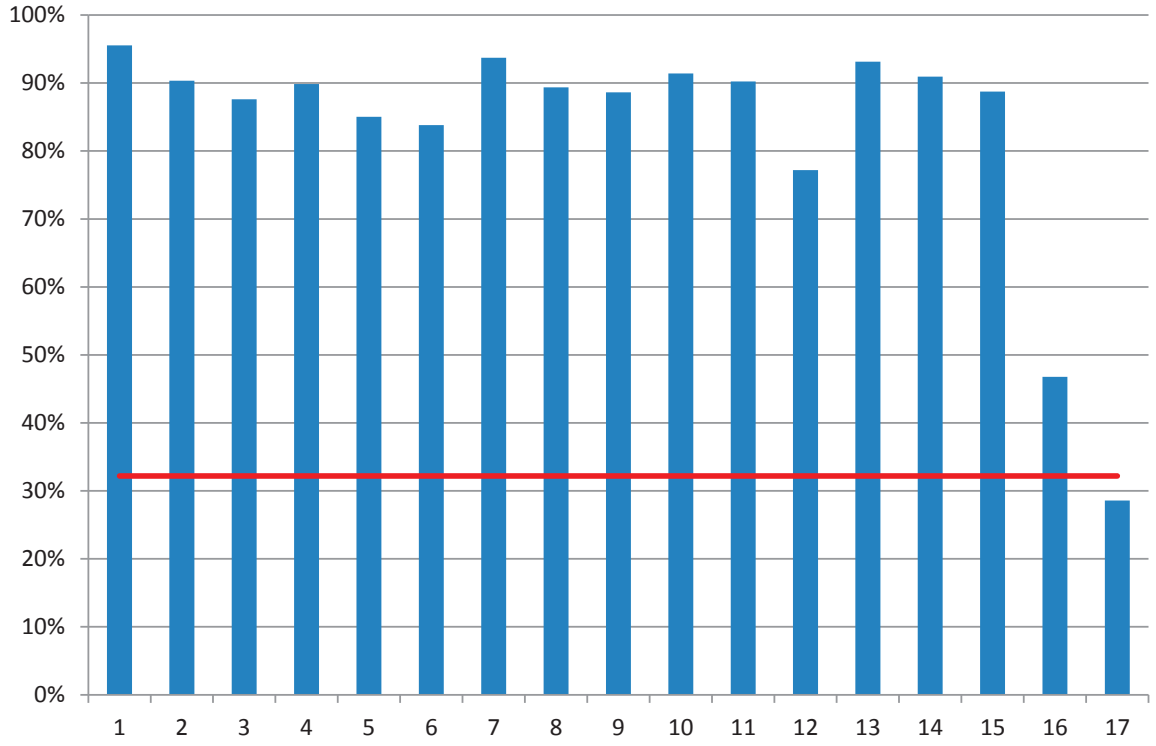
Tabellen på neste side viser den prosentvise reduksjonen av nettoenergibehov til oppvarming for forskjellige tiltak. Nettoenergibehovet omfatter energiforbruket til oppvarming, varmt vann, belysning og teknisk utstyr.

Tabellen leses slik: de blå søylene er ulike energitiltak. Gjennomføres Tiltak 1 - nattsenkning fra 21°C til 19°C, vil nettoenergibehovet bli 96% av hva det var før tiltaket ble gjennomført.

Den røde linja tilsvarer dagens krav som er satt for energiforbruk for denne bygningstypen i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Dette kravet gjelder for nye bygg og for eksisterende bygg når det gjøres det som kalles hovedombygging. For å tilfredsstille dette kravet må man gjennomføre så omfattende sparetiltak at man bare bruker litt over 30 % av det opprinnelige energiforbruket. Dette er svært vanskelig uten å endre byggene så mye at de mister vesentlige kulturhistoriske verdier. Teknisk forskrift gir åpning for at kravene ikke fullt ut må tilfredsstilles for verneverdig bebyggelse. Kilde: SINTEF og NIKU.



Dette diagrammet viser hvor varmetapet normalt vil være i en enebolig oppført i reisverk. Varmetapet er forholdsvis likt fordelt mellom de ulike postene. Infiltrasjonen (luftlekkasjer utenfra og inn gjennom bygningens ytterkonstruksjoner) utgjør en liten del av det totale varmetapet i eksempelbygget, men kan variere veldig mellom ulike bygninger. Varmetapet fra ventilasjonen er beregnet med en luftveksling som tilfredsstiller teknisk forskrift til plan- og bygningsloven med 1,2 m^3/hm^2. Det beregnete varmetapet vil antakelig være høyere enn det reelle, fordi det i mange tilfeller er lavere luftskifte. Kilde: SINTEF/NIKU.



Forklaring til tabellen over:

Tiltak 1	Nattsenking fra 21 til 19 C
Tiltak 2	Tetting fra en infiltrasjon på 10 til 5 h-1 (n50) (halvering)
Tiltak 3	Tetting fra en infiltrasjon på 10 til 2,5 h-1 (n50) (dagens krav)
Tiltak 4	Vegg – Etterisolering med 50 mm på alle vegger innvendig., 0.03 kultebro.
Tiltak 5	Vegg – Etterisolering med 100 mm på alle vegger utvendig
Tiltak 6	Vegg – Etterisolering med 150 mm på alle vegger utvendig eller blåse inn isolasjon i tillegg til å isolere med 100 mm utvendig.
Tiltak 7	Gulv mot kjeller – Blåse inn isolasjon over leira i stubbloftet.
Tiltak 8	Gulv mot kjeller – Erstatte leirfylling og hulrom med mineralull
Tiltak 9	Gulv mot kjeller – Fjerne stubbloftsleira og fylle hulrommet med ny isolasjon og etterisolere med 200 mm på undersiden.
Tiltak 10	Tak mot loft – etterisolering med 150 mm på oversiden, beholde stubb-loftsleira.
Tiltak 11	Tak mot loft – Etterisolering med 300 mm på oversiden, beholde stubb-loftsleira
Tiltak 12	Kombinert gulv mot kjeller og tak mot loft – Etterisolere med 300 mm i gulv og tak
Tiltak 13	Vindu – Skifte varevindu – utvendig enkeltglass, innvendig isolerrute *
Tiltak 14	Vindu – utbedre koblet vindu – Utvendig enkeltglass, innvendig isolerrute *
Tiltak 15	Skifte vindu eller varevindu – ihht nye data fra SINTEFS undersøkelse (Se kapitlet om vinduer)
Tiltak 16	Kombinert tiltak. Tiltak 1, 2, 4, 12 og 13. Med hensyn til k.h.verdier
Tiltak 17	Kombinert tiltak. Tiltak 1, 3, 6, 12, 15 og balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Uten hensyn til kulturhistoriske verdier.

* Tiltak 13 og 14 er ikke oppdatert i henhold til nye forskningsresultater. Se tiltak 15.

TEMPERATURSTYRING

Vi trenger ikke samme varme i en gang som i rom hvor vi sitter stille. Å lukke dører mellom ulike temperatursoner er den aller mest lønnsomme formen for energisparing.

Et varmeanlegg som har natt- og dagsenking innebærer at man reduserer innetemperaturen i de periodene det ikke er behov for oppholdstemperatur i rommene. Som en tommelfingerregel sier en at energibehovet til oppvarming øker med rundt 5 % for hver grad økt innetemperatur.

Senkning av nattetemperaturen vil ha mest for seg i bygg med lette konstruksjoner. Laftevegger og murvegger er tunge konstruksjoner som har stor termisk masse, det vil si at de er «trege» - de har stor evne til å lagre varme som så avgis over lang tid. En forutsetning er at slike tunge konstruksjoner ikke er isolert på innsiden.

Risiko

Temperaturstyring kan medføre store svingninger i den relative luftfuktigheten i bygningen. Dette kan gi skader på interiør eller dekor som kan kreve et spesielt klima. For eksempel bør ikke klimaet rundt eldre, malt treverk være altfor tørt eller skiftende. Hvis det finnes spesielt bevaringsverdig interiør eller dekor i en bygning der klimaet skal gjennomgå større forandringer, bør en konservator eller annen med tilsvarende spesialkompetanse vurdere skaderisikoen.

Ytterpanelet på denne bygningen er fjernet. Før huset paneles bør det monteres papp for å hindre trekk. Dette vil være et svært effektivt tettetiltak som ikke vil endre byggets utseende. Tilleggsisolasjon utvendig vil føre til at vegglivet kommer lengre ut og forholdet til grunnmur, vinduer og dører og takutstikket med de dekorerte sperrene vil endres. I mange tilfeller vil det kunne være akseptabelt med noen få centimeter med isolasjon.

TETTING

Tetting for luftlekkasjer gjennom utettheter er billig og sparer energi. Mye av varmetapet i gamle bygninger skyldes infiltrasjon. Når luftlekkasjene er store og lufthastigheten høy oppleves dette som trekk. Reduseres trekken, øker komforten, og det er i mange tilfeller mulig å gjennomføre dette uten store inngrep eller endringer av bygningen. Trekk kan ofte forveksles med såkalt «kaldras», som oppstår ved kalde flater (for eksempel ved et vindu) i et varmt rom. Det er viktig å kartlegge hvor mye av varmetapet som skyldes lekkasjer og muligheter for å løse dette, før man eventuelt setter i gang større isolasjonstiltak.

Trekkproblemer er vanligvis knyttet til overganger mellom vegg og andre bygningsdeler som ved grunnmur, vinduer, dører og etasjeskiller, og mellom ramme og karm i vinduer og dører, ved utsparing for pipe, loftsluker og gjennomføringer. Problemer med luftlekkasjer gjennom veggkonstruksjonen kan også forekomme, spesielt gjennom vegger uten vindsperre.

Tetting:

- hindrer kald luft fra å trenge inn i isolasjonen og slik redusere isolasjonsevnen
- hindrer at vanndamp og fuktig inneluft trenger inn i etasjeskillet mot et kaldt loft
- hindrer støv og partikler fra isolasjonsmateriale i å falle ned i rommet
- forbedrer den termiske komforten
- gir bedre lydisolering

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Tetting av etasjeskiller og overganger til andre bygningsdeler	Utbedre utette luker mot kaldt loft/kjeller. Demontere listverk mot tak og gulv, og tette med dyttestrimmel i overgangen vegg-tak og vegg-gulv, eventuelt med vinkelgummilist mellom gulv og vegg. Fylle hulrom i bjelkelaget nær ytterveggene. Dersom isolasjonen eller stubbloftsleira ikke fyller hele hulrommet i gulvet og det er mangelfull vindsperre i veggen, kan kald luft komme inn i bjelkelaget over isolasjonen og den kalde lufta vil kjøle ned hele gulvet. Selv om man ikke får tettet vindsperren, vil dette tiltaket hjelpe på. (Byggforvaltning 722.506).	Når man demonterer originale panelbord eller listverk er det viktig å være nennsom for å unngå skader. Allikevel vil det være fare for at en del originale bygningsdeler går tapt.
Tetting vinduer og dører	Demontere listene og dytte med isolasjonsmateriale i mellomrommet mellom karmen og veggkonstruksjonen. Utettheter mellom vinduskarm og rammer og i dørblader kan utbedres ved å sette inn tettelister av silikon med V- eller P-profil. Dersom fugen mellom karm og ramme er for trang kan det være et alternativ å bruke lister som bygger mindre eller å frese spor. I vinduer med innvendig varevindu er det viktig å tette godt ved innervinduets anslag.	Tap av originale materialer, se over.
Etablering av vindsperre	Dersom man skal skifte utvendig panel vil det være smart å montere ei vindsperre. Da forhindrer man både en del trekk inne og at isolasjonsevne reduseres ved at kald luft trenger inn i isolasjonen. Noen ganger kan det være aktuelt å demontere panelbordene, etablere vindsperre og så remontere panelbordene.	Tap av originale materialer, se over.

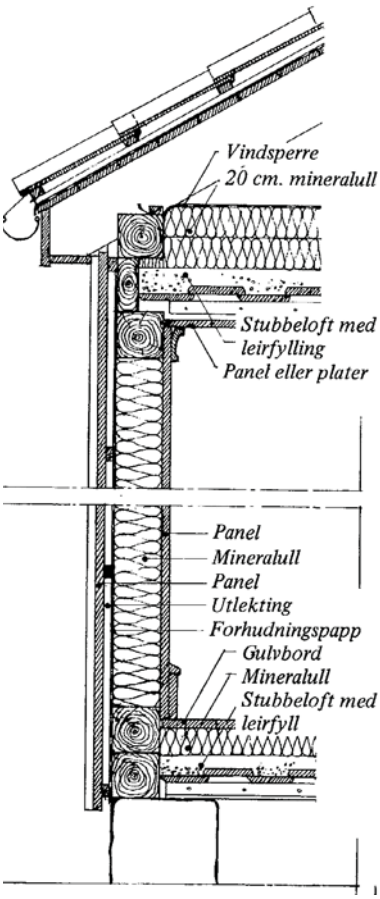
Ved utvendig etterisolering vil ofte original kledning erstattes av ny med annet utseende. I tillegg vil veggen komme lengre ut og derved endre forholdet mellom de ulike fasadedelene. Her ser vi også et nytt vindu med langt grovere og enklere profiler enn det opprinnelige.

ISOLERING

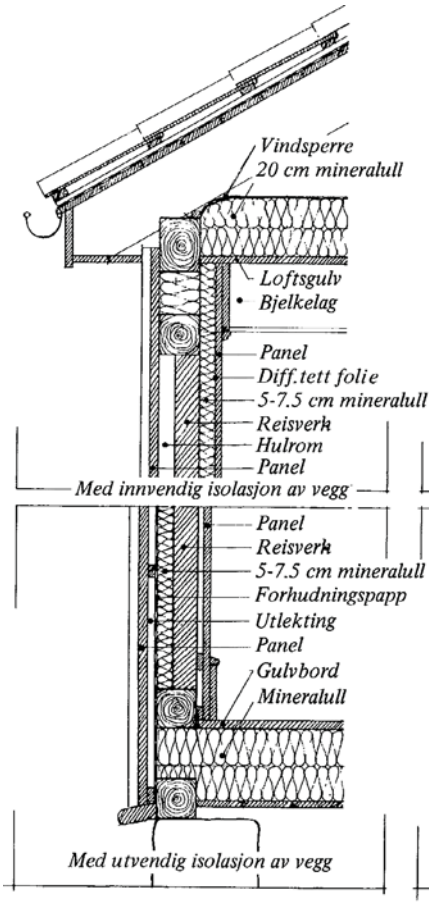
Det er mange ulike isoleringstiltak som kan være aktuelle. Det er nødvendig med en grundig vurdering av alternativene før man setter i gang.

Etterisolering av bjelkelag mot kjeller og mot kaldt loft/tak kan i mange tilfeller gjøres skånsomt og lite synlig, og det gir god energieffektiviseringseffekt. Oppgradering av vinduene vil også ha god effekt, og kan gjøres skånsomt. Etterisolering av yttervegger vil som regel være mer komplisert, dyrere og kan gi større risiko for bygningsfysiske skader.

Isolering på kald side av konstruksjonen er det teknisk beste fordi dette reduserer kuldebroene og reduserer faren for kondens- og fuktproblemer.



Tegning som viser etterisolering av vegg i tungt bindingsverk og dekkekonstruksjon mot kjeller og mot loft. Legg merke til at det er sikret god lufting til loftet. Eldre bindingsverksvegger vil sjelden ha lufting bak panelet slik som vist her. For å få det til må panelet demonteres. Illustrasjonen over: Gamle trehus – Historikk, reparasjon og vedlikehold. Tore Drange, Hans Olaf Aanensen og Jon Brænne



Tegning som viser ut- og innvendig etterisolering av en reisverksvegg og dekkekonstruksjon mot kjeller og mot loft. For å etterisolere utvendig i reisverksvegger må panelet demonteres og det må monteres papp og lufting bak panelet.

ETTERISOLERING AV ETASJESKILLER MOT KJELLER

Isolering av golvbjelkelaget mot kjeller vil som regel gi betydelig forbedret komfort. Det kan også gjøre det mulig å senke romtemperaturen noe uten at det oppleves som kaldere.

Når man etterisolerer etasjeskillet mot kjelleren vil kjelleren bli kaldere. Kald luft har mindre evne til å holde på fukt enn varm luft. Når temperaturen senkes, stiger derfor den relative fuktigheten. Med lavere temperatur vil også uttørkingen reduseres. Etterisolering fører også gjerne til økt tetthet slik at utluftingen av kjelleren blir redusert. Når kjelleren på denne måten blir fuktigere, kan det føre til mugg- og råtevekst og skader på konstruksjonene. Det kan også øke behovet for frostsikring i kjelleren. Sørg derfor for at kjelleren er ventilert og har en viss varmetilførsel.

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Etterisolering mot kjeller på undersiden	Dette tiltaket er gunstig der det ikke er montert himling under golvbjelkene og hvor det er lett å komme til under hele gulvet. Det kan også være aktuelt å fóre ned himlingen for å få plass til tykkere isolasjonssjikt. Nedforing vil gi lavere takhøyde i kjelleren. Med nedforing vil overflatetemperaturen på undersiden av bjelkene bli høyere, og faren for fuktskader blir redusert. Da vil det også bli enklere å bygge inn et vindsperresjikt.	Økt fukt og lavere temperatur i kjelleren - se innledende avsnitt.
Etterisolering i hulrommene /mellom bjelkene	Etterisolering av hulrom i konstruksjonen er som regel enkelt. Det kan gi stor effekt dersom hulrommet er stort nok. Et alternativ for å få mer plass til isolasjon vil være å demontere deler av gulvet eller deler av stubbeloft og suge ut den eksisterende leirfyllingen. Noe av infiltrasjonstapet kan skyldes at kald uteluft kommer inn gjennom ytterveggene i hulrommet over stubbloftsleira. Se kapitlet om tetting. Da vil den kalde lufta kjøle ned hele gulvet. Det er derfor viktig å stanse lekkasjen av kald luft inn i bjelkelaget. Å isolere hulrommet i etasjeskillet bare ut mot ytterveggen vil kunne ha stor betydning. Eldre kjellermurer er gjerne tykke slik at det er vanskelig å komme til for etterisolering fra nedsiden over kjellermuren. Da er det et godt alternativ å sprøyte inn isolasjon, men vær oppmerksom på at isolasjonen ikke må komme i kontakt med fuktig kjellermur slik at den trekker opp fukt	Økt fukt i kjelleren - se innledende avsnitt. Innblåsing av isolasjon i hulrom gjøres gjerne uten at man åpner opp og kontrollerer den tekniske tilstanden. Det anbefales å åpne opp på kritiske steder for kontroll før innblåsing. Dersom man finner skader bør disse repareres og man bør vurdere nøye om innblåsing vil medføre risiko for ytterligere skader. Fjerning av stubbloftsleira vil gjøre bjelkelaget lettere og lydisolasjonen kan bli dårligere. Når man fjerner stubbloftsleira fjerner man originalmateriale som kan ha kulturhistorisk verdi.
Etterisolering på oversiden av etasjeskillet mot kjelleren	Etterisolering på oversiden av etasjeskille kan være aktuelt i forbindelse med andre utbedringer, for eksempel i tilfeller der gulvet skal rettes opp eller forsterkes	Økt fukt i kjelleren - se innledende avsnitt. Etterisolering på varm side av en konstruksjon innebærer en lavere temperatur i den opprinnelige konstruksjonen og dermed fare for kondensdannelse og for fuktskader. Gulvet vil komme høyere enn opprinnelig. Dette vil endre proporsjonene i rommet og kan føre til at man må flytte eller i verste fall fjerne verdifullt listverk, brystningspaneler, dører o.a. Originale gulvbord og gulvlister vil ofte gå tapt.

ETTERISOLERING AV ETASJESKILLER MOT KALDT LOFT

Med kaldt loft ligger det godt til rette for å tilleggsisolere loftsbjelkelaget og beholde takkonstruksjonen kald og luftet. Det er vanligvis enklest å legge et nytt isolasjonslag oppå loftsbjelkelaget. En annen løsning er å blåse isolasjon inn i hulrommet over stubbloftsleira eller å kombinere disse.

Etterisolering vil senke temperaturen på loftet, og faren for kondensdannelse vil stige. For å redusere kondensrisikoen må man sørge for god utlufting.

På tilleggsisolerte loft vil det noen ganger komme muggdannelser på undersiden av yttertaket over loftsdører eller -luker. Dette skyldes kondensering av fuktigheten i lufta som kommer opp gjennom utettheter ved dør/luke. Etterisolering må derfor alltid kombineres med tetting av luker og dører.

Et kaldere loft kan bidra til mindre snøsmelting på taket, slik at vekten av snøen øker. Samtidig vil dette reduserer dannelsen av istapper ved gesims.

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Etterisolering på oversiden	Dette tiltaket gir få kuldebruer og gir liten fare for kondens- og fuktproblemer. Etasjeskillene mot kaldt loft bør etterisoleres over hele gulvflaten. (Byggforvaltning 725.403) Det er en fordel å kombinere isolering på loftssiden av etasjeskillet og hulroms isolering dersom det ikke gjøres spesiell lufttetning langs kantene ut mot veggene.	Lufttetthet er meget viktig når man etterisolerer mot kaldt loft. Den varme innelufta inneholder fukt som vil kondensere dersom lufta slipper ut gjennom etasjeskillet og inn på loftet. Man må derfor vurdere om himlingen er tett nok slik at varm og fuktig inneluft ikke trekker ut gjennom utettheter. Riksantikvaren anbefaler ikke mer enn 20 cm isolasjon opp mot loftet. Ved større isolasjonstykkelser er det fare for kondens og råteskader. For murgårder er det viktig ikke å la isolasjonen fylle ut takkonstruksjonens opplegg på veggene. Dette er et utsatt punkt for lekkasjer og ofte vanskelig å kontrollere.
Etterisolering i hulrom/ mellom bjelkene	Etterisolering av hulrom i konstruksjonen er som regel enkelt og gir stor effekt dersom hulrommet er stort nok. For å få inn tilstrekkelig med isolasjon i eksisterende hulrom kan man fjerne den eksisterende leirfyllingen for å få plass til et tykkere isolasjonsjikt	Lufttetthet er meget viktig når man etterisolerer mot kaldt loft. Se kommentar over. Fjerning av stubbloftsleira vil gjøre bjelkelaget lettere og lydisolasjonen kan bli dårligere. For murgårder må man spesielt vurdere konsekvensene for bjelkeendene som ligger inn i ytterveggen.
Etterisolering på undersiden	Bjelkelag mot loft kan eventuelt etterisoleres på undersiden.	Etterisoleringen vil endre temperaturforholdene slik at de delene som blir liggende utenfor isolasjonssjiktet blir kaldere og uttørking vil dermed gå saktere. Det øker risikoen for fuktskader. NB! For murgårder må man spesielt vurdere konsekvensene for bjelkeendene som ligger inn i ytterveggen. Tiltaket vi gi lavere romhøyde. Himling og listverk med gipstrekk eller utsmykkinger kan være av høy kulturhistorisk verdi og bør ikke skades eller fjernes. Ved isolering på undersiden kan eventuell bevaringsverdig himling, treverk, gipsrosetter og lignende forsiktig demonteres og så remonteres etter utført arbeid.

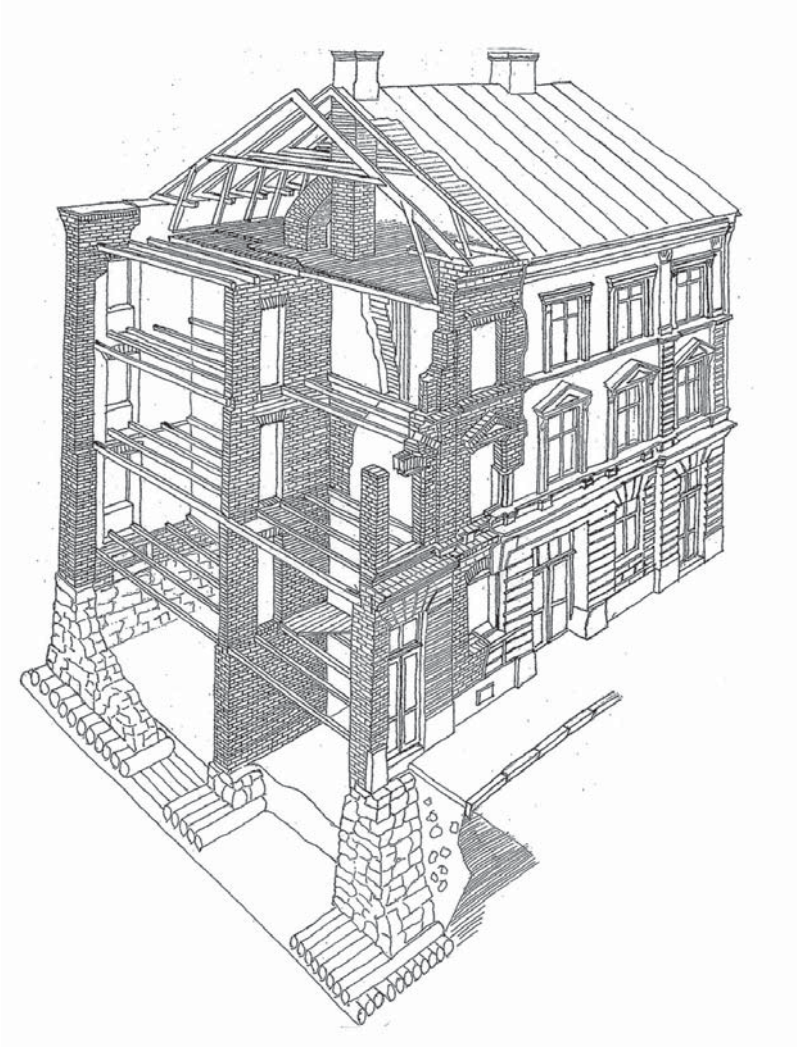
ETTERISOLERING AV VEGGER

Etterisolering av yttervegger har god effekt, men det kan endre husets fasader eller interiører slik at vi taper kulturhistoriske verdier. Etterisolering av vegger kan bli økonomisk svært kostbare holdt opp mot energisparegevinsten en får. Slike tiltak er derfor i praksis mest aktuelt på vegger der det uansett er behov for oppussing.

Vegger i eldre trehus egner seg i mange tilfeller for etterisolering. Det er langt enklere å få til gode løsninger i trehus enn i murgårder.

Tre er et organisk materiale som brytes ned av ulike skadeorganismer når temp-eratur og fuktforhold er gunstige. En eldre trekonstruksjon som har stått i mange år under "naturlige" trekkfulle forhold, kan på få år utvikle store råteskader dersom den naturlige luftingen av konstruksjonen blir hindret gjennom feil utført tilleggs-isolering og tetting.

Utmurt bindingsverk er svært utsatt for råteskader og man må være meget forsiktig med å endre fukt- og temperaturforhold ved etterisolering. Endring bør heller ikke skje uten i samråd med antikvariske myndigheter.



Tegning som viser hvordan en tradisjonell murgård er bygget opp med bærende teglvegger og etasjeskiller og takkonstruksjon i tre. Illustrasjon: Omarbeidet til norske forhold av Marte Boro ut fra tegning i boka Äldre murverkshus, Reparationer og ombyggnad, Byggforskningsrådet

KJELLERVEGGER:

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Utvendig isolering av kjellervegger under bakkenivå	Dersom terrenget omkring bygget skal graves opp ved drenering, bør man samtidig vurdere utvendig etterisolering av kjellervegger under bakkenivå. Tiltaket har ikke stor betydning for energibehovet, men forbedrer fuktforhold og inneklimaet i kjelleren. Dermed reduseres risikoen for framtidige bygningsfysiske problemer. Utskifting eller utbedring av utvendig drenering vil ikke stoppe kapillær oppsuging av fukt i kjellerveggene. Det er viktig å sørge for ventilering og litt oppvarming for å begrense fuktigheten	Kjellerfundamentene kan være satt på flåter som ligger under grunnvannsstanden. Pass på å ikke uroe fundamentene, og å ikke grave under grunnvannstanden. Da vil man kunne senke grunnvannsnivået slik at flåtene blir utsatt for luft og etter hvert råte.
Innvendig isolering av vegg under bakkenivå	I eldre bygninger er vegger under bakkenivå utsatt for fuktighet utenfra eller nedenfra. De egner seg derfor sjelden til innvendig etterisolering.	Det vil være stor fare for oppsamling av fukt på baksiden av den nye utforingen/isolasjonene og dermed mugg og råteproblemer.

MURVEGGER:

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Utvendig isolering av murgårdsvegger	Ved utvendig etterisolering vil den opprinnelige konstruksjonen bli varmere og risikoen for frostskader minskes. Ved slik etterisolering unngår man kuldebroer ved etasjeskillene og tilstøtende innervegger. Vinduene bør flyttes lenger ut for å beholde det opprinnelige fasadeuttrykket. Valg av isolasjonssystem på murgårder må vurderes i hvert enkelt tilfelle.	Tiltaket fører til tap av originale bygningsdeler. Gatefasadene på eldre murgårder har ofte flott utsmykking. Natursteinspartier, hjørnemarkeringer, kvaderornamenter, vindusomramninger og gesimser vil gå tapt. I tillegg må ofte plassering og utforming av detaljer som beslag, takrenner og nedløpsrør endres. Bakgårdsfasader og gavler har som regel enklere utforming, og de kan i en del tilfeller isoleres utvendig uten store tap av kulturhistorisk verdi. Tykkelsen på isolasjonssjiktet vil bestemme i hvor stor grad fasadene endres. Utvendig etterisolering endrer husets proporsjoner og utseende. Forholdet mellom vegglivet og gesims, grunnmur, vinduer med mer endres.
Innvendig isolering av murgårdsvegger	Innvendig etterisolering vil skåne fasadene, men krever omfattende tilpassing innvendig. Det bør aldri brukes mer enn 50-75 mm isolasjon (Byggforvaltning 700.601). Veggpartier som har stått kalde i lange tider uten skader tåler normalt noe innvendig tilleggsisolering.	Med innvendig etterisolering mister den opprinnelige ytterveggen det naturlige varmetilskuddet innenfra. Dermed senkes temperaturen i det ytterste sjiktet og fukt fra slagregn mv. tørker ikke ut så raskt som tidligere. Dette øker faren for frostskader og avskalling av stein og puss. Det øker også faren for råteskadeutvikling i golvbjelker som er innmurt i ytterveggen og i takfoten. Innvendig etterisolering bør kun velges etter nøye vurdering av risikoen for bygningsfysiske skader. Fukt- og temperaturforholdene i veggen bør analyseres, og tilstanden til alt innmurt treverk og teglsteinens frostbestandighet kartlegges for å vurdere risikoen for skader. Vær oppmerksom på at tilstand og risiko kan variere fra vegg til vegg i et hus og mellom øvre og nedre partier av samme vegg. Innvendig etterisolering vil gi kuldebroer ved etasjeskillene og der innervegger møter yttervegg. Det er også svært vanskelig å sikre god tetting i disse overgangene. Derved kan fuktigheten innenfra komme ut disse stedene. Dette kan føre til kondens og mugg- og råtevekst. Innvendig etterisolering av murgårder med etasjeskiller av betong har begrenset effekt fordi dette ikke løser problemet med kuldebroer ved etasjeskillene. Innvendig areal vil bli redusert. Interiøret vil bli endret og originale bygningsdeler kan gå tapt. Vindussmyg vil bli dypere, noe som gir mindre dagslys inn i rommene. Listverk, paneler og brystninger kan remonteres, men det må gjøres med stor forsiktighet for å unngå skade.

TREVEGGER:

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Utvendig isolasjon av trevegger	Utvendig etterisolering er en teknisk god måte å etterisolere på, men vegglivet kommer lengre ut og dermed endres fasadene. Vindtetting og eventuelt etterisolering utvendig velges ofte når ytterpanelet er så dårlig at man uansett må skifte kledning. Vindtetting vil redusere trekkproblemene, uten at fasadelivet endres. For panelte vegger er det som regel en fordel å fjerne eksisterende ytterkledningen for å hindre at kald luft kommer inn i hulrom langs panelet på innsiden av isolasjonen. (Byggforvaltning 723.511). Hulrommet i bindingsverksvegger og reisverksvegger bør i tillegg etterisoleres ved at man blåser inn isolasjonsmateriale, slik at man får mest mulig isolasjons-tykkelse og minst mulig hulrom hvor kald luft kan trekkes inn. Laftevegger, reisverksvegger og eldre bindingsverksvegger har erfaringsmessig tilstrekkelig damptette sjikt, slik at det går bra å etterisolere utvendig uten å legge inn ny dampsperre innvendig.	Utvendig etterisolering endrer husets proporsjoner og utseende og dessuten fører til tap av originale bygningsdeler. I hvor stor grad husets utseende blir endret avhenger også av isolasjonstykkelsen. Vegglivet kommer lenger ut slik at gesimsutstikket blir mindre og overgangen vegg/grunnmur endres. Hvis ikke vinduene flyttes ut i vegglivet vil de bli sittende dypere i veggen. Ved etterisolering av yttervegg må man vurdere om det er behov for spesielle tiltak for å sikre god regnskjerming i overgangen mellom bygningsdeler. Den utvendige kledningen, listverk, nedløp, hjørnemarker-inger, vannbord ned mot grunnmuren og gesimsdetaljer vil som regel gå tapt. De blir i beste fall erstattet med kopier, men i praksis er dette vanskelig fordi forholdet mellom bygningsdelene endres. Laftevegger uten eksisterende utvendig panel vil endre karakter sterkt ved utvendig etterisolering. Når vindussmygene blir dypere, vil det komme mindre dagslys inn i rommene.
Innvendig isolering av vegger i tre	Innvendig etterisolering velges ofte for å skåne et godt bevart eksteriør. Ved innvendig etterisolering kan man isolere rom for rom og begrense tiltaket til de rommene hvor behovet er størst, og man kan også skåne rom med særlig verdifulle interiører. Løsningen sikrer imidlertid ikke på samme måte som utvendig isolering mot trekk langs etasjeskillene og skilleveggene, og bør kombineres med tiltak mot dette	Erfaring viser at innvendig isolering teknisk sett som oftest fungerer på trehus. Innvendig etterisolering øker risikoen for skadeutvikling fordi temperaturen i den opprinnelige veggen vil bli lavere enn før. Dette fører til mindre uttørking og derved økning av fuktigheten i trevirket. Dette kan gi utvikling av råte inne i veggkonstruksjonen. Man bør derfor utføre en tilstandsvurdering og eventuelt utbedring av vegger, takutstikk og vindusomramminger før man gjennomfører et slikt tiltak. I tillegg bør man vurdere lokale klimaforhold. For spesielt utsatte vegger bør det vurderes nøye om et slikt tiltak bør utføres. Vegetasjon, slik som busker og trær inntil veggen som hindrer uttørking bør fjernes. For å hindre varm, fuktig luft i å trenge inn i veggen kan det monteres dampsperre (plastfolie) på innsiden av veggen. Det er svært viktig å ikke bygge inn deler av veggen mellom to dampsperrer. Malte plater og tett panel vil redusere fukttransporten ut i veggen slik at dampsperre kan være unødvendig. Det må sikres at konstruksjonen har tilstrekkelig lufting fra utvendig side. God ventilasjon og undertrykk i boligen vil redusere faren for at fuktig luft presses ut i veggen. Se også punktet om valg av isolasjonsmaterialer.

TILTAK	BESKRIVELSE AV ARBEIDET	RISIKO
Forsettelse: Innvendig isolering av vegger i tre		Ved innvendig etterisolering vil det innvendige arealet i boligen bli mindre. Tekniske installasjoner og faste skap med mer må flyttes. Vindussmygene vil bli dypere, noe som gir mindre dagslys inn i rommene. Paneler, himlinger, gulvpanel, tapet, brystning og listverk vil ofte gå tapt ved innvendig etterisolering. Til tross for forsiktig demontering vil det ofte bli skadd. I tillegg må bygningsdelene tilpasses på nytt fordi forholdet mellom bygningsdelene er endret.
Isolering av hulrom i reisverks- og bindingsverksvegger	Eldre yttervegger av **bindingsver**k er særlig godt egnet for innblåsing av hulromsisolasjon forutsatt at det er papp ut mot panelet. Etterisolering av hulrom i bindingsverksvegger er som regel enkelt og gir stor effekt. Innblåsing av finrevet mineralull eller cellulosefiber er skånsom med hensyn til bevaring av originale vegger, både innvendige og utvendige flater kan beholdes uendret. Det eneste synlige inngrepet er trespunser i panelet der mineralullen er blåst inn. Det kan være vanskelig å kartlegge alle hulrom i veggen og sikre at innblåsingen blir effektiv for hele veggen. Dette kan eventuelt sjekkes ved termografering. **Reisverksvegger** bør kun etterisoleres ved innblåsing dersom det monteres vindsperre og lektes ut for lufting bak ytterkledningen.	Ved innblåsing av isolasjon i hulrom slipper man å åpne opp konstruksjonen, men man vil ikke få oversikt over eventuelle skader. Vi anbefaler å åpne opp konstruksjonene og kontrollere bjelkelagsendene, feltene under vinduene, nedre del av veggen ned mot grunnmuren og andre overganger for å være sikker på at det ikke er skader her som kan utvikle seg når de bygningsfysiske forholdene endres ved etterisolering. I reisverksvegger vil pappen ligge inn mot konstruksjonen på innsiden av hulrommet. Det vil altså ikke være papp mellom hulrommet og ytterkledningen. Dette medfører at det vil være stor fare for oppfukting av innblåst isolasjon ved nedbør. Det vil også være trekk/luftbevegelser i isolasjonen slik at den vil isolere dårligere. En slik løsning frarådes derfor. Utlekting medfører at vegglivet flyttes utover, dette vil endre forholdet mellom de ulike bygningsdelene og påvirke det arkitektoniske helhetsinntrykket av bygningen. Svært ofte vil et slikt tiltak i praksis føre til tap av de originale bygningsdelene. På steder med mye slagregn er det risiko for skader på kledningen fordi den vil tørke ut saktere etter nedfukting fordi varmestrømmen innenfra blir redusert. (Byggforvaltning 723.511) Ved innblåsing av isolasjon i hulrom vil man normalt ikke montere dampbrems mot innerommet. Dermed kan den fuktige, varme inneluften trenge ut i veggkonstruksjonen. Når temperaturen i veggens ytterste sjikt synker, kan det danne seg kondens. Dette kan forårsake råtesoppangrep. Dette skjer imidlertid svært sjelden i praksis. Da skal det være svært fuktig inneluft, noe som er sjelden i boliger bortsett fra i baderom. Innvendig tapeter, plater, paneler og malingslag gir ofte tilstrekkelig damp- og lufttetthet. God ventilasjon bidrar også til at dette unngås.

VINDUER

Vinduene er avanserte bygningsdeler. De skal beskytte oss mot kulde, varme, vind og holde regnvannet ute. Samtidig skal de gi oss lys og utsyn og kunne åpnes for lufting. Vinduene er utviklet teknisk og estetisk over lang tid. Øverst i bilde er det kryspostvinduer med rammer delt inn i to ruter under, typisk for murgårdene fra 1850-1880-tallet. Etter hvert ble glass billigere og kunne produseres i større flater, slik vi ser i etasjen under.

Vinduene er viktige deler av bygningers fasader og viktig for opplevelsen av en bygning. De forteller om tidsepoker, stilarter, teknisk kunnskap og muligheter, og om godt håndverk. Ethvert hus bør normalt få beholde den vindustypen det er bygget med, enten det er en murgård fra forrige århundreskiftet eller en funksjonalistisk betongblokk. Når vinduene skiftes ut forsvinner viktige kulturhistoriske verdier, og opplevelsen av den historiske dimensjonen i omgivelsene våre forflates.

Huseiere blir ofte anbefalt å skifte ut gamle vinduer. Riksantikvaren anbefaler i stedet å oppgradere dem. Gamle vinduer har nesten bestandig svært god materialkvalitet og de vil med stor sannsynlighet vare lengre enn nye.

HVORFOR TA VARE PÅ VINDUENE?

Vinduene betyr mye for opplevelsen av en bygning, de gir bygningen karakter. De forteller om tidsepoker og stilarter. Når gamle vinduer skiftes ut med nye, forsvinner de gamle vinduenes fine detaljering i treverk og beslag, og ujevnhetene i det gamle glasset blir borte. Det nye vinduet har gjerne grovere dimensjoner og lysåpningen blir mindre. En del av bygningens historiske dimensjon går tapt. Ethvert hus bør i utgangspunktet få beholde sine opprinnelige vinduer. Må man bytte ut vinduene, bør de nye vinduene være best mulig.

RESSURSFORBRUK OG LEVETID

Å skifte ut gamle vinduer med nye er ikke nødvendigvis et riktig miljøtiltak, selv om de nye vinduene isolerer noe bedre.
Levetiden til nye vinduer anslås til 20-30 år, mens 100 år gamle vinduer laget av godt trevirke, vil kunne vare i 100 nye år dersom de vedlikeholdes godt. Erfaringen viser at svært mange vinduer kan oppgraderes uten større reparasjonsarbeider.

For å finne ut hva som lønner seg økonomisk er det mange forhold som må vurderes. Det er ikke tilstrekkelig å sammenligne prisen på billigste fabrikkframstilte vindu med prisen på omfattende restaurering av de gamle vinduene. Prisen på istandsetting avhenger av hvor omfattende vedlikeholdet/ istandsettingen av det gamle vinduet blir. Av og til blir det gjort for grundig istandsettingsarbeid, og dette blir unødig dyrt.

For noen vinduer kan det være tilstrekkelig med enkel justering og ny overflatebehandling, for andre kan det være store råteskader som må utbedres. Det er også slik at prisene på slikt arbeid varierer sterkt. Vi anbefaler at det innhentes priser fra flere og gjerne fra håndverkere som holder til utenfor pressområdene. Priser på nye vinduer varierer sterkt avhengig av detaljering og rive- og innsettingskostnadene kommer i tillegg.

TETTING

Trekk kan komme av to forhold, enten utettheter hvor kald luft kommer inn eller kaldras pga dårlig isolasjon for eksempel fra vinduer med bare enkle glass.

Utettheter mellom ramme og karm kan utbedres ved å demontere innvendige gerikter forsiktig og dytte isolasjon mellom veggen og karmen, og så remontere listverket.

Utettheter mellom vegg og karm kan tettes ved å montere tettelister. Her anbefales som regel gummilister med O- eller P-profiler. Dersom det er svært trangt kan det være aktuelt å frese inn spor for å feste tettelistene.

Utettheter ved de innvendige vareramme-mene fører også til kondens. Den varme og fuktige innelufta kommer ut i mellomrommet mellom vinduene. Her blir lufta nedkjølt og den får derved mindre evne til å holde på fuktigheten. Det oppstår gjerne kondens på den ytre kalde glassflaten. Tetting rundt det innvendige varevinduet og karmen forhindrer dette. Ofte kan det også være aktuelt å forbedre/reparere lukkemekanismen.

BEDRE ISOLERING

Forbedring av isolasjonsevnen kan gjøres ved å supplere eller bytte ut gammelt glass med nye glass som isolerer bedre. Har man eksisterende koblete eller doble vinduer kan man bytte ut glasset i den innerste ramma med energiglass (enkelt glass med lavemisjonsbelegg) eller med isolerrute (to lag glass med lavemisjonsbelegg og gassfylling mellom). Begge disse alternativene vil bedre vinduets isolasjonsevne vesentlig. Se egen informasjon om dette på neste side. Å sette inn nye varevinduer, eller å utbedre eksisterende varevinduer, er enkle tiltak, som kan være langt enklere og rimeligere enn å skifte hele vinduet.

Har man vinduer med gamle isolerruter bør man vurdere å bytte disse ut med moderne ruter med langt bedre isolasjonsevne.

Montering av nye innvendige varevinduer kan være et godt alternativ. Noen ganger fungerer de gamle varevinduene dårlig og er kanskje heller ikke originale. Dersom man vil montere isolerruter vil ofte de gamle varevinduene ikke ha plass til dette, eller de er ikke solide nok til å bære slike tyngre glass.

Det er flere alternative løsninger for innvendige varevinduer. En løsning som særlig kan være aktuell der det er spesielt fint utformete vinduer med innvendige profiler med mer, er å montere glass uten egen ramme direkte på den gamle ytre ramma. Dette tilsvarer en koblet løsning slik at glasset er hengslet og kan åpnes for vasking. Dette gir ikke en så god isolasjonsevne som tiltakene nevnt over, men kan være et godt alternativ fordi dette blir en lite synlig tilføyelse.

Gamle vinduer har gjerne finere detaljert treverk med profiler, dryppneser og smale rammer og karmer. Ved utskifting til nye blir profilene gjerne grovere, lysåpningen mindre. Her er den opprinnelige kryssspostløsningen erstattes med et 2-fagsvindu. Nye vinduer leveres gjerne i samme farge innvendig og utvendig, de gamle var gjerne hvite innvendig og med andre farger avhengig av stilretning utvendig. I 1800-talls murgårder var de alltid mørke.

NYE VINDUER

Som hovedregel anbefaler Riksantikvaren at opprinnelige eller eldre bevaringsverdige vinduer bevares framfor å skiftes ut. Dersom de gamle vinduene er tapt eller er så dårlige at det ikke kan forsvares å sette dem i stand, er det viktig at de nye vinduene tilpasses huset og er gode kopier av de opprinnelige vinduene. For bygninger med høy kulturhistorisk verdi bør det lages nøyaktige kopier av de opprinnelige, eventuelt med nye varevinduer.

De nye vinduene bør ha samme karm- og rammebredde som opprinnelige vinduer, da vil glassflatearealet bli det samme. Vinduene bør ha samme slagretning og hengsling som de opprinnelige. Gamle vinduer har ofte dryppneser og profiler som gir dem et helt annet preg enn moderne standardvinduers «flatere» inntrykk. Det bør derfor være en selvfølge at slike detaljer gjenskapes tilnærmet slik de var på de gamle vinduene. Glasset bør kittes inn, ikke listes inn slik som det er vanlig i dag. Sprossene bør være gjennomgående, ikke pålimte eller utenpåliggende. Vinduene bør settes i samme liv som de opprinnelige vinduene, det vil si ikke settes lenger ut eller inn i veggen.

Montering av nye innervinduer i Riksantikvarens lokaler. U-verdien (isolasjonsevnen) forbedres fra cirka 4,6 til 1,6.

Når man utformer og monterer nye innvendige varevinduer er det viktig å se til at lysåpningene ikke blir mindre på indre enn på ytre vindu, midtpost og rammer må ikke være bredere enn i det ytre. Det er best å plassere det nye innervinduet nær yttervinduet for å redusere tap av lys og utsikt. Det synes særlig når man ser på vinduet fra siden, slik som her. Bildet til venstre viser tradisjonelle innevinduer. Bildet til høyre viser tilsvarende vindu med glass koblet direkte på ytterramma uten egen ramme for det nye glasset.

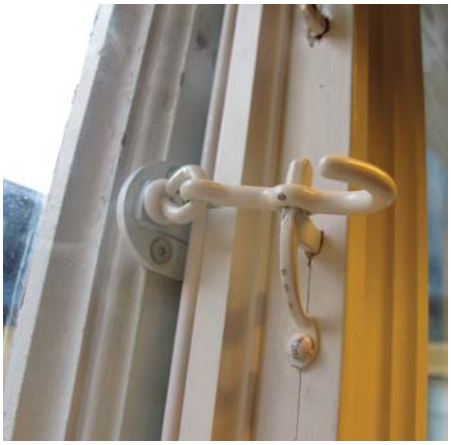


Foto av vinduer med glass hengslet direkte på ytre ramme uten egen ramme. Dette er svært lite synlig og dekker ikke til det gamle vinduets profiler. Det må monteres ei smal list med tettelist på innsiden, slik at den tetter godt mot det nye glasset og fuktig inneluft ikke kommer ut i mellomrommet mellom glassene. Det er mulig å bruke eksisterende lukkere og vindkroker, men dette må spesialbestilles. En slik løsning gir en u-verdi på anslagsvis 1,7-1,9. når det brukes energiglass. Dette er langt bedre enn et ordinært dobbeltvindu med vanlig glass (u-verdi 2,7), men dårligere enn et dobbeltvindu med energiglass (u-verdi 1,6). Kilde: Optiglas, Danmark.

Isoleringsevne for ulike vindus- og glasstyper

- Vinduer med enkelt glass: U-verdi 4,4
- Dobbeltvinduer med vanlig varevindu: U-verdi 2,6
- Vindu med varevindu med energiglass: U-verdi 1,6
- Vinduer med varevindu med dobbelt glass med lavemisjonsbelegg og gassfylling: U-verdi 1,0

U-verdi er et mål på en bygningsdels varmeisolerende evne – lav verdi viser høy isolerende evne.

Kilde: Energieffektive bevaringsverdige vinduer – målinger og beregninger. SINTEF 2012.

NYE FORSKNINGSRESULTATER

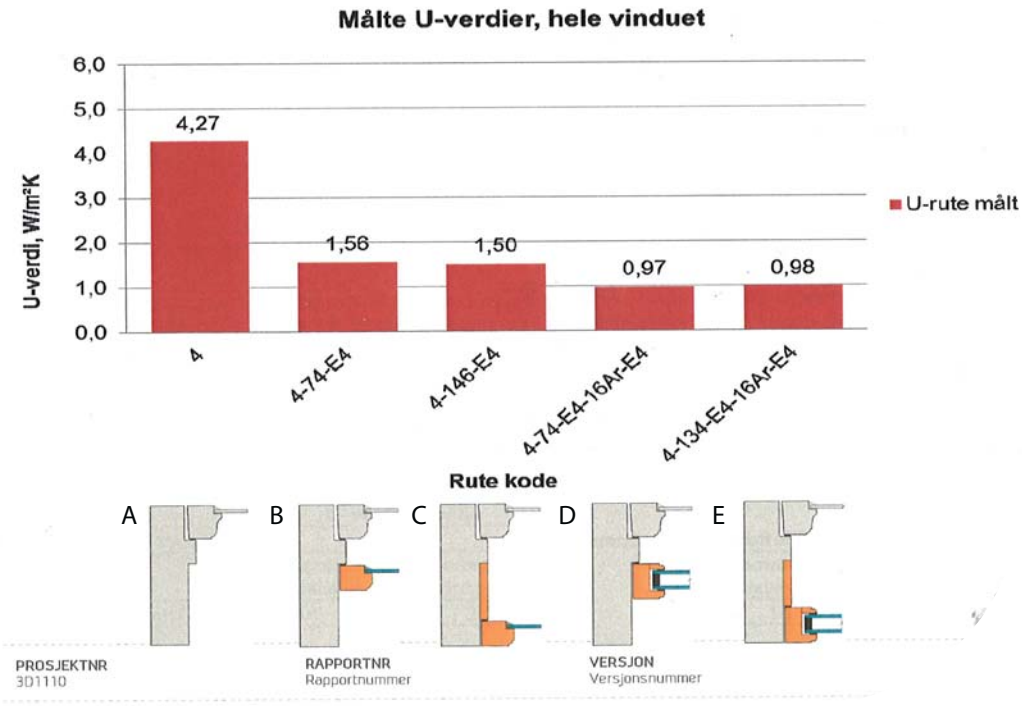
SINTEF utførte i 2012 på oppdrag fra Enova og Riksantikvaren testing av isoleringsegenskapene for oppgraderte tradisjonelle vinduer. Resultatet foreligger i rapporten: Energieffektive bevaringsverdige vinduer – målinger og beregninger. SINTEF 2012. Se også våre nettsider: www. riksantikvaren.no

Her er en kort oppsummering av resultatene.

U-verdien til de fem vindusvariantene ble målt i Hot-box ved SINTEF Byggforsks laboratorie.
«Målingene viser at man oppnår vesentlig forbedring av U-verdien ved forbedring av et eksisterende vindu med en ekstra rute i en vareramme. Med to-lags isolerrute i vareramme blir U-verdien lavere enn 1,0 W/m^{2}K som er på samme nivå som et nytt trevindu med en god tre-lags isolerrute.»

I tillegg til målingene ble to ulike beregningsmetoder sjekket for å finne ut hvor riktige svar de gir. Resultatet viser at den forenklete beregningsmetoden, som gjerne brukes, viser dårligere egenskaper enn det vinduene egentlig har. Den avanserte beregningsmetoden gir langt mer korrekte svar.

Det målte vinduet er et tradisjonelt torams-vindu med tre ruter i hver ramme. U-verdiene for andre tradisjonelle vindustyper ble beregnet.



Målt u-verdi for forskjellige vinduer vist i stolpediagrammet. Vindustypene er vist under:
A: Et tradisjonelt enkeltvindu.
B: Det tradisjonelle vinduet suplert med et nytt innervindu med ett lag energiglass plassert 7 cm fra det ytre glasset.
C: Samme vindu, men innervinduet plassert 14 cm fra ytterglasset.
D: Det tradisjonelle vinduet suplert med et nytt innervindu med isolerglass – dobbelt glass med argongass mellom, lavemisjonsbelegg på begge glassflater, plassert 7 cm fra yttervinduet.
E: Det samme vinduet, men innervinduet plassert 14 cm fra ytterglasset.

KILDE- OG LITTERATURHENVISNINGER

Riksantikvarens nettside om energisparing www.riksantikvaren.no.
Alle rapportene og informasjonsarkene under finnes på våre nettsider.

Rapporter
"Energieffektivisering i eksisterende bygninger" Rapport utarbeidet av SINTEF og NIKU, på oppdrag fra Riksantikvaren

"Klimagassberegninger for vernede boligbygg vs. nye lavenergiboliger", utarbeidet av Civitas på oppdrag fra Riksantikvaren

"Mer kunnskap om energieffektivisering i eksisterende bygningsmasse", utarbeidet av Norconsult og Miljøanalyse på oppdrag fra Miljøverndepartementet

"Energieffektive bevaringsverdige vinduer - Målinger og beregninger" (norsk versjon) og "Energy efficient windows with cultural value - Measurements and calculations " (english version), utarbeidet av SINTEF på oppdrag fra Riksantikvaren

"Fiin gammel årgang - veileder i energisparing i verneverdige hus "(pdf) Utarbeidet av SINTEF med støtte fra Riksantikvaren m.fl.

Informasjonsark
3.0.1 Kjenn ditt hus. Laftehus
3.0.2 Kjenn ditt hus. Reisverkshus
3.0.3 Kjenn ditt hus. Murgårder
3.0.4 Kjenn ditt hus. Bindingsverkshus
3.8.1 Vedlikehold av vinduer
3.11.3 Vedovner
3.16.1 Bygning oppført i laft. Eksempel på energisparing
3.16.2 Hus oppført i bindingsverk. Eksempel på energisparing
3.16.3 Murgård. Eksempel på energisparing
3.16.4 Reisverkshus. Eksempel på energisparing

Informasjon om materialers miljøbelastning og livssyklusbelastning. Statsbygg http://www.Klimagassregnskap.no

Gamle trehus – Historikk, reparasjon og vedlikehold. Tore Drange, Hans Olaf Aanensen og Jon Brænne ISBN 978-82-05-40143-3

SINTEF Byggforsk: Byggforskserien http://bks.byggforsk.no/

"Äldre murverkshus. Reperasjoner och ombyggnad" ISBN 91-540-5119-3

Besøksadresse: Dronningensgate 13, 0152 Oslo, **Postadresse:** Riksantikvaren, Direktoratet for kulturminneforvaltning, Postboks 8196 Dep. N-0034 Oslo
Telefon: (+47) 22 94 04 00, Telefaks: (+47) 22 94 04 04, e-post: postmottak@ra.no