

# Oppdragsrapport

## Beregning og vurdering av behov for isolasjonstykkelse i veggkonstruksjon

Kristine Nore og Dimitrios Kraniotis

<b>Oppdragsgiver:</b>	Bosunt AS
<b>Kontaktperson:</b>	Helge Furnes Samuelsen
<b>Oppdragsgivers ref.:</b>	Opplagt
<b>Rapport nr.:</b>	321495 - 1
<b>Utstedt:</b>	2015-12-22

## Oppdragsrapport

Oppdragsleder:	Kvalitetssikrer:	Oppdragsansvarlig:
Kristine Nore	Dimitrios Kraniotis	Anders Q. Nyrud

### Sammendrag

Opplagt er en veggkonstruksjon i massivt tre med trefiberioslasjon, luftspalte og kledning. Treteknisk har beregnet isolasjonsverdien for veggkonstruksjonen og definert behov for hvor mye isolasjon som trengs for å oppfylle teknisk forskrift, TEK 10 der minstekravet til yttervegg er en u-verdi på  $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Det vil ikke bli statisk U-verdi er satt opp mot men en dynamisk U-verdi som inkluderer veggens varmegjennomgang inkludert hygrotermisk masse.

På en standard opplagt vegg må isolasjonstykkelsen være 16 cm for å oppnå kravet til u-verdi etter TEK10. Isolasjonstykkelsen kan reduseres til 8 cm dersom hygrotermisk masse blir inkludert.

På en Opplagt vegg der elementet er satt på høykant må det være 18 cm isolasjon for å oppnå kravet til u-verdi. Dersom hygrotermisk masse inkluderes kan isolasjonstykkelsen reduseres til 12 cm.

## Innhold

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>2</b>
<b>BAKGRUNN</b> .....	<b>3</b>
<b>VEGGKONSTRUKSJONEN OPPLAGT</b> .....	<b>4</b>
<b>FORUTSETNINGER</b> .....	<b>5</b>
<b>RESULTATER</b> .....	<b>5</b>
<i>Standard Opplagt veggkonstruksjon</i> .....	5
<i>Opplagt veggkonstruksjon med treelement på høykant</i> .....	7
<b>OPPFØLGING</b> .....	<b>9</b>

## Bakgrunn

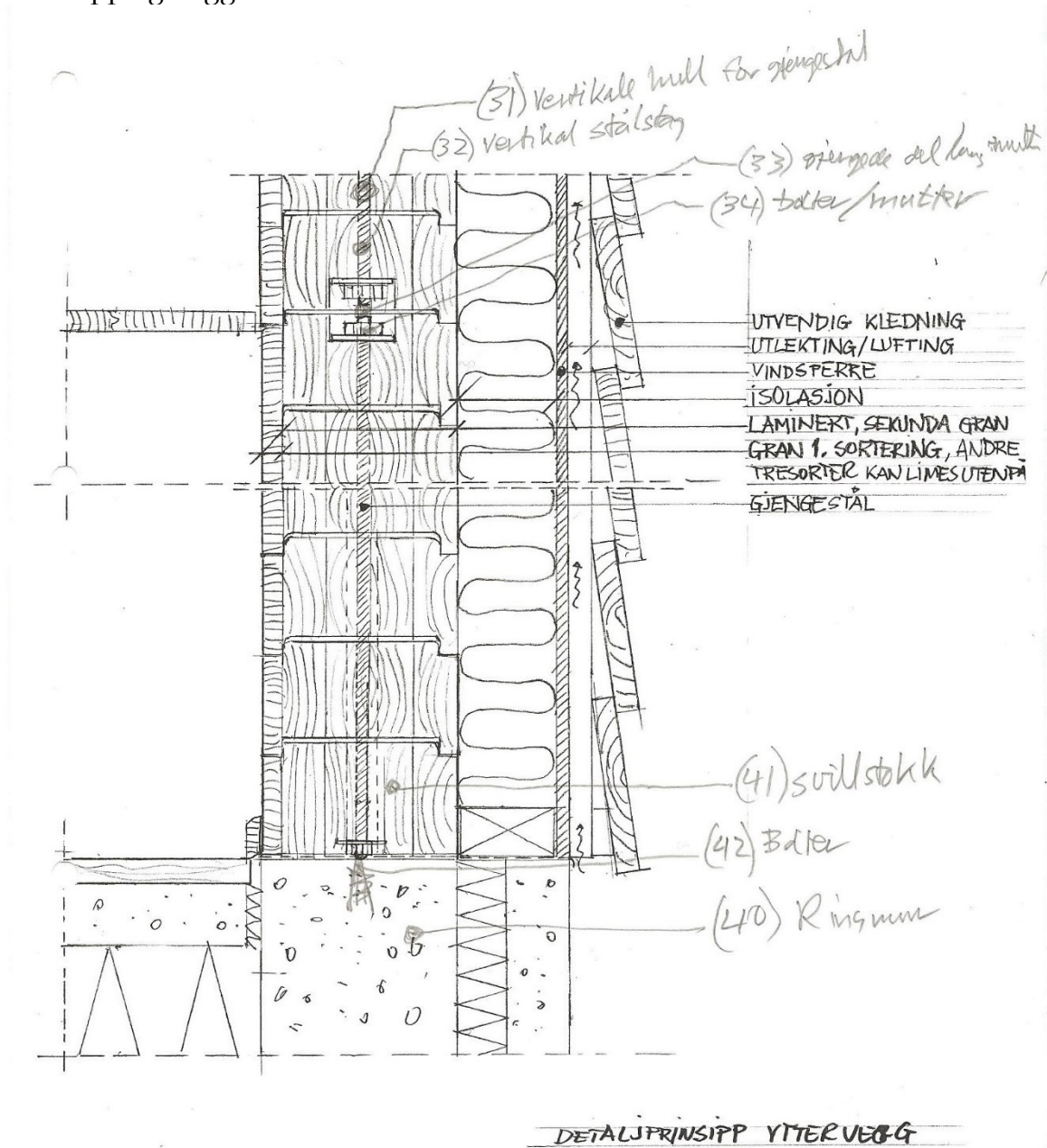
For å vurdere isolasjonsegenskapene i en vegg defineres *u*-verdien. *U*-verdi er en varmegjennomgangskoeffisient der stasjonær varmestrøm divideres med arealet og temperaturstrømmen mellom hver side av et system. *U*-verdien er definert etter et sett referansetemperaturer satt i system.

Det går an å utlede forbedrede *u*-verdier basert på nye betingelser. De siste årene har begrepet hygrottermisk masse blitt etablert. I hygrottermisk masse inngår varme- og fuktlagringsevnen til materialet i energiberegningen. Hygroskopiske materialer kan ta opp fukt som vil bidra til akkumulere og magasinere fukt som kan holde på energien i et rom for å redusere varmetapet. For å utnytte disse effektene kreves det dynamisk belastning. I NS 3031:2014 er det en metode for å utnytte varmelagringsegenskapene ved hjelp av dynamisk belastning (temperatursvingninger). Tilsvarende finnes ikke for fuktssvingninger mot materialer som kan holde på fukt.

Treteknisk forsker på hvordan fukt kan inngå i energiregnskapet. Da må energipotensialet integreres i *u*-verdien. I disse beregningene har vi kommet frem til at anbefalt isolasjon med trefiber er 8 cm for standard Opplagt vegg og 12 cm for Opplagtveggen på høykant.

## Veggkonstruksjonen Opplagt

Figur 1. som beskriver veggoppbygningen. Treteknisk har fått tilsendt prøve av en bit av Opplagtveggen.



Figur 1 Oppbygning av Opplagt. Treelementene er 170 mm brede.

## Forutsetninger

Det er regnet med standard materialkvaliteter og med de egenskaper vi kjenner så langt. Det er tatt utgangspunkt i en toetasjes bolig på 130 m<sup>2</sup>. Totalvolum i huset blir 350 m<sup>3</sup> og overflate yttervegg er  $A_w = 135 \text{ m}^2$ .

Det er ikke lagt opp til vurdering av detaljer i veggoppbyggingen.

## Resultater

Resultatene er beskrevet med en del beregning i WUFI®Pro der nødvendig isolasjonstykkelse er definert. Så legges det til den kapasiteten den hygrotermiske massen kan utgjøre som en tilleggsvarme ut ifra forventet temperatur og fuktdynamikk inne.

I tillegg er det et bidrag fra hygrotermisk masse ute. Utvendig klimapåkjenning har større dynamisk påkjenning, men også vindpåkjenning som gir stor usikkerhet. Vi har valgt å forvente omtrent samme tilleggsbidrag fra hygrotermisk masse i ytterveggen.

## Standard Opplagt veggkonstruksjon

Beregnet med liggende opplagtelementer. Da er det beregnet radiell retning på treverket. Figur 2 viser oppsettet i WUFI med u-verdi som krevet etter TEK10.



Figur 2 Oppbygning av standard Opplagt i WUFI.

Latent varme er beregnet basert på fuktopptak igjennom en dag basert på følgende ligning:

$$H = \frac{A_w * \rho_w * d_p * MC * H_s}{3600}$$

der  $A_w$ : overflateareal for yttervegg med treoverflate i  $[m^2]$ ,  
 $\rho_w$ : densiteten til tre i  $[kg/m^3]$ , her  $\rho_w = 390 kg/m^3$ ,  
 $d_p$ : inntrengningsdybde in  $[m]$ , d.v.s. dybden I tre der fuktinnholdet endres I takt med endret fuktinnhold i lufta (rf) innendørs (her,  $d_p = 0,02 m$ ),  
 $MC$ : total endring I fuktinnhold I treet over døgnet i  $[kg/kg]$  og  
 $H_s$ : latent varme som  $[KJ/kg]$ , d.v.s. omtrent  $2450 kJ/kg$ .

Varmetap igjennom yttervegg er beregnet basert på u-verdien  $0,178 W/m^2 \cdot K$ , treoverflate på ytterveggene ( $A_w = 135 m^2$ ) og temperaturforskjellen  $\Delta T$  ( $\Delta T = T_{inne} - T_{ute} = 21 - (-5) = 26 \text{ }^\circ C$ ).

Siden latent varme bidrar til u-verdien blir en ny «mer tolerant» u-verdi beregnet i hvert tilfelle. Behovet for isolasjon er beregnet i hvert tilfelle.

*Tabell 1: Standard Opplagtvegg, med mulig redusert isolasjon som følge av bidraget fra hygrottermisk masse innvendig.*

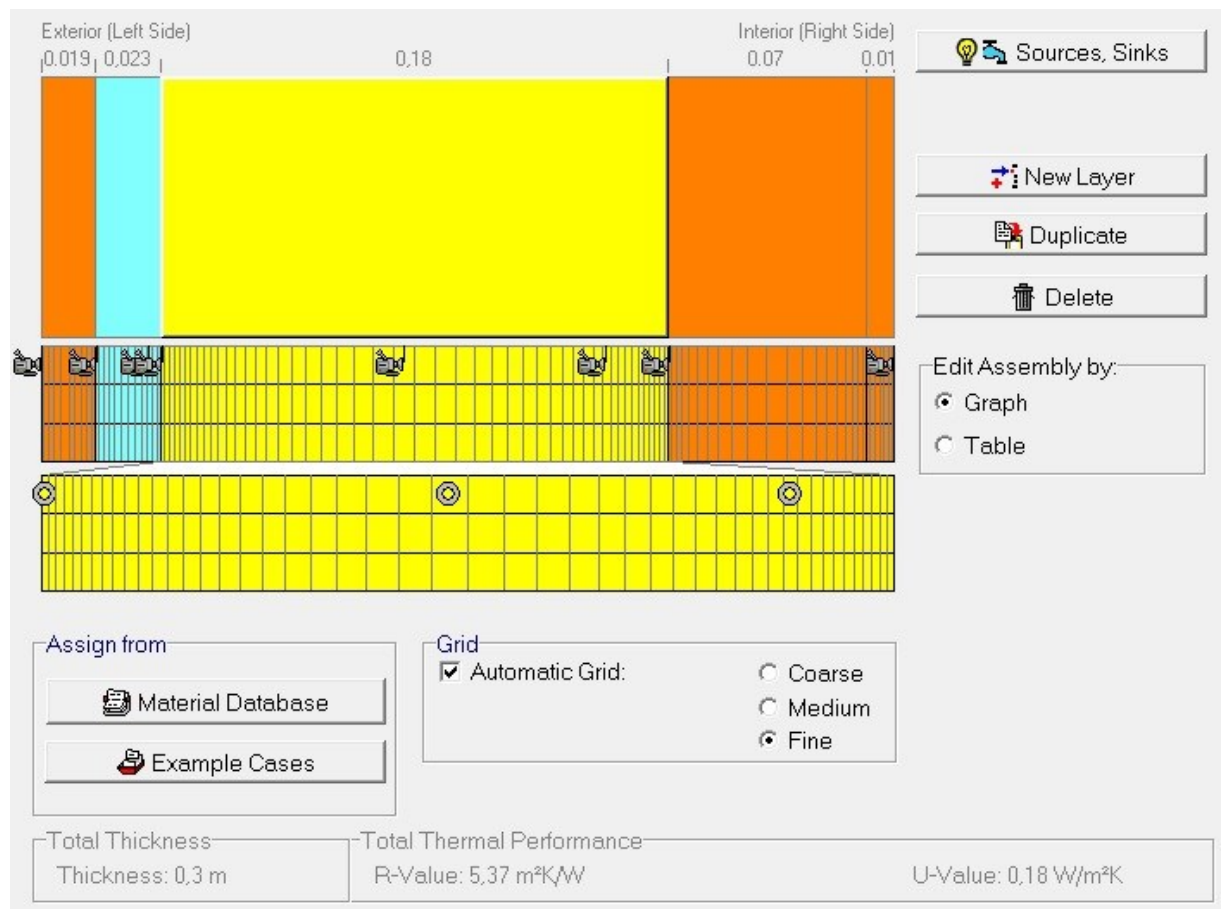
	<b>r<sub>finne</sub> = 40%- 50%</b>  <b>T<sub>ute</sub> = -5 °C</b>	<b>r<sub>finne</sub> = 30%- 60%</b>  <b>T<sub>ute</sub> = -5 °C</b>	<b>r<sub>finne</sub> = 40%- 50%</b>  <b>T<sub>ute</sub> = -15 °C</b>	<b>r<sub>finne</sub> = 30%- 60%</b>  <b>T<sub>ute</sub> = -15 °C</b>
<b>Fuktopptak (MC)</b>	1%	3,5%	1,1%	3,6%
<b>Latent varme [kWh] (per dag)</b>	6,635	23,224	7,299	23,888
<b>Varmetap [kWh] (per dag)</b>	27,768	27,768	38,448	38,448
<b>Bidrag til u-verdi [W/m<sup>2</sup> · K]</b>	0,043	0,149	0,047	0,153
<b>Krav til isolasjonstykkelse [cm]</b>	<b>12 cm</b> (sparer 4 cm)	<b>6 cm</b> (sparer 10 cm)	<b>11,5 cm</b> (sparer 4,5 cm)	<b>5,5 cm</b> (sparer 10,5 cm)

Det forventes omtrent samme bidrag på utvendig side av vegg. Da blir det totale reduserte isolasjonsbehovet 8 cm når fuktvariasjonen inne tilsvarer det som er målt i standard oppholdsrom som kjøkken og stue. I soverom kan fuktforskjellen være større, tilsvarende 30-60 % rf. Her kan isolasjonen reduseres ytterligere.

Anbefalt isolasjonstykkelse i yttervegg med standard Opplagt vegg på 170 mm er 8 cm med trefiber.

### **Opplagt veggkonstruksjon med trelement på høykant**

Tilsvarende beregning er gjort for Opplagt på høykant.



Figur 3 Oppbygning av Opplagtelementet på høykant. Beregnet i WUFI. For å oppnå u-verdi på 0,18 trengs 18 cm isolasjon.



Tabell 2: Standard Opplagtvegg, med mulig redusert isolasjon som følge av bidraget fra hygrottermisk masse innvendig.

	$r_{finne} = 40\%-50\%$ $T_{ute} = -5\text{ °C}$	$r_{finne} = 30\%-60\%$ $T_{ute} = -5\text{ °C}$	$r_{finne} = 40\%-50\%$ $T_{ute} = -15\text{ °C}$	$r_{finne} = 30\%-60\%$ $T_{ute} = -15\text{ °C}$
Fuktopptak (MC)	1%	3,4%	1,1%	3,5%
Latent varme [kWh] (per dag)	6,64	23,56	7,299	23,22
Varmetap [kWh] (per dag)	28,1	28,1	38,9	38,9
Bidrag til u-verdi [W/m <sup>2</sup> · K]	0,031	0,104	0,034	0,108
Krav til isolasjonstykkelse [cm]	<b>15 cm</b> (sparer 3 cm)	<b>10 cm</b> (sparer 8 cm)	<b>14,5 cm</b> (sparer 3,5 cm)	<b>10 cm</b> (sparer 8 cm)

Anbefalt isolasjonstykkelse i yttervegg med Opplagtelement vegg på høykant, 70 mm er 12 cm med trefiberisolasjon.

## Oppfølging

Det gjøres en forespørsel til Sintef Byggforsk i etterkant av beregningen om mulighet til å få TG for veggkonstruksjonen Opplagt.