

Energiberegninger

Innholdsfortegnelse – vedlegg C

1. Fundament.....	2
Alternativ 1 – Gulv på grunn med ringmur	2
Alternativ 2 - Pilarer med gulv mot det fri.....	3
2. Veggkonstruksjon	5
Alternativ 1 – Todelt stenderverk	5
Alternativ 2 – Gjennomgående stenderverk.....	7
3. Takkonstruksjon	9
Alternativ 1 – Stålbjelker og massivtreelementer	9
Alternativ 2 – Bjelkelag	10

Verdier hentes og energiberegninger utføres ved hjelp av fremgangsmåter i følgende byggforsksblader og standarder:

471.008 Energiberegninger av U-verdi etter NS-EN ISO 6946

471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer

471.014 U-verdier. Gulv på grunnen og vegger mot terreng kilder

471.231 U-verdier for vegger over terreng. Grunnlag for beregninger

522.355 Etasjeskiller med trebjelkelag. Varmeisolering og tetting

NS-EN ISO13370 Bygningers termiske egenskaper

1. Fundament

Alternativ 1 – Gulv på grunn med ringmur

 R_{tot}

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand
R_{se} - Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04
XPS	$\frac{0,22}{0,044}$	5
Betonggulv	$\frac{0,08}{2,5}$	0,032
R_{si} - Innvendig overgangsmotstand	0,17	0,17
SUM		5,242

$U_{f;sog}$ = U-verdi gulv på grunn, uten effekt av grunnen.

$$U_{f;sog} = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,242} = 0,19 \frac{W}{m^2 K}$$

B – Karakteristisk dimensjon av gulv

$$B = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

A – Innvendig grunnflateareal BRA = $89,3 \text{ m}^2$

P – Innvendig omkrets av hele bygningen = 46,4 m

$$B = \frac{89,3}{0,5 \cdot 46,4} = 3,85 \text{ m}$$

z – Oppfyllingshøyde = 0

Leser av tabell 32 a fra 471.014 og får en ekvivalent u-verdi for gulv på grunnen

$$U = 0,16 \frac{W}{m^2 K}$$

Alternativ 2 - Pilarer med gulv mot det fri

Bjelker: 73x198 mm

Bjelkeavstand: c/c 400

Antall: 485

Bjelkeareal: $7,0 \text{ m}^2$ $R_{\text{øvre}}$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand isolasjonssjikt	Feltmotstand bjelkelag
R_{se} - Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13	0,13
Vindsperre	0,17	0,17	0,17
Bjelkelag	$\frac{0,198}{0,12}$	-	1,65
Isolasjon	$\frac{0,198}{0,037}$	5,35	-
Dampsperre	0,03	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,21	0,13	0,13
R_{si} - Innvendig overgangsmotstand	0,17	0,17	0,17
SUM øvre		6,01	2,31

$$f_{bjelke} = \frac{7,0}{72,8} = 0,09 = 9\%$$

$$f_{isolasjon} = 91\% = 0,91$$

$$R_{tot;\text{øvre}} = \frac{1}{\frac{0,91}{6,01} + \frac{0,09}{2,31}} = 5,25$$

VEDLEGG C

R_{nedre}

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand kombinert
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13
Vindsperre	0,17	0,17
Sjikt med isolasjon og bindingsverk	$\frac{1}{\frac{0,91}{5,35} + \frac{0,09}{1,65}}$	4,45
Dampsperre	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,13	0,13
SUM nedre		5,11

$$R_{tot} = \frac{5,11 + 5,25}{2} = 5,18$$

$$U = \frac{1}{5,18} = 0,19 \frac{W}{m^2K}$$

2. Veggkonstruksjon

Alternativ 1 – Todelt stenderverk

Beregninger forutsetter at ytre og indre stenderverk har lik dimensjon og er plassert med forskyvning.

Stenderdimensjon: 48x98 mm

Antall stendere: 340

Stenderavstand: c/c 300

Stenderareal: $1,6 \text{ m}^2$

Isolasjon: 50 mm

Total veggtykkelse: 246 mm

$R_{\text{øvre}}$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltnotstand isolasjonssjikt	Feltnotstand bindingsverk
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13	0,13
Vindsperre	0,17	0,17	0,17
Bindingsverk	$\frac{0,98}{0,12}$	-	0,82
Isolasjon gjennomgående	$\frac{0,246}{0,037}$	6,65	-
Isolasjon mellom stenderverk	$\frac{0,148}{0,037}$	-	4
Dampsperre	0,03	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,21	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,13	0,13	0,13
SUM		7,28	5,45

Omkrets av vegg: 50,96 m

Areal vegg: $0,246 \cdot 50,96 = 12,5 \text{ m}^2$

VEDLEGG C

$$f_{stender} = \frac{1,6}{12,5} = 0,128 = 13\%$$

$$f_{isolasjon} = 87\% = 0,87$$

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{0,87}{7,28} + \frac{0,13}{5,45}} = 7,00$$

R_{nedre}

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand kombinert
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13
Vindsperre	0,17	0,17
Sjikt med isolasjon og bindingsverk	$\frac{1}{\frac{0,87}{6,65} + \frac{0,13}{4 + 0,82}}$	6,34
Dampsperre	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,13	0,13
SUM		6,97

$$R_{tot} = \frac{7,00 + 6,97}{2} = 6,99$$

$$U = \frac{1}{6,99} = 0,14 \frac{W}{m^2K}$$

Alternativ 2 – Gjennomgående stenderverk

Stenderdimensjon: 48x223 mm

Stenderavstand: c/c 300

Antall stendere: 170

Stenderareal: $1,8 \text{ m}^2$ $R_{\text{øvre}}$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand isolasjonssjikt	Feltmotstand binding
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13	0,13
Vindsperre	0,17	0,17	0,17
Bindingsverk	$\frac{0,223}{0,16}$	-	1,39
Isolasjon	$\frac{0,223}{0,037}$	6,03	-
Dampsperre	0,03	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,21	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,13	0,13	0,13
SUM		6,66	2,3

Omkrets av vegg: 50,96 m

Areal vegg: $0,198 \cdot 50,96 = 11,4 \text{ m}^2$

$$f_{\text{stender}} = \frac{1,8}{11,4} = 0,16 = 16\% \quad f_{\text{isolasjon}} = 0,84 = 84\%$$

$$R_{\text{tot;øvre}} = \frac{1}{\frac{0,84}{6,66} + \frac{0,16}{2,30}} = 4,48$$

VEDLEGG C

R_{nedre}

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand kombinert
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04
Utvendig kledning	0,028/0,21	0,13
Vindsperre	0,17	0,17
Sjikt med isolasjon og bindingsverk	$\frac{1}{\frac{0,84}{6,03} + \frac{0,16}{1,39}}$	3,93
Dampsperre	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,13	0,13
SUM		4,57

$$R_{tot} = \frac{4,88 + 4,57}{2} = 4,72$$

$$U = \frac{1}{4,72} = \mathbf{0,21} \frac{W}{m^2K}$$

3. Takkonstruksjon

Alternativ 1 – Stålbjelker og massivtreelementer

HSQ Stålbjelke 240 mm (200 x 440 15/10-5 mm)

Massivtreelementer 240 mm

Areal tak: 89,9 m²

$R_{\text{øvre}}$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand stålbjelke	Feltmotstand massivtre
R_{se}	0,04	0,04	0,04
Terassebord - furu	$\frac{0,028}{0,13}$	0,22	0,22
XPS	$\frac{0,2}{0,041}$	4,88	4,88
Massivtre	$\frac{0,24}{0,12}$	-	2
Stålbjelke	$\frac{0,015 + 0,010}{50}$	0	-
R_{si}	0,10	0,1	0,10
SUM		5,24	7,24

$$f_{\text{stålbjelke}} = \frac{0,2 \cdot 5}{89,9} = 0,01 = 1\%$$

$$f_{\text{massivtre}} = 99\% = 0,99$$

$$R_{\text{tot};\text{øvre}} = \frac{1}{\frac{0,99}{7,24} + \frac{0,01}{5,24}} = 7,21$$

$$U = \frac{1}{7,21} = 0,14 \frac{W}{m^2 K}$$

Alternativ 2 – Bjelkelag

Limtrebjelker: 50x140 mm

Antall bjelker: 121 stykk

 $R_{\text{øvre}}$

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand isolasjonssjikt	Feltmotstand bindingsverk
R_{se} - Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13	0,13
Vindsperre	0,17	0,17	0,17
Bjelkelag	$\frac{0,45}{0,12}$	-	3,75
Isolasjon	$\frac{0,45}{0,037}$	12,2	-
Dampsperre	0,03	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,21	0,13	0,13
R_{si} - Innvendig overgangsmotstand	0,10	0,10	0,10
SUM øvre		12,77	4,35

$$f_{bjelke} = \frac{8,5}{72,8} = 0,12 = 12\%$$

$$f_{isolasjon} = 88\% = 0,88$$

$$R_{tot;øvre} = \frac{1}{\frac{0,88}{4,38} + \frac{0,12}{5,55}} = 10,61$$

VEDLEGG C

R_{nedre}

Sjikt	$R = \frac{d}{\lambda_d}$	Feltmotstand kombinert
Utvendig overgangsmotstand	0,04	0,04
Utvendig kledning	$\frac{0,028}{0,21}$	0,13
Vindsperre	0,17	0,17
Sjikt med isolasjon og bjelkelag	$\frac{1}{\frac{0,88}{12,2} + \frac{0,12}{3,75}}$	9,84
Dampsperre	0,03	0,03
Innvendig kledning	0,13	0,13
Innvendig overgangsmotstand	0,10	0,10
SUM nedre		10,45

$$R_{tot} = \frac{10,61 + 10,45}{2} = 10,53$$

$$U = \frac{1}{10,53} = 0,09 \frac{W}{m^2K}$$