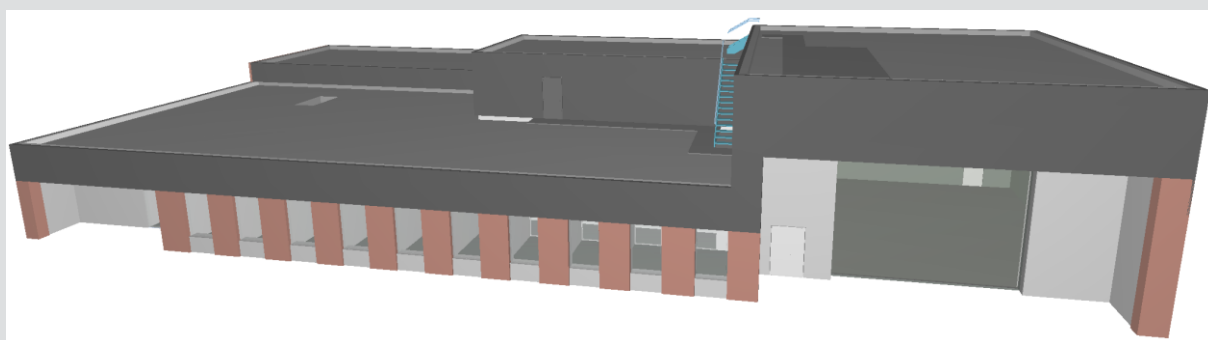


Longva Arkitekter AS

Jørstadmoen testlab

Vurdering av energieffektivitet



Oppdragsnr.: 5146854 Dokumentnr.: RIByfy01 Versjon: 01
2018-03-01

Oppdragsgiver: Longva Arkitekter AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Christin Johannesen og Peter Andreas Bjørnebye
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Jan Nylund
Fagansvarlig: Pål Kjetil Eian
Andre nøkkelpersoner: Espen Hansen, Simen Edsjø Kalnæs og Dennis Joseph

Forsidebilde: Longva Arkitekter AS

01	2018-03-01	Fagkontroll	Espen Hansen	Simen Edsjø Kalnæs	Jan Nylund
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Bakgrunn	4
2	Prosjektkrav	5
2.1	TEK10	5
2.2	Lavenergibygge	6
3	Energiberegninger	7
3.1	Beskrivelse av bygget og omfang av energivurderinger	7
3.2	Beregningsmetode	8
3.3	Beregningsgrunnlag	8
3.4	Beregningsforutsetninger	8
3.5	Bygningsmessig inndata	9
3.6	Teknisk inndata	10
3.6.1	Luftmengder i beregningene	11
4	Resultater	12
4.1	TEK10	12
4.2	Lavenergibygge (NS3701)	13
5	Konklusjon	14
	Vedlegg 1 – Normalisert kuldebroverdi	15
	Vedlegg 2 – U-verdier vindu/dører/glass/port	22

1 Bakgrunn

Norconsult AS har på oppdrag fra Longva Arkitekter AS utført energisimuleringer av Jørstadmoen test-lab mot:

- Energikravene i Byggteknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven (TEK10, gjeldende til og med 01.01.2016)
- NS3701:2012 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger*

Dette notatet beskriver forutsetninger for beregnet energibehov samt forslag til materialegenskaper de forskjellige konstruksjonsdelene bør ha for å oppnå energikravene.

Respektivt dokument overstyrer tidligere utgaver og revisjoner, datert hhv. 2014 og 2015.

2 Prosjektkrav

Prosjektet skal oppnå følgende krav:

1. Bygget skal oppnå gjeldende krav i TEK10. Netto energibehov for bygget skal beregnes iht. NS3031 med standardisert klima.
2. Prosjektet skal oppnå lavenergistandard iht. NS3701 med lokal klimadata.

Kravene er beskrevet på overordnet nivå i det etterfølgende. For komplett beskrivelse henvises det til forskriftstekst på www.dibk.no og relevante normer og standarder.

2.1 TEK10

TEK 10 gir to alternative metoder for å dokumentere forventet energibruk for et bygg:

- **Energiltaksmetoden:** Det stilles krav til U-verdier for ytre bygningsdeler, totalt areal for glass/vindu/dører i forhold til BRA, lufttetthet og varmetap fra kuldebroer, samt noen krav til de tekniske installasjonene, se tabell 1. De enkelte bygningsdelene og komponentene må tilfredsstille disse kravene. Enkelte krav mht. varmetap gjennom ytterkonstruksjonene kan overskrides ved omfordeling mellom postene. Ved bruk av lokal kjøling må rammekravsmetoden benyttes.
- **Rammekravsmetoden:** Byggets samlede netto energibehov skal ikke overskride en rammeverdi i TEK 10 som gjelder for aktuell bygningskategori. Ved beregningen forutsettes standardiserte verdier for klima, driftstider og internlast.

I tillegg gjelder en del minstekrav som ikke kan overskrides, se tabell 1.

Tabell 1: Øvre grenseverdier i energiltaksmetoden og minstekrav i TEK10.

Bygningsdel	Energiltaksmetoden	Absolutte minstekrav
U-verdi gulv	$\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi tak	$\leq 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi yttervegger	$\leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi vinduer og dører (inkludert karm/ramme)	$\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Samlet glass-, vindus- og dørareal per BRA	$\leq 20 \%$	-
Lufttetthet. Antall luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell	$\leq 1,5 \text{ h}^{-1}$	$\leq 3,0 \text{ h}^{-1}$
Normalisert kuldebroverdi (totalt per BRA)	$\leq 0,06 \text{ W/m}^2$	-
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	$\geq 80 \%$	-
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg, SFP-faktor	$\leq 2,0 \text{ kW/m}^3/\text{s}$	-

Det skal være mulighet for natt- og helgesenking av innetemperatur.

I tillegg gjelder følgende minstekrav:

- a) U-verdi for glass/vindu/dør inkludert karm/ramme multiplisert med andel vindus- og dørareal av bygningens oppvarmede BRA skal være mindre enn 0,24.
- b) Total solfaktor for glass/vindu (g_t) skal være mindre enn 0,15 på solbelastet fasade, med mindre det kan dokumenteres at bygningen ikke har kjølebehov.
- c) Rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonssystem skal isoleres for å hindre unødig varmetap.

Bygning over 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 60 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brenslers hos sluttbruker.

Rammekravsverdien iht. TEK 10 for Jørstadmoen testlab er netto energibehov på maksimalt 150 kWh/m² BRA per år.

2.2 Lavenergibygge

Kriterier for lavenergibygge - yrkesbygg er gitt i NS 3701:2012. Det stilles ikke krav til totalt energibehov per år for lavenergibygge, men det stilles krav til oppvarmingsbehov og kjølebehov, samt varmetapstall. I tillegg stilles det krav til minstekrav til enkeltkomponenter, se Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 2: Øvre grenseverdier for lavenergibygge for et kontorbygg i Jørstadmoen iht. NS3701:2012.

Parameter	Lavenergihus
Varmetapstall (W/m ² K)	0,50
Beregnet netto oppvarmingsbehov (kWh/m ² K)	43,7
Beregnet gjennomsnittlig effektbehov kjøling (kWh/m ² K)	13,2
Gjennomsnittlig effektbehov belysning (W/m ² K)	4,0

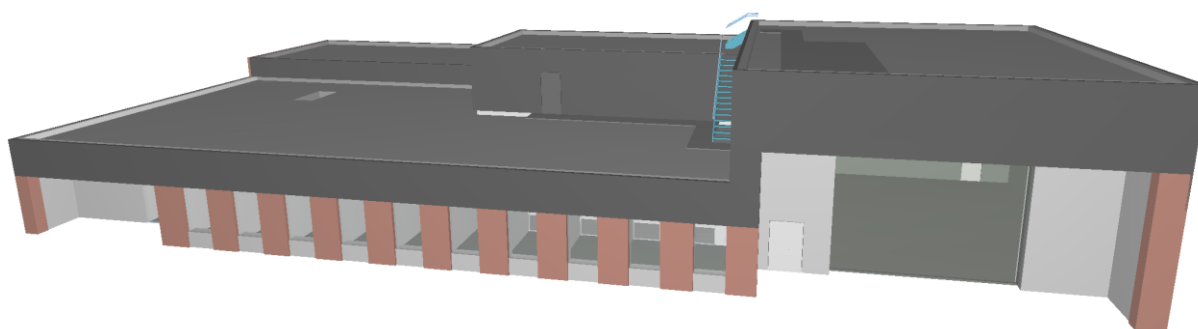
Tabell 3: Minstekrav til enkeltkomponenter for lavenergibygge iht. NS3701:2012.

Komponent	Lavenergihus
U-verdi vindu og dør	≤ 1,2 W/(m ² K)
Normalisert kuldebroverdi	≤ 0,05 W/(m ² K)
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	≥ 70 %
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	≤ 2,0 kW/(m ³ /s)
Lekkasjetall ved 50 Pa, n ₅₀	≤ 1,5 h ⁻¹
Belysning	Dynamisk dagslys- og konstant lysstyring
	Minst 60 % av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet
	Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse
	Minst en styringssone per rom eller en styringssone per 30 m ² i større rom

3 Energiberegninger

3.1 Beskrivelse av bygget og omfang av energivurderinger

Jørstadmoen testlab består en hovedetasje med en kontordel, testlab og en systemhall, samt plan 2 med teknisk rom. Byggets bæresystem baseres på stål og betong, mens dets yttervegger består av en kombinasjon av bindingsverk av konstruksjonstrevirke med kontinuerlig isolasjon på utvendig side, og betongyttervegger som isoleres på utvendig side.



Figur 1: Utsnitt fra IFC av bygget (sett fra nord).

Bygget er inndelt i en beregningsmessig sone. Tabell 4 viser overordnet geometrisk inndata til energiberegningen.

Tabell 4: Areal og volum av bygningsdeler.

Bygningsdel	Verdi
Bygningskategori	Kontorbygg
Oppvarmet BRA (m ²)	1 037
Oppvarmet volum (m ³)	4 438
Yttervegger, eks vinduer (m ²)	662
Vinduer og ytterdører (m ²)	132
Gulv (m ²)	954
Tak (m ²)	954
Andel glass-, vindus- og dørareal / BRA (%)	12,8

3.2 Beregningsmetode

Energiberegningen er utført med programmet SIMIEN versjon 6.008 fra Programbyggerne. SIMIEN utfører simuleringen iht. NS 3031: 2014 "Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data".

3.3 Beregningsgrunnlag

Beregningene er utført på grunnlag av underlag gitt i Tabell 5.

Tabell 5: Beregningsgrunnlag for energiberegninger

Dokumenttype	Datert	Utarbeidet av
IFC-modell	2018-01-22	Longva Arkitekter AS
Revit-fil	2018-01-22	Longva Arkitekter AS
Klimadata fra Meteonorm	2015-03-24	Norconsult AS

3.4 Beregningsforutsetninger

Ved energiberegninger iht. TEK10 skal det benyttes en del standardiserte inndata som er gitt i NS 3031:2014. Dette gjelder blant annet driftstider, innetemperatur, energibehov til belysning og teknisk utstyr og minstekrav til luftmengder i ventilasjonsanlegget. I tillegg skal beregninger mot TEK10 bruke standardisert klima. De samme standardiserte verdiene skal benyttes ved beregning av energikarakter.

Ved beregning iht. NS 3701 skal lokalt klima forutsettes, slik vist i Tabell 6.

Tabell 6: Beregningsforutsetninger for de ulike beregningene.

Inndata	NS3031 (TEK10 / Energimerke)	NS3701 (Lavenergihus)
Klima	Standardklima (Oslo)	Lokalt klima (Lillehammer)
Driftstider	06:00 – 18:00, mandag til fredag, 52 uker per år.	06:00 – 18:00, mandag til fredag, 52 uker per år.
Settpunkttemperatur oppvarming innenfor driftstiden	21 grader	21 grader
Settpunkttemperatur oppvarming utenfor driftstiden	19 grader	19 grader

3.5 Bygningsmessig inndata

Tabell 7 nedenfor viser bygningsmessig inndata til energiberegninger.

Tabell 7: Bygningsmessig inndata til energiberegninger.

Element	Verdi	Kommentar	Ansvarlig for verdi
U-verdi gulv mot grunnen	$\leq 0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Tilsvarende 450 mm trykkfast isolasjon $\lambda_{\text{isolasjon}} \leq 0,038 \text{ W/(mK)}$. Ekvivalent U-verdi inkl. varmemotstanden i grunnen er $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$, der grunnforhold er forutsatt som sand/grus.	RIByfy
U-verdi yttervegger – betong	$\leq 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Det forutsettes at betongvegger isoleres utvendig med 250 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda_{\text{isolasjon}} \leq 0,034 \text{ W/(mK)}$. Ref. Byggdetaljblad 471.451, punkt 6.	RIByfy
U-verdi yttervegger - bindingsverk	$\leq 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Dette kan oppnås med 250 mm isolert bindingsverk med 150 mm kontinuerlig isolasjon på utvendig side, med $\lambda_{\text{isolasjon}} \leq 0,034 \text{ W/(mK)}$. Ref. Byggdetaljblad 471.411, punkt 53 (L" =5,5; stendertykkelse 48 mm).	RIByfy
U-verdi tak	$\leq 0,09 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Tilsvarende kompakt tak på dekke av betong. Gjennomsnitt 450 mm isolasjon, $\lambda_{\text{isolasjon}} \leq 0,038 \text{ W/(mK)}$. Ref.: Byggdetaljblad 471.013, tabell 52.	RIByfy
U-verdi vinduer/dører/glass/port	$\leq 1,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Gjelder som gjennomsnitt i prosjektet. Verdi gjelder inkl. karm/ramme. Verdi må dokumenteres av leverandør. Se vedlegg 2 for en komplett oversikt.	Leverandør
Normalisert kuldebroverdi (totalt per BRA)	$\leq 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Minimum krav for lavenergibyggt iht. NS3701. Det er utført beregning av normalisert kuldebroverdi, som er å finne som et vedlegg til dette dokumentet.	RIByfy
Lufttetthet. Antall luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkskjell.	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$	Forutsetning fra forprosjekt. Lekkasjetall må dokumenteres gjennom måling iht. NS-EN 13829 ved ferdigstillelse.	Må dokumenteres av ENT
Normalisert varmekapasitet	$65 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$	Veiledende verdi iht. NS3031, tabell B.4. Tilsvarende en middels tung bygning med lite eksponert betong i himling, tildekket betongdekke i etasjeskillere og lette yttervegger.	RIByfy/ARK
Solfaktor for vinduer med solavskjerming utvendig screen i aktivisert stilling.	0,15*	Solskjerming er lagt inn på alle vinduer på solbelastede fasader, dvs. ikke på nord fasade. I energiberegningene er det forutsatt automatisk styrt solavskjerming som aktiviseres ved en solfluks på $175 \text{ W/(m}^2\text{)}$.	Solskjermings-leverandør
Solfaktor for vinduer uten solavskjerming og vinduer med solavskjerming i ikke aktivisert stilling.	0,45	Tilsvarende standard verdi for tre-lags vinduer.	Vindus-leverandør
Grunnforhold (varmeledningsevne/ varmekapasitet)	$2 \text{ W(mK)/556 Wh/(m}^3\text{)}$	Forutsetning fra forprosjekt. Tilsvarende sand/grus.	RIG/RIByfy

*Port i systemhall må evt. søkes om dispensasjon om avvik fra TEK10 §14-5 (b) dersom den translusente porten ikke kan leveres med en g-verdi $\leq 0,15$, dersom rommet har et kjølebehov.

3.6 Teknisk inndata

Teknisk inndata er presentert i Tabell 8 nedenfor.

Tabell 8: Teknisk inndata til energiberegning.

Element	Verdi	Kommentar	Ansvarlig for verdi
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	80 %	Verdien er forutsatt og må bekreftes av RIV når anlegget(ene) er ferdigprosjektet.	RIV
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg, SFP-faktor innenfor driftstid/utenfor driftstid	2,0/1,5 kW/m ³ /s	Verdien er forutsatt og må bekreftes av RIV når anlegget(ene) er ferdigprosjektet.	RIV
Frostsikringstemperatur	-10 grader	Veiledende verdi iht. NS3031 tabell H.7.	
Kjøling	Se kommentar	Det er lagt inn tilstrekkelig kjøling. Ansvar for dokumentasjon på imøtekomme av TEK10 §13-4 foreligger RIV.	RIV
Oppvarming	Se kommentar	Det er lagt inn tilstrekkelig oppvarming. Det er videre tatt høyde for oppvarming med vannbårent distribusjonsanlegg. Oppvarming må dimensjoneres og dokumenteres av RIV.	RIV
Midlere tilluft i driftstiden (TEK/energimerke) driftstid/ utenfor driftstid	8 m ³ /(hm ²)/ 2 m ³ /(hm ²)	Minste tillatte luftmengder iht. NS3031. Endelige luftmengder må dokumenteres av RIV. Det er ikke lagt inn noen form for reduksjon grunnet behovsstyring.	RIV
Midlere tilluft i driftstiden (Passivhus) driftstid/ utenfor driftstid	6 m ³ /(hm ²)/ 1 m ³ /(hm ²)	For energiberegninger etter NS3701 legger en inn luftmengder iht. NS3701 tabell a4. Se ellers kommentar i kapittel 3.6.1.	NS3701
Belysning	4,0 W/m ²	RIE må dokumentere at alle rom skal ha dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse (minst en styringssone per 30 m ²). Minst 60 % av installert effekt skal være underlagt dynamisk dagslys- og konstant lysstyring. All belysning skal tilfredsstillende kvalitetskravene for belysning gitt i NS-EN 12464-1	RIE
Teknisk utstyr	6 W/m ²	Passivhus og lavenergibygninger forutsettes utført med energieffektiv belysning og utstyr. Verdien er hentet fra NS3701, tabell A.3.	RIV/RIE
Energiforsyning - oppvarming	Fjernvarme	Varmepumpen må dekke 60 % av varmebehovet for at TEK10 § 14-7 skal imøtekommes. Dimensjonering og dokumentasjon av endelig varmepumpe må foretas av RIV.	RIV
Systemvirkningsgrad for fjernvarme (romoppvarming, varmtvann/varmebatterier)	0,88/0,99/0,91	Fjernvarme er forutsatt å dekke 100 % av romoppvarming og oppvarming av varmt tappevann.	RIV

3.6.1 Luftmengder i beregningene

Passivhusstandarden NS 3701 stiller krav til hvordan man skal beregne luftmengder til ventilasjon for energiberegningen. Det skal forutsettes gitte verdier for primærarealandel, persontetthet og tilstedeværelse i primærareal. Luftmengder ved beregning iht. NS 3701 blir dermed annerledes enn beregning iht. NS 3031 for kontroll mot krav i TEK10 og energimerking, samt annerledes enn reelle prosjekterte luftmengder.

Standard Norge har opplyst om at man ved beregning iht. NS3701 kan benytte minstekrav til luftmengder selv om bygget er prosjektert og vil bli driftet med høyere luftmengder.

4 Resultater

4.1 TEK10

Resultatene i Tabell 9 viser at bygget tilfredsstiller §14-4 (1) iht. Byggteknisk forskrift til Plan- og Bygningsloven (TEK10). Bygget tilfredsstiller også alle minstekrav, slik vist i Tabell 10. Netto varmebehov er tenkt dekket ved fjernvarme, slik at bygget også vil tilfredsstille krav til energiforsyning i §14-7.

Tabell 9: Energiramme iht. TEK10 §14-4 (1) samlet netto energibehov.

Beskrivelse	Jørstadmoen Testlab	TEK10 Krav
1a Beregnet energibehov romoppvarming	21,4	
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	14,1	
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	5,0	
3a Beregnet energibehov vifter	18,6	
3b Beregnet energibehov pumper	2,9	
4 Beregnet energibehov belysning	12,5	
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	34,5	
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0	
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	6,3	
Totalt beregnet energibehov	115,3	
Forskriftskrav netto energibehov		150,0

Tabell 10: Minstekrav iht. TEK10 §14-5.

Beskrivelse	Jørstadmoen Testlab	TEK10 krav
U-verdi yttervegger (W/m ² K)	0,13	0,22
U-verdi tak (W/m ² K)	0,09	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri (W/m ² K)	0,06	0,18
U-verdi glass/vindu/dører (W/m ² K)	1,16	1,6
Lekkasjetall - lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell (luftvekslinger pr time)	0,60	3,0
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,15	0,24

4.2 Lavenergibygge (NS3701)

I det følgende gjengis resultater fra vurderingene opp mot NS3701:2012 *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger*. Tabell 11, 12 og 13 viser at Jørstadmoen test-lab tilfredsstillter kravene til lavenergihus, gitt i NS3701.

Tabell 11: Varmetapsbudsjetzt iht. NS3701.

Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,08
Varmetapstall tak	0,08
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,06
Varmetapstall glass/vindu/dører	0,15
Varmetapstall kuldebroer	0,05
Varmetapstall infiltrasjon	0,06
Totalt varmetapstall	0,48
Krav varmetapstall	0,50

Tabell 12: Energiytelse iht. NS3701.

Beskrivelse	Jørstadmoen Testlab	Krav
Netto oppvarmingsbehov	41,1 kWh/m ²	43,7 kWh/m ²
Netto kjølebehov	1,8 kWh/m ²	13,2 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,0 W/m ²	4,0 W/m ²

Tabell 13: Minstekrav enkeltkomponenter iht. NS3701.

Beskrivelse	Jørstadmoen Testlab	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører (W/m ² K)	1,16	1,2
Normalisert kuldebroverdi (W/m ² K)	0,05	0,05
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon (%)	80	70
Spesifikk vifteeffekt - SFP (kW/m ³ /s)	2,0	2,0
Lekkasjetall - lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell (luftvekslinger per time)	0,60	1,5

5 Konklusjon

Energiberegningene for Jørstadmoen test-lab viser at kontorbygningen tilfredsstiller følgende krav:

- Energikrav iht. teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK10)
- Kriterier for lavenergibygg - yrkesbygg (NS3701:2012)

Dersom forutsetninger i dette dokumentet endres må RIBfy blir varslet umiddelbart for å kontrollere konsekvenser ift. imøtekommelse av forskrifts- og prosjektspesifikke krav.

Notatet oppgir hvem som er ansvarlig for dokumentasjon av inndata og videre oppfølging.

Vedlegg 1 – Normalisert kuldebroverdi

Det er utført beregning av normalisert kuldebroverdi for Jørstadmoen Test-Lab, slik konseptet fremstår per 2018-03-01. Beregningene viser at bygget imøtekommer krav til normalisert kuldebroverdi i NS3701 for lavenergibygg på 0,05 W/(m²K). Under følger et utvalg sentrale detaljer og tilhørende kuldebroberegning. Det bemerkes at det er svært liten margin, slik vist i Figur 2. Normalisert kuldebroverdi må vies stor oppmerksomhet i videre prosjektering av Jørstadmoen Test-lab.

Detaljert kuldebroregnskap 2018-03-01

Kuldebro	Kuldebroverdi	Meter/antall	Bidrag W/K	Andel	Referanse på kuldebroverdi	Kommentar/forutsetninger
Ringmur - betongvegg	0,251	73,1	18,4	33,0 %	Beregnet	Ringmur er innpakket med 200 mm iso
Ringmur - bindingsverk med tegl	0,113	26,7	3,0	5,4 %	Beregnet	Ringmur er innpakket med 200 mm iso
Ringmur - bindingsverk med kledning	0,113	34,1	3,9	6,9 %	Beregnet	Ringmur er innpakket med 200 mm iso
Stripefundament	0,081	96,8	7,8	14,1 %	Beregnet	Pakket inn med 100 mm
Punktfundament	0,100	2,0	0,2	0,4 %	Erfaring	Innpakket fundament
Vinduer/dører	0,020	220,9	4,4	7,9 %	Byggdetaljblad 472.801 - 511	Forutsetter inntrukket vindu
Solavskjerming	0,012	31,4	0,4	0,7 %	Beregnet, midlet verdi	To ulike løsninger
Hjørner - bindingsverk - utover	0,031	14,9	0,5	0,8 %	Byggdetaljblad 472.723 - 32	
Hjørner - bindingsverk - innover	-0,062	3,3	-0,2	-0,4 %	Byggdetaljblad 472.723 - 31	
Hjørner - betong - utover	0,060	36,0	2,2	3,9 %	Byggdetaljblad 472.763 - 322	
Hjørner - betong - innover	-0,098	3,3	-0,3	-0,6 %	Byggdetaljblad 472.763 - 312	
Gesims - betongvegg	0,069	111,3	7,7	13,8 %	Beregnet	
Gesims - bindingsverkvegg	0,136	94,0	12,8	23,0 %	Beregnet	
Overgang tak/vegg - teknisk rom	-0,085	33,2	-2,8	-5,1 %	Beregnet	
Overgang tak/vegg - radio	-0,085	17,6	-1,5	-2,7 %	Beregnet	
Overgang tak/vegg - systemhall	-0,085	13,6	-1,2	-2,1 %	Beregnet	
Stålsøyler i yttervegg*	0,010	45,9	0,5	0,8 %	Byggdetaljblad 472.721 - 322	Forutsetter HUP100x100x8
Sum			55,6	100,0 %		

Beregnet oppvarmet BRA 2018-01-23 1036,5

Beregnet normalisert kuldebroverdi 0,0537

Figur 2: Oversikt over beregning av normalisert kuldebroverdi.

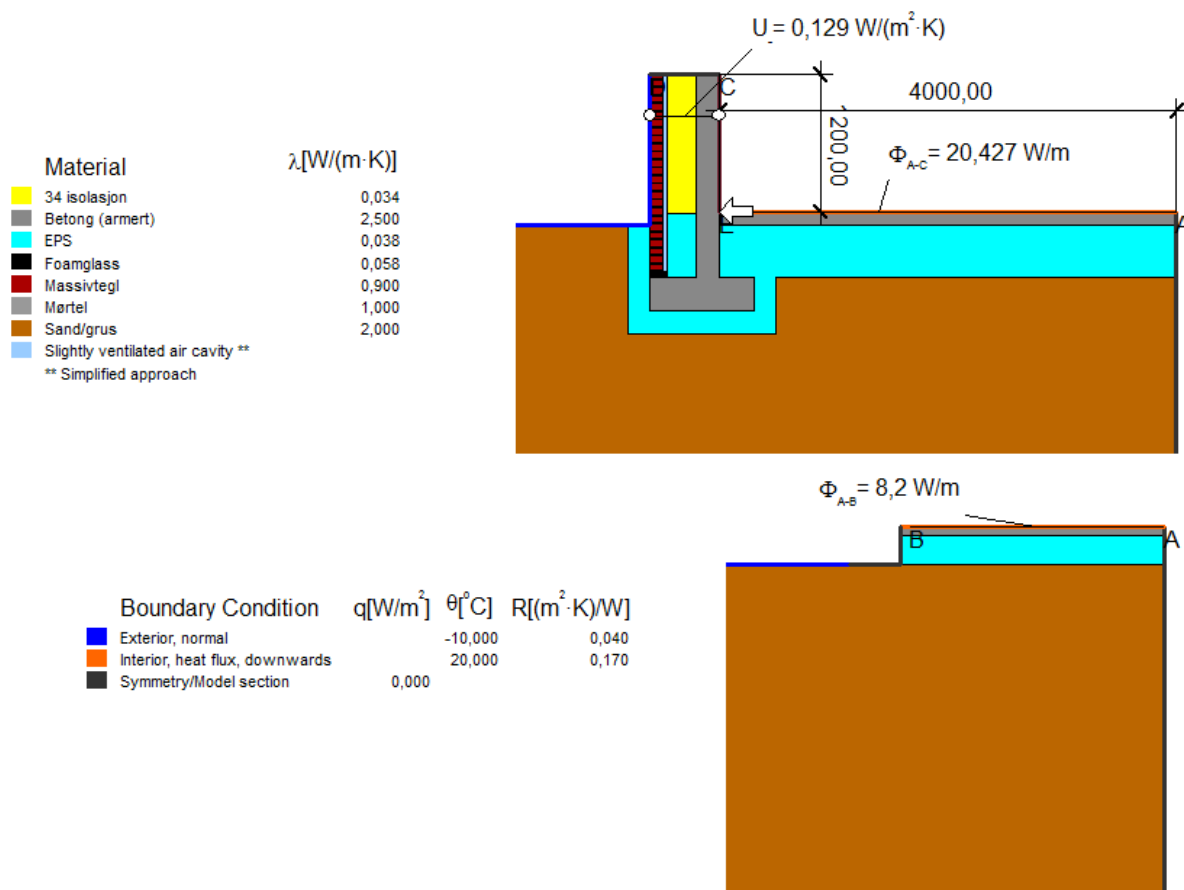
Det bemerkes at denne beregningen av normalisert kuldebroverdi må sees på som veiledende på innværende tidspunkt. PRO Bygningsfysikk må i detaljprosjekt utføre nye beregninger, for å vise til imøtekommen av krav til normalisert kuldebroverdi iht. NS3701.

Ulike simuleringsprogram, beregningsforutsetninger, materialvalg, mm. vil påvirke beregnet normalisert kuldebroverdi. Norconsult AS kan ikke holdes ansvarlig for avvik mellom oppgitte kuldebroverdier på innværende tidspunkt og i detaljprosjekt.

Dette belyser viktigheten i å utføre beregning av normalisert kuldebroverdi tidlig i detaljprosjekt, for å styre utførelsen av detaljer mot imøtekommen av krav til normalisert kuldebroverdi.

V.1.1. Ringmur

Ringmuren er forutsatt pakket inn med 200 mm isolasjon. Det er forutsatt 10mm kuldebrobryter mot betongyttervegg. Utvendig EPS på ytre side av betongyttervegg er forutsatt med samme tykkelse som øvrig isolasjonstykkelse i ytterveggen. Gulvet er forutsatt utført med 450 mm isolasjon.



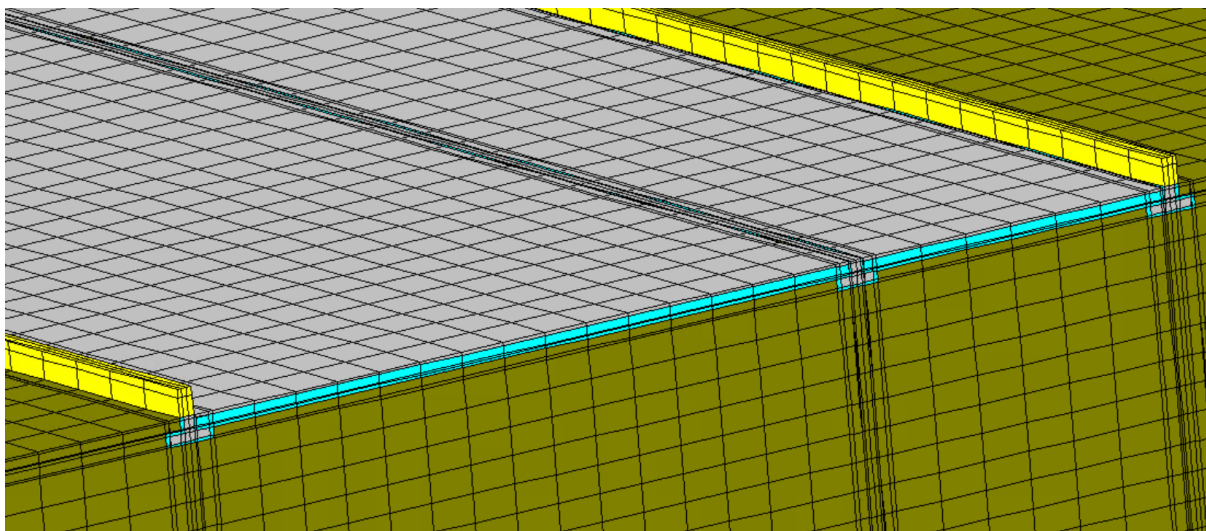
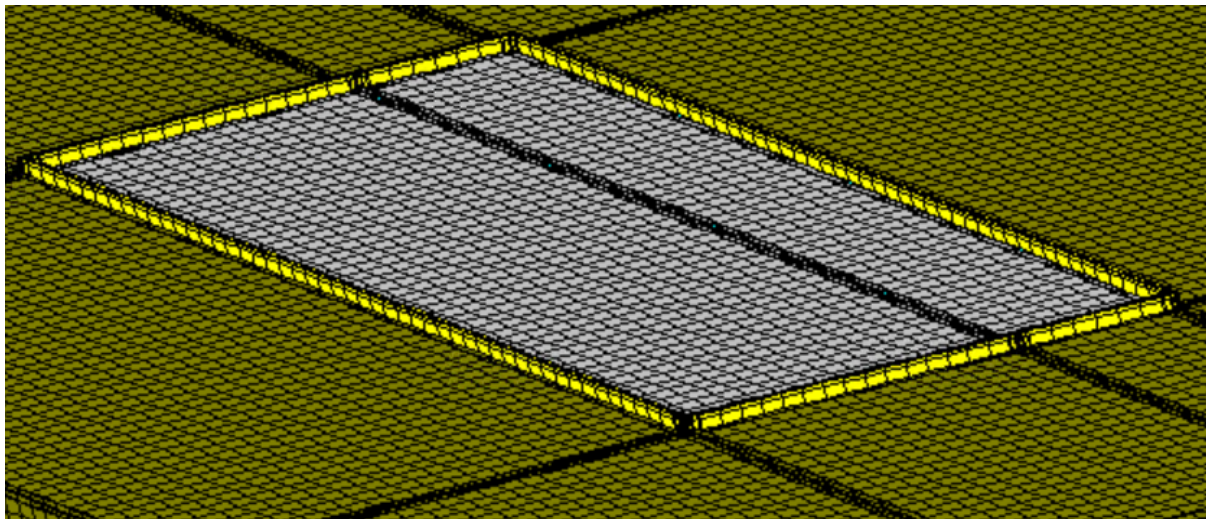
$$\psi_{A-E-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{\Phi_1}{\Delta T} - U_2 \cdot b_2 = \frac{20,427}{30,000} - \frac{8,246}{30,000} - 0,129 \cdot 1,200 = 0,251 \text{ W/(m·K)}$$

V.1.2. Stripefundament

Stripefundamentet er beregnet ved at hele grunnflaten er modellert i 3D. Videre er oppgitt kuldebroverdi en snittverdi langs hele gulvets lengdeakse. Majoriteten av stripefundamentet befinner seg godt inn på grunnflaten, som medfører at metodikken ansees godt egnet.

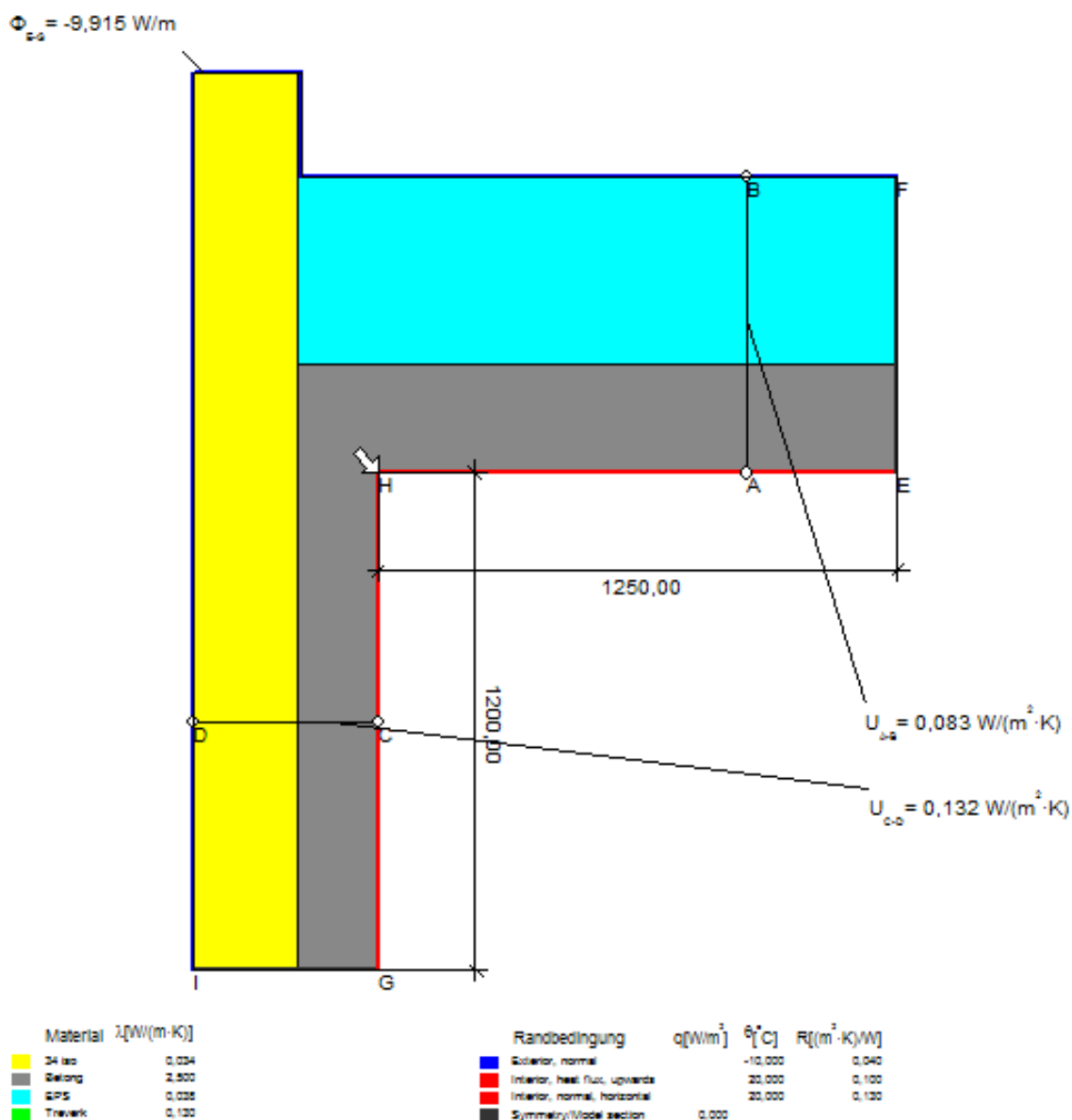
Metodikken er bransje-praksis ved beregning av 3D-kuldebroer for stripefundament.

Stripefundamentene og punktfundamentene er forutsatt pakket inn med 100 mm isolasjon, og med 50 mm kuldebryter.



V.1.3. Gesims – betongyttervegg

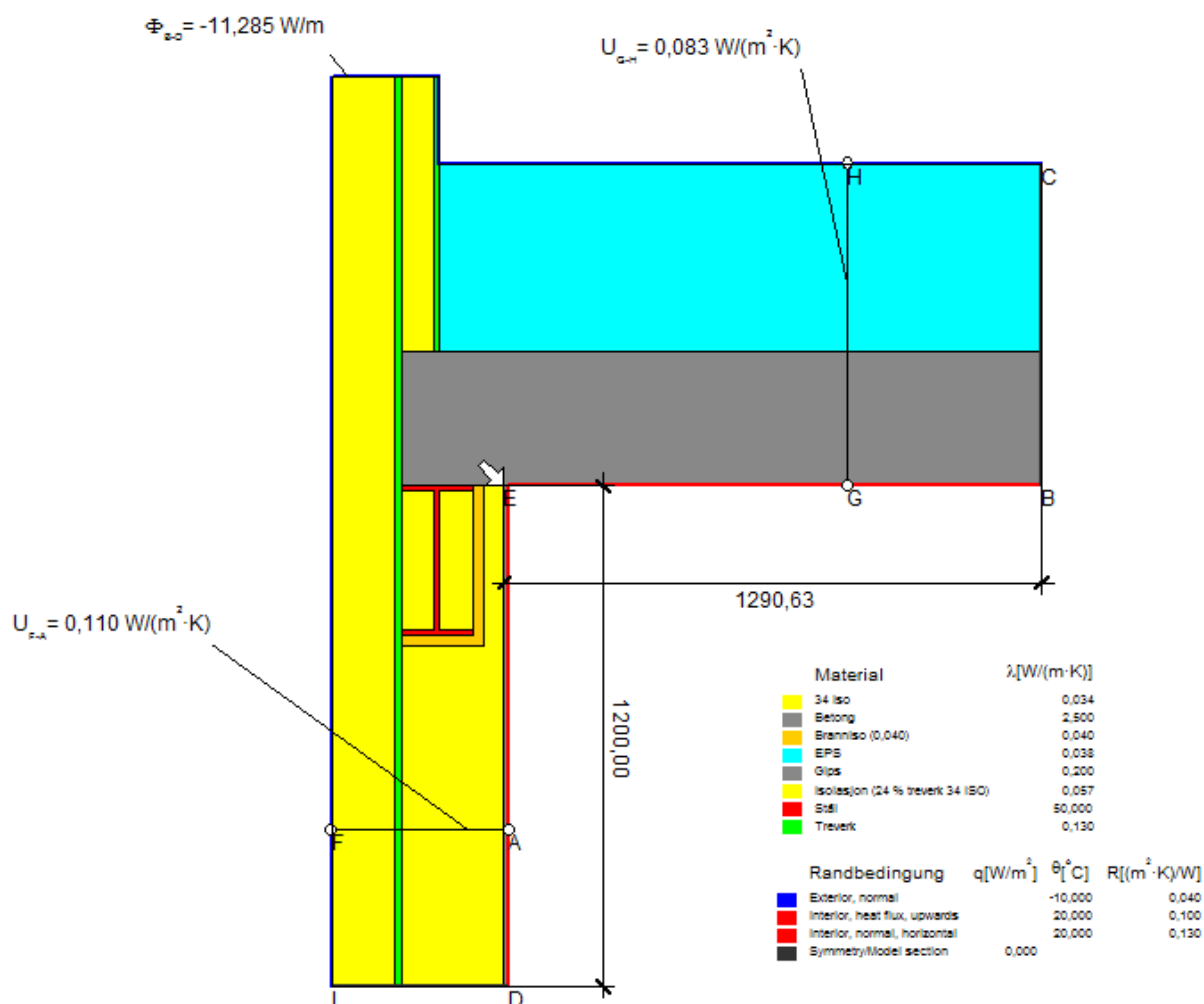
Isolasjonstykkelser er hentet fra beregningsforutsetninger gitt i Tabell 7.



$$\psi_{s+g,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{9,915}{30,000} - 0,083 \cdot 1,250 - 0,132 \cdot 1,200 = 0,069 \text{ W/(m·K)}$$

V.1.3. Gesims – bindingsverkvegg

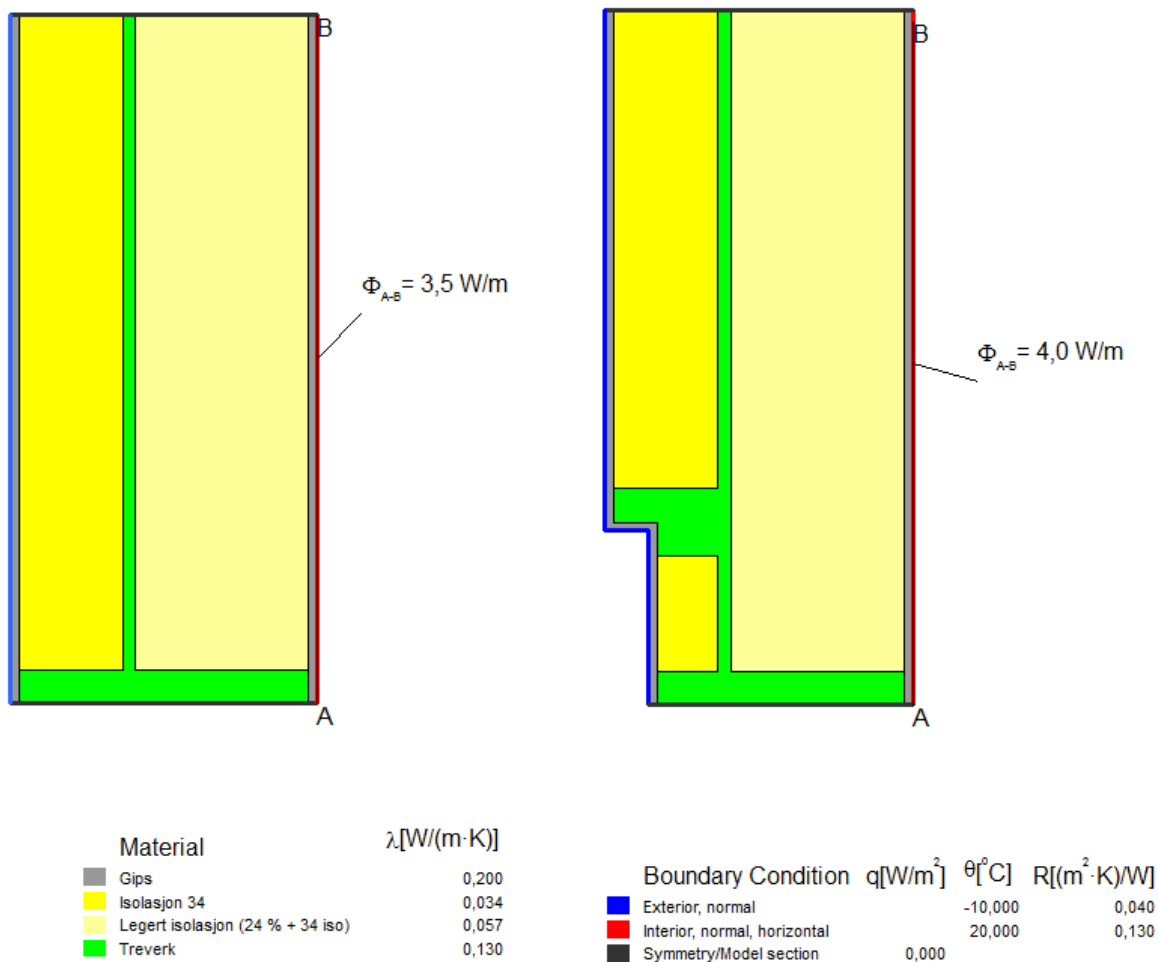
Isolasjonstykkelser er hentet fra beregningsforutsetninger gitt i Tabell 7.



$$\psi_{s-o} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{11,285}{30,000} - 0,083 \cdot 1,291 - 0,112 \cdot 1,200 = 0,136 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

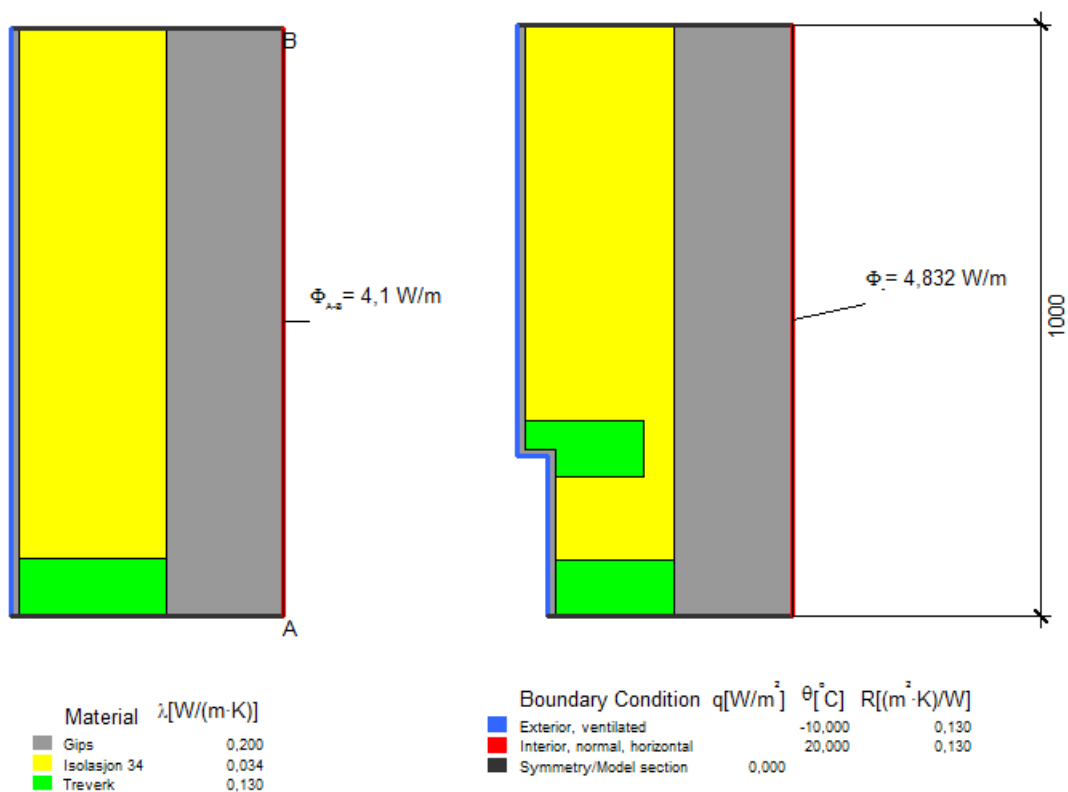
V.1.4.1. Vindu – solavskjerming (bindingsverkvegg)

Isolasjonstykkelse er hentet fra beregningsforutsetninger gitt i Tabell 7.



V.1.4.1. Vindu – solavskjerming (betongyttervegg)

Isolasjonstykkelse er hentet fra beregningsforutsetninger gitt i Tabell 7. Det er forutsatt doble losholter over/under vinduet av hensyn til et ekstra behov for robust innfesting på vestfasade.



Vedlegg 2 – U-verdier vindu/dører/glass/port

For å lette videre prosjektering velges det å vise en komplett oversikt over U-verdier for vindu/dør/glass og port, se Figur 3. Figuren viser hvilke U-verdier som ligger til grunn for beregningen av rammekrav i TEK10, samt vurderingen av minstekrav i NS3701. Verdiene må etterleves videre i prosjekteringen for å klare minstekravet i til U-verdi for vindu/dør/glass i NS3701.

Navn	Fasade	Sone/tiltak	Areal [...]	Vindustype	U-verdi [W/...
Nord (stort vindu)	Nord	Hele bygget	7.29	Egendefinert	1.20
Port til systemhall	Øst	Hele bygget	47.88	Egendefinert	1.50
Vinduer ved kontorene	Øst	Hele bygget	23.68	Egendefinert	0.70
Inngangsparti ved vindfang	Øst	Hele bygget	7.97	Egendefinert	0.70
Stort vindu	Sør	Hele bygget	3.96	Egendefinert	0.70
Små vinduer	Sør	Hele bygget	5.31	Egendefinert	0.70
Vinduer	Vest	Hele bygget	28.49	Egendefinert	1.20
Overlys	Tak over kon...	Hele bygget	2.88	Egendefinert	1.20
Sum/snitt			127.5		1.15

Figur 3: Skjerm bilde fra beregningsmodell for Jørstadmoen Test-lab fra programmet SIMIEN.