

Sara Altahawi  
Hanne Bråtømyr  
Mai Sigrun Sand

## **Analyse av fuktproblematikk med fokus på isolasjon plassert i klimaskjermen i mikrohus**

Analysis of moisture problems in micro houses with an emphasis on insulation inside the building envelope

Bacheloroppgave i Byggingeniør

Veileder: Fred Johansen

Mai 2021



Sara Altahawi  
Hanne Bråtømyr  
Mai Sigrun Sand

## **Analyse av fuktproblematikk med fokus på isolasjon plassert i klimaskjermen i mikrohus**

Analysis of moisture problems in micro houses with  
an emphasis on insulation inside the building  
envelope

Bacheloroppgave i Byggingeniør  
Veileder: Fred Johansen  
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden





Oppgavens tittel:	Dato: 20.05.21		
Analyse av fuktproblematikk med fokus på isolasjon plassert i klimaskjermen i mikrohus	Antall sider: 105		
<i>Analysis of moisture problems in micro houses with an emphasis on insulation inside the building envelope</i>	Masteroppgave:	Bacheloroppgave:	X
Navn: Sara Althawi, Hanne Bråtøy & Mai Sigrun Sand			
Veileder: Fred Johansen			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Javad Darvishi			

### Sammendrag

Fukt i bygninger er et dagsaktuelt tema da 50% av norske boliger antas å ha fuktproblemer. I denne oppgaven ser vi videre på fukt i mikrohus, nærmere bestemt isolasjon.

Mikrohus er et mobilt hjem på ca. 20 m<sup>2</sup>. Konstruksjonen har restriksjoner for størrelse og vekt som det blir tatt høyde for i oppgaven. I oppgaven har vi over 100 caser for å analysere fukt gjennom konstruksjonsdelene. Hensikten bak er å undersøke om dagens mikrohus er fuktsikker og alternativer for å forbedre bygget.

For å få god kvalitet på analysen er det gjennomført lab forsøk, simuleringer i WUFI og håndberegninger i Excel. Det er tatt hensyn til en lengre periode for å se hvordan vanninnholdet i isolasjonen endrer seg over tid gjennom simuleringene, for håndberegninger ser vi på dagsaktuell situasjon og lab forsøket går over åtte dager. Lab forsøket ble gjort i klimarom ved bygglabben på Mustad næringspark, Gjøvik. Her har vi fått muligheten til å teste et relativt nytt produkt på det norske markedet, Low-E. For å ha et sammenligningsgrunnlag for det nye produktet er det bygget en referansevegg som tilsvarer dagens oppbygning med minerull. For håndberegninger og simuleringer er det benyttet seks forskjellige isolasjonsmaterialer. Fire for tak/vegg og to for gulv. Da mikrohuset står på henger er det interessant å se hvordan konstruksjonen påvirkes av det varierte klimaet i Norge. Det er valgt fire lokasjoner hvor analysen gjennomføres med hensyn på vinter- og sommertemperaturer og relativ fuktighet i lufta. Det er i tillegg kjørt en egen simulering for å finne dimensjonerende orientering på lokasjonene.

Etter å ha sett på resultatet fra de ulike metodene som er benyttet har vi konkludert med at det i hovedsak ikke er fare for fuktskader i bygget, men at det er noen caser som ligger i faresonen. Det er beregnet restkapasitet på de ulike casene for ha en oversiktlig og god modell for våre anbefalinger videre.

*Sara Althawi*  
20. mai 2021, Gjøvik

(sign.)

*Hanne Bråtøy*  
20. mai 2021, Gjøvik

(sign.)

*Mai Sigrun Sand*  
20. mai 2021, Gjøvik

(sign.)

# Abstract

Accessional humidity in buildings is an important topic in our present day, with estimates of 50% of Norwegian homes suffering from humidity-related issues. In this thesis, we delve further into some of the issues surrounding moisture in micro-houses, with a particular focus on insulation.

A micro-house is a small, environmentally friendly, transportable residential. The typical size of a micro-house is approximately 20 m<sup>2</sup>. This thesis takes into account construction restrictions such as height, size, and weight, as well as a presentation of over one hundred cases of moisture analysis across construction pieces. The aim of this study is to see if today's micro-houses can withstand moisture under normal conditions. Also, look at different options for building improvements.

A number of lab tests, WUFI simulations, and hand calculations extracted in Microsoft Excel format were carried out to ensure good data quality in our study. We had to carry out a portion of our research over a long period of time to see how the water content in the insulation changes over time via simulations. At the time, we were doing manual calculations. And completed the lab experiment over the course of eight days. At Mustad Business Park in Gjøvik, the lab experiment was carried out in a climate room inside the building lab. Today, we will have the chance to try out Low-E, a relatively new product on the Norwegian housing market. To provide a basis for comparison for the new product, a reference wall that corresponds to the current structure of mineral wool was designed. Six different insulation materials were used in hand measurements and simulations. Four for the ceiling/wall, and two for the floor. As previously mentioned, micro-houses are residences on wheels that can go anywhere, so we were interested to see how the construction is influenced by the varied environment in Norway. As a result, four sites were chosen for the study of winter/summer temperatures as well as relative humidity in the air. In addition, a separate simulation was also run to determine the dimensioning orientation at various locations.

We concluded that there is little risk of humidity damage in these buildings based on the results of the different methods we used, although there are a few cases that are in the danger zone. For the various cases, residual capacity has been estimated in order to provide a consistent and good model for our future recommendations.

# Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet våren 2021 og er et samarbeid mellom Sara Altahawi, Hanne Bråtømyr og Mai Sigrun Sand. Oppgaven markerer slutten på vår 3-årige byggingeniør utdanning ved NTNU i Gjøvik. Den er skrevet i samarbeid med Treteknisk Institutt og Norske Mikrohus.

Mikrohus er et spennende konsept, og fuktproblematikken er et høyaktuelt tema. Tematikken har vært engasjerende og interessant, vi har lært en hel del av å gå dypere inn i dette fagområdet og tilnærmet oss kunnskap som vi tar med videre.

Vi ønsker å rette en takk til alle som har hjulpet oss med prosjektet. Våre veiledere, førstelektor Fred Johansen, Institutt for vareproduksjon og byggteknikk ved NTNU Gjøvik og rådgiver ved Treteknisk Institutt, Javad Darvishi. Vi retter en stor takk til Fred Johansen som har stilt opp på ukentlige konsultasjoner og gitt uvurderlig veiledning gjennom prosjektet med gode konstruktive tilbakemeldinger. Vi ønsker også å takke veileder Javad Darvishi som alltid har vært tilgjengelig med rådgiving og bidratt med stor kunnskap innen fuktproblematikk, i tillegg bidratt med opplæring for programvare som er benyttet i oppgaven.

For gjennomføring av oppgaven har studentene vært på bygglab, befaring og kurs. Vi ønsker derfor å takke avdelingsingeniør Tor Kristoffer Klethagen for all hjelp på lab, Norske Mikrohus for mulighet til å dra på befaring og fagorganisasjonen NITO for tilbud om deltagelse på kunnskapsrike kurs.

En stor takk rettes også til familie og venner, som har støttet og kommet med kloke, oppmuntrende ord. Til slutt vil vi takke alle som har bidratt med konstruktive råd og gjennomlesing av oppgaven.

# Innholdsfortegnelse

Abstract .....	ii
Forord .....	iii
Figurliste.....	vii
Tabelliste .....	ix
1 Innledning.....	1
1.1 Grunnlag for oppgaven .....	1
1.2 Bakgrunn .....	2
1.3 Samfunnsperspektiv.....	3
1.3.1 FNs bærekraftsmål .....	3
1.4 Problemstilling.....	4
1.4.1 Forsknings spørsmål.....	4
1.5 Avgrensning.....	4
2 Teori .....	6
2.1 Fukt.....	6
2.1.1 Generelt .....	6
2.1.2 Mikrobiell vekst .....	7
2.1.3 Fukttransport .....	8
2.1.4 Fukt i materialer .....	9
2.1.5 Relativ fuktighet (RF) .....	10
2.1.6 Luftfuktighetsdiagram (Mollier – diagram) .....	11
2.1.7 Tetthet og porøsitet.....	13
2.1.8 Fibermetningspunkt.....	13
2.2 Varmetransport .....	15

3	Materialer .....	17
3.1	Isolasjon.....	17
3.1.1	Mineralull .....	17
3.1.2	Vakuumisolasjonspanel.....	18
3.1.3	Skumisolasjon Polyisocyanurat (PIR).....	19
3.1.4	Polyetylen skum med aluminiumsbelegg (Low-E).....	20
3.1.5	Polystyren [XPS   EPS] .....	20
3.1.6	Trefiberisolasjon.....	22
4	Metode.....	23
4.1	Valg av metode .....	23
4.2	Kvalitativ og kvantitativ metode .....	23
4.3	Datainnsamling .....	24
4.3.1	Low-E test .....	24
4.4	Laboratorieforsøk .....	24
4.4.1	Fremdriftsplan .....	25
4.4.2	Avgrensninger .....	25
4.5	Oppbygging av konstruksjonen på bygglab .....	26
4.6	Utstyr for fukt- og temperaturmålinger .....	29
4.6.1	Hygrotrac.....	29
4.6.2	Luftfukter .....	30
4.6.3	Panelovn.....	30
4.6.4	Termograferingsutstyr.....	30
4.7	Dagens oppbygging .....	31
4.8	Programvarer .....	32
4.8.1	Microsoft Excel.....	32

4.8.2	WUFI.....	35
4.8.3	Revit .....	41
5	Resultater.....	42
5.1	Resultater fra forsøk på laboratoriet .....	42
5.1.1	Testperiode 1 .....	43
5.1.2	Testperiode 2 .....	44
5.1.3	Testperiode 3 .....	45
5.2	Excel Beregninger .....	46
5.3	WUFI beregninger .....	48
6	Diskusjon og analyse.....	54
6.1	Valg av materialer .....	54
6.2	Målekvalitet og usikkerhet .....	55
6.3	Laboratoriet forsøk .....	56
6.4	Excel beregninger .....	58
6.5	WUFI beregninger .....	58
7	Konklusjon .....	60
8	Videre arbeid .....	61
9	Litteraturliste .....	62
	Vedlegg .....	64
	V1 Oppbygging av konstruksjonene i WUFI.....	65
	V2 Lab forsøk sensor 2, 3 og 4 .....	66
	V3 Low-E test .....	68
	V4 Excel beregninger:.....	69

# Figurliste

Figur 1: FNs bærekraftsmål.....	3
Figur 2: Fuktproblemer .....	6
Figur 3: Fuktilder .....	7
Figur 4: Biologisk aktivitet og relativ muggveksthastighet (Byggforsk, 2005).....	7
Figur 5: Høyeste og laveste RF i de ulike lokasjonene (Timeanddate.no, 2021).....	11
Figur 6: Mollier diagram, forenklet versjon (Thue, 2016, s.290) .....	12
Figur 7: Celleveggtykkelse i fuktig og tørt virke (Skaug, 2007) .....	14
Figur 8: Prinsipiell fremstilling av hvordan fuktigheten fordeler seg i en fiber fra mettet til helt tørt tilstand (Sandaker et al., 2003) .....	14
Figur 9: Forholdet mellom trefuktighet og krymping (Byggforsk, 2015).....	15
Figur 10: Prinsipper for varmeoverføring (Byggforsk, 2018).....	16
Figur 11: Målere på vindsperren, original vegg (Hanne Bråtømyr, 2021).....	27
Figur 12: Målere på dampsperran, original vegg (Hanne Bråtømyr, 2021).....	27
Figur 13: Målere på Low-e (Hanne Bråtømyr, 2021) .....	28
Figur 14: Oppbygging av dagens konstruksjon.....	31
Figur 15: Eksempel oppbygning i WUFI Pro .....	38
Figur 16: Illustrasjon av mikrohus, tegnet i Revit.....	41
Figur 17: Testperiode 1   Relativ fuktighet for referansevegg .....	43
Figur 18: Testperiode 1   Temperatur for referansevegg.....	43
Figur 19: Testperiode 2   Relativ fuktighet for Low-e vegg.....	44
Figur 20: Testperiode 2   Temperatur for Low-e vegg .....	44
Figur 22: Testperiode 3   Relativ fuktighet for Low-e vegg.....	45
Figur 23: Testperiode 3   Temperatur for Low-e vegg .....	45

Figur 23: U-verdi 0,30 vegg .....	48
Figur 24: U-verdi 0,30 tak.....	49
Figur 25: U-verdi 0,30 gulv.....	49
Figur 26: U-verdi 0,25 vegg .....	50
Figur 27: U-verdi 0,25 tak.....	50
Figur 28: U-verdi 0,25 gulv.....	51
Figur 29: Dimensjonerende lokasjon etter målt vanninnhold .....	51
Figur 30: Mikrobiell vekst vegg.....	52
Figur 31: Mikrobiell vekst tak.....	52
Figur 32: Mikrobiell vekst gulv .....	53



# Tabelliste

Tabell 1: Veiledningstabell .....	1
Tabell 2: Kriterier for isolasjonsmaterialer .....	2
Tabell 3: Absolutt fuktighet i furu på 500 kg/m <sup>3</sup> .....	10
Tabell 4: Vanndampens metningstrykk og metningskonsentrasjon ved ulike temperaturer... 12	
Tabell 5: Materialelegenskaper, mineralull (WUFI).....	18
Tabell 6: Materialelegenskaper, VIP (WUFI).....	19
Tabell 7: Materialelegenskaper, PIR (WUFI) .....	20
Tabell 8: Materialelegenskaper, XPS (WUFI).....	21
Tabell 9: Materialelegenskaper, EPS (WUFI) .....	21
Tabell 10: Materialelegenskaper, trefiberisolasjon (WUFI) .....	22
Tabell 11: Fremdrift forsøk bygglab .....	25
Tabell 12: Oversikt over oppbyggingen.....	26
Tabell 13: Nummererte målere med plassering .....	29
Tabell 14: Dagens U-verdi med tilhørende isolasjonstykkelse .....	32
Tabell 15: Permabilitet for ulike materialer (Noreng, 1995).....	32
Tabell 16: Veiledningstabell for Excel beregninger .....	34
Tabell 17: Materialparametere WUFI .....	36
Tabell 18: Ytterligere avgrensninger i WUFI .....	39
Tabell 19: De ulike casene med tilhørende U-verdi og isolasjonstykkelse.....	40
Tabell 20: Grunnleggende forutsetninger   Oslo, vinter.....	46
Tabell 21: Regneark eksempel 1   Vegg med Low-E + mineralull .....	46
Tabell 22: Regneark eksempel 2   Tak med PIR .....	47

Tabell 23: Regneark eksempel 3   Gulv med XPS .....	47
Tabell 24: Restkapasitet med gjennomsnitt.....	47
Tabell 25: Klassifisering av restkapasiteten til de ulike casene .....	48

## Parametere

Symbol	Definisjon	Enhet
$\rho$	Tetthet/romdensitet	$\text{kg/m}^3$
$\rho_{\text{sol}}$	Densitet av materialets faststoff, uten porer.	$\text{m}^3/\text{m}^3$
V	Volum	$\text{m}^3$
$\delta p$	Vanndamppermeabilitet	$\text{kg/msPa}$
RF, $\phi$	Den relative luftfuktigheten	%
$\lambda$	Varmekonduktivitet	$\text{W}/(\text{mK})$
Qx	Varmemengden	J eller $\text{W}/\text{m}^2$
R	Varmemotstand	$\text{m}^2 \text{K} / \text{W}$
U	Fuktmasse per tørrstoffmasse	$\text{kg}/\text{kg}$ eller vektprosent
hc	Konvektive varmeovergangstallet	$\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$
$\varepsilon$	Overflatens emissivitet [ $0 < \varepsilon < 1$ ]	-
$\sigma$	Stefan-Boltzmanns konstant ( $= 5,67 \cdot 10^{-8}$ )	$\text{W}/\text{m}^2 \text{K}^4$
V V <sub>sat</sub> $\Delta v$	Vanndamp Metningsinnholdet i lufta Forskjellen i vanndampinnhold	$\text{g}/\text{m}^3$
$\mu$	Motstandsfaktor for vanndamp	-
$\Delta T$	Temperaturforskjell $T_i - T_u$	$^{\circ}\text{C}$
$\Delta p_v$	Damptrykkforskjellen på de to sidene av materialet	Pa
$p_{\text{sat}}$	Metningstrykk	Pa
$\Delta p_v$	Damptrykkforskjellen på de to sidene av materialet	Pa
P	permeans	$\text{g}/\text{m}^2 \text{hPa}$
c	Spesifikk varmekapasitet	$\text{J}/\text{kgK}$



# 1 Innledning

I denne oppgaven skal vi se nærmere på mikrohus og utfordringer som oppstår med hensyn på fukt, samt prøve å komme med løsninger. Oppgaven er gitt av oppdragsgiver Treteknisk institutt i samarbeid med Norske Mikrohus.

Oppbygningen av oppgaven skal følge IMRoD-modellen. Innledningsvis vil vi forklare bakgrunnen for oppgaven. Her vil også problemstillingen fremstilles samt avgrensninger gjort. Deretter følger et kapittel med teori for å forstå resultatene som blir presentert senere. Før metodene blir presentert har vi et kapittel for materialer, da vi skal se på sju ulike isolasjonsmaterialer. Metodekapittelet skal beskrive framgangsmåten og brukte metoder. Under resultater skal simuleringer, beregninger og de ulike programmene komme frem. Disse blir så videre analysert under diskusjon, og fra denne diskusjonen vil det bli trukket en konklusjon.

## 1.1 Grunnlag for oppgaven

Tabell 1:

Veiledningstabell

Parametere	Mikrohus: vegg-, gulv- og takkonstruksjon
Avgrensninger	Fire lokasjoner: Oslo, Bergen, Røros og Karasjok. Seks alternativer til isolasjons materialer: mineralull, vakuumisolasjonspanel (VIP), skumisolasjon (PIR og Low-E), ekstrudert polystyren (XPS) og ekspandert polystyren (EPS).
Kriterier	Materialer Fukt Miljø Vekt Isolasjonsevne Egnet for slanke konstruksjoner
Programmer benyttet i oppgaven	WUFI Pro WUFI Bio Microsoft Excel Revit

Tabell 2:

Kriterier for isolasjonsmaterialer

		Isolasjonsmateriale						
		Mineralull	VIP	PIR	Low-E	Trefiber	XPS	EPS
Kriterier	God isolasjonsevne	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vekt	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
	Egnet for slanke konstruksjoner	✓	✓	✓	✓	✓	■	■
	EPD	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓

## 1.2 Bakgrunn

Begrepet mikrohus er noe som virkelig har vokst frem de siste årene. Mikrohus er små hus på hjul, som kan brukes som helårsbolig eller hytte. De kan plasseres i hagen, på egen eiendom eller på en godkjent tomt. Det er et boalternativ for de som vil bo enkelt, billig og hvor de ønsker. Mikrohusbevegelsen oppsto i USA etter finanskrisen som startet i 2008. Mange mennesker mistet jobben sin og levebrødet, og ble tvunget til å finne alternativer. Da var det i hovedsak å bygge selv, gjerne med resirkulerte materialer for å spare penger.

Leif-Georg Johansen har sett på mikrohusbevegelsen i Norge i sin masteroppgave ved NTNU. Han har sammenlignet minimalisme bevegelsen i samfunnet som en form for motsvar til samtidens konsumersamfunn. Det er flere som ser bort ifra de store eneboligene og villaene, som heller tenker på fotavtrykket de etterlater seg. For andre handler det om å bruke mindre penger og få en større økonomisk frihet. Denne mikrohusbevegelsen har fått folk til å reflektere over hva som gjør et hjem til et hjem (Johansen, 2019).

Det var 3 år siden ekteparet David og Jeanette Reiss-Andersen bestemte seg for å satse på mikrohus, og de stiftet det som i dag kalles Norske Mikrohus. Rundt denne tiden var interessen rundt småhus på hjul økende, spesielt i utlandet. Spørsmål som hvordan skape mikrohus utrustet for å tåle norske forhold og fungere like godt her som i utlandet oppsto. I dag har bedriften 20 ansatte, med mange prosjekter og stor produksjon.

## 1.3 Samfunnsperspektiv

Fukt i bygninger har klar sammenheng med økt risiko for sykkelighet for astma, luftveisinfeksjoner, bronkitt, kronisk bronkitt og irritasjon i luftveiene. Risikoen øker med ca 50 % ved fukt i bygninger. Når i tillegg 50 % av boligene i Norge antas å ha fuktproblemer ser vi klart at dette er et nasjonalt problem (Bakke).

### 1.3.1 FNs bærekraftsmål



Figur 1: FNs bærekraftsmål

Aktuelle bærekraftsmål for oppgaven er følgende; 3: God helse og livskvalitet, 11: Bærekraftige byer og lokalsamfunn og 12: Ansvarlig forbruk og produksjon.

Mål 3: God helse og livskvalitet. Spesielt delmål 3.9) Innen 2030 betydelig redusere antall dødsfall og sykdomstilfeller forårsaket av farlige kjemikalier og forurenset luft, vann og jord.

Mål 11: Bærekraftige byer og lokalsamfunn. Spesielt delmål 11.1) Innen 2030 sikre at alle har tilgang til tilfredsstillende og trygge boliger og grunnleggende tjenester til en overkommelig pris, og bedre forholdene i slumområder.

Mål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon. Mindre bruksareal fører til mindre materialforbruk.

## 1.4 Problemstilling

*I hvilken grad påvirkes klimaskjermen i mikrohus av fukt og vil noen av de ulike tilfellene føre til økt fuktproblematikk?*

Klimaskjerm er de delen av bygget som påvirkes av vær og vind, i denne oppgaven gjelder dette tak, vegg og gulv. Tilfellene oppgaven omhandler, er alle casene som er blitt gjennomført og analysert via ulike metoder. De ulike metodene vil si håndberegninger i Excel, simuleringer i dataprogrammet WUFI og forsøk i lab.

Vi ønsker å se på de bygningsfysiske og termiske utfordringer som er forbundet med isolasjonsmaterialer og fuktproblematikken. Videre skal vi undersøke om hvor fuktkritisk de ulike casene er.

### 1.4.1 Forskningsspørsmål

«Hvilken lokasjon og orientering er kritisk?»

«Hvordan endrer vanninnholdet i isolasjonen seg over tid?»

«Er det noe samsvar mellom resultatene fra de ulike metodene?»

## 1.5 Avgrensning

Rapporten tar for seg alle bygningsdelene i konstruksjonen til Norske Mikrohus; tak, vegg og gulv. Rapporten skal se nærmere på sjiktene i et mikrohus, nærmere bestemt isolasjonsmateriale.

Temaet for oppgaven blir i hovedsak fuktanalyse og materialanalyse. For fuktanalyse benyttes WUFI og egne beregninger fra bygningsfysikk i Excel. Egne avgrensninger gjort i programmet WUFI kommer i kapittel 4.8.2.

I følge Norske Mikrohus er en av dagens største utfordringer vekten på mikrohuset, da deres mikrohus ligger rett i underkant av grensen på 3,5 tonn. Vi undersøker dette nærmere da vi analyserer alternative materialer.



Det hadde vært ønskelig å gjøre oppgaven mer praktisk, eksempelvis med egne tester på de ulike materialene i laboratorium. Grunnet pandemi situasjonen slik den er i Norge i dag har vi valgt å kun kjøre en lab test av det isolasjonsmaterialet med minst empiri, og måler denne mot den klassiske konstruksjonen med mineralull. Kildekritikk blir derfor ekstra viktig i denne oppgaven, da vi ikke tester alle materialene og konstruksjonsdelene på lab. Materialdata som er brukt i oppgaven er i hovedsak hentet fra kjente leverandører i Norge.

Første materialvalgene er basert på kriteriene fra Tabell 2. Det er gjennomført en ny vurderingsrunde basert på U-verdi fra simulerings resultater. I tillegg er det benyttet et nytt produkt på ønske fra Norske Mikrohus, Low-E. Dette er også produktet som blir testet på lab.

I forhold til miljøvurdering ble det gjennomført BREEAM kurs sammen med byggeleder fra lokal entreprenør og gjennomført to kurs via fagorganisasjonen NITO. EPD (Environmental Product Declaration) ble innhentet for alle materialene som brukes i konstruksjonen og for de isolasjonsmaterialene som hadde det tilgjengelig. Siden det var flere av materialene i oppgaven som ikke hadde EPD tilgjengelig og pga. tidsbruk for gjennomføring av miljøanalyse ble ikke BREEAM sertifisering utført i denne oppgaven.

Vi velger å ikke se på økonomiske fordeler og ulemper, da oppgaven må avgrenses. Dette blir da opp til oppdragsgiver å se videre på.

# 2 Teori

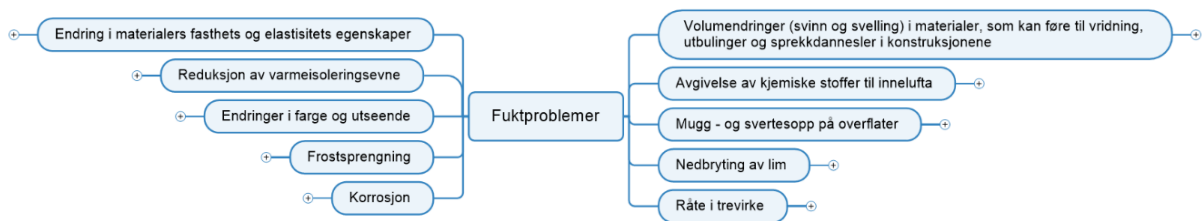
Dette kapittelet framstiller grunnleggende begreper, egenskaper og sammenhenger som er relevante for å forstå og utføre fuktberginger. Innholdet er hovedsakelig hentet fra Thue (2016). Andre kilder benyttet vil bli oppgitt i teksten.

## 2.1 Fukt

### 2.1.1 Generelt

«En vesentlig del av de bygningstekniske skader og problemer som forekommer, skyldes fukt i en eller en annen form.» (Thue, 2016, s.289)

Derfor er det veldig viktig å se på fukt som et kriterium når man skal studere funksjonaliteten av et bygg, eller i dette tilfelle ett mikrohus. Noen problemer som forårsakes av fukt er følgende; råte, mikrobiell vekst, korrosjon, frostsprengning, svinn, svelling og en rekke andre konsekvenser (se Figur 2).



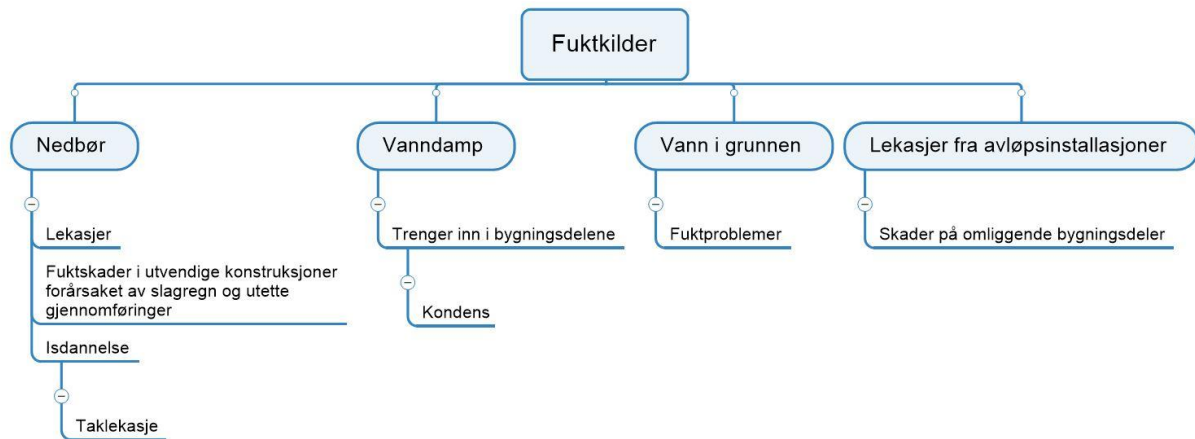
Figur 2: Fuktproblemer

### Fuktskader og årsaker til fukt

Det er nødvendig å definere hvilke kriterier man trenger for å beregne fukt i en konstruksjon. Det er også noen spørsmål rundt temaet fukt; Hvorfor regner vi på det, hva må det bli tatt hensyn til og hvordan kan man unngå/forebygge fuktproblemer?

Disse kriteriene bestemmes av mulige problemer som fukt kan medføre. Årsakene for fukt varierer etter forhold og dens konsekvenser varierer etter de årsakene.

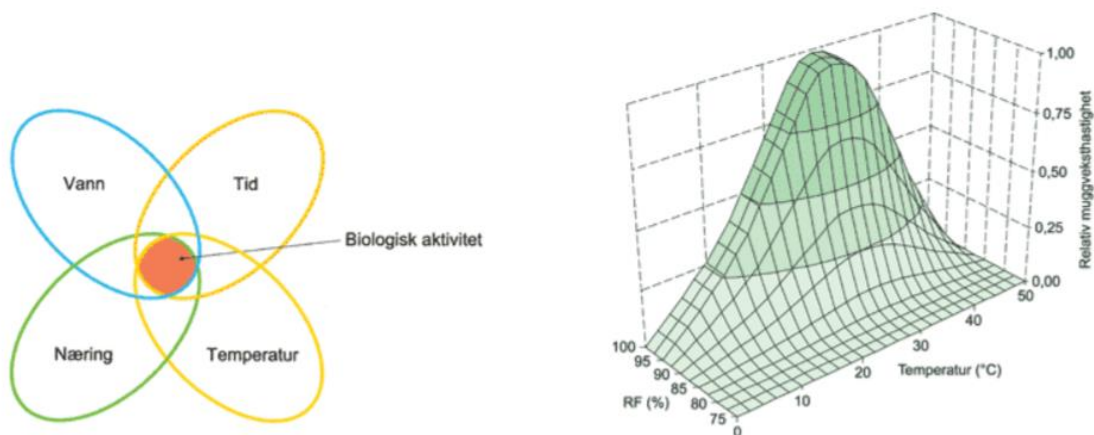
Trekonstruksjoner er utsatt for en rekke fuktpåkjenninger både i byggeprosessen og etter at bygningen er ferdig og tatt i bruk. Naturlige fuktkilder er fukt fra innebygde materialer, nedbør, vann i grunnen, fritt vann i våtrom, lekkasjer fra sanitærinstallasjoner og fuktig luft inne (se Figur 3).



Figur 3: Fuktkilder

## 2.1.2 Mikrobiell vekst

I forbindelse med fuktskader kan råte- og muggvekst oppstå. Den mikrobielle veksten er avhengig av relativ fuktighet (RF), riktig temperatur, tid og næring.



Figur 4: Biologisk aktivitet og relativ muggveksthastighet (Byggforsk, 2005)

Det finnes ulike muggsopparter som har forskjellige krav til fuktighet. De muggsoppene som vi finner mest av i bygg trenger 80-85 % relativ fuktighet på materialflaten for å kunne vokse. For at muggsopp skal utvikles er det som nevnt også flere faktorer som spiller inn, den optimale temperaturen for vekst er 25-30 °C. Dersom vi når frysepunktet stopper veksten, men muggsoppen kan overleve til temperaturen økes igjen. Dersom man når 40-60 °C dør vanligvis muggsoppen. Se Figur 4 for illustrasjon av relativ muggveksthastighet.

Vekstforholdene for muggsopp vil allerede oppstå etter noen få dager ved vannskader i bygg. Dersom det er vedvarende høy eller skiftende luftfuktighet, kan veksten oppstå etter noen uker eller måneder. Uoppvarmede steder er mest utsatt.

Når muggsoppen oppstår er det risiko for uønskede helseplager, dette er på grunn av muggsoppssporene som inneholder allergener. Det er også risiko for mykotoksiner, glukaner, endotoksiner, MVOC og andre skadelige stoffer. Disse kan føre til allergier, irritasjon i slimhinner og ubehagelig lukt. Ikke all muggvekst er helseskadelig, men det visuelle spiller også en stor rolle.

### **2.1.3 Fukttransport**

Fukt transporteres ved flere måter, de to mest kjente måtene er fukttransport ved dampdiffusjon og ved konveksjon.

#### **Fukttransport ved dampdiffusjon**

Vannmolekylene har stor frihet i dampfasen, de tenderer alltid mot en utjevning av konsentrasjon i et lukket rom på grunn av den store hastigheten de har. I følge Thue (2016) fører dette til at vannmolekyler trenger inn i et tørt, porøst material plassert i fuktig luft. Denne prosessen kalles diffusjon. Av de ulike typer materialer som benyttes i bygninger, vil alt som er i kontakt med damp eller vann oppta noe fuktighet med unntak av materialer med tette porer, slik som glass og metaller.

#### **Fukttransport ved konveksjon**

Naturlig konveksjon kan føre til transport av store luftmengder og dermed også av vanddamp. Vi skiller mellom naturlig konveksjon og tvunget konveksjon. Ved naturlig konveksjon blir varm fuktig luft ført inn i et kjøligere rom og dermed kan det oppstå kondens. Ved tvunget

konveksjon kan man regne hvor store fuktmengder som kan transporteres gjennom et material eller en konstruksjon, ved hjelp av formelen:

$$G = R \times v \text{ (kg/s)}$$

Hvor  $R$  er luft mengden og  $v$  er vanndampinnhold.

### **Diffusjon kontra konveksjon**

I praksis er fukttransport ved konveksjon en mye hyppigere årsak til kondensproblemer i ytterkonstruksjonene enn fukttransport ved diffusjon. Lufttetthet er også viktig for å sikre mot fuktskader.

## **2.1.4 Fukt i materialer**

Fukt kan bindes til bygningsmaterialer på flere måter. Fuktighet kan være kjemisk bundet i selve materialet, men når fuktinnholdet i et materiale blir angitt, referer man ofte til fukten i porer og hulrom som kan opptas fra eller avgis til omgivelsene (SINTEF, 2014). Fukt kan enten angis som absorbert luft, fuktinnhold, relativ fuktighet i lufta eller i porene til materialet.

### **Porer**

Vi skiller mellom to typer poresystem; hygroskopiske og lukkede poresystemer. De fleste bygningsmaterialer er hygroskopiske og inneholder normalt en viss mengde fuktighet som følge av opptak av vanndamp fra lufta omkring. Dette kalles for hygroskopiske opptatt fukt. Unntak er materialer med helt lukkede poresystemer, for eksempel metaller, glass og de fleste sorter naturstein.

### **Absolutt fuktinnhold**

Kan angis per vektenhet, for eksempel i kg vann per kg materiale, men det er mest vanlig å angi fuktinnhold i vektprosent,  $u$ . Absolutt fuktinnhold kan måles ved å veie materialprøver før og etter en fullstendig uttørking.

## Volumprosent

Fuktinnholdet i volumprosent angir hvor stor andel volum av materialet som er væskefylt. Det er tre måter å angi fuktinnhold i bygningsmaterialer på. Følgende tabell viser et eksempel av beregning av volumprosent i furu. Furu har en densitet på  $500 \text{ kg/m}^3$ , og fuktinnhold på 10 vektprosent.

Tabell 3:

Absolutt fuktighet i furu på  $500 \text{ kg/m}^3$

Absolutt fuktinnhold i tre	
$u$	10 vektprosent = $0,1 \text{ kg/kg}$
$w$	$u * \rho_0 = 0,1 * 500 = 50 \text{ kg/m}^3$
$\psi$	$w/1\ 000 = 50/1\ 000 = 0,05 \text{ m}^3/\text{m}^3 = 5,0 \text{ volumprosent}$

### 2.1.5 Relativ fuktighet (RF)

Luftfuktighet er innhold av vanndamp i luften, kan angis som vann per kubikkmeter [ $\text{g/m}^3$ ] men som oftest angitt som relativ fuktighet (Levy, 2018). Vanndampinnhold i luft kan angis på tre forskjellige måter:

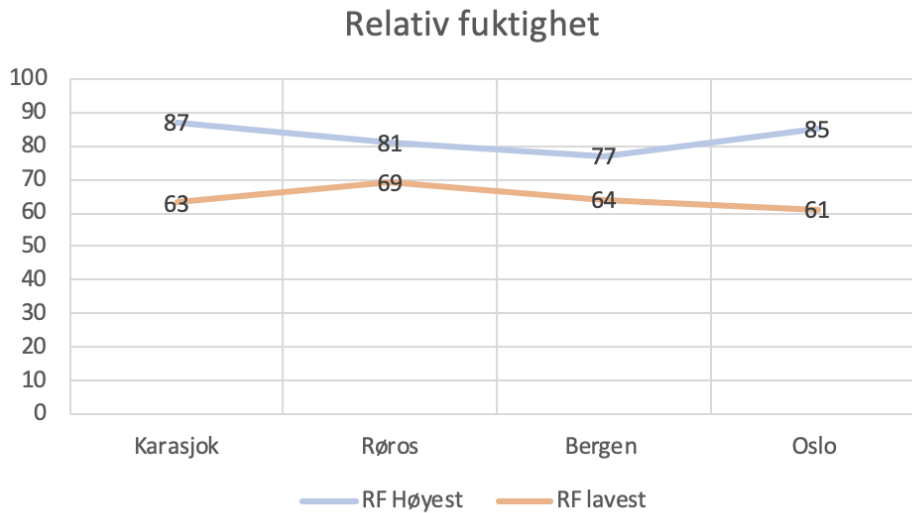
- Vanndampinnhold:  $v$  [ $\text{g/m}^3$ ]
- Vanndampens partialtrykk (vanndamptrykk):  $\rho \times v$  [Pa]
- Fuktgraden, vanndampmasse pr. kg tørrluft:  $x$  [kg]

RF angis i prosent av vektmengden av vanndamp i luften i forhold til den maksimale mengde vanndamp luften kan løse opp ved den aktuelle temperatur før den kondenserer til tåke i luften (100 %) eller til dugg på overflater (duggpunkt). Formelen for RF er gjengitt under:

$$RF = \frac{v}{v_{sat}} \times 100\%$$

Hvor  $v$  er vanndamptrykket [Pa] og  $v_{sat}$  er vanndamptrykket ved metning [Pa].

Innholdet av vanndamp i lufta varierer gjennom et år, vanligvis er RF høyest om vinteren og lavest om våren. RF varierer også basert på lokasjon. Figur 5 viser RF i de ulike lokasjonene; Oslo, Bergen, Røros og Karasjok.



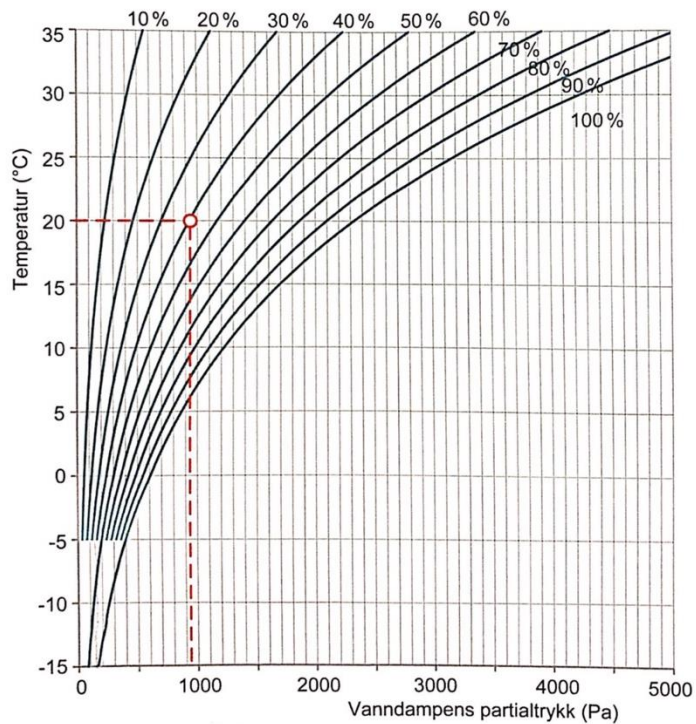
Figur 5: Høyeste og laveste RF i de ulike lokasjonene (Timeanddate.no, 2021)

### 2.1.6 Luftfuktighetsdiagram (Mollier – diagram)

Mollier diagrammet brukes for å finne vanndampens partialtrykk [Pa] og i sin enkleste form vil diagrammet vise sammenhengen mellom vanndampens partialtrykk, temperatur og luftfuktighet.

Diagrammets konsept (se Figur 6): Partialtrykket er 920 Pa, temperaturen er 20 °C og RF er på 40 %. Dersom temperaturen øker med 5 °C, synker RF samtidig med 10 %. Dersom temperaturen synker, stiger RF. Dersom temperaturen synker til 8 °C, vil RF stige til 100 %: dette kalles for duggpunktet, og kan føre til kondens på materialoverflater eller i luften.

For å finne vanndampens metningspunkt og metningskonsentrasjon ved ulike temperaturer benyttes Tabell 4.



Figur 6: Mollier diagram, forenklet versjon (Thue, 2016, s.290)

Tabell 4:

Vanddampens metningsstrykk og metningskonsentrasjon ved ulike temperaturer

Temperatur (°C)	Metningsstrykk (N/m <sup>2</sup> )	Fuktinnhold (g/m <sup>3</sup> )	Temperatur (°C)	Metningsstrykk (N/m <sup>2</sup> )	Fuktinnhold (g/m <sup>3</sup> )	Temperatur (°C)	Metningsstrykk (N/m <sup>2</sup> )	Fuktinnhold (g/m <sup>3</sup> )
30	4245	30,36	10	1228	9,40	-10	260	2,14
29	4005	28,78	9	1147	8,83	-11	238	1,97
28	3780	27,24	8	1072	8,28	-12	225	1,81
27	3565	25,80	7	1001	7,76	-13	199	1,66
26	3360	24,40	6	935	7,27	-14	181	1,52
25	3170	23,04	5	872	6,80	-15	166	1,39
24	2985	21,80	4	813	6,37	-16	151	1,27
23	2815	20,60	3	757	5,96	-17	137	1,16
22	2640	19,45	2	705	5,57	-18	125	1,06
21	2485	18,35	1	656	5,20	-19	114	0,97
20	2335	17,29	0	611	4,84	-20	104	0,88
19	2195	16,33	-1	563	4,48	-21	94	0,80
18	2060	15,40	-2	517	4,13	-22	85	0,73
17	1935	14,50	-3	475	3,82	-23	78	0,67
16	1818	13,65	-4	437	3,52	-24	71	0,61
15	1703	12,82	-5	402	3,24	-25	64	0,55
14	1596	12,09	-6	368	2,99	-26	58	0,50
13	1496	11,37	-7	338	2,75	-27	52	0,46
12	1400	10,68	-8	310	2,53	-28	47	0,41
11	1311	10,03	-9	284	2,33	-29	42	0,38
						-30	37	0,34



### **2.1.7 Tetthet og porøsitet**

Massen av en mengde stoff delt på volumet av en stoffmengde kalles massetetthet eller densitet. Uttrykkes som  $\rho = \frac{m}{V}$ . SI-enheten for massetetthet er  $\text{kg/m}^3$ . Det er relativt lik massetetthet for væsker og faste stoffer, men for gasser er det betydelig forskjell da massetettheten varierer med temperatur og trykk. I porøse materialer er det viktig å ta hensyn til hvor mye rom som finnes mellom massepartiklene, og hva dette rommet består av. Porøsitet er et mål for forholdet mellom porevolum og volumet til materialet. Porer kan være fylt av vann, luft, gass eller olje. Alle solide stoffer som inneholder hull og/eller kanaler kan kalles porøse.

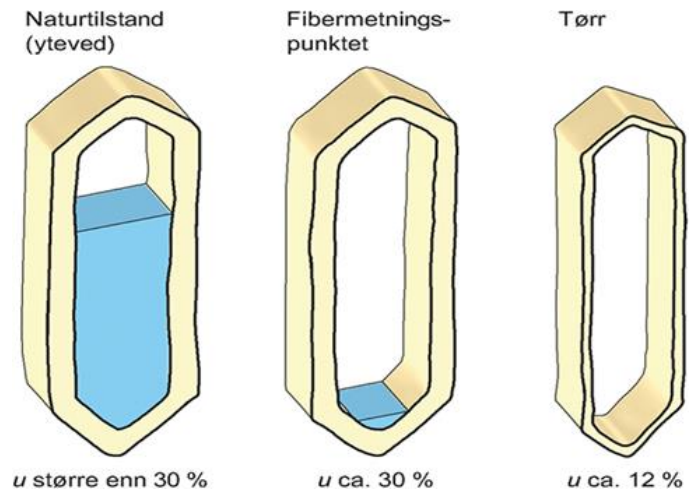
### **2.1.8 Fibermetningspunkt**

Cellesubstansen (tørrstoffet) i trevirket kan utgjøre fra 15% til 80% av hele treets volum avhengig av treslag og densitet, resten er cellehulrom. I et voksende tre er det store mengder vann, fritt vann i cellehulrommene og bundet vann i celleveggene.

Fuktighetsinnholdet av bundet vann varierer hos de forskjellige treslagene og ligger rundt 30%. Dette kalles for fibermetningspunkt (Sandaker et al., 2003). Når fuktinnholdet synker begynner trevirket å uttørkes ved at vannet som er bundet i celleveggen fordampes. Dette fører til krymping.



Figur 7: Celleveggykkelse i fuktig og tørt virke (Skaug, 2007)

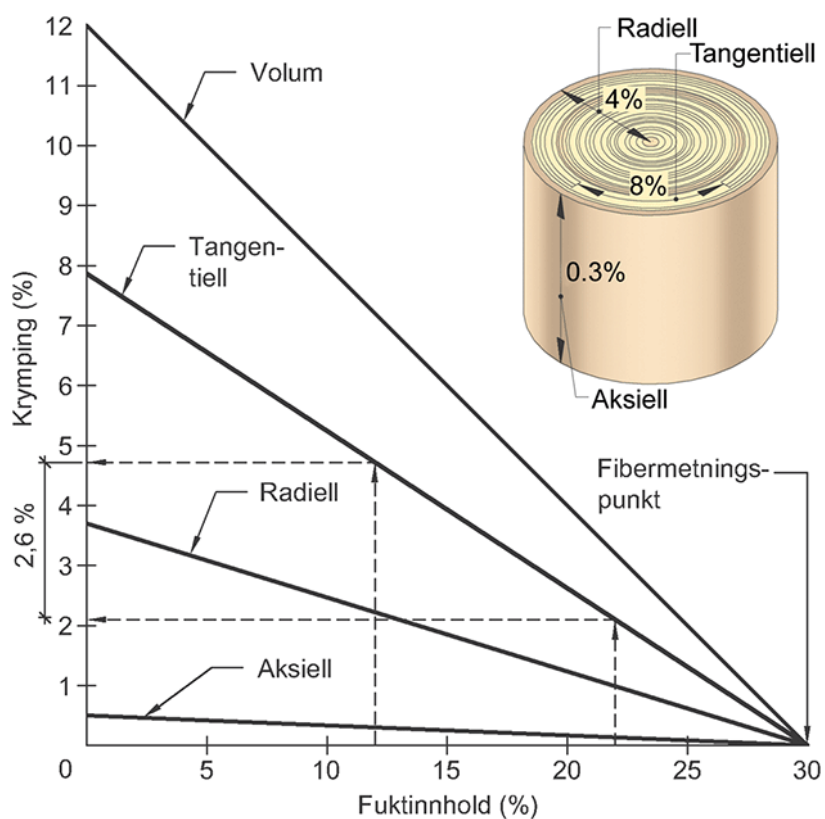


Figur 8: Prinsipiell fremstilling av hvordan fuktigheten fordeler seg i en fiber fra mettet til helt tørr tilstand (Sandaker et al., 2003)

## Svelling, krymping og likevektsfuktighet

Trevirket krymper ved uttørking, mens sveller ved opptukning. Dersom trevirket ikke får bevege seg fritt, kan det oppstå skader på konstruksjonen. Dette på grunn av de betydelige kreftene som oppstår når krymping og svelling blir hindret. Trevirket avgir og trekker til seg fuktighet fra lufta. Når trevirke blir lagret tilstrekkelig lenge i et rom ved konstante klimaforhold, innstiller fuktighetsinnholdet i trevirket seg på et bestemt nivå som vi kaller likevektsfuktighet.

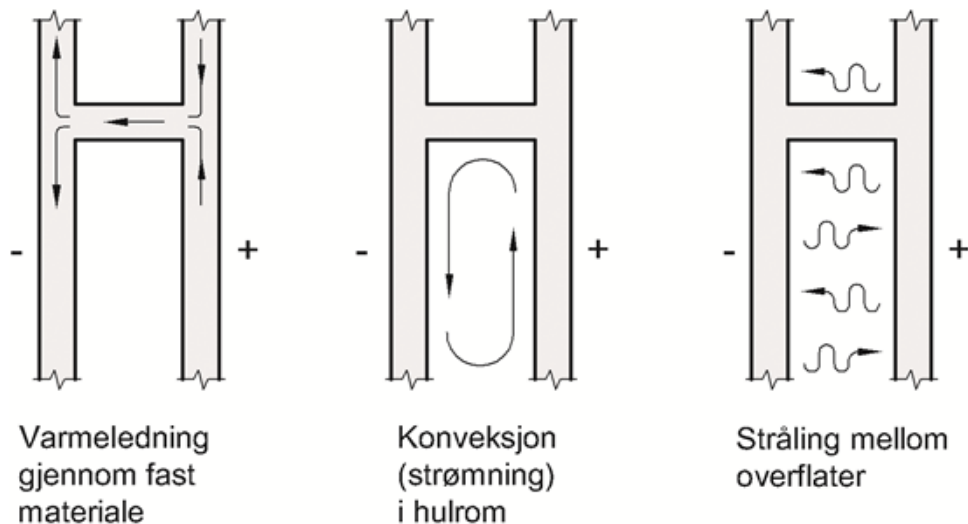
Fra fibermetningspunktet (30 % trefuktighet) til helt tørr tilstand er krymping størst i tangentiell retning (8 %). I radial retning er det ca. halvparten (4 %) og i lengderetning er det betydelig mindre sammenlignet med tverrsnittsretningene (0,3 %) (Sandaker et al., 2003). Det er viktig ved montering at fuktinnholdet i tre- materialer er tilnærmet lik fuktinnholdet innendørs for å hindre dimensjoneringsendring i trevirket. I verste tilfelle kan dette føre til en risiko for vridning, sprekkdannelser og utbulinger i konstruksjonsdelene.



Figur 9: Forholdet mellom trefuktighet og krymping (Byggforsk, 2015)

## 2.2 Varmetransport

Varme overføres på tre forskjellige måter, ved ledning, ved konveksjon (massestrøm) eller ved stråling. Varmetransport kan skje som en forskyvning av varme ved at fukt i porøse materialer blir utsatt for tilstandforandringer. Prinsippet for varmeoverføring er illustrert i Figur 10.



Figur 10: Prinsipper for varmeoverføring (Byggforsk, 2018)

### Varmetransport på grunn av fukt:

Fouriers ligning for varmeledning forutsetter at det ikke forekommer fuktvandring eller fasadeendring i materialet. I praksis er dette upresist med tanke på at de aller fleste materialer inneholder fukt i større eller mindre grad. Vandring av fukt i materialet fører til temperaturendring og varmetransport.

Varmestrømmen gjennom et homogent materialsjikt kan beskrives gjennom Fouriers lov:

$$\phi_x = -A \times \lambda \times \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Hvor:  $\Delta x$  er sjikt tykkelse

$\Delta T$  er temperaturs forskjell mellom konstante overflatetemperaturer  $T_2 - T_1$

$\lambda$  er termiskkonduktivitet.

Termisk konduktivitet beskriver materialets varmeledningsevne. Termisk konduktivitet vokser med både porøsiteten og porenes størrelse, innhold og fordeling kan variere betydelig fra materiale til materiale. Det er også avhengig av faktorer som porefordeling, temperaturen og fuktinnholdet.

## 3 Materialer

Ettersom det brukes flere typer isolasjon samles informasjonen om de aktuelle materialene under et eget kapittel. I oppgaven vil det bli gjort beregninger med seks forskjellige typer isolasjon i vegg/tak/gulv. Mineralull, den klassiske som blir brukt i dagens løsning, og tre innovative: vakuumisolasjon (VIP) og skumisolasjon (PIR og Low-E). For gulvet vil det bli kjørt analyse med XPS og EPS.

### 3.1 Isolasjon

Isolasjon brukes som et skille mellom ute- og inn klima, i Norge brukes isolasjon ofte til varmeisolerende slik at bygget kan holde varmen inne og kulden ute. Isolasjonsmateriale hindrer varmetransporten, men den kan aldri stoppes helt. I konstruksjoner som mikrohus er det begrenset med plass, og for å kunne lage et enda bedre sluttprodukt ser vi på muligheten for å benytte et isolasjonsmateriale som kan bidra til større bruksareal.

#### 3.1.1 Mineralull

Mineralull er den mest brukte typen isolasjonsmateriale for norske yttervegger og har vært på markedet siden 1970/80-tallet med stadig forbedring og utvikling. Det norske markedet har i hovedsak to typer mineralull for isolasjonssjikt i yttervegger: glassull og steinull.

Mineralullen fra Glava som blir brukt i Norske Mikrohus er av typen glassull.

Mineralullen leveres hovedsakelig som ruller og plater, men også som blåseisolasjon.

Produseres med forskjellige densiteter ut ifra hvor den skal brukes. Dersom isolasjonen skal bære last, for eksempel i grunnen eller på tak vil det bli brukt tyngre og hardere plater med høy densitet. For bindingsverk og andre hulroms konstruksjoner vil det bli benyttet lette og myke produkter med lav densitet. Mineralull har god termisk isolasjonsevne, men den må beskyttes mot fuktighet.

Byggforskserien beskriver hvordan glassull blir til (SINTEF Byggforsk, 2004):

*Glassull er framstilt av et spesielt borsilikatglass. Glasset varmes opp til ca. 1400 C, og massen dras ut til fibrer gjennom hull i roterende munnstykker. Støvdempingsolje og fenolharpikslim blir tilsatt for å binde fibrene sammen og forbedre produkttegenskapene.*

Når det gjelder aldring og bestandighet vil mineralull ikke råtne da materialet er uorganisk. Mineralull har generelt god bestandighet mot kjemiske stoffer. Varmekonduktiviteten vil ikke øke over tid grunnet materialet er fylt med luft.

Tabell 5:

*Materialelegenskaper, mineralull (WUFI)*

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	60,0
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,95
Spes.varmekapasitet, tørr [J/kgK]	850
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,04
Vanndampdiffusjonsmotstand [-]	1,3

### 3.1.2 Vakuumisolasjonspanel

Det blir stadig viktigere med lavenergi-, passiv- eller nullenergibygninger, hvor effektive isolasjonsmaterialer kommer på banen. Vakuumisolasjonspaneler sies å være neste generasjons isolasjons produkter, med en høy R-verdi, utmerket varmekonduktivitet og betraktelig tynnere enn vanlig isolasjon. De første panelene ble hovedsakelig brukt som isolasjon i fryserer.

Vakuumisolasjonspanel (VIP) består av en porøs kjerne som er omsluttet av en damp- og lufttett folie som er forseglet mens det er tilnærmet vakuum i kjernematerialet.

Varmekonduktiviteten til et VIP kan ligge typisk 5 til 10 ganger lavere enn for konvensjonell varmeisolasjon, avhengig av kjernematerialet og folien. Over tid vil denne øke grunnet diffusjon av luft og vanndamp gjennom folien. Ved høy temperatur og fuktighet vil diffusjonshastigheten gjennom folien stige. For å ta høyde for økt varmekonduktivitet blir varmekonduktiviteten for VIP ofte deklart høyere enn faktisk målt verdi for nyprodusert paneler.

Noen av de største utfordringene ved bruk og installasjon av VIP er:

- Beskytte panelene mot punktering både under transport, montering og under bruk
- Begrense kuldebrovirkningen fra bæresystemet
- Avklare praktiske U-verdier for aktuelle løsninger.

Når det gjelder utfordringen med å installere VIP er det høy risiko for hull i panelene, og dersom det skjer blir de ubrukelige, da VIP må ikke perforeres. Panelene produseres ofte på mål, eller suppleres med andre isolasjonsmaterialer og kan ikke kuttes til etter at det er produsert.

Tabell 6:

*Materialeegenskaper, VIP (WUFI)*

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	180
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,95
Spes.varmekapasitet, tørr [J/kgK]	850
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,007
Vandampdiffusjonsmotstand [-]	1300000

### 3.1.3 Skumisolasjon Polyisocyanurat (PIR)

PIR brukes i bygg på grunn av sin lave vekt og høye trykkfasthet. Den er enkel og effektiv å jobbe med. Varmeledningsevnen er nesten dobbelt så lav som mineralull og gir muligheter for slankere konstruksjoner. Produktet brukes i tak- og veggkonstruksjoner. PIR inneholder ingen prioriterte miljøgifter som anses ikke som helse- og miljøskadelig (SINTEF, 2017). Ser man på hele verdikjeden, brukstiden og verdiene til PIR isolasjon kan det anees som et bærekraftig produkt.

Polyisocyanurat (PIR) produseres ved at det skjer en reaksjon mellom isocyanater og polyoler. Når blandingen ekspanderer, blir de lukkede porene fylt med fyllgass (HCFC, HFC, CO<sub>2</sub> eller pentan) og platene får et aluminium- eller glassfiberlag på platene. PIR isolasjon benyttes i vegg-, gulv- og takkonstruksjoner (Byggforsk, 2004). Produktet skal gi en god isolasjon ved mindre tykkelse og brukes blant annet i frysebokser. Ved bruk av PIR er det den lave lambda-verdien som gjør det mulig å redusere en klassisk veggkonstruksjon fra 100mm mineralull til 60mm PIR isolasjon som gir en slankere konstruksjon.

Tabell 7:

Materialegenskaper, PIR (WUFI)

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	32,5
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,99
Spes.varmekapasitet, tørr [J/kgK]	1470
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,024
Vandampdiffusjonsmotstand [-]	72

### 3.1.4 Polyetylen skum med aluminiumsbelegg (Low-E)

Low-E blir brukt i oppgaven da det er et isolasjonsmateriale som Norske mikrohus vurderer å ta i bruk. Produktet brukes ofte i tak og vegger. Siden produktet reflekterer 97% varme/kulde, bygger lite og fungerer som en dampsperrer er det mange bruksmuligheter eksempelvis i ishockeyhaller, badstuer, treningshaller, biler og campingvogner.

Polyetylen er en kjemisk forbindelse i klassen for termoplaster og råstoffet som brukes i nesten alle forbrukerprodukter, PE-Plast. Polyetylen-skum med aluminiumsfolie har en lukket polyetylenkjerne av resirkulert plast og 99% ren aluminium på begge sider. Det er refleksjon av infrarød energi som gjør dette produktet effektivt, strålingsvarmen reduseres kraftig hvis produktet ikke monteres riktig.

Ettersom produktet ikke eksisterer i WUFI databasen har vi ikke materialeegenskapene på denne i programvaren. Low-E er bygget opp i WUFI med tre sjikt for å simulere isolasjonen.

### 3.1.5 Polystyren [XPS | EPS]

Polystyren er en termoplast hvor utgangspunktet er råolje. Isolasjonsproduktet polystyren finnes i ekspandert og ekstrudert form. Disse produseres som plater i ulike densiteter, med mål om å tilfredsstille forskjellige varmetekniske krav og eventuelle krav til trykkfasthet. Polystyrenskummet beholder sine gode egenskaper opp til ca. 70 °C, men er svært brennbart (Sandaker et al., 2003).

I vår oppgave skal vi se på ekstrudert polystyren (XPS) som Norske mikrohus benytter seg av, og ekspandert polystyren (EPS) som et alternativ for gulvisolasjon. Norske mikrohus bruker i dag XPS300 100 mm.



XPS blir produsert ved at smeltet polystyren tilsettes ekspansjonsgass (eksempel HCFC, CO<sub>2</sub>, pentan), gasser som har bedre varmeisolerende evne enn luft. En dyse brukes for å ekstrudere massen, og det vil foregå en trykkavlastning, og massen ekspanderer. XPS har en tett porestruktur, fører til at ekspansjonsgassen vil forbli i poresystemet. Varmeisolasjonsevnen blir derfor bedre for XPS enn for EPS, hvor det er åpne luftfylte porer. XPS blir ofte brukt mot grunnen hvor det er krav til trykkfasthet og fuktbestandighet (Sandaker et al., 2003).

EPS blir produsert ved at små kuler av polystyren ekspanderer ved oppvarming. Dette skjer fordi polystyren inneholder pentan, et ekspansjonsmiddel. Etter mellomlagring varmes de ekspanderte kulene opp med vanndamp. Dette fører til videre ekspansjon, og kulene smelter sammen i kontaktflatene. Som nevnt har EPS en delvis åpen porestruktur, og er den rimeligste og vanligste polystyrenvarianten (Sandaker et al., 2003).

Tabell 8:

*Materialegenskaper, XPS (WUFI)*

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	40
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,95
Spes.varmekapasitet, tørr [J/kgK]	1500
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,036
Vanndampdiffusjonsmotstand [-]	100

Tabell 9:

*Materialegenskaper, EPS (WUFI)*

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	15
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,95
Spes.varmekapasitet, tørr [J/kgK]	1500
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,04
Vanndampdiffusjonsmotstand [-]	30

### 3.1.6 Trefiberisolasjon

Trefiberisolasjon er laget av trefiber/treflis, som er produsert fra overskuddsmateriale fra produksjon av trelast. Produktet lages med eller uten bindemiddel og tilsetningsstoffer. For å produsere trefiberisolasjon blir fibermassen rensert og utsatt for vanndamp, deretter lagt i form, presset og tørket.

Med hensyn til miljø og bærekraft er trefiberisolasjon positivt siden det bidrar til redusert karbonutslipp.

*«Gjennom fotosyntesen omdannes CO<sub>2</sub> til tre og annen biomasse. Denne andelen CO<sub>2</sub> er en del av den naturlige karbonsyklusen. Når treet etter endt levetid biologisk brytes ned, går således CO<sub>2</sub> tilbake til jordens karbonsyklus» (Trefiberisolering, 2018)*

Tabell 10:

*Materialegenskaper, trefiberisolasjon (WUFI)*

Romdensitet [kg/m <sup>3</sup> ]	155
Porøsitet [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,981
Spes. varmekapasitet, tørr [J/kgK]	1400
Varmekonduktivitet tørr [W/mK]	0,042
Vanndampdiffusjonsmotstand [-]	3

# 4 Metode

## 4.1 Valg av metode

Vi har gått for en kvantitativ metode, da dette virker mest hensiktsmessig for oppgavebesvarelsen. For å kunne ha mulighet til å svare på problemstillingen vil det være nødvendig å innhente store datamengder for så å analyseres. Beregningene vi gjør gir oss målinger som kan fremstilles grafisk, og er med andre ord kvantifiserbart. Det kan stilles spørsmål til kvaliteten for metoden og usikkerhet rundt resultatene, dette vil senere diskuteres.

I oppgaven ble det brukt tre metoder for å beregne fare for fukt. Microsoft Excel, WUFI og lab forsøk. Forutsettingene varierer litt i de tre metodene, hovedsakelig temperatur. I regnearket benyttes min/maks temperatur for hver av de fire lokasjonene. WUFI beregner med en innetemperatur på 20 °C og utetemperatur basert på målinger ved valgt lokasjon. På lab har det blitt kjørt tre tester med høst og vinter temperatur.

## 4.2 Kvalitativ og kvantitativ metode

Store norske leksikon (SNL) gir følgende definisjon på kvalitativ metode:

«Kvalitativ metode er forskningsmetoder som brukes ved innsamling og analyse av kvalitative data. Dette er data som vanligvis foreligger i form av tekst [...] Metoder for innsamling av kvalitative data kan være deltakende observasjon, etnografi, ustrukturerte intervjuer, fokusgrupper eller kvalitativ innholdsanalyse.»

Store norske leksikon (SNL) gir følgende definisjon på kvantitativ metode:

«Kvantitativ metode er forskningsmetoder som brukes ved innsamling og analyse av kvantitative data. Dette er data som foreligger i form av tall eller andre mengdetermer [...] Metoder for innsamling av kvantitative data i samfunnsvitenskapelig forskning baseres på strukturerte skjema for registrering av informasjon (hvilken verdi hver enhet har på de ulike variablene).»

## 4.3 Datainnsamling

Vi fikk tilgang til WUFI Pro ved å søke om et non-commercial student license som ga oss 6 måneder tilgang til programvaren, dette ble innvilget 05.02.2021. For beregningene i WUFI Pro ble det satt av en måned, men dette merket vi var et mye større og komplekst program enn først antatt. Faktisk brukt tid på å ferdigstille alle beregningene i programmet ble 2 måneder.

Produktet Low-e fantes ikke i materialbiblioteket WUFI og det var derfor nødvendig å bygge opp materialet selv. Det viste seg å være vanskelig å finne materialdata for produktet, og noen antagelser og kontakt med fagpersoner var nødvendig. Low-E vareprøve ble levert inn for testing i uke 10, men grunnet forsinkelser og nedstengning ble ikke testresultatene sendt før uke 19, og derfor ikke implementert ved simuleringene i WUFI og Excel beregninger.

### 4.3.1 Low-E test

Vareprøven ble testet med Hot Disk TPS 2500S ved NTNU, Gjøvik. Instrumentet er laget for å gjennomføre presisjonsanalyse av termiske transportegenskaper og tilfredsstillende kravene i ISO 22007-2, bestemmelse av termisk konduktivitet og termisk diffusivitet.

Resultatene fra testen viser til en termisk konduktivitet,  $\lambda_D = 0,39 \text{ W/mK}$  og en spesifikk varmekapasitet,  $c = 0.15 \text{ MJ/m}^3\text{K}$ . Se vedlegg for testdata (V3).

## 4.4 Laboratorieforsøk

Formålet med forsøket er å undersøke om det nye materialet Low-e er tåler det norske klimaet. Vi tester to testelementer; Referansevegg og Low-E vegg. Det skal undersøkes om det oppstår kondensfare, med målere for RF og temperatur plassert i ulike sjikt i konstruksjonen. Testelementene er plassert i et klimarom ved Mustad bygglab, Gjøvik. I klimarommet vil det være en varm side med oppsatt panelovn, med temperatur satt til 20 °C og en luftfukter som varierer mellom 40-70 % RF. På kald side har temperaturen blitt satt til å etterligne høst og vinter temperatur; 5 °C, -4 °C og -25 °C.

## 4.4.1 Fremdriftsplan

En oversikt over laboratorieforsøket med tid brukt er gjengitt i Tabell 11.

Tabell 11:

Fremdrift forsøk bygglab

Beskrivelse	Periode (dato)
<b>Bygging og montering av testelement 1</b>	09.03.2021
<b>Testperiode 1 (Høst, 5 °C)</b>	10.03 – 14.03.2021
<b>Testperiode 2 (Vinter, -4 °C)</b>	14.03 – 19.03-2021
<b>De- og remontering av testelement 1 til testelement 2, fuktsøk</b>	19.03.2021
<b>Testperiode 3 (Høst, 5 °C)</b>	19.03 – 24.03.2021
<b>Testperiode 4 (Vinter, - 4 °C)</b>	24.03 – 28.03.2021
<b>De- og remontering av testelement 2, fuktsøk</b>	28.03.2021
<b>Testperiode 5 (Vinter, -25 °C)</b>	03.05 - 11.05.2021
<b>Demontering og fuktsøk</b>	11.05.2021

## 4.4.2 Avgrensninger

Dagens oppbygning har 2 sjikt med isolasjon, 75 mm og 25 mm med dampsperre imellom. Etersom det var vanskelig for leverandør å levere 25 mm innen tidsfristen vi hadde satt, bestemte vi oss for å dele opp en 100 mm rull selv. Det er dermed lagt inn slingringsmonn på  $\pm 5$  cm.

Vi ønsket å teste med høst/vinter klimaet, da blant annet trefuktigheten er høyest på høsten. På den måten blir konstruksjonen utsatt for mest mulig fukt i tidsperioden som var til rådighet. Vinter ble valgt for å teste mot den kaldeste utetemperaturen, da vi var usikre på om produktet LOW-E tåler den norske vinteren. Det ble noe misforståelse for valg av temperatur, vi ville egentlig kjøre -15 °C på begge testelementene, men det ble først kjørt 5 °C på testelement 1. Derfor måtte vi kjøre samme temperatur på testelement 2 for å kunne ha ett sammenligningsgrunnlag. Vi valgte å kjøre en siste test på testelement 2 med -25 °C, for å se

hvordan materialet Low-e oppfører seg. Dette resultatet kan ikke brukes til å sammenligne med original vegg, men kan gi oss en innsikt på konstruksjonen alene.

Ettersom trevirket bruker lang tid på oppfukning valgte vi å ikke bruke jernvitrol, grunnet relativ kort tid til rådighet. Jernvitrolen er fuktdempende, som vi ikke trenger i denne oppgaven da vi vil se på verste tilfelle og øke sannsynligheten for å finne fukt i konstruksjonen.

## 4.5 Oppbygging av konstruksjonen på bygglab

Oversikt over oppbygningen av konstruksjonene er gjengitt i Tabell 12, henholdsvis innside – ut.

Tabell 12:

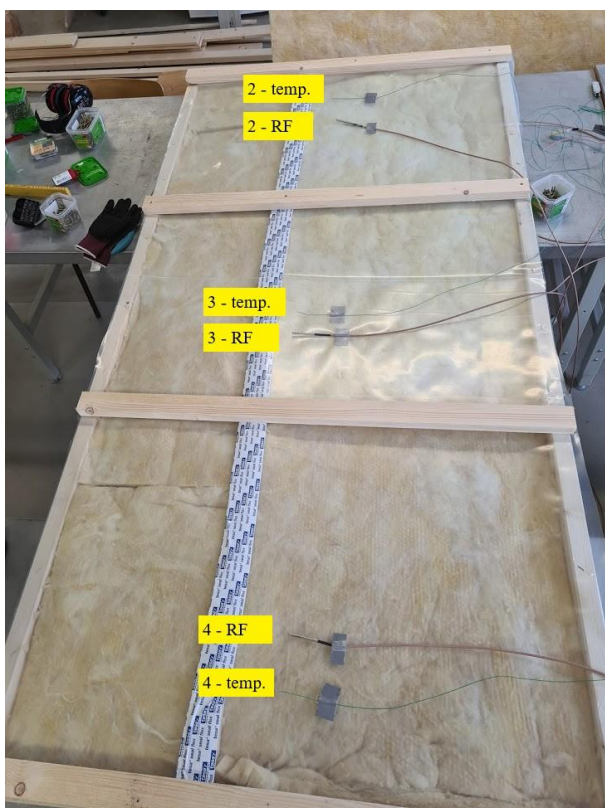
Oversikt over oppbyggingen

Original vegg	Low-e vegg
<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 mm Poppel</li><li>• 23 x 48 mm Lekt</li><li>• 25 mm Glava</li><li>• Dampsperre</li><li>• 36 x 73 mm Stender</li><li>• 75 mm Glava</li><li>• Vindsperre</li><li>• 11 x 36 mm Sløyfer</li><li>• 23 x 48 mm Lekter</li><li>• Kledning</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 mm Poppel</li><li>• 23 x 48 Lekt</li><li>• 6,5 mm Low-e</li><li>• 36 x 73 mm Stender</li><li>• 75 mm Glava</li><li>• Vindsperre</li><li>• 11 x 36 mm Sløyfer</li><li>• 23 x 48 mm Lekter</li><li>• Kledning</li></ul>

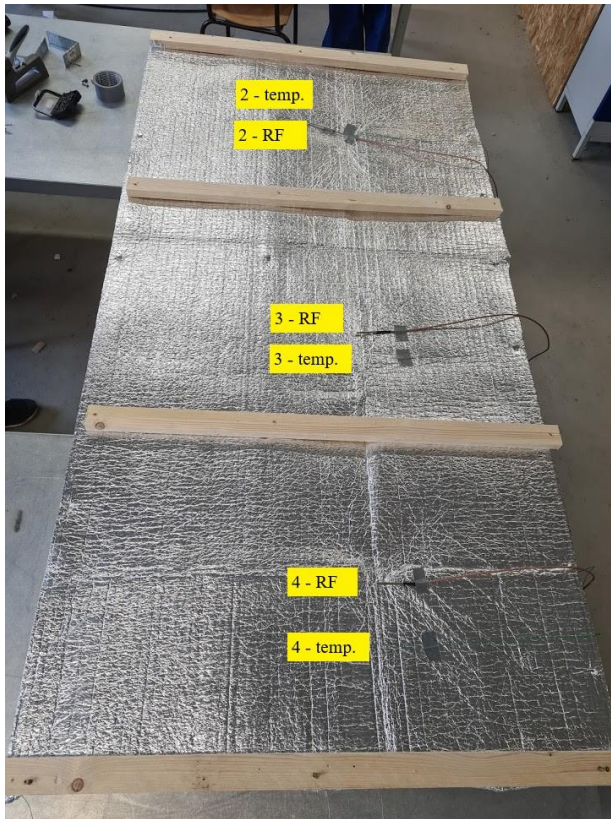
Figur 11, Figur 12 og Figur 13 viser plasseringene av temperatur og relativ fuktighet målere. Oversikt over målerne med nummer og plassering er gitt i Tabell 13. Det ble totalt 16 målinger, halvparten relativ fuktighet og temperatur. Seks av de ble satt på vindsperren før isolasjonen ble installert, to av hver i bunn, midt og topp av elementet. Tilsvarende ble gjort utenpå dampsperre før resterende 25 mm isolasjon ble installert. Til slutt ble det plassert to målere ute ved kledningen og to inne på kryssfiner platen.



Figur 11: Målere på vindsperren, original vegg (Hanne Bråtømyr, 2021)



Figur 12: Målere på dampsperran, original vegg (Hanne Bråtømyr, 2021)



*Figur 13: Målere på Low-e (Hanne Bråtømyr, 2021)*



Tabell 13: Nummererte målere med plassering

Temperatur måler	Plassering	Sjikt
1	Inne	1
2	Topp	2
3	Midt	2
4	Bunn	2
5	Topp	3
6	Midt	3
7	Bunn	3
8	Ute	4

RF måler	Plassering	Sjikt
1	Inne	1
2	Topp	2
3	Midt	2
4	Bunn	2
5	Topp	3
6	Midt	3
7	Bunn	3
8	Ute	4

Sjikt	Hvor
1	Inne
2	Dampspærre
3	Vindspærre
4	Ute

## 4.6 Utstyr for fukt- og temperaturmålinger

### 4.6.1 Hygrotrac

Hygrotrac er et apparat som gjør det enkelt å overvåke fuktigheten på et bestemt sted i en bygning eller konstruksjon ved hjelp av sensorer (Instrument Companiet). Sensorene plasseres på ulike steder i en bygningsdel, for eksempel i hvert sjikt i en vegg. Sensoren logger kontinuerlig RF, temperatur, duggpunkt og trefuktighet i %. Disse målingene blir sendt trådløst via et modem og videre til OmniSense, en nettside tilhørende hygtotrac.

Nøyaktigheten for relativ fuktighet er  $\pm 3,5$  % RF og for temperatur  $\pm 0,5$  °C i henhold til brukermanualen (OmniSense LLC).

## **4.6.2 Luftfukter**

Luftfukter er en maskin som tilsetter fuktighet til luften. Luftfukteren brukt på forsøket er av typen CO/TECH DF-HU28015, som er en stillegående (lydnivå < 45 dB) ultralyds luftfukter. Mål på luftfukteren er 23x22x22 cm, og er egnet for romstørrelse opp til 50 m<sup>2</sup>. Fukter opp til 350 ml/h og luftfuktigheten kan stilles inn på 40%, 50%, 60%, 70% eller CO (kontinuerlig drift). Denne modellen har også muligheten til å automatisere av og på modus fra 1-12 timer.

## **4.6.3 Panelovn**

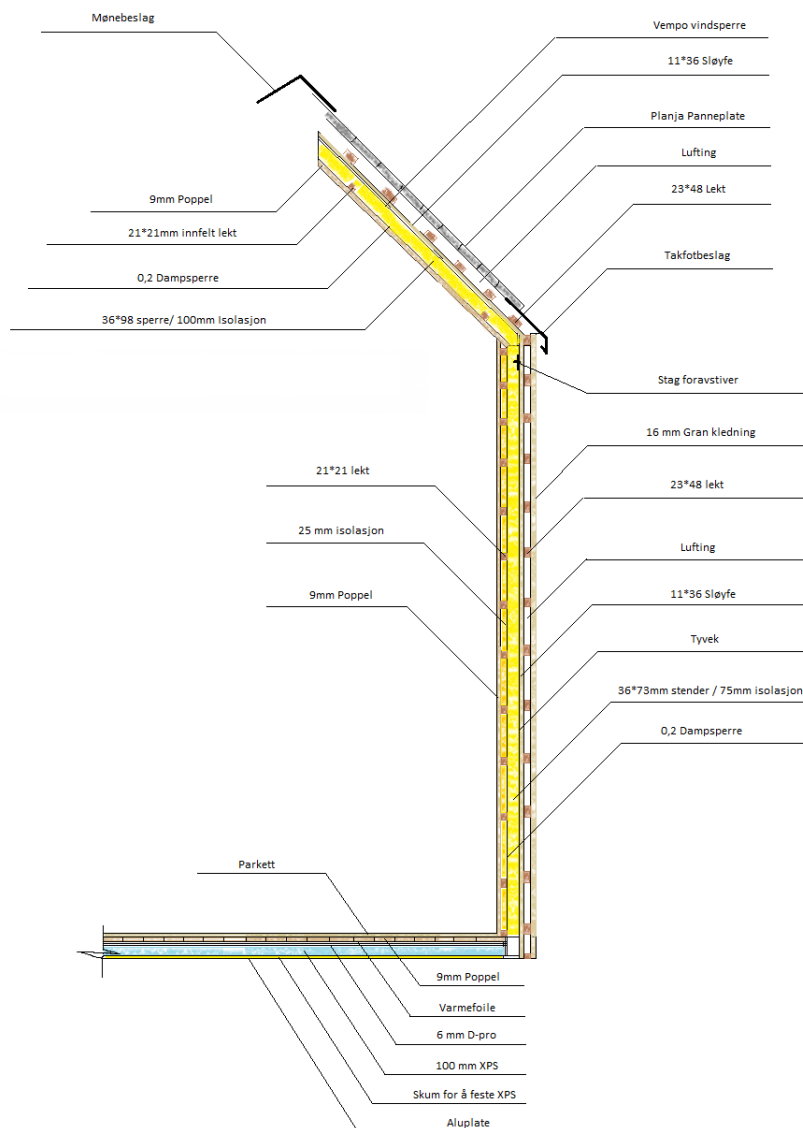
Panelovn er en type elektrisk varmeovn som er montert på veggen, og avgir varme ut i rommet. Panelovn kan stå uten tilsyn, er selvregulerende og kan fjernstyres. Disse ovnene har en termostat og en temperatursensor, som gjør den godt egnet for forsøket vårt hvor det er ønskelig med stabil oppvarming samt jevn temperatur over tid.

## **4.6.4 Termograferingsutstyr**

Termografering brukes for å analysere temperatur- og fukt-forskjeller i bygningsoverflater på ulike konstruksjoner. Det blir også brukt for å finne luftlekkasjer, kuldebroer og varmetap i bygningkonstruksjoner. Ved termografering lønner det seg å ha størst mulig temperaturforskjell mellom ute- og inneluft, normalt sett er det gunstigst å måle på senhøsten eller om vinteren. Håndholdte termograferingskameraer blir mye brukt, disse pekes mot bygninger eller bygningsdeler og måler varmestrålingen disse sender ut ved hjelp av en sensor. Resultatene blir fremstilt visuelt som termogrambilder med en fargeskala som skiller mellom ulike overflatetemperaturer (SINTEF Byggforsk).

## 4.7 Dagens oppbygging

Dagens oppbygging er illustrert i Figur 14, laget av tekstforfatter der tegneprogrammet Photoshop var benyttet. Figuren viser gulv, vegg og tak oppbygningen som Norske Mikrohus benytter seg av i dag. Tabell 14 viser dagens U-verdi og hvilken isolasjonstykkel som benyttes.



Figur 14: Oppbygging av dagens konstruksjon

Tabell 14:

Dagens U-verdi med tilhørende isolasjonstykkelse

Konstruksjonsdel	U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]	Isolasjonstykkelse [mm]
VEGG	0,319	100
TAK	0,34	100
GULV	0,30	100

## 4.8 Programvarer

### 4.8.1 Microsoft Excel

Microsoft Excel er et kraftig dataprogram som benyttes for utføring av beregninger, slik som behandling av talldata i regneark. I tillegg tar Excel for seg produksjon av diagrammer og tabeller, analyserer data og statistikk.

#### Data innsamling:

For å studere det mest kritiske tilfellet, er maksimum og minimum temperatur forhold benyttet i beregningen. Relativ fuktighet er dermed hentet som følge av de temperaturene fra de fire lokasjonene. Tykkelser og varmekonduktiviteter for hvert sjikt er nødvendig for å kunne finne varmemotstand. Mollier diagram brukes for å finne vanndamp partialtrykk. Følgende tabell benyttet for permeabiliteten.

Tabell 15: Permeabilitet for ulike materialer (Noreng, 1995)

Materiale	Permeabilitet i 10 <sup>-6</sup> · g/m · h · Pa	Permeabilitet i 10 <sup>-12</sup> · kg/m · s · Pa
Stillestående luft	668	185
Betong C30	8 - 40	2 - 12
Gassbetong 500 kg/m <sup>3</sup>	75 - 90	20 - 25
Lettklinkerbetong	150 - 550	40 - 150
Tre, furu normalt fiberretningen	35 - 90	10 - 25
Sponplate	2 - 25	0,5 - 7
Mineralull 15 kg/m <sup>3</sup>	600	170
Mineralull 200 kg/m <sup>3</sup>	215	60
Ekspandert polystyren (EPS)	25-35	7 - 10
Ekstrudert polystyren (XPS)	3,5 - 9	1 - 2,5

## Regneark konsept

Fare for kondens oppstår når damptrykk i isolasjonssiktet blir større enn metningstrykk som hentes fra Tabell 4 når temperaturen i sjiktet er kjent. Temperatur i sjiktet regnes ved følgende formel:

$$T_i = T_{inne} \times \frac{R_{inne} \times \Delta T}{\Sigma R}$$

Hvor:  $T_i$  = Temperaturen i sjiktgrense

$T_{inne}$  = Temperatur inne

$R_{inne}$  = Varmemotstand inne

$\Sigma R$  = Konstruksjonens totale varmemotstand

## Fremgangsmåte for beregning

- Varme motstand for hvert sjikt ( $R_i$ ) finnes ved å dele sjiktets tykkelse ( $t_i$ ) på dets varme konduktivitet ( $\lambda_i$ )
- Permeans ( $p$ ) finnes ved å dele permeabiliteten i sjikt ( $\delta p_i$ ) på sjiktets tykkelse ( $t_i$ )
- Av å ta 1/permeans ( $p$ ) kommer man til dampmotstand ( $z$ ) som brukes videre til å begrene damptrykkfall ( $Pv$ )
- dampmotstand ( $z$ ) ganger forskjell damptrykk ( $\Delta Pv$ ) delt på totale dampmotstand ( $\Sigma z_i$ ) gir damptrykkfall ( $P_v$ )
- Damptrykk i sjiktgrense ( $Pv_i$ ) regnes ved damptrykk inn ( $P_{v_{inne}}$ ) minus damptrykkfall i neste sjikt ( $Pv_i$ ), og så videre.

Damptrykk i sjiktgrense er den som sammenlignes med metningstrykket for å konkludere om det blir fare for kondens eller ikke.

Det har blitt utført 112 beregninger i Excel. Tabell 16 fungerer som en veiledningstabell, for å gi oversikt over alle casene med lokasjon, årstid, materialer og konstruksjonsdel.

Tabell 16:

Veiledningstabell for Excel beregninger

Lokasjon	Årstid	Isolasjon	Konstruksjonsdel
Oslo	Sommer Vinter	Mineralull	Vegg Tak
		PIR	
		VIP	
		Low-e	
		XPS uten dampsperre	Gulv
		XPS med dampsperre	
		EPS uten dampsperre	
		EPS med dampsperre	
Bergen	Sommer Vinter	Mineralull	Vegg Tak
		PIR	
		VIP	
		Low-e	
		XPS uten dampsperre	Gulv
		XPS med dampsperre	
		EPS uten dampsperre	
		EPS med dampsperre	
Røros	Sommer Vinter	Mineralull	Vegg Tak
		PIR	
		VIP	
		Low-e	
		XPS uten dampsperre	Gulv
		XPS med dampsperre	
		EPS uten dampsperre	
		EPS med dampsperre	
Karasjok	Sommer Vinter	Mineralull	Vegg Tak
		PIR	
		VIP	
		Low-e	
		XPS uten dampsperre	

		XPS med dampsperre	Gulv
		EPS uten dampsperre	
		EPS med dampsperre	

Basert på beregningene gjort i regneark, har hvert sjikt i hver case blitt kontrollert mot kondens. Det er også blitt beregnet restkapasitet i hele konstruksjonen. Ved videre avgrensning ser vi kun på restkapasiteten på innvendig side av isolasjonsjiktet. Det er da tatt et gjennomsnitt av restkapasitetene for de ulike materialene. Da det er noen unøyaktigheter under simuleringer, klassifiserer vi restkapasiteten ved bruk av trafikklysmodellen, hvor grønn farge er for tilfeller med høy restkapasitet og lav risiko, tilfeller med moderat risiko er markert med gult og tilfeller med lav restkapasitet og høy risiko er markert i rødt, se Tabell 25.

Trafikklysmodellen			
--------------------	--	--	--

#### 4.8.2 WUFI

Simuleringsprogrammet WUFI Pro er brukt i denne oppgaven for å kunne se på fukttransport i konstruksjonsdeler. Programmet er basert på en-dimensjonale fukt og varmetransportberegninger over tid i enkelte punkter i bygningsdeler ved gitte klimadata. Programmets funksjoner gjør det egnet til vurdering av fuktfordeling, uttørkingsevne, fare for kondens m.m. Det kan også gjøres vurdering av påvirkning av slagregn i konstruksjonen. Tilleggsprogrammet WUFI Bio har blitt benyttet for å spore om en eventuell mikrobiell vekst oppstår i de ulike analysene.

For å kunne benytte programmet for fukt beregning er det noen parametere og begreper som må defineres, se Tabell 17. Definisjonene er hentet fra WUFI-Wiki (2009) og SNL (2017).

Tabell 17:

Materialparametere WUFI

Begrep	Definisjon	Formel
RF	Relativ fuktighet, det prosentvise forholdet mellom luftas absolutte fuktighet og fuktigheten som må til for å oppnå metning ved en gitt temperatur.	[φ, %] $RF = \frac{v}{v_{sat}} \times 100\%$
Tetthet (bulk density)	Tettheten $\rho_{bulk}$ er forholdet mellom masse[m] og volum [V].	[kg/m <sup>3</sup> ] $\rho_{bulk} = \frac{m}{V_{tot}}$
Porøsitet (porosity)	Porøsiteten beregnes som 1 minus forholdet mellom tettheten av objektet og den tettheten vi får når objektvolumet er fratrukket porevolumet.	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ] $p_{sol} = 1 - \frac{\rho_{bulk}}{\rho_{true}}$
Varmeledningskapasitet (heat capacity)	Varmeledningskapasitet er nødvendig varme som trengs for å øke temperaturen til materialet med 1°C	[J/KgK] $C_x = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \times x$
Varmekonduktivitet	Varmekonduktiviteten er mål for materialets varmeledningsevne. De beste verdiene har de høyeste tallene.	[W/mK]
Motstandsfaktor for vanndamp (Diffusion resistance factor dry)	Motstandsfaktoren for vanndamp, $\mu$ er avhengig av forholdet mellom diffusjonen til vanndamp i luft og diffusjonen i materialet. Porøse materialer har en lav motstandsfaktor, mens tette materialer vil ha en større motstandsfaktor.	[μ]
Lufttemperatur		[°C]

Noen forklaringer og definisjoner for å bedre forstå materialparametere:

$$\rho_{true} = \frac{m}{(V_{tot} - V_{pores})} = \frac{m}{V_{true}}$$

Hvor:  $\Delta Q$  er endring i varmeenergi

$\Delta T$  er endring i temperatur

x er en størrelse som angir andre forhold som holdes konstant under oppvarming.



## Proessen i WUFI

Det er gjennomført simuleringer med fire forskjellige typer isolasjon for tak og vegg, i tillegg til to typer isolasjon i gulv. I simuleringene for gulvet var det to variabler, isolasjon og oppbygning med og uten dampsperre. Alle simuleringene ble utført for fire lokasjoner med ulik vær-situasjon. Simuleringer på ulike lokasjoner ble gjennomført for å sikre at det mobile mikrohuset kan benyttes i hele Norge.

Ved bygging av mikrohus i dag har man ikke ett bestemt u-verdi krav å forholde seg til. Da bedriften ønsker et energieffektivt bygg og har høyt fokus på miljø er det også beregnet nødvendig isolasjonstykkelse for tre forbedrende u-verdier inkludert dagens krav for hus i teknisk forskrift, TEK17, i tillegg til fuktberegningen for konstruksjonens u-verdi i dag. For å finne kritisk orientering for konstruksjonen på lokasjonen ble det laget en veggoppbygning med snittverdi for de ulike lokasjonene. Totalt er det gjennomført 160 simuleringer inkludert simulering for orientering.

I WUFI simuleringene er det ikke tatt hensyn til stenderverk i konstruksjonen, men kun sjiktene inkludert eventuelle luft-sjikt ved utlekting. Under oppbygning av sjiktene som benyttes i WUFI finnes det en database med materialer og deres egenskaper. Hvor det har vært mulig er det benyttet materialer som ligger i databasen og for de materialene som ikke ble funnet har studentene lagt til ny materialdata basert på produktenes datablad fra leverandør.

Når alle simuleringene var gjennomført ble verdiene for vanninnhold i de ulike isolasjons materialene eksportert til Excel for å analysere hvilke materialer som gav verst utfall for hver u-verdi på samme lokasjon.

Siste steg av prosessen i WUFI var å overføre data fra simuleringene til WUFI Bio. Her ble det valgt underlagsklasse basert på bioutnyttbare underlag, som veggpapir, gipsplater, byggevarer laget av biologisk nedbrytbare materialer, materialer for permanent elastiske skjøter og sterkt forurensede overflater. Denne underlagsklassen er valgt på anbefaling i WUFI: for tilfeller av sterk forurensning bør klassifiseres som underlagsklasse I. Underlag som metaller, folier, glass og fliser påvirkes vanligvis ikke av mugg, med mindre de er forurenset. Ved å velge underlagsklasse 1 blir alle materialene ivaretatt under simulering av fare for mikrobiell vekst, klasse 1 tar også hensyn til alle typer muggvekst i bygget og ikke

bare den helseskadelige muggveksten. Når simuleringen er gjennomført vil hvert enkelt materiale på de ulike lokasjonene få grønt, gult eller rødt lys i WUFI Bio som indikerer om det er fare for mikrobiell vekst eller ikke over perioden som det laget simuleringer for. Under oppgaven skilles det ikke mellom skadelig og ikke skadelig mikrobiell vekst da begge deler spiller en stor rolle i dagens bygg. I denne oppgaven gjelder dette for periode på fire år. I tilfeller hvor grafen har vist usikkerhetselement ved noe stigning har simuleringen blitt kjørt over en periode på ti år for å sikre at grafen flater ut og at det aktuelle materialet ikke får høyere vanninnhold over tid. Det er ikke laget nye grafer i Excel for ti årsperioden da det blir for tungt for Excel med over 78 000 datalinjer pr sjikt.

Project/Case: Norske mikrohus /#2 Oslo Standard- Veggkonstruksjon

Assembly/Monitor Positions | Orientation/Inclination/Height | Surface Transfer Coeff. | Initial Conditions

Layer Name: Spruce, Thickn. [m]: 0,016

Exterior (Left Side): 0,016 | 0,034 | 0,001 | 0,10 | Interior (Right Side): 0,001 | 0,035 | 0,009

Material Data

Sources, Sinks

New Layer

Duplicate

Delete

Edit Assembly by:

Graph

Table

Assign from: Material Database, Example Cases

Grid: Automatic (II), 100, Fine

Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness: Thickness: 0,196 m

Total Thermal Performance: R-Value: 3,82 (m<sup>2</sup> K)/W, U-Value: 0,25 W/(m<sup>2</sup> K)

Figur 15: Eksempel oppbygning i WUFI Pro

## Avgrensninger i WUFI

I WUFI er det en del avgrensninger som gjøres. Vi har kjørt analyse av de ulike lokasjonene med ulik orientering. Orienteringen vi fant til å bli dimensjonerende var nord for Karasjok og Røros, og sør for Bergen og Oslo. Vi har ikke kjørt denne testen på gulvet, da det var mer hensiktsmessig å beregne veggen som er mest utsatt for fukt. Vi har kjørt en beregningsperiode på 4 år. Uteklima i WUFI har blitt valgt ut ifra lokasjon, inneklima baserer seg på den europeiske standarden EN 15026. Under numerikk har vi tatt med alle hygrottermiske spesialinnstillinger.

Varmefoliene i gulvet har blitt løst ved å bruke varmekilde under sjiktet D-pro isolasjonsmatte. Varmekilden ble satt til å etterlikne varmematrasjen i løpet av 24 timer. Det vil si 50 W/m<sup>2</sup> fra klokken 22-05, 55 W/m<sup>2</sup> fra 05-10, 60 W/m<sup>2</sup> fra 10-20, og 55 W/m<sup>2</sup> fra 20-22. Varmefolien som blir brukt i dagens situasjon er av typen 60 W/m<sup>2</sup>. Varmekilden blir satt til å fordeles over hele sjiktet, da dette nærmer seg varmematrasjens egenskaper.

Se Tabell 18 for begrunnelse av ytterligere avgrensninger hvor vi velger bort krav fra TEK17.

Tabell 18:

Ytterligere avgrensninger i WUFI

Tak	Utelukker takkonstruksjonene med U-verdi 0,13 [W/(m <sup>2</sup> K)] som er dagens krav i TEK 17. Dette er pga. at dagens konstruksjon på det meste må økes med 20 cm, eller benytte seg av annen isolasjon som bygger mindre, men har en betydelig høyere vekt pr m <sup>2</sup> . Siden vekt er en kritisk parameter, vil det være svært vanskelig å nå kravene i TEK 17.
Vegg	Utelukker veggkonstruksjonene med U-verdi 0,18 [W/(m <sup>2</sup> K)] som er dagens krav til vegg i TEK 17. Dersom man hadde gått videre med mineralull for denne u-verdien ville isolasjonstykkelsen i konstruksjonen måtte doubles sammenlignet med dagens oppbygning. Dvs. høyere vekt og behov for å øke dimensjonene på stenderverket opptil 198 mm, hvilket vil føre til at konstruksjonen overstiger vektkravet på 3,5 timer.
Gulv	Utelukker gulvkonstruksjonene med U-verdi 0,10 [W/(m <sup>2</sup> K)] som er dagens krav i TEK 17. Avgjørelsen tas basert på at isolasjonstykkelsen på hengeren vil være opptil 30 cm hvilket kan være utfordrende å få til i praksis. EPS vil også utelukkes videre da Norske Mikrohus har forsøkt å benytte denne typen i ett av sine mikrohus resultatet viser at grunnet lavere trykkfasthet i EPS vil det være bevegelse/ knirk i gulvene.

Følgende tabell viser casene som ble benyttet i WUFI beregninger, med tilhørende U-verdi og isolasjonstykkelser.

Tabell 19:

De ulike casene med tilhørende U-verdi og isolasjonstykkelse

		Isolasjonstykkelse [mm]		
		U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
Konstruksjonsdel	Isolasjonsmateriale	0,18	0,25	0,30
<b>VEGG</b>	Mineralull	200	135	110
	PIR	122,5	85	67,5
	VIP	35	24	19
	Low-E+ mineralull	6,5+190	6,5+130	6,5+102
		<b>0,13</b>		
<b>TAK</b>	Mineralull	300	140	120
	PIR	170	85	70
	VIP	50	25	21
	Low-E+ mineralull	6,5+275	6,5+135	6,5+110
		<b>0,10</b>		
<b>GULV</b>	XPS	250	130	100
	EPS	300	145	100

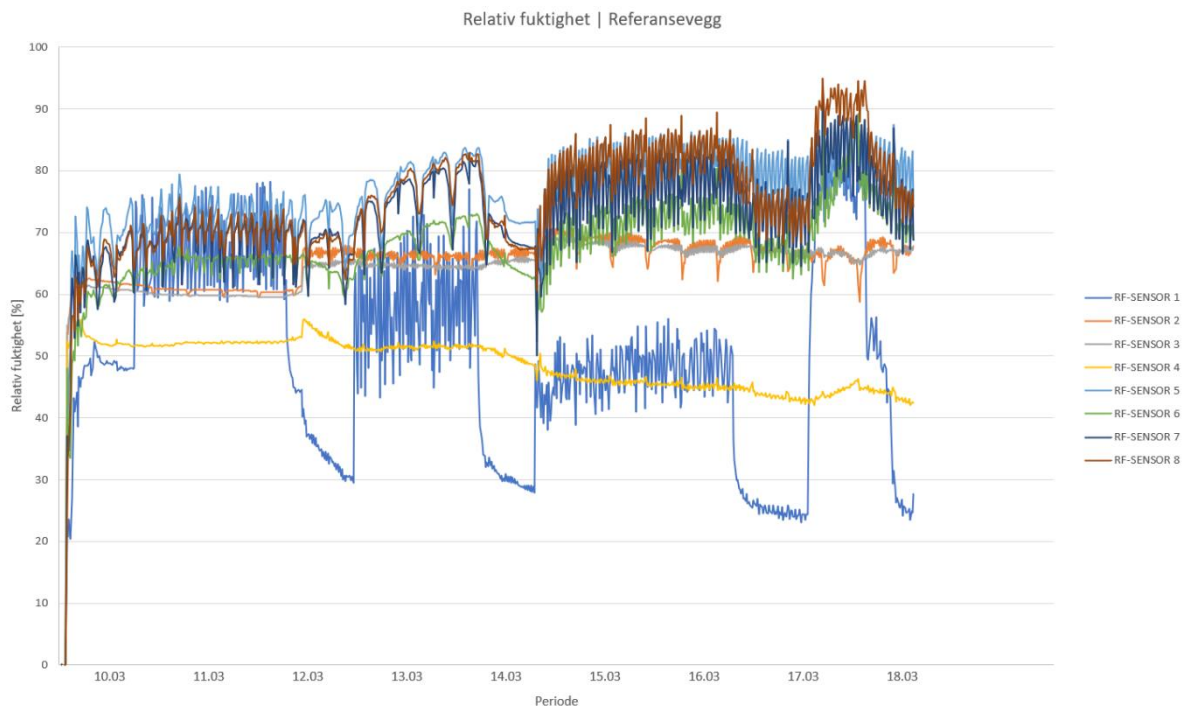


# 5 Resultater

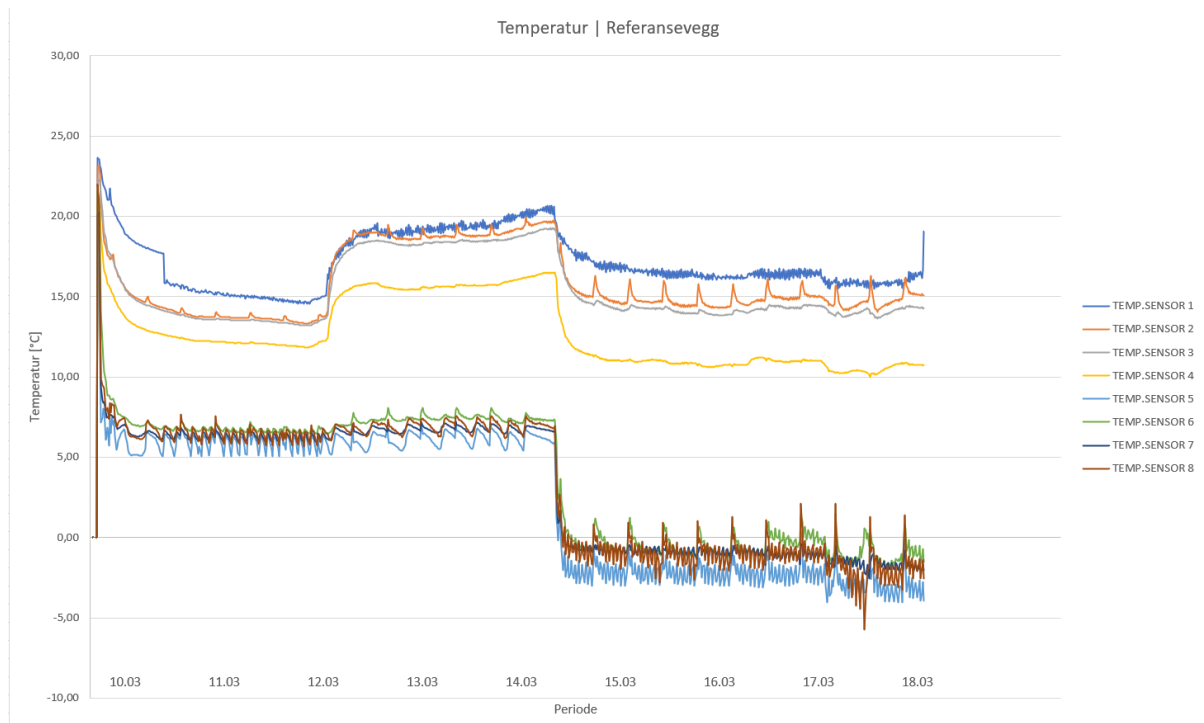
## 5.1 Resultater fra forsøk på laboratoriet

Følgende kapitler fremstiller målt data fra laboratoriet forsøket. Data fra alle målerne har blitt fremstilt som grafer og lagt oppå hverandre for å lettere kunne se sammenhengen. Det er åtte målere for RF [%] og åtte målere for temperatur [°C]. Resultatene er delt inn i tre testperioder. Testperiode 1: Referansevegg, ved 5 °C og -4 °C. Testperiode 2: Low-e vegg, ved 5 °C og -4 °C. Testperiode 3: Low-E vegg, -25 °C.

## 5.1.1 Testperiode 1

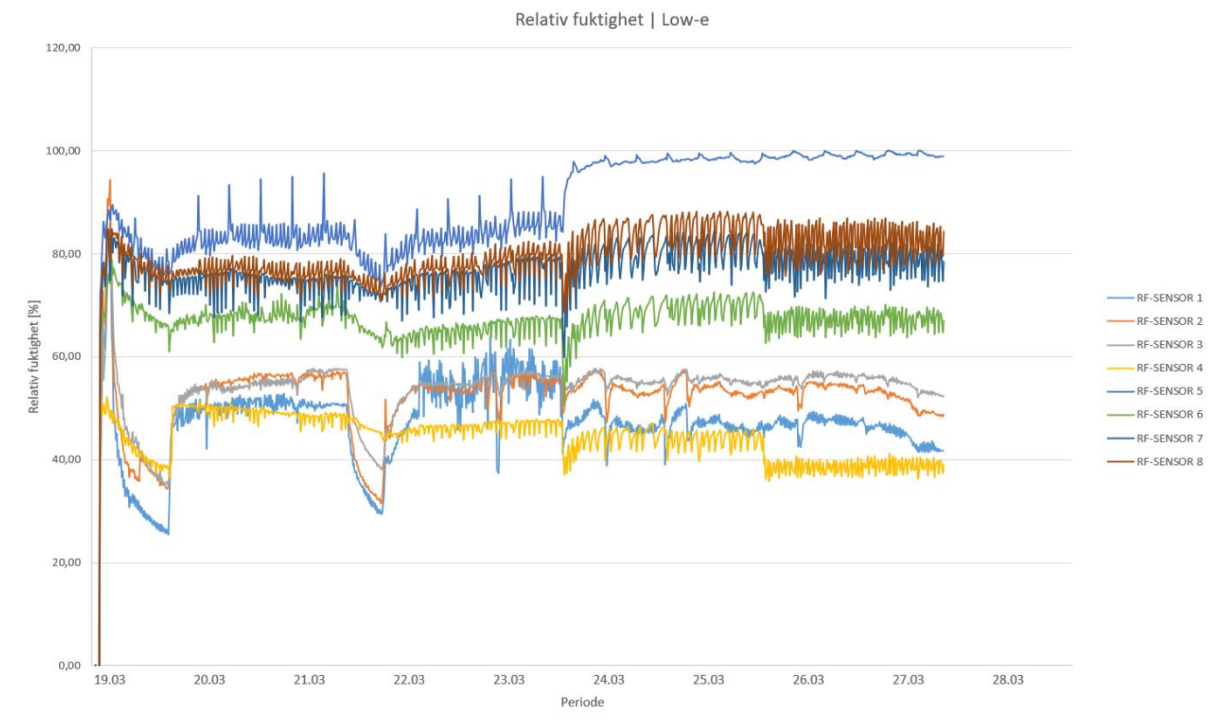


Figur 17: Testperiode 1 | Relativ fuktighet for referansevegg

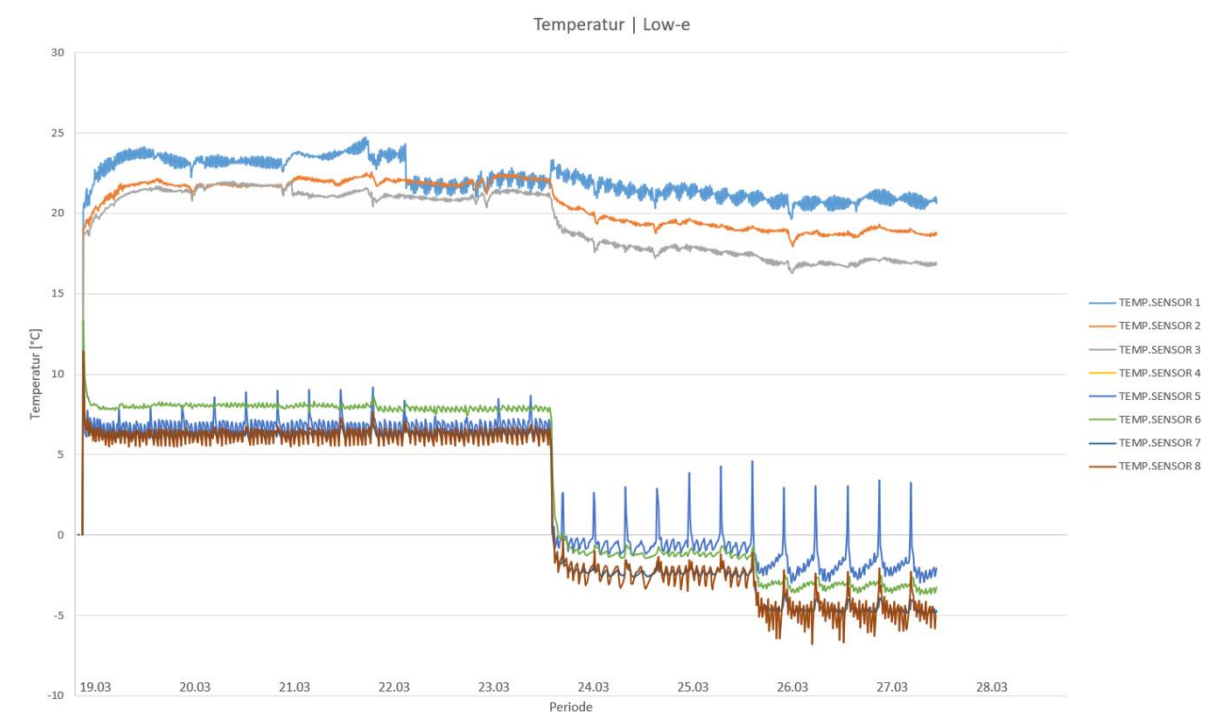


Figur 18: Testperiode 1 | Temperatur for referansevegg

## 5.1.2 Testperiode 2



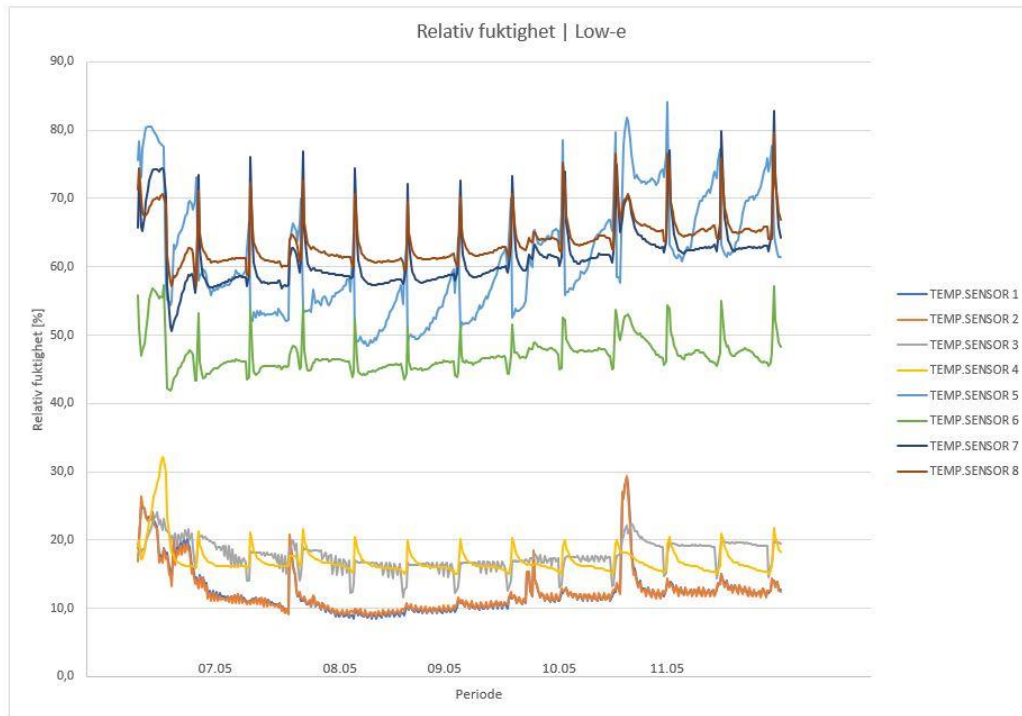
Figur 19: Testperiode 2 / Relativ fuktighet for Low-e vegg



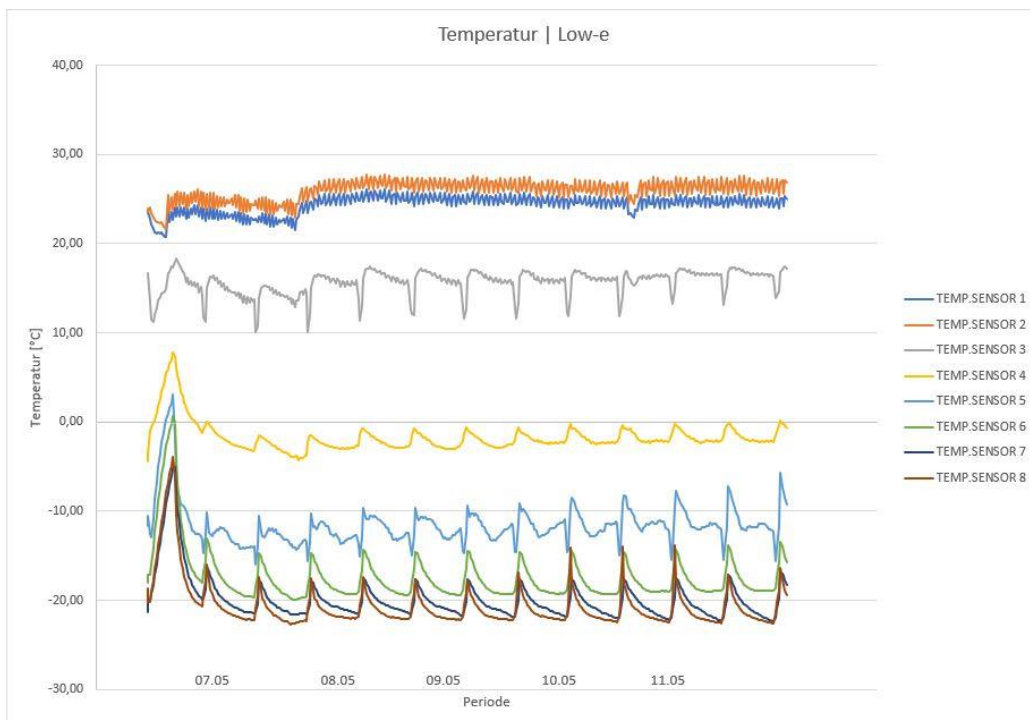
Figur 20: Testperiode 2 / Temperatur for Low-e vegg



### 5.1.3 Testperiode 3



Figur 21: Testperiode 3 | Relativ fuktighet for Low-e vegg



Figur 22: Testperiode 3 | Temperatur for Low-e vegg

## 5.2 Excel Beregninger

Videre fremstilles noen utvalgte caser for å vise hvordan beregningene i programmet har blitt kjørt. Tilsvarende har blitt gjort for alle 112 caser og ligger under vedlegg (V4).

Eksemplene har blitt kjørt med vintertemperatur i Oslo:

Tabell 20:

Grunnleggende forutsetninger | Oslo, vinter

Vinter	
Grunnlag:	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-3,8 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	65 %
Metningstrykk inne, Psat, inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, Psat, ute	437 Pa
Damptrykk inne, Pv, inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv, ute	284,05 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	416,45 Pa

Tabell 21:

Regneark eksempel 1 | Vegg med Low-E + mineralull

VEGG (Low-E og mineralull)											Kondens fare	Reste kapasitet	
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C			
Inneluft			0,13					700,5	2335	20			
Gran	0,016	0,18	0,0889	0,00054	0,03	29,63	2,74		2195	19,27			
Lekt/mineral	0,021	0,25	0,084	0,00054	0,026	38,89	3,60	697,76	2195	18,77	Nei	1497,24	68,2 %
Low-E	0,018	0,39	0,046	0,00035	0,002	514,285714	47,58	694,16	1596	18,29	Nei	901,84	56,5 %
mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	6,17	646,58	1496	18,03	Nei	849,42	56,8 %
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,0100	100	9,25	640,41	1400	12,55	Nei	759,59	54,3 %
Sløyfe	0,011	0,14	0,08	0,0001	0,00909091	110	10,18	631,16	935	11,14	Nei	303,84	32,5 %
Lekt/Luftig	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	21,28	620,98	872	10,70	Nei	251,02	28,8 %
Poppel	0,016	0,18	0,088	0,00054	0,03	29,63	2,74	599,70	872	5,52	Nei	272,30	31,2 %
Uteluft			0,04					596,56	437	-3,8	Ja	-159,96	-36,6 %
Sum			2,698			1119,101	103,54						

U-verdi: 1/R	0,37
--------------	------

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningstrykk
---

Tabell 22:

Regneark eksempel 2 / Tak med PIR

Tak (PIR)											Kondens fare		Reste kapasitet	
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk	Temperatur i sjiktgrense	Kondens fare	Reste kapasitet		
	(m)	(W/mK)	(m2K/W)	(g/mhPa)	(g/m²hPa)	m²hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C				
Inneluft			0,13							2335				
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	49,56	700,5		2195	Nei	1099,06	62,8 %	
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	11,56	650,94		1750	Nei	800,63	55,6 %	
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,97	639,37		1440	Nei	763,60	54,5 %	
Bjelkelag/PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	19,83	636,40		1400	Ja	-5,57	-0,9 %	
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,97	616,57		611	Ja	-50,60	-9,0 %	
Sjøyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	29,74	613,60		563	Ja	-66,86	-12,9 %	
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	68,40	583,86		517	Ja	-78,46	-18,0 %	
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,85	515,46		437	Ja	-74,61	-17,1 %	
Uteluft			0,04					511,61		437				
Sum			4,073			635,185	188,89							
U-verdi: 1/R		0,25		Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk										

Tabell 23:

Regneark eksempel 3 / Gulv med XPS

Gulv (XPS med dampsperre)											Kondens fare		Reste kapasitet	
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk	Temperatur i sjiktgrense	Kondens fare	Reste kapasitet		
	(m)	(W/mK)	(m2K/W)	(g/mhPa)	(g/m²hPa)	m²hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C				
Inneluft			0,13							2335				
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	15,48	700,5		2195	Nei	1509,98	68,8 %	
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	92,89	685,02		2195	Nei	279,87	32,1 %	
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	209,00	592,13		872	Nei	227,87	37,3 %	
dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	15,48	383,13		611	Nei	195,35	34,7 %	
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	83,60	367,65		563	Nei	152,95	35,0 %	
Uteluft			0,04					284,05		437				
Sum			3,987			498,148	416,43							
U-verdi: 1/R		0,25		Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk										

Tabell 24:

Restkapasitet med gjennomsnitt

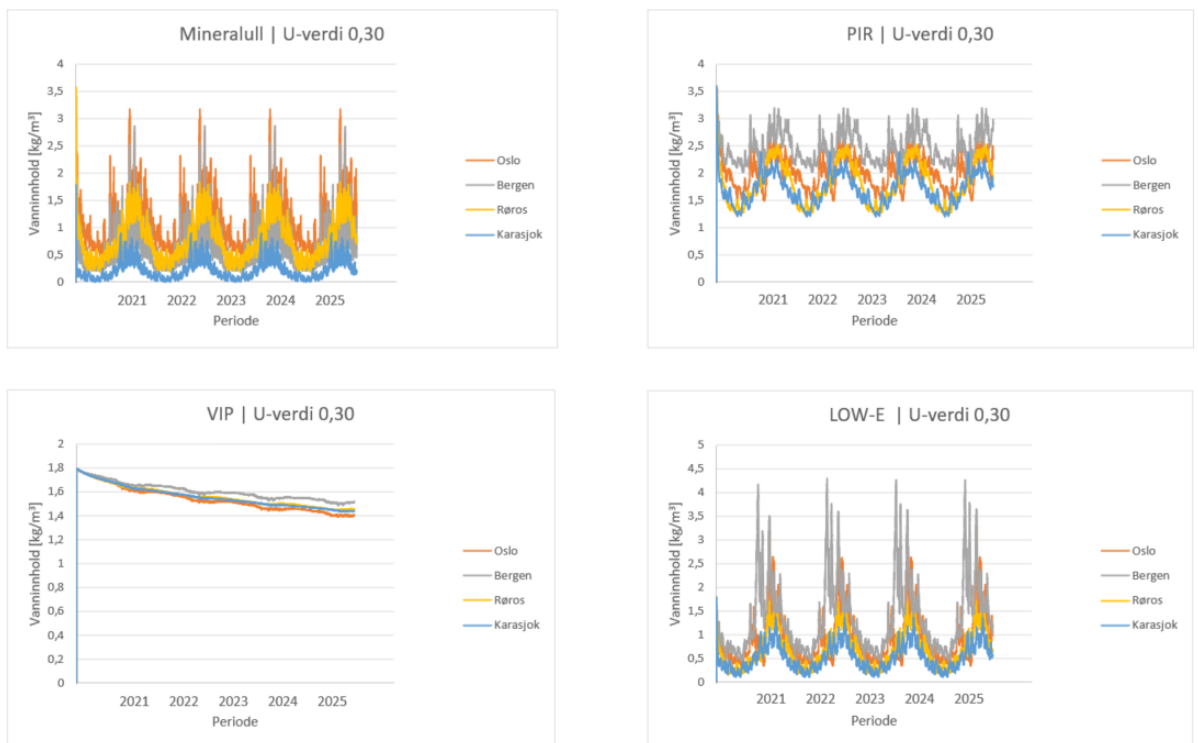
		Restkapasitet								Snitt
		Oslo (vinter) [%]	Bergen (vinter) [%]	Røros (vinter) [%]	Karasjok (vinter) [%]	Oslo (sommer) [%]	Bergen (sommer) [%]	Røros (sommer) [%]	Karasjok (sommer) [%]	
VEGG	Minerallull	55	56	47	40	61	63	60	62	55,5
	PIR	56	56	47	40	61	62	60	62	55,5
	VIP	57	56	47	40	60	62	60	62	55,5
	Low-E	57	48	37	27	45	52	49	52	45,9
TAK	Minerallull	58	62	58	55	57	65	59	61	59,4
	PIR	55	62	58	55	57	61	59	61	58,5
	VIP	57	62	58	55	57	62	59	61	58,9
	Low-E	57	62	57	54	58	60	59	62	58,6
GULV	XPS	27	36	-0,6	-36	55	53	50	53	29,7
	XPS m damp.	32	40	7	-26	55	57	50	54	33,6
	EPS	27	36	-0,6	-26	55	56	50	54	31,4
	EPS m damp.	32	40	7	-26	55	56	50	54	33,5

Tabell 25:

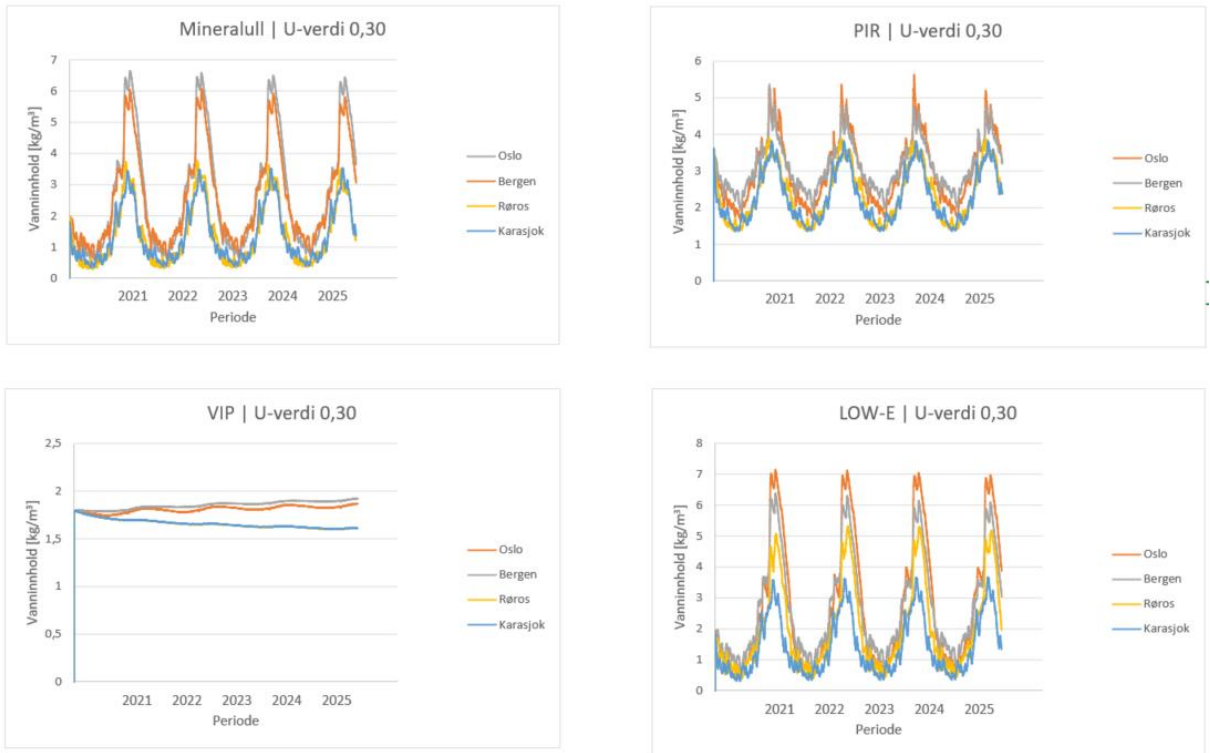
Klassifisering av restkapasiteten til de ulike casene

Konstruksjonsdel	Materialer	0 – 20% Kritisk	20 – 50 % Mindre kritisk	50 – 70 % Ganske bra
Vegg	Mineralull			
	PIR			
	VIP			
	Low-E + mineralull			
Tak	Mineralull			
	PIR			
	VIP			
	LOW E + mineralull			
Gulv	XPS + Dampspærre	Karasjok/ Røros vinter		
	XPS	Karasjok vinter		
	EPS + Dampspærre	Karasjok/ Røros vinter		
	EPS	Karasjok vinter		

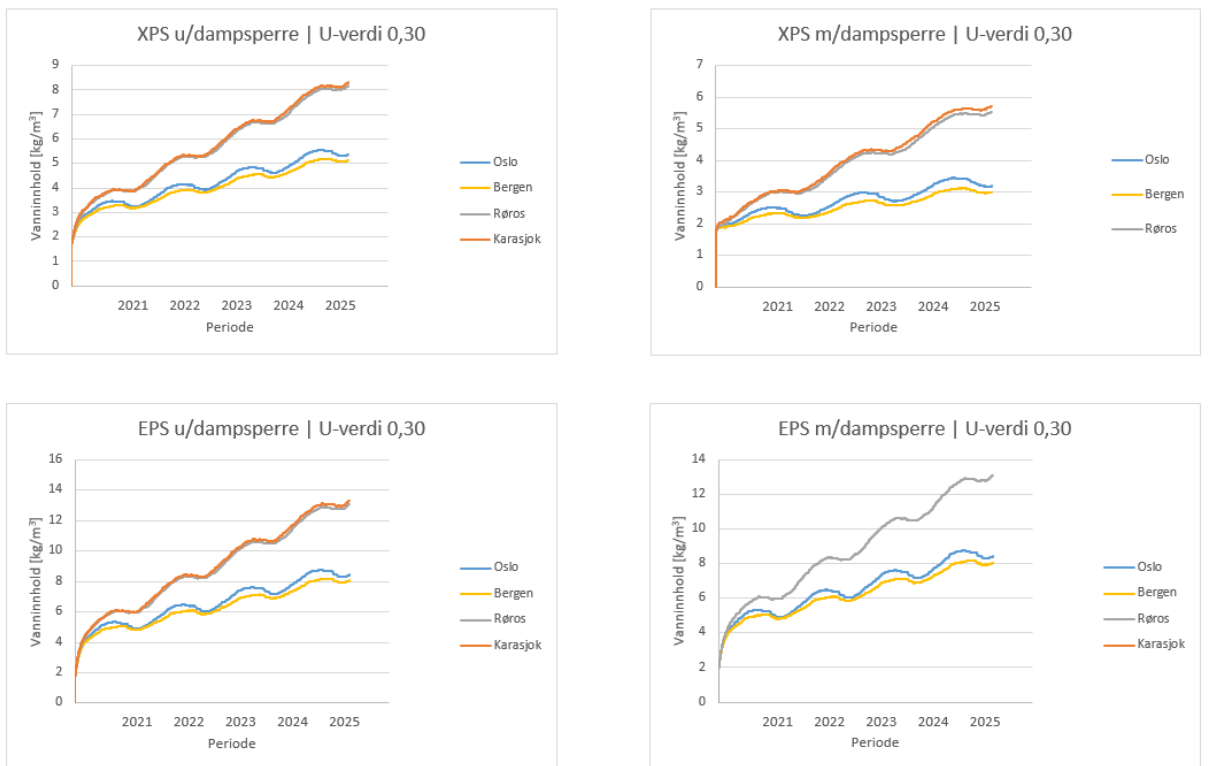
### 5.3 WUFI beregninger



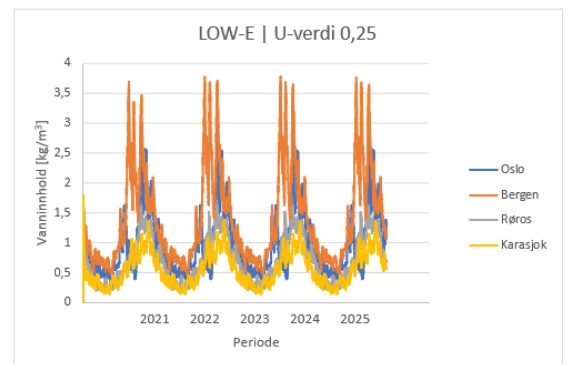
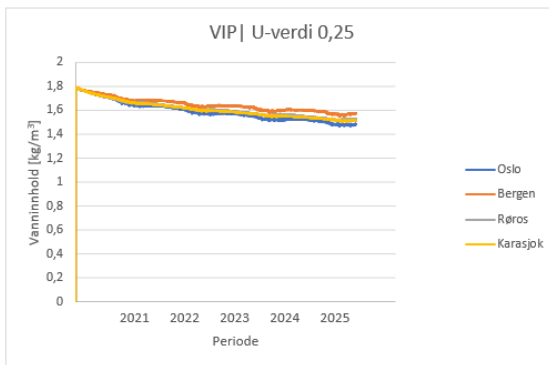
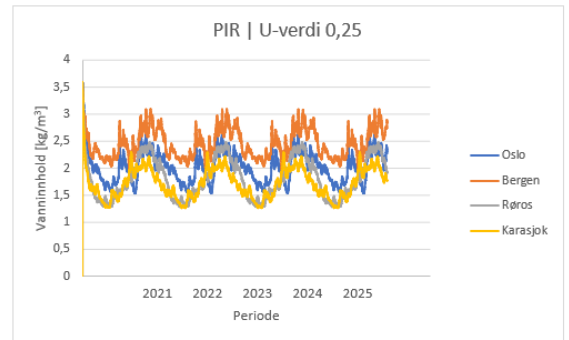
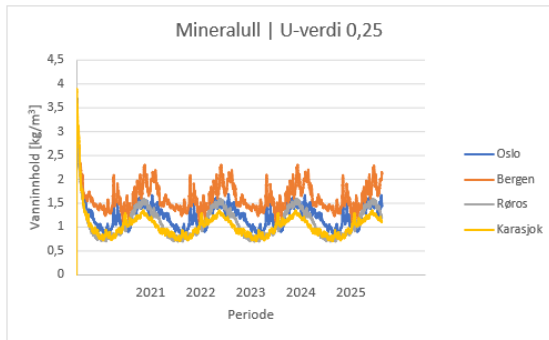
Figur 23: U-verdi 0,30 vegg



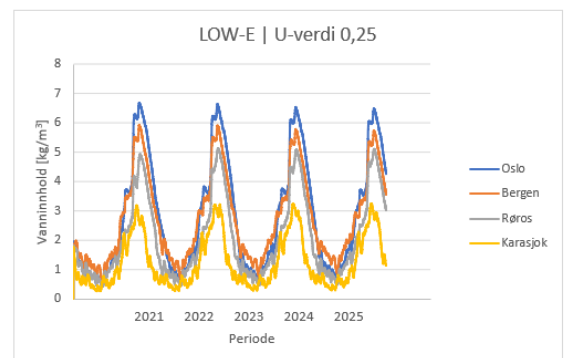
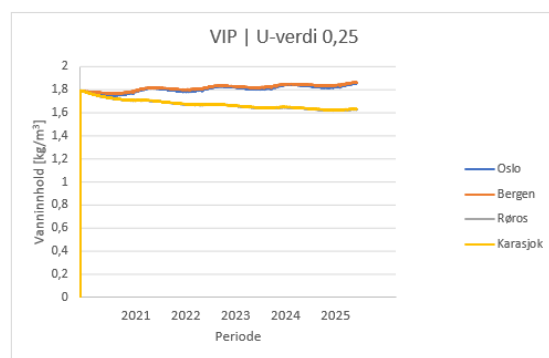
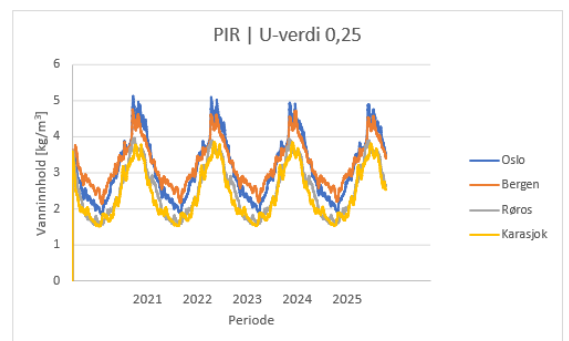
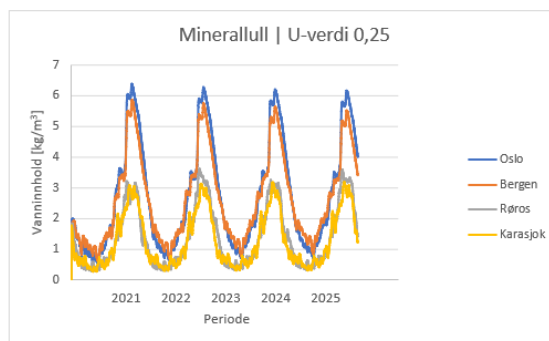
Figur 24: U-verdi 0,30 tak



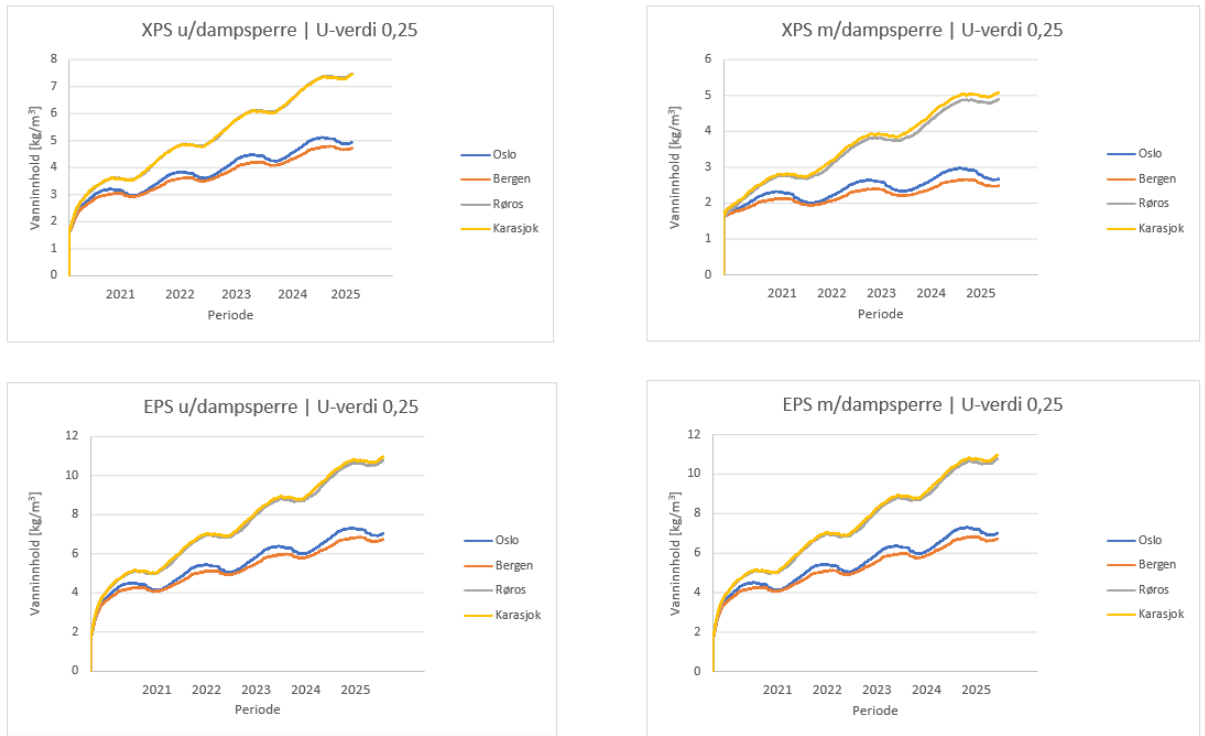
Figur 25: U-verdi 0,30 gulv



Figur 26: U-verdi 0,25 vegg



Figur 27: U-verdi 0,25 tak



Figur 28: U-verdi 0,25 gulv



**Dimensjonerende lokasjon etter målt vanninnhold**

	U-verdi	Isolasjon			
	(W/(m²K))	Mineralull	VIP/PIR	Low-E	XPS/EPS
Tak	0,25	Oslo/ Bergen	Bergen/ Oslo	Oslo/ Bergen	
	0,30	Oslo/ Bergen	Bergen/ Oslo	Oslo/ Bergen	
Vegg	0,25	Bergen/ Oslo	Bergen/ Røros/ Oslo	Bergen	
	0,30	Oslo/ Bergen	Bergen/ Oslo	Oslo	
Gulv	0,25				Karasjok/ Røros
	0,30				Karasjok/ Røros

Figur 29: Dimensjonerende lokasjon etter målt vanninnhold

### Mikrobiell vekst VEGG



Lokasjon	Isolasjon	U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
		0,18	0,25	0,30
Oslo	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Bergen	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Røros	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Karasjok	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓

	Fare for mikrobiell vekst
	Ikke fare for mikrobiell vekst

Figur 30: Mikrobiell vekst vegg

### Mikrobiell vekst TAK

Lokasjon	Isolasjon	U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
		0,13	0,25	0,30
Oslo	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Bergen	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Røros	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	✓	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓
Karasjok	Mineralull	✓	✓	✓
	PIR	✓	▲	✓
	VIP	✓	✓	✓
	Low-E+ mineralull	✓	✓	✓

	Fare for mikrobiell vekst
	Ikke fare for mikrobiell vekst

Figur 31: Mikrobiell vekst tak



## Mikrobiell vekst GULV

Lokasjon	Isolasjon	U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
		0,10	0,25	0,30
Oslo	XPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	XPS med dampsperre	✓	✓	✓
	EPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	EPS med dampsperre	✓	✓	✓
Bergen	XPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	XPS med dampsperre	✓	✓	✓
	EPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	EPS med dampsperre	✓	✓	✓
Røros	XPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	XPS med dampsperre	✓	✓	✓
	EPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	EPS med dampsperre	✓	✓	✓
Karasjok	XPS uten dampsperre	✓	▲	✓
	XPS med dampsperre	✓	✓	✓
	EPS uten dampsperre	✓	✓	✓
	EPS med dampsperre	✓	✓	✓

▲	Fare for mikrobiell vekst
✓	Ikke fare for mikrobiell vekst

Figur 32: Mikrobiell vekst gulv

## 6 Diskusjon og analyse

Dette kapittelet vil gå nærmere inn på beregningene og resultatene fra kapittel 5. Her vil resultatene fra bygglabben, Excel og WUFI bli diskutert, samt bakgrunnen for valg av materialer og målekvalitet og usikkerheter. Excel beregningene er en kvalitetssikring av WUFI beregningene, og disse ble utført når alle resultatene i WUFI var ferdigstilte.

### 6.1 Valg av materialer

Ved valg av materialer var det flere viktige punkter som måtte ivaretas, blant annet vekt, varmeledningsevne, tilgjengelig EPD og hvorvidt materialet var egnet for slanke konstruksjoner.

Disse punktene er viktig for at det i et mikrohus er ønskelig å utnytte bruksarealet til det ytterste. Siden det er et mobilt hjem med en tillatt vekt på 3,5 tonn er det kritisk å benytte seg av lette isolasjonsmaterialer. Under simuleringene ble isolasjonstykkelsen et viktig kriterium og på grunn av dette ble oppbygging for å nå dagens krav i TEK 17 utelukket i resultatene. Valget ble gjort basert på beregninger av isolasjonstykkelse som viser at for å nå energikravet i teknisk forskrift må isolasjonen mer enn dobles i forhold til dagens mikrohus. Dette fører også med seg en betydelig vekt tilføyelse.

I starten av oppgaven var BREEAM en del av miljømålet, men grunnet omfanget på oppgaven samt mangel på EPD fra flere produkter ble dette valgt bort. Gruppen deltok på kurs for miljøriktige materialvalg og introduksjonskurs for BREEAM. Ved førstnevnte kurs snakket foredragsholder om prosessen rundt og utarbeidelse av EPD. Ut ifra dette lærte vi at det er svært kostbart og en langvarig prosess, som igjen begrunner hvorfor BREEAM ble utelukket. I ett miljøperspektiv kan man se på punkter som mindre avfall, mindre karbondioksid (CO<sub>2</sub>) grunnet en mindre bolig som igjen fører til et mindre bruk av landområder. Disse punktene ville gitt mikrohuset poeng i BREEAM sertifiseringen.

I første utvelgelse av materialer var varmeledningsevne avgjørende kriterium da dette henger sammen med muligheten for slanke konstruksjoner. Under befaring hos Norske Mikrohus ble gruppen introdusert for produktet Low-E som bedriften ønsket å benytte seg av i sine konstruksjoner grunnet lovnad om et lett produkt hvilket isolerer godt og bygger lite.

Norske Mikrohus bygger i en produksjonshall under kontrollerte omgivelser. Dette har flere fordeler både med tanke på fukt og montering. VIP forutsetter at de som bygger vet at de ikke må perforere materiale og hvordan montere dem på en riktig måte som beskytter panelene, dette er lettere gjennomførbart i en produksjonshall enn ute på byggeplass. I forhold til fukt vil produksjon innendørs nærmest eliminere fare for fuktskader. Det reduserer også tørketiden for materialene drastisk.

## **6.2 Målekvalitet og usikkerhet**

Under simuleringer er det brukt tilnæringsverdier for valgt materialdata, i forhold til reelle data kan det føre med seg en viss usikkerhet. Under innhenting av materialdata er det forskjeller på hvilke data leverandørene utgir og ulik utforming på informasjonen. Dette fører til at det er vanskelig å finne all informasjonen som trengs for hvert materiale.

Ved måleutstyr må det påberegnes noe usikkerhet, siden det finnes unøyaktigheter ved måleutstyr. Dette kan også skyldes feilmontering og/eller feil på utstyr. Resultater fra testvegg på lab viser temperaturforskjell øverst og nederst på veggen som kan tyde på manglende tetting/feilmontering.

## 6.3 Laboratoriet forsøk

Det ble til sammen kjørt tre testperioder, hvorav de to første ble satt til høst- og vinter temperatur (5 °C, -4 °C) og den siste vinter temperatur (-25 °C). Grunnet store forsinkelser på siste testperiode ble det ikke tilstrekkelig tid til å gå i dybden og analysere dataen hentet herfra. Likevel får vi en relativ god oversikt over hvordan produktet oppfører seg under det norske klimaet, tatt i betraktning fra testingen av selve materialet på NTNU i Gjøvik.

Selve material testen av Low-E ble sendt ut 10.mai, og ble derfor ikke implementert i simuleringene. Vi ville likevel fremstille resultatene fra denne testen, slik at den kan bli brukt i et eventuelt videre arbeid. Går ikke videre i detalj på verdiene fremstilt fra testen.

En svakhet ved disse testene er utetemperatuen som ble kjørt. Det var ønskelig å kjøre på med kaldeste temperatur fra starten, men det ble noen misforståelser slik at temperaturen som ble kjørt var gjennomsnittstemperaturen i lokasjonene; 5 °C og -4 °C. Grunnet dette valgte vi å beholde Low-E veggen etter testperiode 2, og kjøre en ny testperiode med -25 °C som utetemperatur. På denne måten kunne vi fortsatt se hvordan produktet reagerer under kald temperatur, men uten muligheten for å sammenligne med de to tidligere testene.

Resultatene fra de to første testperiodene viser relativ fuktighet og temperatur i de forskjellige sensorene (se side 43, 44 og 45). Her fremstilles all data i en samlet graf med de 16 sensorene. Det har vært aktuelt å se videre på noen interessante sensorer, nærmere bestemt sensor 2, 3 og 4 for temperatur og relativ fuktighet, se under vedlegg (V2). Dette med bakgrunn på plasseringen, som er mellom dampspærren og isolasjonen. Det vil være mest hensiktsmessig å diskutere disse målingene. Videre i diskusjonen vil sensor 3, som er plassert midt i sjiktet bli nærmere analysert. Gjennomsnittlig temperatur og relativ fuktighet har blitt beregnet for hver av testperiodene, foruten en kort periode uten måling ved temperatur skifte, slik at temperaturen fikk stabilisert seg.

### **Høst (5 °C)**

Gjennomsnittstemperaturen ligger i underkanten av 5 °C lavere for referanseveggen i forhold til Low-E veggen. Gjennomsnittlig RF for referanseveggen er på 62,4 % og 52,6 % for Low-E veggen: En forskjell på 9,8 %.

### **Vinter (-4 °C)**

Gjennomsnittstemperaturen for referanseveggen er ca. 3 °C lavere i forhold til Low-E veggen. Gjennomsnittlig RF for referanseveggen er på 67,3 % og 55,4 % for Low-E veggen: En forskjell på 11,9 %.

### **Vinter (-25 °C)**

Gjennomsnittstemperaturen for Low-E veggen var på 15,7 °C, med en gjennomsnittlig RF på 17,8 %. Nå var det slik at denne testen ikke kan sammenlignes med de andre testene, da det er en betydelig temperatur forskjell. Det burde også nevnes at forskjellene mellom sensor 2, 3 og 4 er betydelig stor. For sensor 2, plassert øverst i sjiktet var gjennomsnittstemperaturen 26 °C og for sensor 4, plassert nederst i sjiktet var gjennomsnittstemperaturen -2 °C. Mellom disse sjiktene var det en betydelig forskjell, 28 °C mellom topp og bunn. En forklaring kan være feil ved montering, at underkant av veggen ikke var helt tett.

Noe overraskende er det at RF er på under 20%, og det var forventet at denne skulle være mellom 50-80%. Dersom alt har blitt gjort riktig, så er dette gode resultater for produktet. Resultatene burde aldri slukes rått, da det er usikkerheter og unøyaktigheter som må bli tatt med i betraktning.

## 6.4 Excel beregninger

Excel beregningene viser at konstruksjonsdelene har størst kondensfare ved vinterklimaet, og da spesielt i Karasjok. Vi registrerer at det oppstår noen kondensfarer også utenfor isolasjonssjiktet, disse velger vi å ikke diskutere videre.

Tabell 25 viser restkapasiteten i de ulike casene, og det var 6 caser innenfor kritisk område. Gulvet i Karasjok med vinterklima viser seg å ha en kritisk restkapasitet, og disse resultatene burde undersøkes nærmere i videre arbeid. En mulig årsak kan være feil i beregninger, manglende data eller at oppbygningen ikke tåler vinterforholdet i Karasjok. Disse casene fører til en uoverensstemmelse mellom Excel og WUFI, bakgrunnen for dette kan være forskjellig temperatur forutsetninger, U-verdi og en ulik fuktbergnings metode.

Vi ser at når det blir over 100 håndberegninger er det mange parametere og elementer som skal stemme. Noe usikkerhet må påberegnes. Det er også viktig å påpeke at det i Excel ikke blir sett på fuktfare over en lenger periode.

## 6.5 WUFI beregninger

For å sikre at det mobile mikrohuset skal kunne brukes i hele Norge ble det valgt fire ulike lokasjoner; Karasjok, Røros, Bergen og Oslo. Det var først tiltenkt å sjekke flere materialer, men grunnet valg av å kjøre simuleringer for alle materialene på de fire lokasjonene ble omfanget av oppgaven for stor i denne tidsperioden. Gruppen valgte derfor ut fire kriterier, tidligere nevnt under 6.1 Valg av materialer.

Simuleringene ble gjort i to omganger, WUFI Pro og WUFI Bio. Den første simuleringen bestod av å bygge opp sjiktene i konstruksjonsdelen som man ønsket å se nærmere på og markere områder i sjiktene som man vil undersøke punktvis, isolert fra de andre. I grafene etter simuleringen finner man vanninnhold i materialene og siden simuleringene er for en lengre periode ser man også om det er økning i vanninnhold over tid. For å sammenligne valgt isolasjonstype på ulike lokasjoner ble data fra WUFI overført til Excel slik at vi kunne se grafene i et samlet punktdiagram. For tak/vegg er Oslo og Bergen mest kritisk, men for gulv viser grafene høyest vanninnhold i Karasjok og Røros.

Resultater fra WUFI Bio viser at det ikke er fare for mikrobiell vekst i konstruksjonen, verken i den opprinnelige eller i de simulerte tilfellene med bedre U-verdi. Under simuleringen er det observert fare for mikrobiell vekst for to tilfeller, XPS uten dampsperre og for PIR isolasjon i taket (Se Figur 31, Figur 32). Grafene til disse tilfellene viser en økning i vanninnhold over en fireårsperiode, og er analysert nærmere i WUFI Pro for en tiårsperiode som kan vise til at grafene flater ut og at det ikke er kritisk. Resultatet av simuleringen viser at det kun er registrert høyt vanninnhold i en kort periode, ellers ingen fare for mikrobiell vekst.

## 7 Konklusjon

I dette kapittelet skal vi svare på problemstilling og forskningsspørsmål nevnt i kapittel 1.4 og 1.4.1. Forskingsspørsmålene blir oppsummert i systematisk rekkefølge med tilhørende konklusjon og problemstillingen besvares til slutt.

### **Hvilken lokasjon og orientering er kritisk?**

Simuleringene i WUFI ble brukt til å finne mest kritisk orientering for de ulike lokasjonene, for Røros og Karasjok er dette nord, mens for Bergen og Oslo er sør mest kritisk. Analysen av resultatene viser at det for tak og vegg er Bergen og Oslo som fører til høyest vanninnhold i de ulike isolasjonene, for gulvet er det er Karasjok og Røros.

### **Hvordan endrer vanninnholdet i isolasjonen seg over tid?**

Vanninnholdet i isolasjonene er noe varierende, og viser en økning i en kort periode, men dette stabiliserer seg over lengre tid.

### **Er det noe samsvar mellom resultatene fra de ulike metodene?**

Etter å ha sett på resultatet fra de ulike metodene som er benyttet har vi konkludert med at det i hovedsak ikke er fare for fuktskader i bygget, men at det er noen caser som ligger i faresonen. Vi kan derfor si at resultatene samsvarer, til tross for å ha ulikt utgangspunkt.

### **I hvilken grad påvirkes klimaskjermen i mikrohus av fukt og vil noen av de ulike tilfellene føre til økt fuktproblematikk?**

Gjennom beregninger og simuleringer kan vi konkludere med at klimaskjermen påvirkes i liten grad av fukt. De aller fleste casene viser ingen tegn til fuktproblematikk, og alle tak og vegg konstruksjoner er godkjente. Alle isolasjonsmaterialene for vegg og tak viser god restkapasitet. Det er 6 caser som klassifiserer seg til å være kritisk, alle innenfor gulv konstruksjoner. Disse casene krever ytterligere forskning og bør undersøkes videre.



## 8 Videre arbeid

Dette har vært et spennende prosjekt, med mye innhold. Det har vært flere aspekter vi skulle likt å se videre på, men som heller kan oppfordres til videre forskning.

Det hadde vært interessant å undersøke miljøbelastningen ved et mikrohus, og om det hadde vært mulig med en BREAAAM sertifisering, og hvilken gradering mikrohuset oppnår. Slik vi ser det kommer ikke mikrohus seg til TEK17 kravene, utenom at bygget blir for tungt.

Løsninger for å bedre dette, ved å muligens se på alternativer i oppbygningen av konstruksjonsdelene er anbefalinger vi gir for videre arbeid.

I dag er det veldig få materialer som er gode på fukt, varmeisoleringssevne, egnet for slanke konstruksjoner og har lav vekt. Dersom det kommer noen materialer med alle disse egenskapene, er det veldig aktuelt for mikrohus.

Fukt er et sammensatt problem, ikke så lett å spesialisere seg på med mange retninger og ulike veier å gå. Vi ser at selv med mange avgrensninger, ble det likevel samlet over 250 caser i oppgaven. Det hadde vært ønskelig å avgrense oppgaven ytterligere for å kunne gå enda dypere i fuktproblematikken. Eksempelvis med enda større fokus på fysiske labforsøk, kun én type isolasjon/konstruksjonsdel eller kun klima i én lokasjon.

## 9 Litteraturliste

BAKKE, J. V. Fukt i bygninger.

BYGGFORSK, S. 2004. Byggforskserien 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/604/varmeisolasjonsmaterialer\\_typer\\_og\\_egenskaper](https://www.byggforsk.no/dokument/604/varmeisolasjonsmaterialer_typer_og_egenskaper).

BYGGFORSK, S. 2005. Byggforskserien 701.401 Muggsopp i bygninger. Forekomst og konsekvenser for inneklimate. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3231/muggsopp\\_i\\_bygninger\\_forekomst\\_og\\_konsekvenser\\_for\\_inneklimate](https://www.byggforsk.no/dokument/3231/muggsopp_i_bygninger_forekomst_og_konsekvenser_for_inneklimate).

BYGGFORSK, S. 2015. Byggforskserien 571.523 Trevirke. Treslag og materialeegenskaper. Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/Document/Index/578/#fig43a>.

BYGGFORSK, S. 2018. Byggforskserien 471.008 Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946. Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/Document/Index/208/#fig15>.

GRØNMO, S. Kvalitativ metode. snl.no: Store norske leksikon.

GRØNMO, S. Kvantitativ metode. snl.no: Store norske leksikon.

INSTRUMENT COMPANIET. *HygroTrac fuktovervåkningsystem* [Online]. [www.instrumentcompaniet.no](http://www.instrumentcompaniet.no): Instrument Companiet AS. Available: [https://www.instrumentcompaniet.no/HygroTrac%20fuktovervakning\\_5263p.html](https://www.instrumentcompaniet.no/HygroTrac%20fuktovervakning_5263p.html) [Accessed 16.03 2021].

JOHANSEN, L.-G. 2019. *Mikrohus i Norge*. NTNU.

KNUT IVAR EDVARDESEN, T. R. 2014. *TREHUS*, SINTEF akademisk forl. .

LEVY, F. E. S. 2018. Luftfuktighet (inneklimate). sml.snl.no: Store medisinske leksikon.

NORENG, K. 1995. Dampsperrer i tak. *Prosjektrapport 190*. Byggforsk: Norges byggforskningsinstitutt

OMNISENSE LLC OmniSense S-900-1 Wireless Sensor Product Brief. [www.omnisen.com](http://www.omnisen.com).

SAMUELSEN, E. 2017. Relativ fuktighet snl.no: Store norske leksikon

SANDAKER, B. N., SANDVIK, M. & VIK, B. 2003. *Materialkunnskap*, Lillestrøm, Byggenæringens forl.

SINTEF. 2017. *Teknisk godkjenning Therma isolasjon PIR* [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/no/nb-no/produkter/isolasjon/therma/therma-tp10> [Accessed].

SINTEF BYGGFORSK Unngå byggskafer ved termografering av bygninger  
[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk): SINTEF

SKAUG, E. 2007. *Trevirkets oppbygging og egenskaper : hovedprinsippet hos bartrær*, Oslo, Norsk treteknisk institutt.

THUE, J. V. 2016. *Bygningsfysikk*, Fagbokforlaget.

TIMEANDDATE.NO. 2021. *Klima og gjennomsnittsvær* [Online]. [Accessed].

TREFIBERISOLERING, N. 2018. Hunton nativo trefiberisolasjon.

WUFI-WIKI.COM 2009. Basic Material Data. [www.wufi-wiki.com](http://www.wufi-wiki.com).

# Vedlegg

# V1 Oppbygging av konstruksjonene i WUFI

	MINERALULL	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]			Opprinnelig konstruksjon
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]			
V E G G	Sjikt	d [mm]	0,18	0,25	0,30	0,319
	Kledning	16				
	Lekt / lufting	23x48				
	Sløyfe	11x36				
	Vindspærre	1				
	Stendere/ Mineralull	36x73	160	100	80	75
	Dampspærre	1				
	Lekt/Mineralull	21x21	40	35	30	25
	Poppel	9				

	PIR	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
V E G G	Sjikt	d [mm]	0,18	0,25	0,30
	Kledning	16			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Stendere/ PIR	36x73	122,5	85	67,5
	Dampspærre	1			
	Lekt/Mineralull	21x21			
	Poppel	9			

	VIP	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
V E G G	Sjikt	d [mm]	0,18	0,25	0,30
	Kledning	16			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Stendere/ VIP	36x73	35	24	19
	Dampspærre	1			
	Lekt/Mineralull	21x21			
	Poppel	9			

	Low-E og mineralull	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
V E G G	Sjikt	d [mm]	0,18	0,25	0,30
	Kledning	16			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Stendere/ Mineralull	36x73	190	130	102
	Low-E		6,5	6,5	6,5
	Lekt/ Lufting	21x21			
	Poppel	9			

	MINERALULL	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]			Opprinnelig konstruksjon
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]			
T A K	Sjikt	d [mm]	0,13	0,25	0,30	0,34
	Panneplate	2				
	Lekt / lufting	23x48				
	Sløyfe	11x36				
	Vindspærre	1				
	Bjelkelag/ Mineralull	36x98	300	140	120	100
	Dampspærre	1				
	Lekt (innfelt)	21x21				
	Poppel	9				

	PIR	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
T A K	Sjikt	d [mm]	0,13	0,25	0,30
	Panneplate	2			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Bjelkelag/ PIR	36x98	170	85	70
	Dampspærre	1			
	Lekt (innfelt)	21x21			
	Poppel	9			

	VIP	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
T A K	Sjikt	d [mm]	0,13	0,25	0,30
	Panneplate	2			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Bjelkelag/ VIP	36x98	50	25	21
	Dampspærre	1			
	Lekt	21x21			
	Poppel	9			

	Low-E og mineralull	Øvrige sjikt	Isolasjonstykkelse [mm]		
			U-verdi [W/(m <sup>2</sup> K)]		
T A K	Sjikt	d [mm]	0,13	0,25	0,30
	Panneplate	2			
	Lekt / lufting	23x48			
	Sløyfe	11x36			
	Vindspærre	1			
	Bjelkelag/ Mineralull	36x98	275	135	110
	Low-E		6,5	6,5	6,5
	Lekt/ lufting	21x21			
	Poppel	9			

Eksisterende løsning har samme sjikt som ved U-verdi 0,30

	XPS	Øvrige sjikt	Med og uten dampspærre		
			Isolasjonstykkelse [mm]		
G U L V	Sjikt	d [mm]	0,10	0,25	0,30
	Aluminiumsplate	1			
	Dampspærre	1			
	XPS		250	130	100
	D-pro / Varmefolie	6			
	Poppel	10			
	Parkett	16			

	EPS	Øvrige sjikt	Med og uten dampspærre		
			Isolasjonstykkelse [mm]		
G U L V	Sjikt	d [mm]	0,10	0,25	0,30
	Aluminiumsplate	1			
	Dampspærre	1			
	EPS		300	145	100
	D-pro / Varmefolie	6			
	Poppel	10			
	Parkett	16			

## V2 Lab forsøk sensor 2, 3 og 4

Testperiode referansevegg (5 °C)	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
Start temp. [°C]	23,12	22,14	20,44
Gjennomsnitt temp. [°C]	16,61	16,30	14,21
Slutt temp. [°C]	19,69	19,25	16,50
Start RF [%]	53,8	55,0	52,4
Gjennomsnitt RF [%]	63,6	62,4	51,9
Slutt RF [%]	66,0	65,4	48,6

Testperiode referansevegg (-4 °C)	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
Start temp. [°C]	16,57	16,45	12,86
Gjennomsnitt temp. [°C]	14,85	14,25	10,89
Slutt temp. [°C]	15,08	14,27	10,74
Start RF [%]	68,3	67,3	47,7
Gjennomsnitt RF [%]	67,5	67,3	44,9
Slutt RF [%]	67,8	67,6	42,4

Testperiode Low-E (5 °C)	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
Start temp. [°C]	19,05	18,60	17,12
Gjennomsnitt temp. [°C]	21,81	21,18	14,35
Slutt temp. [°C]	21,73	20,89	12,93
Start RF [%]	38,8	44,2	52,6
Gjennomsnitt RF [%]	51,7	52,6	46,9
Slutt RF [%]	48,9	55,4	43,1

Testperiode Low-E (-4 °C)	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
Start temp. [°C]	20,75	19,09	7,56
Gjennomsnitt temp. [°C]	19,17	17,45	6,52
Slutt temp. [°C]	18,81	16,93	6,05
Start RF [%]	53,2	52,8	41,6
Gjennomsnitt RF [%]	53,3	55,4	41,5
Slutt RF [%]	48,9	52,4	39,2

Testperiode Low-E (-25 °C)	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4
<b>Start temp. [°C]</b>	23,98	16,62	-4,39
<b>Gjennomsnitt temp. [°C]</b>	25,91	15,68	-1,71
<b>Slutt temp. [°C]</b>	26,84	17,22	-0,69
<b>Start RF [%]</b>	16,9	17,6	18,9
<b>Gjennomsnitt RF [%]</b>	12,4	17,8	17,0
<b>Slutt RF [%]</b>	12,4	19,5	18,1



# V3 Low-E test

## Results

Results :		Entries:		8	
File	Description	Sample ID	(Points)	Temperature	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	test_1	test	(50-160,tc)	22,4 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	test_2	test	(50-160,tc)	22,5 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	1-lag_1	1-lag	(50-180,tc)	22,5 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	1-lag_2	1-lag	(50-180,tc)	22,3 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	1-lag_3	1-lag	(50-180,tc)	22,3 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	2-lag_1	2-lag	(50-180,tc)	22,3 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	2-lag_2	2-lag	(50-180,tc)	22,3 °C	
C:\HotDiskTPS_7.4\Results\4LFLT test	2-lag_3	2-lag	(50-180,tc)	22,4 °C	

Th.Conductivity	Th.Diffusivity	Spec.Heat	Th.Effusivity	Pr.Depth	Temp.Incr.	Temp.Drift
0,3931 W/mK	3,057 mm²/s	0,1286 MJ/m³K	NaN	3,59 mm	0,947 K	NaN
0,3852 W/mK	2,729 mm²/s	0,1412 MJ/m³K	NaN	3,40 mm	1,92 K	NaN
0,3907 W/mK	2,650 mm²/s	0,1474 MJ/m³K	NaN	3,55 mm	1,49 K	NaN
0,3925 W/mK	2,801 mm²/s	0,1401 MJ/m³K	NaN	3,65 mm	1,49 K	NaN
0,3931 W/mK	2,846 mm²/s	0,1381 MJ/m³K	NaN	3,68 mm	1,48 K	NaN
0,3973 W/mK	2,309 mm²/s	0,1721 MJ/m³K	NaN	3,31 mm	1,52 K	NaN
0,3949 W/mK	2,632 mm²/s	0,1500 MJ/m³K	NaN	3,54 mm	1,52 K	NaN
0,3918 W/mK	2,453 mm²/s	0,1597 MJ/m³K	NaN	3,41 mm	1,52 K	NaN

Total/Temp.Incr.	Total/Char.Time	Time Corr.	Mean Dev.	Disk Res.
2,76 K	0,278	0,0199 s	9,550E-4 K	3,247734 Ω
5,54 K	0,249	0,0199 s	1,132E-3 K	3,243420 Ω
3,90 K	0,271	0,0310 s	1,252E-3 K	3,240734 Ω
3,92 K	0,287	0,0225 s	8,559E-4 K	3,239176 Ω
3,91 K	0,291	0,0199 s	8,130E-4 K	3,239302 Ω
4,03 K	0,236	0,0877 s	1,009E-3 K	3,252495 Ω
4,10 K	0,269	0,0530 s	1,012E-3 K	3,242419 Ω
4,08 K	0,250	0,0552 s	1,122E-3 K	3,241233 Ω

Calc settings
FineTuned Start:50 End:160, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:160, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity
FineTuned Start:50 End:180, Time corr, default heat capacity



## **V4 Excel beregninger:**

# Vegg | Oslo, vinter

## Vinter

**Grunnlag:**

Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	-3,8 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	65 %
Metningsstrykk inne, P <sub>sat, inne</sub>	2335 Pa
Metningsstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	437 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v, inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v, ute</sub>	284,05 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	416,45 Pa

**VEGG (oppripleg)**

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00025	0,00	3600,00	333,09		2195	19,27
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,0006	0,024	41,67	3,86	367,41	1818	16,45
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	19,50	363,56	1496	12,64
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,0006	0,01	125,0	11,57	345,05	1400	11,78
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	9,25	333,49	611	0,36
Sløyfe	0,02	0,14	0,14	0,00009	0,0045	222,22222	20,56	324,24	563	-1,05
Luft	0,023	0,18	0,13	0,00067	0,03	34,3285523	3,18	303,67	517	-1,85
Gran	0,016	0,09	0,170	0,00009	0,01	177,78	16,45	300,50	437	-2,47
Uteluft			0,04					284,05	437	-3,8
<b>Sum</b>				<b>4,225</b>		<b>4500,995</b>	<b>416,45</b>			

U-verdi: 1/R **0,24**

Damptrykk sjiktgrense er større enn metningsstrykk (for isolasjons sjikt)

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1450,99 79,8 %
Nei	1132,64 75,7 %
Nei	1054,95 75,4 %
Nei	277,51 45,4 %
Nei	238,76 42,4 %
Nei	213,53 41,3 %
Nei	136,50 31,2 %
Nei	152,95 35,0 %

**VEGG (Mineralull)**

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00025	0,00	640,00	59,22		2195	18,27
Lekk / Lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	3,94	641,28	2195	18,27
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	10,18	637,34	1596	13,58
Vindsperre	0,01	0,3	0,03	0,00054	0,05	18,5	1,71	627,17	1496	13,14
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	33,31	625,45	1400	12,99
Dampsperre	0,01	0,04	0,04	0,0001	0,01	100	9,25	592,14	935	7,67
Luft	0,025	0,18	0,14	0,0001	0,00	250	23,13	582,80	935	7,23
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74	559,76	872	6,45
Uteluft			0,04					557,02	437	-3,8
<b>Sum</b>				<b>2,535</b>		<b>1950,741</b>	<b>143,48</b>			

U-verdi: 1/R **0,39**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1553,72 70,8 %
Nei	958,66 60,1 %
Nei	868,83 58,1 %
Nei	774,25 55,3 %
Nei	342,86 35,7 %
Nei	352,11 37,7 %
Nei	312,24 35,8 %
Ja	-120,02 -27,5 %

**VEGG (PR)**

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74		2330	19,27
Dampsperre	0,01	0,03	0,033	0,00054	0,054	18,52	1,71	697,76	2195	18,27
Stendere/ PR	0,036	0,024	1,500	0,00035	0,001	1028,57143	95,17	696,05	1596	16,02
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	1,71	600,88	1496	9,88
Sløyfe	0,011	0,14	0,08	0,0001	0,0091	110	10,18	599,16	1400	8,48
Lekk/Luftig	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,0043783	230	21,28	589,99	757	8,03
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74	567,71	757	2,83
Uteluft			0,04					564,96	437	-3,8
<b>Sum</b>				<b>3,173</b>		<b>1464,868</b>	<b>135,94</b>			

U-verdi: 1/R **0,32**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1497,24 68,2 %
Nei	899,56 56,4 %
Nei	895,12 59,8 %
Nei	800,84 57,2 %
Nei	168,01 22,2 %
Nei	189,29 25,0 %
Ja	-127,86 -29,3 %

**VEGG (VIP)**

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,590	0,00054	0,01	186,67	15,42		2195	19,27
Dampsperre	0,01	0,03	0,033	0,00054	0,054	18,52	1,71	685,08	2195	16,45
Stendere/ VIP	0,036	0,007	5,143	0,00035	0,001	1028,57143	95,17	683,37	1596	16,02
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	1,71	588,20	1496	-12,95
Sløyfe	0,011	0,14	0,08	0,0001	0,0091	110	10,18	586,48	1400	-14,36
Lekk/Luftig	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,0043783	230	21,28	576,31	125	-14,80
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74	555,03	125	-19,99
Uteluft			0,04					552,29	437	-3,8
<b>Sum</b>				<b>7,227</b>		<b>1801,905</b>	<b>148,21</b>			

U-verdi: 1/R **0,14**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1509,92 68,8 %
Nei	912,63 57,2 %
Nei	907,80 60,7 %
Nei	813,52 58,1 %
Ja	-451,21 -36,0 %
Ja	-430,03 -34,0 %
Ja	-115,29 -26,4 %

**VEGG (Low-E og mineralull)**

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74		2195	19,27
Lekk/mineral	0,021	0,25	0,084	0,00054	0,026	38,89	3,60	697,76	2195	18,27
Low-E	0,018	0,39	0,046	0,00035	0,002	514,285714	47,58	694,16	1596	18,29
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	6,17	646,58	1496	18,03
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,0100	100	9,25	640,41	1400	12,55
Sløyfe	0,011	0,14	0,08	0,0001	0,0090991	110	10,18	631,16	935	11,14
Lekk/Luftig	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	21,28	620,98	872	10,70
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	2,74	599,70	872	5,32
Uteluft			0,04					596,96	437	-3,8
<b>Sum</b>				<b>2,699</b>		<b>1119,101</b>	<b>103,94</b>			

U-verdi: 1/R **0,37**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1497,24 68,2 %
Nei	901,84 56,5 %
Nei	849,42 56,8 %
Nei	759,59 55,3 %
Nei	303,84 32,5 %
Nei	251,02 28,8 %
Nei	272,30 31,2 %
Ja	-159,96 -36,6 %

# Vegg | Oslo, sommer

## Sommer

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	17,1 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	80 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat</sub> , inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat</sub> , ute	1935 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v</sub> , inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v</sub> , ute	1548 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-847,5 Pa

VEGG (opprikelig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	-127,08		2330	19,91
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	-35,30	827,58	2325	19,56
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	-152,50	862,88	2195	19,09
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	-105,90	1015,38	2190	18,99
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	-76,25	1121,28	2060	17,58
Sløyfe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	-152,50	1197,53	1935	17,40
Luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00	230	-175,37	1350,03	1935	17,30
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59	1525,41	1935	17,19
Uteluft			0,04					1548,00	1935	17,1
Sum				4,173		1111,481	-847,50			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

VEGG (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59		2330	19,91
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-32,48	723,09	2328	19,85
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-83,87	755,57	2185	19,21
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-14,12	839,44	2195	19,15
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-274,50	853,56	2190	18,98
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-76,25	1128,06	2060	18,30
Lekt/Mineralull	0,021	0,17	0,06	0,0001	0,00	210	-160,12	1204,31	2055	18,25
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59	1364,44	2055	18,21
Uteluft			0,04					1387,00	1935	17,1
Sum				2,703		900,370	-686,53			

U-verdi: 1/R 0,37

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

VEGG (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59		2330	19,91
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-32,48	723,09	2325	19,85
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-83,87	755,57	2195	19,21
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-14,12	839,44	2195	19,15
Stendere/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	-274,50	853,56	2190	18,98
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-76,25	1128,06	2060	17,94
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59	1204,31	2055	17,88
Uteluft			0,04					1226,90	1935	17,1
Sum				3,173		690,370	-526,40			

U-verdi: 1/R 0,32

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

VEGG (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59		2195	19,91
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-32,48	723,09	2190	19,85
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-83,87	755,57	2190	19,21
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-14,12	839,44	2190	19,15
Stendere/ VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	-274,50	853,56	2185	18,98
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-76,25	1128,06	1703	15,41
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-127,08	1204,31	1703	15,35
Uteluft			0,04					1331,39	1935	17,1
Sum				7,227		827,407	-630,88			

U-verdi: 1/R 0,14

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

VEGG (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59		2195	19,91
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-32,48	723,09	2195	19,85
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-83,87	755,57	2195	19,21
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-14,12	839,44	2195	19,15
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-274,50	853,56	2190	18,98
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,00555556	180	-137,25	1128,06	2060	18,30
Lekt/Mineralull	0,021	0,25	0,08	0,0001	0,00	210	-160,12	1265,31	2060	18,21
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-22,59	1435,44	2060	18,15
Uteluft			0,04					1448,00	1935	17,1
Sum				2,792		980,370	-747,53			

U-verdi: 1/R 0,36

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1497,42	64,4 %
Nei	1332,12	60,7 %
Nei	1174,62	53,6 %
Nei	938,72	45,3 %
Nei	737,47	38,1 %
Nei	584,97	30,2 %
Nei	409,59	21,2 %
Nei	387,00	20,0 %

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1604,91	68,0 %
Nei	1429,43	65,4 %
Nei	1355,56	61,8 %
Nei	1336,44	61,0 %
Nei	931,94	45,2 %
Nei	850,69	41,4 %
Nei	690,56	33,6 %
Nei	547,97	28,3 %

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1601,91	68,0 %
Nei	1439,43	65,6 %
Nei	1355,56	61,8 %
Nei	1336,44	61,0 %
Nei	931,94	45,2 %
Nei	850,69	41,4 %
Nei	708,10	36,6 %

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1466,91	67,0 %
Nei	1434,43	65,5 %
Nei	1350,56	61,7 %
Nei	1331,44	60,9 %
Nei	574,94	33,8 %
Nei	488,69	29,3 %
Nei	603,61	31,2 %

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1471,91	67,1 %
Nei	1439,43	65,6 %
Nei	1355,56	61,8 %
Nei	1336,44	61,0 %
Nei	931,94	45,2 %
Nei	794,69	38,2 %
Nei	634,56	30,8 %
Nei	486,97	25,2 %

# Tak | Oslo, vinter

## Vinter

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	65 %
Metningstrykk inne, Psat, inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, Psat, ute	437 Pa
Damptrykk inne, Pv, inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv, ute	294,05 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	416,45 Pa

Tak (opprinnelig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,50	0,00054	0,01	166,67	49,56		2195	19,13
Dampspørre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,54	1,85	0,55	650,94	1935	15,78
Isolasjon	0,1	0,037	2,703	0,0001	0,001	1000	297,39	650,39	1935	15,73
Vindspørre	0,001	0,04	0,03	0,00054	0,54	1,9	0,55	353,00	475	-2,36
Lufting	0,021	0,14	0,15	0,0001	0,0047619	210	62,45	352,45	475	-2,53
Panneplate	0,002	46	0,0001	0,0001	0,05	20	5,95	290,00	435	-3,53
Uteluft			0,04					-346,50	437	-3,8
<b>Sum</b>			<b>3,555</b>			<b>1400,370</b>	<b>416,45</b>			

U-verdi: 1/R 0,28

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1284,06	66,4 %
Nei	1284,61	66,4 %
Nei	122,00	25,7 %
Nei	122,55	25,8 %
Nei	145,00	33,3 %
Nei	783,50	179,3 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,50	0,00054	0,01	166,67	49,56		2195	19,13
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	11,56	650,94	1935	15,78
Dampspørre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,97	639,37	1496	10,16
Bjelkeleg/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	19,83	636,40	1496	10,11
Vindspørre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,97	616,57	1147	3,60
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	29,74	613,60	1147	3,43
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	68,40	583,86	1017	-0,58
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,85	515,46	813	-3,21
Uteluft			0,04					511,61	437	-3,8
<b>Sum</b>			<b>3,546</b>			<b>635,185</b>	<b>188,89</b>			

U-verdi: 1/R 0,28

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1284,06	66,4 %
Nei	856,63	57,3 %
Nei	859,60	57,5 %
Nei	530,43	46,2 %
Nei	533,40	46,5 %
Nei	488,14	42,5 %
Nei	297,54	36,6 %
Ja	-74,61	-17,1 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,50	0,00054	0,01	166,67	49,56		2195	19,13
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	11,56	650,94	1935	15,78
Dampspørre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,97	639,37	1440	10,16
Bjelkeleg/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	19,83	636,40	1400	10,11
Vindspørre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,97	616,57	611	0,07
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	29,74	613,60	563	-0,10
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	68,40	583,86	517	-0,58
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,85	515,46	437	-3,74
Uteluft			0,04					511,61	437	-3,8
<b>Sum</b>			<b>4,073</b>			<b>635,185</b>	<b>188,89</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1099,06	62,8 %
Nei	800,63	55,6 %
Nei	763,60	54,5 %
Ja	-5,57	-0,9 %
Ja	-50,60	-9,0 %
Ja	-66,96	-12,9 %
Ja	-78,46	-18,0 %
Ja	-74,61	-17,1 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,50	0,00054	0,01	166,67	49,56		2195	19,13
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	11,56	650,94	1935	15,78
Dampspørre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,97	639,37	1496	10,16
Bjelkeleg/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	19,83	636,40	1496	10,11
Vindspørre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,97	616,57	935	0,07
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	29,74	613,60	935	-0,10
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	68,40	583,86	930	-0,58
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,85	515,46	705	-6,74
Uteluft			0,04					511,61	437	-3,8
<b>Sum</b>			<b>4,073</b>			<b>635,185</b>	<b>188,89</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1284,06	66,4 %
Nei	856,63	57,3 %
Nei	859,60	57,5 %
Nei	318,43	34,1 %
Nei	321,40	34,4 %
Nei	346,14	37,2 %
Nei	189,54	26,9 %
Ja	-74,61	-17,1 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,50	0,00054	0,01	166,67	49,56		2195	19,13
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	11,56	650,94	1935	15,78
Low-E	0,018	0,13	0,008	0,0001	0,006	180	53,53	639,37	1496	10,16
Bjelkeleg/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	19,83	583,86	1496	9,23
Vindspørre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,97	566,02	935	-0,81
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	29,74	563,04	35	-0,98
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	68,40	533,30	872	-1,45
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,85	464,90	656	-7,61
Uteluft			0,04					461,05	437	-3,8
<b>Sum</b>			<b>4,204</b>			<b>805,185</b>	<b>239,45</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1284,06	66,4 %
Nei	856,63	57,3 %
Nei	910,16	60,8 %
Nei	365,98	39,5 %
Ja	-528,04	-1508,7 %
Nei	338,70	38,8 %
Nei	191,10	29,1 %
Ja	-24,05	-5,5 %

# Tak | Oslo, sommer

## Sommer

Grunnlag:	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	17,1 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	80 %
Metningsstrykk inne, Pstat,Inne	2335 Pa
Metningsstrykk ute, Pstat, ute	1935 Pa
Damptrykk inne, Pv,Inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv,ute	1548 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-847,5 Pa

Tak (opprikelig)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivtvet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	-182,48		2195	19,93
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	-4,06	882,98	2195	19,65
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	-328,46	887,03	2195	19,64
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	-4,06	1215,49	1935	17,24
Luftfuge	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434293	230	-251,82	1219,54	1935	17,21
Panneplate	0,007	0,04	0,000030	0,0001	0,01428571	70	-76,64	1471,36	1935	17,12
Uteluft			0,04						1935	17,1
Sum			5,185			774,074	-847,50			

U-verdi: 1/R **0,19**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1312,02 59,8 %
Nei	1307,97 59,6 %
Nei	719,51 37,2 %
Nei	715,46 37,0 %
Nei	463,64 24,0 %
Nei	3231,18 167,0 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivtvet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-182,48		2195	19,93
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-42,58	882,98	2195	19,65
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-10,95	925,55	2195	19,18
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,036	0,00054	0,02	66,7	-72,99	936,50	2195	19,17
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-10,95	1009,49	2190	18,63
Sleyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-109,49	1020,44	2190	18,62
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-251,82	1129,93	2188	18,58
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	-14,19	1381,74	2060	18,05
Uteluft			0,04					1395,94	1935	17,1
Sum			3,546			635,185	-695,44			

U-verdi: 1/R **0,28**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1312,02 59,8 %
Nei	1269,45 57,8 %
Nei	1258,50 57,3 %
Nei	1180,51 53,9 %
Nei	1169,56 53,4 %
Nei	1056,07 48,4 %
Nei	676,26 32,9 %
Nei	539,06 27,9 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivtvet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-182,48		2330	19,93
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-42,58	882,98	2330	19,65
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-10,95	925,55	2195	19,18
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-72,99	936,50	2195	19,17
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-10,95	1009,49	2060	18,33
Sleyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-109,49	1020,44	2060	18,32
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-251,82	1129,93	2060	18,28
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-14,19	1381,74	2000	17,77
Uteluft			0,04					1395,94	1935	17,1
Sum			4,073			635,185	-695,44			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1447,02 62,1 %
Nei	1269,45 57,8 %
Nei	1258,50 57,3 %
Nei	1050,51 51,0 %
Nei	1039,56 50,5 %
Nei	930,07 45,1 %
Nei	618,26 30,9 %
Nei	539,06 27,9 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivtvet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-182,48		2330	19,93
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-42,58	882,98	2330	19,65
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-10,95	925,55	2195	19,18
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-72,99	936,50	2195	19,17
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-10,95	1009,49	2060	18,33
Sleyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-109,49	1020,44	2060	18,32
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-251,82	1129,93	2060	18,28
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-14,19	1381,74	2000	17,77
Uteluft			0,04					1395,94	1935	17,1
Sum			4,073			635,185	-695,44			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1447,02 62,1 %
Nei	1269,45 57,8 %
Nei	1258,50 57,3 %
Nei	1050,51 51,0 %
Nei	1039,56 50,5 %
Nei	930,07 45,1 %
Nei	618,26 30,9 %
Nei	539,06 27,9 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivtvet	Varme motstand,R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-182,48		2330	19,93
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-42,58	882,98	2330	19,65
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	-197,07	925,55	2195	19,18
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-72,99	1122,63	2195	19,10
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-10,95	1195,62	2060	18,26
Sleyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-109,49	1206,57	2060	18,25
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-251,82	1316,05	2060	18,21
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-14,19	1567,87	2000	17,69
Uteluft			0,04					1582,06	1935	17,1
Sum			4,204			805,185	-881,56			

U-verdi: 1/R **0,24**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1447,02 62,1 %
Nei	1269,45 57,8 %
Nei	1072,37 48,9 %
Nei	864,38 42,0 %
Nei	853,43 41,4 %
Nei	743,95 36,1 %
Nei	432,13 21,6 %
Nei	352,94 18,2 %

# Gulv | Oslo, vinter

## Vinter

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-3,8 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	65 %
Metningsstrykk inne, Pstat, inne	2335 Pa
Metningsstrykk ute, Pstat, ute	437 Pa
Damptrykk inne, Pv, inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv, ute	284,05 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	416,45 Pa

### Gulv (XPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	15,48	700,5	2195	19,22
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	92,89	685,02	2195	18,89
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	209,00	592,13	872	4,56
dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	15,48	383,13	611	0,42
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	83,60	367,65	563	-1,07
Uteluft			0,04						437	-3,8
Sum			3,987			498,148	416,45			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1509,98 68,8 %
Nei	279,87 32,1 %
Nei	227,87 37,3 %
Nei	195,35 34,7 %
Nei	152,95 35,0 %

### Gulv (XPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	15,48	700,5	2195	19,22
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	92,89	685,02	2195	18,89
xps	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	209,00	592,13	813	3,61
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	83,60	383,13	563	-0,82
Uteluft			0,04						299,53	-3,8
Sum			3,737			479,630	400,97			

U-verdi: 1/R

0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1509,98 68,8 %
Nei	220,87 27,2 %
Nei	179,87 31,9 %
Nei	137,47 31,5 %

### Gulv (EPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	15,48	700,5	2195	19,22
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	92,89	685,02	2195	18,89
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	250,80	592,13	872	4,56
dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	15,48	341,33	611	-0,41
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	83,60	325,85	517	-1,90
Uteluft			0,04						242,25	-3,8
Sum			4,126			548,148	458,25			

U-verdi: 1/R

0,24

Fare for Fukt

Nei

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1509,98 68,8 %
Nei	279,87 32,1 %
Nei	269,67 44,1 %
Nei	191,15 37,0 %
Nei	194,75 44,6 %

### Gulv (EPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	15,48	700,5	2195	19,22
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	92,89	685,02	2190	18,89
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	250,80	592,13	813	4,15
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	83,60	341,33	563	-0,96
Uteluft			0,04						257,73	-3,8
Sum			3,876			529,630	442,77			

U-verdi: 1/R

0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1504,98 68,7 %
Nei	220,87 27,2 %
Nei	221,67 39,4 %
Nei	179,27 41,0 %

# Gulv | Oslo, sommer

## Sommer

Grunnlag:	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	17,1 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	80 %
Metningstrykk inne, P <sub>s,at,inne</sub>	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>s,at,ute</sub>	1935 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v,inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v,ute</sub>	1548 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	-847,5 Pa

### Gulv (XPS med Dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-31,51		2335	19,91
D-pro/varme	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-189,03	732,01	2330	19,87
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-423,33	921,04	2060	18,12
dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-31,51	1346,36	2000	17,61
Aluminiumsg	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-170,13	1377,87	1940	17,43
Uteluft			0,04					1548,00	1935	17,1
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>-847,50</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1597,99 68,6 %
Nei	1138,96 55,3 %
Nei	653,64 32,7 %
Nei	562,13 29,0 %
Nei	387,00 20,0 %

### Gulv (XPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-31,51		2335	19,91
D-pro/varme	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-189,03	732,01	2330	19,87
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-423,33	921,04	2060	18,00
Aluminiumsg	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-170,13	1346,36	1930	17,46
Uteluft			0,04					1516,40	1935	17,1
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>-815,89</b>			

U-verdi: 1/R 0,27

Fare for Fukt Nei

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1597,99 68,6 %
Nei	1138,96 55,3 %
Nei	583,64 30,2 %
Nei	416,51 21,6 %

### Gulv (EPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-31,51		2335	19,91
D-pro/varme	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-189,03	732,01	2334	19,87
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-510,39	921,04	2060	18,12
dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-31,51	1431,43	2000	17,51
Aluminiumsg	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-170,13	1462,93	1935	17,33
Uteluft			0,04					1633,07	1935	17,1
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>-932,57</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1601,99 68,6 %
Nei	1138,96 55,3 %
Nei	568,57 28,4 %
Nei	472,07 24,4 %
Nei	301,93 15,6 %

### Gulv (EPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-31,51		2335	19,91
D-pro/varme	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-189,03	732,01	2330	19,87
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-510,39	921,04	2060	18,07
Aluminiumsg	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-170,13	1431,43	1940	17,43
Uteluft			0,04					1601,50	1935	17,1
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>-801,06</b>			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1597,99 68,6 %
Nei	1138,96 55,3 %
Nei	508,57 26,2 %
Nei	333,44 17,2 %

# Vegg | Bergen, vinter

## Vinter

Grunnlag:	
Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	1 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	74 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat, inne</sub>	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	656 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v, inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v, ute</sub>	485,44 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	215,06 Pa

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	32,25		2340	19,41
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	8,96	668,25	1935	17,13
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	38,70	659,29	1596	14,05
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	26,87	620,60	1496	13,35
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	19,35	593,72	813	4,12
Sløyfe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	38,70	574,37	757	2,99
Luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,001	220	44,50	535,68	705	2,33
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73	491,17	700	1,59
Uteluft			0,04					485,44	656	1
Sum			4,373			1111,481	215,06			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1266,75 65,5 %
Nei	936,71 58,7 %
Nei	875,40 58,5 %
Nei	219,28 27,0 %
Nei	182,63 24,1 %
Nei	169,32 24,0 %
Nei	208,83 29,8 %
Nei	170,56 26,0 %

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73		2195	19,41
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	8,24	694,77	2195	19,00
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	21,28	686,53	1703	14,81
Vindspørre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	3,58	665,24	1596	14,46
Mineralull	0,036	0,037	0,977	0,0001	0,0028	360	69,66	661,66	1496	13,32
Dampspørre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	19,35	592,00	1147	8,89
Lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,001	210	40,63	572,65	1140	8,54
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73	532,02	1072	8,28
Uteluft			0,04					526,29	656	1
Sum			2,703			900,370	174,21			

U-verdi: 1/R 0,37

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1500,23 68,3 %
Nei	1016,47 59,7 %
Nei	930,76 58,3 %
Nei	834,34 55,8 %
Nei	555,00 48,4 %
Nei	567,35 49,8 %
Nei	539,98 50,4 %
Nei	129,71 19,8 %

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73		2195	19,41
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	8,24	694,77	2195	19,00
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	21,28	686,53	1703	14,81
Vindspørre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	3,58	665,24	1596	14,46
Stender/ PIR	0,036	0,024	1,59	0,0001	0,0028	360	69,66	661,66	1496	13,32
Dampspørre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	19,35	592,00	935	6,49
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73	572,65	935	6,14
Uteluft			0,04					566,02	656	1
Sum			3,173			690,370	133,58			

U-verdi: 1/R 0,32

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1500,23 68,3 %
Nei	1016,47 59,7 %
Nei	930,76 58,3 %
Nei	834,34 55,8 %
Nei	343,00 38,7 %
Nei	362,35 38,8 %
Nei	89,08 13,6 %

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73		2195	19,41
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	8,24	694,77	2195	19,00
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	21,28	686,53	1703	14,81
Vindspørre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	3,58	665,24	1596	14,46
Stender/ VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	69,66	661,66	1496	13,32
Dampspørre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	19,35	592,00	260	10,10
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	32,25	572,65	260	-10,43
Uteluft			0,04					540,41	656	1
Sum			7,227			827,407	165,09			

U-verdi: 1/R 0,14

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1500,23 68,3 %
Nei	1016,47 59,7 %
Nei	1037,76 60,9 %
Nei	834,34 55,8 %
Nei	555,00 48,4 %
Ja	-312,65 -120,3 %
Nei	115,59 17,6 %

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningstrykk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73		2195	19,41
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	8,24	694,77	2195	19,00
Sløyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	21,28	686,53	1703	14,81
Vindspørre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	3,58	665,24	1596	14,46
Mineralull	0,036	0,037	0,977	0,0001	0,0028	360	69,66	661,66	1496	13,32
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,0055556	180	34,93	592,00	1147	8,89
Lekt/mineralull	0,021	0,37	0,08	0,0001	0,001	210	40,63	557,17	1072	8,26
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	5,73	516,54	1072	7,87
Uteluft			0,04					510,81	656	1
Sum			2,792			980,370	189,69			

U-verdi: 1/R 0,36

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1055,23 60,3 %
Nei	1016,47 59,7 %
Nei	1037,76 60,9 %
Nei	834,34 55,8 %
Nei	555,00 48,4 %
Nei	514,83 48,0 %
Nei	555,46 51,8 %
Nei	145,19 22,1 %



# Vegg | Bergen, sommer

## Sommer

Grunnlag:	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	13,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	70 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat, inne</sub>	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	1500 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v, inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v, ute</sub>	1090 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	-349,5 Pa

VEGG (opprinelg)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	-52,41		2300	19,79
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	-14,56	752,91	2195	19,00
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	-62,89	717,47	2060	17,93
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	-43,67	830,35	2060	17,69
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	-31,44	874,03	1595	14,49
Slyfe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	-62,89	905,47	1595	14,09
Luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00	230	-72,32	968,36	1596	13,86
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32	1040,68	1596	13,63
Uteluft			0,04					1050,00	1500	13,4
Sum			4,173			1111,481	-349,50			

U-verdi: 1/R

0,24

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1442,09 65,1 %
Nei	1292,53 62,3 %
Nei	1229,65 59,3 %
Nei	720,97 45,2 %
Nei	689,53 43,2 %
Nei	627,64 39,3 %
Nei	555,32 34,3 %
Nei	450,00 30,0 %

VEGG (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32		2300	19,79
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,39	709,82	2300	19,65
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,59	723,21	2060	18,20
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,82	757,80	2060	18,07
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-113,20	763,62	2050	17,68
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,44	876,82	1818	16,14
lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,00	210	-66,03	908,27	1818	16,02
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32	974,30	1818	15,53
Uteluft			0,04					983,62	1500	13,4
Sum			2,703			900,370	-283,12			

U-verdi: 1/R

0,37

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,18 69,1 %
Nei	1336,79 64,3 %
Nei	1302,20 63,3 %
Nei	1286,38 62,3 %
Nei	941,18 51,3 %
Nei	909,73 50,2 %
Nei	843,70 46,3 %
Nei	516,38 38,3 %

VEGG (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32		2300	19,79
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,39	709,82	2300	19,65
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,59	723,21	2060	18,20
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,82	757,80	2060	18,07
Stendere/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	-113,20	763,62	2060	17,68
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,44	876,82	1703	15,31
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32	908,27	1703	15,18
Uteluft			0,04					917,58	1500	13,4
Sum			3,173			690,370	-217,08			

U-verdi: 1/R

0,32

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,18 69,1 %
Nei	1336,79 64,3 %
Nei	1302,20 63,3 %
Nei	1296,38 62,3 %
Nei	826,18 48,3 %
Nei	794,73 46,7 %
Nei	582,42 38,3 %

VEGG (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32		2300	19,79
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,39	709,82	2300	19,65
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,59	723,21	2060	18,20
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,82	757,80	2060	18,07
Stendere/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	-113,20	763,62	2050	17,68
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,44	876,82	1228	9,54
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-52,41	908,27	1147	9,42
Uteluft			0,04					960,67	1500	13,4
Sum			2,227			827,407	-280,17			

U-verdi: 1/R

0,14

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,18 69,1 %
Nei	1336,79 64,3 %
Nei	1302,20 63,3 %
Nei	1286,38 62,3 %
Nei	951,18 58,5 %
Nei	238,73 20,3 %
Nei	539,33 36,0 %

VEGG (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32		2300	19,79
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,39	709,82	2300	19,65
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,59	723,21	2060	18,20
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,82	757,80	2060	18,07
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-113,20	763,62	2050	17,68
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,0055556	180	-56,60	876,82	1818	16,14
lekt/mineralull	0,021	0,25	0,06	0,0001	0,00	210	-66,03	933,42	1818	15,92
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,32	999,46	1818	15,79
Uteluft			0,04					1008,77	1500	13,4
Sum			2,792			980,370	-308,27			

U-verdi: 1/R

0,36

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,18 69,1 %
Nei	1336,79 64,3 %
Nei	1302,20 63,3 %
Nei	1286,38 62,3 %
Nei	941,18 51,3 %
Nei	884,58 48,3 %
Nei	818,54 45,3 %
Nei	491,23 32,7 %

# Tak | Bergen, vinter

## Vinter

Grunnlag:  
 Temperatur inne, Ti 20 °C  
 Temperatur ute, Tu 1 °C  
 Relativ fuktighet inne 30 %  
 Relativ fuktighet ute 76 %  
 Metningsstrykk inne, Pstat,Inne 2335 Pa  
 Metningsstrykk ute, Pstat,ute 656 Pa  
 Damptrykk inne, Pv,Inne 700,5 Pa  
 Damptrykk ute, Pv,ute 485,44 Pa  
 Forskjel damptrykk inne- ute 215,06 Pa

20	°C
1	°C
30	%
76	%
2335	Pa
656	Pa
700,5	Pa
485,44	Pa
215,06	Pa

Tak (oppriemlig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	46,30	700,5	2195	19,52
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	1,03	654,20	2060	17,69
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	83,35	653,17	2060	17,64
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	1,03	569,82	705	1,93
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434783	230	63,90	568,79	705	1,75
Panneplate	0,007	230	0,000030	0,0001	0,01428571	70	19,45	504,89	650	1,15
Uteluft			0,04						656	1
Sum			5,185			774,074	215,06			

U-verdi: 1/R 0,19

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1405,80 68,2 %
Nei	1406,83 68,3 %
Nei	135,18 19,2 %
Nei	136,21 19,3 %
Nei	145,11 22,3 %
Nei	1205,34 183,7 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	46,30	700,5	2195	19,52
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	10,80	654,20	2060	17,69
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,78	643,39	1703	14,61
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	18,52	640,61	1703	14,59
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,78	622,09	1311	11,02
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	27,78	619,31	1311	10,93
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	63,90	591,53	1311	10,67
Panneplate	0,007	0,18	0,0389	0,00054	0,08	12,96	3,60	527,63	1001	7,30
Uteluft			0,04					524,03	656	1
Sum			3,546			635,185	176,47			

U-verdi: 1/R 0,28

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1405,80 68,2 %
Nei	1059,61 62,2 %
Nei	1062,39 62,4 %
Nei	688,91 52,5 %
Nei	691,69 52,8 %
Nei	719,47 54,9 %
Nei	473,37 47,3 %
Nei	131,97 20,1 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	46,30	700,5	2195	19,52
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	10,80	654,20	2060	17,69
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,78	643,39	1703	14,61
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	18,52	640,61	1703	14,59
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,78	622,09	1147	9,09
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	27,78	619,31	1147	9,00
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	63,90	591,53	1140	8,74
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,60	527,63	872	5,37
Uteluft			0,04					524,03	656	1
Sum			4,073			635,185	176,47			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1405,80 68,2 %
Nei	1059,61 62,2 %
Nei	1062,39 62,4 %
Nei	524,91 45,8 %
Nei	527,69 46,0 %
Nei	548,47 48,1 %
Nei	344,37 39,5 %
Nei	131,97 20,1 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	46,30	700,5	2195	19,52
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	10,80	654,20	2060	17,69
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	2,78	643,39	1703	14,61
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	18,52	640,61	1703	14,59
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,78	622,09	1147	9,09
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	27,78	619,31	1147	9,00
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	63,90	591,53	1140	8,74
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,60	527,63	872	5,37
Uteluft			0,04					524,03	656	1
Sum			4,073			635,185	176,47			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1405,80 68,2 %
Nei	1059,61 62,2 %
Nei	1062,39 62,4 %
Nei	524,91 45,8 %
Nei	527,69 46,0 %
Nei	548,47 48,1 %
Nei	344,37 39,5 %
Nei	131,97 20,1 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	46,30	700,5	2195	19,52
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	10,80	654,20	2060	17,69
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	50,01	643,39	1703	14,61
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	18,52	593,38	1596	14,11
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	2,78	574,86	1147	8,61
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	27,78	572,08	1147	8,52
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	63,90	544,30	1072	8,26
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	3,60	480,40	872	4,89
Uteluft			0,04					476,80	656	1
Sum			4,204			805,185	223,70			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjon/sjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1405,80 68,2 %
Nei	1059,61 62,2 %
Nei	1002,62 62,8 %
Nei	572,14 49,9 %
Nei	574,92 50,1 %
Nei	527,70 49,2 %
Nei	391,60 44,9 %
Nei	179,20 27,3 %

# Tak | Bergen, sommer

## Sommer

**Grunnlag:**

Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>u</sub>	13,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	70 %
Metningsstrykk inne, P <sub>sat,Inne</sub>	2335 Pa
Metningsstrykk ute, P <sub>sat,ute</sub>	1500 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v,Inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v,ute</sub>	1050 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-349,5 Pa

Tak (opprinelig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	-75,25	700,5	2300	19,83
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	-1,67	775,75	2195	19,20
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	-135,45	777,42	2195	19,18
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	-1,67	912,88	1596	13,72
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434783	230	-103,85	914,55	1596	13,66
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	-5,85	1018,39	1496	13,45
Uteluft			0,04						1500	13,4
Sum			5,185			774,074	-349,50			

U-verdi: 1/R **0,19**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,25 64,7 %
Nei	1266,69 61,5 %
Nei	1262,18 61,3 %
Nei	1107,07 57,2 %
Nei	1102,56 57,0 %
Nei	1057,41 54,6 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-75,25	700,5	2300	19,83
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,56	775,75	2195	19,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,52	793,31	2060	18,13
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	-30,10	797,82	2060	18,12
Vindsperre	0,001	0,04	0,05	0,0001	0,1000	10	-4,52	827,93	1935	16,88
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-45,15	832,44	1935	16,85
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,85	877,59	1935	16,76
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	-5,85	981,44	1818	15,59
Uteluft			0,04						1500	13,4
Sum			3,546			635,185	-286,79			

U-verdi: 1/R **0,28**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1634,50 70,0 %
Nei	2300,00 100,0 %
Nei	1419,25 64,7 %
Nei	1266,69 61,5 %
Nei	1262,18 61,3 %
Nei	990,07 54,5 %
Nei	985,56 54,2 %
Nei	940,41 51,7 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-75,25	700,5	2300	19,83
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,56	775,75	2195	19,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,52	793,31	2060	18,13
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-30,10	797,82	2060	18,12
Vindsperre	0,001	0,04	0,05	0,0001	0,1000	10	-4,52	827,93	1818	16,21
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-45,15	832,44	1818	16,18
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,85	877,59	1818	16,09
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,85	981,44	1703	14,92
Uteluft			0,04						1500	13,4
Sum			4,073			635,185	-286,79			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	2300,00 100,0 %
Nei	1419,25 64,7 %
Nei	1266,69 61,5 %
Nei	1262,18 61,3 %
Nei	913,32 50,2 %
Nei	908,80 50,0 %
Nei	863,85 47,5 %
Nei	721,56 42,4 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-75,25	700,5	2300	19,83
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,56	775,75	2195	19,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,52	793,31	2060	18,13
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-30,10	797,82	2060	18,12
Vindsperre	0,001	0,04	0,05	0,0001	0,1000	10	-4,52	827,93	1818	16,21
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-45,15	832,44	1818	16,18
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,85	877,59	1818	16,09
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,85	981,44	1703	14,92
Uteluft			0,04						1500	13,4
Sum			4,073			635,185	-286,79			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	2300,00 100,0 %
Nei	1419,25 64,7 %
Nei	1266,69 61,5 %
Nei	1262,18 61,3 %
Nei	913,32 50,2 %
Nei	908,80 50,0 %
Nei	863,85 47,5 %
Nei	644,81 37,9 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-75,25	700,5	2300	19,83
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,56	775,75	2195	19,20
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	-81,27	793,31	2060	18,13
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-30,10	874,58	2060	17,95
Vindsperre	0,001	0,04	0,05	0,0001	0,1000	10	-4,52	904,68	1818	16,04
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-45,15	909,20	1818	16,01
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,85	954,35	1818	15,92
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,85	1058,19	1703	14,75
Uteluft			0,04						1500	13,4
Sum			4,204			805,185	-363,55			

U-verdi: 1/R **0,24**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %
Nei	0,00 #DIV/0! %

# Gulv | Bergen, vinter

## Vinter

Grunnlag:	
Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	1 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	74 %
Metningsstrykk inne, P <sub>sat</sub> , inne	2335 Pa
Metningsstrykk ute, P <sub>sat</sub> , ute	656 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v</sub> , inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v</sub> , ute	485,44 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	215,06 Pa

Gulv (XPS med dampsperre)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand, R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(g/mhPa)	(g/m <sup>2</sup> hPa)	m <sup>2</sup> hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	7,99	700,5	2195	19,38
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	47,97	692,51	2195	19,12
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	107,93	644,54	1072	7,68
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	7,99	536,61	813	4,37
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	43,17	526,61	757	3,18
Uteluft			0,04					485,44	656	1
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>215,06</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1502,49	68,5 %
Nei	427,46	39,9 %
Nei	276,39	34,0 %
Nei	228,39	30,2 %
Nei	170,56	26,0 %

Gulv (XPS uten dampsperre)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand, R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(g/mhPa)	(g/m <sup>2</sup> hPa)	m <sup>2</sup> hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	7,99	700,5	2195	19,38
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	47,97	692,51	2195	19,12
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	107,93	644,54	1001	6,91
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	43,17	536,61	813	3,38
Uteluft			0,04					493,43	656	1
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>207,07</b>			

U-verdi: 1/R 0,27

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1502,49	68,5 %
Nei	356,46	35,6 %
Nei	276,39	34,0 %
Nei	162,57	28,0 %

Gulv (EPS med dampsperre)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand, R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(g/mhPa)	(g/m <sup>2</sup> hPa)	m <sup>2</sup> hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	7,99	700,5	2195	19,38
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	47,97	692,51	2195	19,12
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	129,52	644,54	1072	7,68
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	7,99	515,02	813	3,71
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	43,17	507,09	757	2,51
Uteluft			0,04					463,85	656	1
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>236,65</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1502,49	68,5 %
Nei	427,46	39,9 %
Nei	297,98	36,7 %
Nei	249,97	33,0 %
Nei	192,15	29,3 %

Gulv (EPS uten dampsperre)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet	Varme motstand, R	Permeabilitet	Permeans	Damp motstand	Damptrykkfall	Damptrykk i sjiktgrense	Metningsstrykk	Temperatur i sjiktgrense
	(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(g/mhPa)	(g/m <sup>2</sup> hPa)	m <sup>2</sup> hPa/g	Pa	Pa	Pa	°C
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	7,99	700,5	2195	19,38
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	47,97	692,51	2195	19,12
p	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	129,52	644,54	1001	7,35
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	43,17	515,02	757	3,26
Uteluft			0,04					471,85	656	1
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>228,65</b>			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1502,49	68,5 %
Nei	356,46	35,6 %
Nei	241,98	32,0 %
Nei	184,15	28,1 %

# Gulv | Bergen, sommer

## Sommer

<b>Grunnlag:</b>	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	13,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	70 %
Metningstrykk inne, Psat, inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, Psat, ute	1500 Pa
Damptrykk inne, Pv, inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv, ute	1050 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-349,5 Pa

### Gulv (XPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,99		2300	19,78
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,96	713,49	2300	19,69
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-175,40	791,45	1818	15,72
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,99	966,85	1703	14,57
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-70,16	979,84	1596	14,16
Uteluft			0,04					1050,00	1500	13,4
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>-349,50</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,51	69,0 %
Nei	1026,55	56,5 %
Nei	736,15	43,2 %
Nei	616,16	38,6 %
Nei	450,00	30,0 %

### Gulv (XPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,99		2300	19,78
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,96	713,49	2300	19,69
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-175,40	791,45	1703	15,45
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-70,16	966,85	1596	14,23
Uteluft			0,04					1037,01	1500	13,4
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>-336,51</b>			

U-verdi: 1/R 0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,51	69,0 %
Nei	911,55	53,5 %
Nei	629,15	39,4 %
Nei	462,99	30,9 %

### Gulv (EPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,99		2300	19,78
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,96	713,49	2300	19,69
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-210,48	791,45	1818	15,72
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,99	1001,93	1596	14,34
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-70,16	1014,92	1596	13,93
Uteluft			0,04					1085,08	1500	13,4
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>-384,58</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,51	69,0 %
Nei	1026,55	56,5 %
Nei	594,07	37,2 %
Nei	581,08	36,4 %
Nei	414,92	27,7 %

### Gulv (EPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,99		2300	19,78
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,96	713,49	2300	19,69
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-210,48	791,45	1818	15,61
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-70,16	1001,93	1596	14,19
Uteluft			0,04					1072,09	1500	13,4
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>-371,59</b>			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,51	69,0 %
Nei	1026,55	56,5 %
Nei	594,07	37,2 %
Nei	427,91	28,5 %

# Vegg | Karasjok, vinter

## Vinter

Grunnlag:	
Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	-16,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	82 %
Metningsstrykk inne, P <sub>sat, inne</sub>	2335 Pa
Metningsstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	151 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v, inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v, ute</sub>	123,82 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	576,68 Pa

VEGG (opprikk)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	86,47		2195	18,87
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	24,02	614,03	1703	14,52
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,009	200	103,77	590,01	1147	8,64
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	72,06	486,24	1001	7,30
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	51,88	414,18	260	-10,33
Slyffe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	103,77	362,29	225	-12,51
luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00	230	119,33	258,53	181	-13,75
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37	139,19	166	-15,18
Uteluft			0,04					123,82	151	-16,3
Sum			4,173			1111,481	576,68			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	590,01 63,9 %
Nei	486,24 48,6 %
Nei	414,18 51,4 %
Nei	362,29 -59,3 %
Nei	258,53 -61,0 %
Nei	139,19 -42,8 %
Nei	123,82 16,1 %
Ja	123,82 18,0 %

VEGG (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37		2195	18,87
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	22,10	685,13	2060	18,10
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	57,07	663,03	1228	10,09
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	9,61	605,96	1147	9,41
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	186,78	596,35	1001	7,23
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	51,88	409,57	563	-1,23
lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,00	210	108,96	357,68	517	-1,90
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37	248,73	517	-2,39
Uteluft			0,04					233,35	151	-16,3
Sum			2,703			900,370	467,15			

U-verdi: 1/R 0,37

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1374,87 66,7 %
Nei	564,97 46,0 %
Nei	541,04 47,2 %
Nei	404,65 40,4 %
Ja	153,43 27,3 %
Nei	159,32 30,8 %
Ja	268,27 51,8 %
Nei	-82,35 -54,5 %

VEGG (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37		2195	18,87
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	22,10	685,13	2060	18,10
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	57,07	663,03	1311	10,09
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	9,61	605,96	1147	9,41
Stendere/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	186,78	596,35	1001	7,23
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	51,88	409,57	368	-5,82
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37	357,68	368	-6,49
Uteluft			0,04					342,31	151	-16,3
Sum			3,173			690,370	358,19			

U-verdi: 1/R 0,32

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1374,87 66,7 %
Nei	647,97 49,4 %
Nei	541,04 47,2 %
Ja	404,65 40,4 %
Ja	-41,57 -11,3 %
Ja	10,32 2,8 %
Nei	-191,31 -126,7 %

VEGG (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37		2195	18,87
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	22,10	685,13	2060	18,10
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	57,07	663,03	1228	10,09
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	9,61	605,96	1147	9,41
Stendere/ VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	186,78	596,35	1001	7,23
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	51,88	409,57	40	-37,51
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	86,47	357,68	30	-38,18
Uteluft			0,04					271,21	151	-16,3
Sum			7,227			827,407	429,29			

U-verdi: 1/R 0,14

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1374,87 66,7 %
Nei	564,97 46,0 %
Nei	541,04 47,2 %
Nei	404,65 40,4 %
Nei	-369,57 -93,9 %
Nei	-327,68 -109,3 %
Ja	-120,21 -79,6 %

VEGG (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37		2195	18,87
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	22,10	685,13	2060	18,10
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	57,07	663,03	1228	10,09
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	9,61	605,96	1147	9,41
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	186,78	596,35	1001	7,23
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,00555556	180	93,39	409,57	563	-1,23
lekt/mineralull	0,021	0,25	0,08	0,0001	0,00	210	108,96	316,17	517	-2,44
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	15,37	207,22	475	-3,12
Uteluft			0,04					191,85	151	-16,3
Sum			2,792			980,370	508,65			

U-verdi: 1/R 0,36

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1374,87 66,7 %
Nei	564,97 46,0 %
Nei	541,04 47,2 %
Nei	404,65 40,4 %
Nei	153,43 27,3 %
Nei	200,83 38,8 %
Nei	267,78 56,4 %
Nei	-40,85 -27,1 %



# Vegg | Karasjok, sommer

## Sommer

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	12,9 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	70 %
Metningstrykk inne, Pstat,Inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, Pstat,ute	1496 Pa
Damptrykk inne, Pv,Inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv,ute	1047,2 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-346,7 Pa

### VEGG (opprikelig)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,00054	0,01	166,67	-51,99			2300	19,78
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	-14,44	752,49	2195	18,93
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	-62,39	766,93	2060	17,78
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	-43,32	829,31	1935	17,52
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	-31,19	872,64	1595	14,07
Slyffe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	-62,39	903,93	1590	13,64
luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,001	230	-71,19	966,21	1494	13,40
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24	1037,96	1490	13,12
Uteluft			0,04					1047,20	1496	12,9
Sum			4,173			1111,481	-346,70			

U-verdi: 1/R

0,24

Fare for Fukt

Nei

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1442,51 65,7 %
Nei	1293,07 62,8 %
Nei	1105,69 57,1 %
Nei	722,36 45,3 %
Nei	686,17 43,2 %
Nei	527,79 35,3 %
Nei	452,04 30,3 %
Nei	448,80 30,0 %

### VEGG (Mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24		2300	19,78
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,29	709,74	2250	19,63
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,31	723,03	2060	18,06
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	38,5	-5,78	757,34	2060	17,93
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-112,29	763,12	2000	17,50
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,19	875,41	1818	15,85
lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,001	210	-65,50	906,60	1810	15,72
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24	972,11	1800	15,62
Uteluft			0,04					981,35	1496	12,9
Sum			2,703			900,370	-280,85			

U-verdi: 1/R

0,37

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1540,26 68,5 %
Nei	1336,97 64,9 %
Nei	1302,66 63,2 %
Nei	1236,88 61,8 %
Nei	942,59 51,8 %
Nei	903,40 49,3 %
Nei	827,89 46,1 %
Nei	514,65 34,4 %

### VEGG (PIR)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24		2300	19,78
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,29	709,74	2250	19,63
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,31	723,03	2060	18,06
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	38,5	-5,78	757,34	2060	17,93
Stendere / PIR	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	-112,29	763,12	2000	17,50
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,19	875,41	1703	14,95
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24	906,60	1700	14,82
Uteluft			0,04					915,84	1496	12,9
Sum			3,173			690,370	-215,34			

U-verdi: 1/R

0,32

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1540,26 68,5 %
Nei	1336,97 64,9 %
Nei	1302,66 63,2 %
Nei	1236,88 61,8 %
Nei	942,59 51,8 %
Nei	827,59 48,6 %
Nei	793,40 46,5 %
Nei	580,16 38,8 %

### VEGG (VIP)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24		2300	19,78
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,29	709,74	2300	19,63
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,31	723,03	2060	18,06
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	38,5	-5,78	757,34	2060	17,93
Stendere / VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	-112,29	763,12	2000	17,50
Dampspærre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-31,19	875,41	1147	8,75
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-51,99	906,60	1140	8,62
Uteluft			0,04					958,59	1496	12,9
Sum			7,227			827,407	-258,09			

U-verdi: 1/R

0,14

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,26 69,1 %
Nei	1336,97 64,9 %
Nei	1302,66 63,2 %
Nei	1236,88 61,8 %
Nei	942,59 51,8 %
Nei	271,59 23,7 %
Nei	233,40 20,5 %
Nei	537,41 35,9 %

### VEGG (Low-E og mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24		2300	19,78
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-13,29	709,74	2300	19,63
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-34,31	723,03	2060	18,06
Vindspærre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	38,5	-5,78	757,34	2060	17,93
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-112,29	763,12	2000	17,50
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,00555556	180	-56,15	875,41	1818	15,85
lekt/mineralull	0,021	0,25	0,08	0,0001	0,001	210	-65,50	931,56	1818	15,61
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-9,24	997,06	1703	15,47
Uteluft			0,04					1006,30	1496	12,9
Sum			2,792			980,370	-305,80			

U-verdi: 1/R

0,36

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1590,26 69,1 %
Nei	1336,97 64,9 %
Nei	1302,66 63,2 %
Nei	1236,88 61,8 %
Nei	942,59 51,8 %
Nei	886,44 48,8 %
Nei	705,94 41,5 %
Nei	489,70 32,7 %

# Tak | Karasjok, vinter

## Vinter

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-16,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	82 %
Metningsstrykk inne, Pstat,Inne	2335 Pa
Metningsstrykk ute, Pstat,ute	151 Pa
Damptrykk inne, Pv,Inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv,ute	123,82 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	576,68 Pa

Tak (opprirelig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand,R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	124,17	700,5	2195	19,09
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	2,76	576,33	1750	15,59
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	223,50	573,58	1703	15,48
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	2,76	350,08	170	-14,52
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434783	230	171,35	347,32	160	-14,87
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,01428571	70	52,15	175,97	151	-16,02
Uteluft			0,04					-295,17	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>5,185</b>			<b>774,074</b>	<b>576,68</b>			

U-verdi: 1/R **0,19**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1173,67	67,1 %
Nei	1129,42	66,3 %
Ja	-180,08	-105,9 %
Ja	-187,32	-117,1 %
Ja	-24,97	-16,5 %
Nei	446,17	295,5 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand,R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	124,17	700,5	2195	19,09
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	28,97	576,33	1750	15,59
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	7,45	547,36	1200	9,71
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	49,67	539,91	1200	9,66
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	7,45	490,25	750	2,84
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	74,50	482,80	740	2,67
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	171,35	408,30	705	2,17
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	9,66	236,95	437	-4,27
Uteluft			0,04					227,29	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>3,546</b>			<b>635,185</b>	<b>473,21</b>			

U-verdi: 1/R **0,28**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1173,67	67,1 %
Nei	652,64	54,4 %
Nei	660,09	55,0 %
Nei	259,75	34,6 %
Nei	257,20	34,8 %
Nei	296,70	42,1 %
Nei	200,05	45,8 %
Ja	-76,29	-50,5 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand,R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	124,17	700,5	2195	19,09
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	28,97	576,33	1750	15,59
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	7,45	547,36	1200	9,71
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	49,67	539,91	1200	9,66
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	7,45	490,25	560	-0,85
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	74,50	482,80	563	-1,02
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	171,35	408,30	540	-1,52
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	9,66	236,95	310	-7,96
Uteluft			0,04					227,29	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>4,073</b>			<b>635,185</b>	<b>473,21</b>			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1173,67	67,1 %
Nei	652,64	54,4 %
Nei	660,09	55,0 %
Nei	69,75	12,5 %
Nei	80,20	14,2 %
Nei	131,70	24,4 %
Nei	73,05	23,6 %
Ja	-76,29	-50,5 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand,R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	124,17	700,5	2195	19,09
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	28,97	576,33	1750	15,59
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	7,45	547,36	1200	9,71
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	49,67	539,91	1200	9,66
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	7,45	490,25	560	-0,85
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	74,50	482,80	563	-1,02
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	171,35	408,30	517	-1,52
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	9,66	236,95	540	-7,88
Uteluft			0,04					227,29	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>4,073</b>			<b>635,185</b>	<b>473,21</b>			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1173,67	67,1 %
Nei	652,64	54,4 %
Nei	660,09	55,0 %
Nei	69,75	12,5 %
Nei	80,20	14,2 %
Nei	108,70	21,0 %
Nei	303,05	56,1 %
Ja	-76,29	-50,5 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand,R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykk Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	124,17	700,5	2195	19,09
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	28,97	576,33	1750	15,59
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	134,10	547,36	1200	9,71
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	49,67	413,26	1200	8,74
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	7,45	363,60	520	-1,76
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	74,50	356,15	520	-1,94
Iekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	171,35	281,65	517	-2,44
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	9,66	110,30	284	-8,88
Uteluft			0,04					100,64	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>4,204</b>			<b>805,185</b>	<b>590,86</b>			

U-verdi: 1/R **0,24**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1173,67	67,1 %
Nei	652,64	54,4 %
Nei	786,74	65,6 %
Nei	156,40	30,1 %
Nei	163,85	31,5 %
Nei	235,35	45,5 %
Nei	173,70	61,2 %
Nei	50,36	33,3 %



# Tak | Karasjok, sommer

## Sommer

### Grunnlag:

Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	12,9 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	70 %
Metningsstrykk inne, P <sub>sat,Inne</sub>	2335 Pa
Metningsstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	1496 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v,Inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v,ute</sub>	1047,2 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-346,7 Pa

### Tak (opprinelig)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstryk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	-74,65		2300	19,82
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	-1,66	775,15	2195	19,14
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	-134,37	776,81	2195	19,12
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	-1,66	911,17	1496	13,25
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434783	230	-103,01	912,83	1496	13,18
Panneplate	0,007	0,230	0,000030	0,0001	0,01428571	70	-31,35	1015,85	1496	12,92
Uteluft			0,04					-944,19	1496	12,9
Sum			5,185			774,074	-346,70			

U-verdi: 1/R

0,19

Damptrykk i sjiktgrense er større enn metningsstryk (for isolasjons-sjikt)

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,85 64,7 %
Nei	1416,19 64,6 %
Nei	584,83 39,1 %
Nei	583,17 39,0 %
Nei	480,15 32,1 %
Nei	2440,19 163,1 %

### Tak (Mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstryk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-74,65		2300	19,82
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,42	775,15	2195	19,14
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,48	792,57	2060	17,99
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	-29,86	797,05	2060	17,98
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,48	826,90	1935	16,84
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-44,79	831,38	1935	16,83
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,01	876,17	1818	16,51
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	-5,81	979,19	1703	15,25
Uteluft			0,04					984,99	1496	12,9
Sum			3,546			635,185	-284,49			

U-verdi: 1/R

0,28

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstryk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,85 64,7 %
Nei	1267,43 61,5 %
Nei	1262,95 61,3 %
Nei	1108,10 57,3 %
Nei	1103,62 57,0 %
Nei	941,83 51,8 %
Nei	723,81 42,5 %
Nei	511,01 34,2 %

### Tak (PIR)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstryk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-74,65		2300	19,82
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,42	775,15	2195	19,14
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,48	792,57	2060	17,99
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-29,86	797,05	2060	17,98
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,48	826,90	1818	15,92
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-44,79	831,38	1818	15,89
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,01	876,17	1818	15,79
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,81	979,19	1703	14,53
Uteluft			0,04					984,99	1496	12,9
Sum			4,073			635,185	-284,49			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstryk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,85 64,7 %
Nei	1267,43 61,5 %
Nei	1262,95 61,3 %
Nei	991,10 54,5 %
Nei	986,62 54,3 %
Nei	941,83 51,8 %
Nei	723,81 42,5 %
Nei	511,01 34,2 %

### Tak (VIP)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstryk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-74,65		2300	19,82
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,42	775,15	2195	19,14
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,48	792,57	2060	17,99
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-29,86	797,05	2060	17,98
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,48	826,90	1818	15,92
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-44,79	831,38	1818	15,89
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,01	876,17	1818	15,79
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,81	979,19	1703	14,53
Uteluft			0,04					984,99	1496	12,9
Sum			4,073			635,185	-284,49			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstryk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,85 64,7 %
Nei	1267,43 61,5 %
Nei	1262,95 61,3 %
Nei	991,10 54,5 %
Nei	986,62 54,3 %
Nei	941,83 51,8 %
Nei	723,81 42,5 %
Nei	511,01 34,2 %

### Tak (Low-E og mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense (Pa)	Metningsstryk (Pa)	Temperatur i sjiktgrense (°C)
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-74,65		2300	19,82
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-17,42	775,15	2195	19,14
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	-80,62	792,57	2060	17,99
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-29,86	873,19	2060	17,80
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,48	903,05	1818	15,74
Søyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-44,79	907,52	1818	15,71
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-103,01	952,31	1818	15,61
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,81	1055,33	1596	14,35
Uteluft			0,04					1061,13	1496	12,9
Sum			4,204			805,185	-360,63			

U-verdi: 1/R

0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstryk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1419,85 64,7 %
Nei	1267,43 61,5 %
Nei	1186,81 57,6 %
Nei	914,95 50,3 %
Nei	910,48 50,1 %
Nei	865,69 47,6 %
Nei	540,67 33,9 %
Nei	434,87 29,1 %

# Gulv | Karasjok, vinter

## Vinter

Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>u</sub>	-16,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	82 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat</sub> ,inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat</sub> ,ute	151 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v</sub> ,inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v</sub> ,ute	123,82 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	576,68 Pa

### Gulv (XPS med dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	21,44		2195	18,82
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	128,63	679,06	2060	18,31
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	289,41	550,43	437	-3,54
Dampserre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	21,44	261,02	269	-9,87
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	115,76	239,58	225	-12,14
Uteluft			0,04					123,82	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>576,68</b>			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1380,94	67,0 %
Ja	-113,43	-26,0 %
Nei	7,98	3,0 %
Ja	-14,58	-6,5 %
Nei	27,18	18,0 %

### Gulv (XPS uten dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	21,44		2195	18,82
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	128,63	679,06	2060	18,31
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	289,41	550,43	402	-5,00
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	115,76	261,02	225	-11,75
Uteluft			0,04					145,26	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>555,24</b>			

U-verdi: 1/R

0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1380,94	67,0 %
Ja	-148,43	-36,9 %
Nei	36,02	14,6 %
Ja	-36,02	-16,0 %
Nei	5,74	3,8 %

### Gulv (EPS med dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	21,44		2195	18,82
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	128,63	679,06	2060	18,31
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	347,29	550,43	437	-3,54
Dampserre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	21,44	203,14	238	-11,13
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	115,76	181,70	199	-13,41
Uteluft			0,04					65,94	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>634,56</b>			

U-verdi: 1/R

0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1380,94	67,0 %
Ja	-113,43	-26,0 %
Nei	34,86	14,6 %
Nei	17,30	8,7 %
Nei	85,06	56,3 %

### Gulv (EPS uten dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	21,44		2195	18,82
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	128,63	679,06	2060	18,31
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	347,29	550,43	437	-4,12
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	115,76	203,14	225	-11,97
Uteluft			0,04					87,30	151	-16,3
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>613,12</b>			

U-verdi: 1/R

0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1380,94	67,0 %
Ja	-113,43	-26,0 %
Nei	21,86	9,7 %
Nei	63,62	42,1 %

# Gulv | Karasjok, sommer

## Sommer

### Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20	°C
Temperatur ute, Tu	12,9	°C
Relativ fuktighet inne	30	%
Relativ fuktighet ute	70	%
Metningsstrykk inne, Psat, inne	2335	Pa
Metningsstrykk ute, Psat, ute	1496	Pa
Dampstrykk inne, Pv, inne	700,5	Pa
Dampstrykk ute, Pv, ute	1047,2	Pa
Forskjell dampstrykk inne- ute	-346,7	Pa

### Gulv (XPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,89	700,5	2195	19,77
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,33	713,39	2300	19,67
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-173,99	790,72	1703	15,40
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,89	964,71	1596	14,16
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-69,60	977,60	1500	13,71
Uteluft			0,04					1047,20	1496	12,9
Sum			3,987			498,148	-346,70			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,61	69,0 %
Nei	912,28	53,6 %
Nei	631,29	39,6 %
Nei	522,40	34,8 %
Nei	448,80	30,0 %

### Gulv (XPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,89	700,5	2195	19,77
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,33	713,39	2195	19,67
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-173,99	790,72	1703	15,11
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-69,60	964,71	1596	13,79
Uteluft			0,04					1034,31	1496	12,9
Sum			3,737			479,630	-333,81			

U-verdi: 1/R 0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1481,61	67,5 %
Nei	912,28	53,6 %
Nei	631,29	39,6 %
Nei	461,69	30,9 %

### Gulv (EPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,89	700,5	2300	19,77
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,33	713,39	2300	19,67
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-208,79	790,72	1703	15,40
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,89	999,51	1596	13,91
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-69,60	1012,40	1469	13,47
Uteluft			0,04					1082,00	1496	12,9
Sum			4,128			548,148	-381,50			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,61	69,0 %
Nei	912,28	53,6 %
Nei	596,49	37,4 %
Nei	456,60	31,1 %
Nei	414,00	27,7 %

### Gulv (EPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m2K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m²hPa)	Damp motstand m²hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,89	700,5	2300	19,77
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-77,33	713,39	2300	19,67
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-208,79	790,72	1703	15,27
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-69,60	999,51	1596	13,75
Uteluft			0,04					1069,11	1496	12,9
Sum			3,876			529,630	-368,61			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1586,61	69,0 %
Nei	912,28	53,6 %
Nei	596,49	37,4 %
Nei	426,89	28,5 %

# Vegg | Røros, vinter

## Vinter

### Grunnlag:

Temperatur inne, $T_i$	20 °C
Temperatur ute, $T_e$	-11,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	78 %
Metningsstrykk inne, $P_{sat, inne}$	2335 Pa
Metningsstrykk ute, $P_{sat, ute}$	238 Pa
Damptrykk inne, $P_v, inne$	700,5 Pa
Damptrykk ute, $P_v, ute$	185,64 Pa
Forsjøl damptrykk inne- ute	514,86 Pa

### VEGG (opprikelig)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	77,20		2195	19,02
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	21,45	623,30	1703	15,27
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	92,64	601,85	1228	10,21
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	64,34	509,21	1147	9,00
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	46,32	444,87	368	-6,15
Slyfe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	92,64	398,55	310	-8,03
luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00	230	106,54	305,91	284	-9,10
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73	199,37	260	-10,33
Uteluft			0,04					185,64	238	-11,3
Sum			4,173			1111,481	514,86			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1079,70 63,4 %
Nei	626,15 51,0 %
Nei	637,79 55,6 %
Ja	-76,87 -20,9 %
Ja	-88,55 -28,6 %
Ja	-21,91 -7,7 %
Nei	60,63 23,3 %
Nei	52,36 22,0 %

### VEGG (Mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73		2195	19,02
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	19,73	686,77	2060	18,36
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	50,95	667,05	1311	11,46
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	8,58	616,09	1300	10,87
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	166,76	607,51	1147	9,99
Dampsperrer	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	46,32	440,75	705	1,69
lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,00	210	97,28	394,43	656	1,12
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73	297,16	611	0,69
Uteluft			0,04					283,43	238	-11,3
Sum			2,703			900,370	417,07			

U-verdi: 1/R 0,37

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1373,23 66,7 %
Nei	643,95 49,1 %
Nei	683,91 52,6 %
Nei	539,49 47,0 %
Nei	264,25 37,5 %
Nei	261,57 39,9 %
Nei	313,84 51,4 %
Ja	-45,43 -19,1 %

### VEGG (PIR)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73		2195	19,02
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	19,73	686,77	2060	18,36
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	50,95	667,05	1311	11,46
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	8,58	616,09	1300	10,87
Stendere/ PIR	0,036	0,024	1,30	0,0001	0,0028	360	166,76	607,51	1147	9,99
Dampsperrer	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	46,32	440,75	517	-2,26
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73	394,43	475	-2,84
Uteluft			0,04					380,71	238	-11,3
Sum			3,173			690,370	319,79			

U-verdi: 1/R 0,32

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1373,23 66,7 %
Nei	643,95 49,1 %
Nei	694,91 53,0 %
Nei	539,49 47,0 %
Nei	76,25 14,7 %
Nei	80,57 17,0 %
Ja	-142,71 -60,0 %

### VEGG (VIP)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73		2195	19,02
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	19,73	686,77	2060	18,36
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	50,95	667,05	1311	11,46
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	8,58	616,09	1300	10,87
Stendere/ VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	166,76	607,51	1147	9,99
Dampsperrer	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	46,32	440,75	42	-29,59
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	77,20	394,43	37	-30,16
Uteluft			0,04					317,23	238	-11,3
Sum			7,227			827,407	385,27			

U-verdi: 1/R 0,14

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1373,23 66,7 %
Nei	643,95 49,1 %
Nei	683,91 52,6 %
Nei	539,49 47,0 %
Ja	-398,75 -94,4 %
Ja	-357,43 -96,0 %
Ja	-79,23 -33,3 %

### VEGG (Low-E og mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73		2195	19,02
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	19,73	686,77	2060	18,36
Slyfe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	50,95	667,05	1311	11,46
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	8,58	616,09	1311	10,87
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	166,76	607,51	1147	9,99
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,00555556	180	83,38	440,75	705	1,69
lekt/mineralull	0,021	0,25	0,08	0,0001	0,00	210	97,28	357,37	611	0,65
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	13,73	260,10	611	0,02
Uteluft			0,04					246,37	238	-11,3
Sum			2,792			980,370	454,13			

U-verdi: 1/R 0,36

Damptrykk i isolasjonsjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet
Nei	1373,23 66,7 %
Nei	643,95 49,1 %
Nei	694,91 53,0 %
Nei	539,49 47,0 %
Nei	264,25 37,5 %
Nei	253,63 41,5 %
Nei	350,80 57,4 %
Ja	-8,37 -3,5 %

# Vegg | Røros, sommer

## Sommer

### Grunnlag:

Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	11,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	76 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat,Inne</sub>	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat,ute</sub>	1350 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v,Inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v,ute</sub>	1026 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-325,5 Pa

### VEGG (opprikelig)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivivtet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							sjiktgrense Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,3	0,00054	0,01	166,67	-48,81		2195	19,73
Isolasjon	0,025	0,037	0,676	0,00054	0,0216	46,30	-13,56	749,31	2100	18,70
Plast	0,02	0,13	0,154	0,0001	0,005	200	-58,57	762,87	1935	17,31
Isolasjon	0,075	0,037	2,03	0,00054	0,01	138,9	-40,67	821,44	1935	16,99
Tyvek	0,01	0,04	0,25	0,0001	0,01	100	-29,29	862,11	1496	12,81
Slyffe	0,02	0,14	0,14	0,0001	0,005	200	-58,57	891,40	1400	12,30
luft	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,001	230	-67,36	949,97	1400	12,00
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68	1017,32	1400	11,67
Uteluft			0,04					1026,00	1350	11,4
Sum			4,173			1111,481	-325,50			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1350,69	64,3 %
Nei	1172,13	60,6 %
Nei	1113,56	57,5 %
Nei	633,89	42,4 %
Nei	508,60	36,3 %
Nei	450,03	32,1 %
Nei	382,68	27,3 %
Nei	324,00	24,0 %

### VEGG (Mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivivtet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							sjiktgrense Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68		2195	19,73
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-12,47	709,18	2100	19,55
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-32,21	721,65	2060	17,65
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,42	753,86	1935	17,49
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-105,43	759,29	1935	16,99
Dampsperre	0,021	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-29,29	864,71	1703	14,97
lekt/mineralull	0,021	0,37	0,06	0,0001	0,001	210	-61,50	894,00	1700	14,81
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68	955,50	1701	14,69
Uteluft			0,04					964,18	1350	11,4
Sum			2,703			900,370	-263,68			

U-verdi: 1/R 0,37

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1390,82	66,2 %
Nei	1338,35	65,0 %
Nei	1181,14	61,0 %
Nei	1175,71	60,8 %
Nei	838,29	49,2 %
Nei	805,00	47,4 %
Nei	745,50	43,8 %
Nei	385,82	28,6 %

### VEGG (PIR)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivivtet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							sjiktgrense Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68		2195	19,73
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-12,47	709,18	2100	19,55
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-32,21	721,65	2060	17,65
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,42	753,86	1935	17,49
Stendere/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,0001	0,0028	360	-105,43	759,29	1935	16,98
Dampsperre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-29,29	864,71	1596	13,88
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68	894,00	1596	13,73
Uteluft			0,04					902,68	1350	11,4
Sum			3,173			690,370	-202,18			

U-verdi: 1/R 0,32

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1390,82	66,2 %
Nei	1338,35	65,0 %
Nei	1181,14	61,0 %
Nei	1175,71	60,8 %
Nei	731,29	45,8 %
Nei	702,00	44,0 %
Nei	447,32	33,1 %

### VEGG (VIP)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivivtet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							sjiktgrense Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68		2195	19,73
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-12,47	709,18	2100	19,55
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-32,21	721,65	2060	17,65
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,42	753,86	1935	17,49
Stendere/ VIP	0,036	0,007	5,14	0,0001	0,0028	360	-105,43	759,29	1935	16,98
Dampsperre	0,01	0,13	0,08	0,0001	0,01	100	-29,29	864,71	935	6,38
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-48,81	894,00	935	6,22
Uteluft			0,04					942,81	1350	11,4
Sum			7,227			827,407	-242,31			

U-verdi: 1/R 0,14

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1390,82	66,2 %
Nei	1338,35	65,0 %
Nei	1181,14	61,0 %
Nei	1175,71	60,8 %
Nei	731,29	45,8 %
Nei	70,29	7,5 %
Nei	41,00	4,4 %
Nei	407,19	30,2 %

### VEGG (Low-E og mineralull)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivivtet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)							sjiktgrense Pa		
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68		2195	19,73
Lekt / lufting	0,023	0,025	0,920	0,00054	0,023	42,59	-12,47	709,18	2100	19,55
Slyffe	0,011	0,14	0,079	0,0001	0,009	110	-32,21	721,65	2060	17,65
Vindsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-5,42	753,86	1935	17,49
Mineralull	0,036	0,037	0,97	0,0001	0,0028	360	-105,43	759,29	1935	16,98
Low-E	0,018	0,13	0,14	0,0001	0,00555556	180	-52,71	864,71	1703	14,97
lekt/mineralull	0,021	0,25	0,08	0,0001	0,001	210	-61,50	917,43	1703	14,68
Gran	0,016	0,18	0,089	0,00054	0,03	29,63	-8,68	978,93	1596	14,51
Uteluft			0,04					987,60	1350	11,4
Sum			2,792			980,370	-287,10			

U-verdi: 1/R 0,36

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1390,82	66,2 %
Nei	1338,35	65,0 %
Nei	1181,14	61,0 %
Nei	1175,71	60,8 %
Nei	838,29	49,2 %
Nei	785,57	46,1 %
Nei	617,07	38,2 %
Nei	362,40	26,8 %

# Tak | Røros, vinter

## Vinter

Grunnlag:

Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-11,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	78 %
Metningsstrykk inne, Pstat,Inne	2335 Pa
Metningsstrykk ute, Pstat, ute	238 Pa
Dampstrykk inne, Pv,Inne	700,5 Pa
Dampstrykk ute, Pv,ute	185,64 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	514,86 Pa

Tak (opprikelig)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,5	0,00054	0,01	166,67	110,86	700,5	2195	19,22
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	2,46	589,64	1818	16,20
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	199,54	587,18	1818	16,10
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	2,46	387,64	260	-9,76
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00434783	230	152,98	385,18	260	-10,07
Panneplate	0,007	0,18	0,00039	0,0001	0,01428571	70	46,56	232,20	238	-11,06
Uteluft			0,04					-338,62	238	-13,3
Sum			5,185			774,074	514,86			

U-verdi: 1/R **0,19**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1228,36	67,6 %
Nei	747,22	57,0 %
Ja	-127,64	-49,1 %
Ja	-125,18	-48,1 %
Nei	5,80	2,0 %
Nei	576,62	242,3 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	110,86	700,5	2195	19,22
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	25,87	589,64	1818	16,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	6,65	563,78	1311	11,13
Bjelkelag/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	44,34	557,13	1311	11,08
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,100	10	6,65	512,79	872	5,21
Sløyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	66,51	506,13	872	5,06
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	152,98	439,62	813	4,63
Panneplate	0,007	0,18	0,03889	0,00054	0,08	12,96	8,62	286,64	611	-0,93
Uteluft			0,04					278,02	238	-11,3
Sum			5,546			635,185	422,48			

U-verdi: 1/R **0,28**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1228,36	67,6 %
Nei	747,22	57,0 %
Nei	753,87	57,5 %
Nei	359,21	41,2 %
Nei	365,87	42,0 %
Nei	373,38	45,3 %
Nei	324,36	53,1 %
Ja	-40,02	-16,8 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	110,86	700,5	2195	19,22
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	25,87	589,64	1818	16,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	6,65	506,13	1311	11,13
Bjelkelag/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	44,34	557,13	1311	11,08
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,100	10	6,65	512,79	705	2,03
Sløyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	66,51	506,13	702	1,88
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	152,98	439,62	656	1,44
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	8,62	286,64	437	-4,11
Uteluft			0,04					278,02	238	-11,3
Sum			4,073			635,185	422,48			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1228,36	67,6 %
Nei	747,22	57,0 %
Nei	753,87	57,5 %
Nei	192,21	27,3 %
Nei	195,87	27,3 %
Nei	216,38	33,0 %
Nei	150,36	34,4 %
Ja	-40,02	-16,8 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	110,86	700,5	2195	19,22
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	25,87	589,64	1818	16,20
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	6,65	563,78	1311	11,13
Bjelkelag/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	44,34	557,13	1311	11,08
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,100	10	6,65	512,79	705	2,03
Sløyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	66,51	506,13	705	1,88
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	152,98	439,62	656	1,44
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	8,62	286,64	437	-4,11
Uteluft			0,04					278,02	238	-11,3
Sum			4,073			635,185	422,48			

U-verdi: 1/R **0,25**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1228,36	67,6 %
Nei	747,22	57,0 %
Nei	753,87	57,5 %
Nei	192,21	27,3 %
Nei	198,87	28,2 %
Nei	216,38	33,0 %
Nei	150,36	34,4 %
Ja	-40,02	-16,8 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningsstryk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	110,86	700,5	2195	19,22
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	25,87	589,64	1818	16,20
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	119,72	563,78	1311	11,13
Bjelkelag/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	44,34	444,06	1228	10,29
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,100	10	6,65	399,71	656	1,24
Sløyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	66,51	399,06	656	1,09
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	152,98	328,55	611	0,65
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	8,62	173,57	402	-4,90
Uteluft			0,04					164,95	238	-11,3
Sum			4,204			805,185	535,55			

U-verdi: 1/R **0,24**

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningsstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1228,36	67,6 %
Nei	747,22	57,0 %
Nei	783,94	63,8 %
Nei	256,29	39,1 %
Nei	262,94	40,1 %
Nei	284,45	46,8 %
Nei	228,43	56,8 %
Nei	73,05	30,7 %



# Tak | Røros, sommer

## Sommer

Grunnlag:	
Temperatur inne, T <sub>i</sub>	20 °C
Temperatur ute, T <sub>e</sub>	11,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	76 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat, inne</sub>	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat, ute</sub>	1350 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v, inne</sub>	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v, ute</sub>	1026 Pa
Forskjel damptrykk inne- ute	-325,5 Pa

Tak (opprinnelig)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense		Temperatur i sjiktgrense (°C)
	(m)							Pa	Pa	
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-70,08	700,5	2195	19,78
Dampsperre	0,002	0,13	0,015	0,00054	0,27	3,70	-1,56	770,58	2195	18,96
Isolasjon	0,03	0,007	4,286	0,0001	0,00333333	300	-126,15	772,14	2100	18,99
Vindsperre	0,002	0,04	0,05	0,00054	0,27	3,7	-1,56	898,29	1400	11,82
Lufting	0,023	0,14	0,16	0,0001	0,00494783	230	-96,72	899,85	1400	11,74
Panneplate	0,007	0,230	0,00030	0,0001	0,01428571	70	-29,44	996,56	1311	11,47
Uteluft			0,04					-929,28	1350	11,4
Sum			5,183			774,074	-325,50			

U-verdi: 1/R

0,19

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1424,42	64,9 %
Nei	1327,86	63,2 %
Nei	501,71	35,8 %
Nei	500,15	35,7 %
Nei	314,44	24,0 %
Nei	2279,28	168,8 %

Tak (Mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense		Temperatur i sjiktgrense (°C)
	(m)							Pa	Pa	
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-70,08	700,5	2195	19,78
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-16,35	770,58	2195	18,96
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,21	786,94	1935	17,56
Bjelkeleg/ mineralull	0,036	0,037	0,97	0,00054	0,02	66,7	-28,03	791,14	1935	17,55
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,21	819,18	1818	15,94
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-42,05	823,38	1818	15,89
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-96,72	865,43	1818	15,78
Panneplate	0,007	0,18	0,0389	0,00054	0,08	12,96	-5,45	962,15	1596	14,23
Uteluft			0,04					967,60	1350	11,4
Sum			5,546			635,185	-267,10			

U-verdi: 1/R

0,28

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1424,42	64,9 %
Nei	1148,06	59,3 %
Nei	1143,86	59,1 %
Nei	998,82	54,9 %
Nei	894,62	54,7 %
Nei	952,57	52,6 %
Nei	633,85	39,7 %
Nei	382,40	28,3 %

Tak (PIR)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense		Temperatur i sjiktgrense (°C)
	(m)							Pa	Pa	
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-70,08	700,5	2195	19,78
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-16,35	770,58	2195	18,96
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,21	786,94	1935	17,56
Bjelkeleg/ PIR	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-28,03	791,14	1940	17,53
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,21	819,18	1703	15,06
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-42,05	823,38	1703	15,02
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-96,72	865,43	1700	14,90
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,45	962,15	1496	13,38
Uteluft			0,04					967,60	1350	11,4
Sum			4,073			635,185	-267,10			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1424,42	64,9 %
Nei	1148,06	59,3 %
Nei	1143,86	59,2 %
Nei	883,82	51,0 %
Nei	879,62	51,7 %
Nei	834,57	49,1 %
Nei	533,85	35,7 %
Nei	382,40	28,3 %

Tak (VIP)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense		Temperatur i sjiktgrense (°C)
	(m)							Pa	Pa	
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-70,08	700,5	2195	19,78
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-16,35	770,58	2100	18,96
Dampsperre	0,001	0,13	0,008	0,0001	0,100	10	-4,21	786,94	1935	17,56
Bjelkeleg/ VIP	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-28,03	791,14	1935	17,55
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,21	819,18	1703	15,06
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-42,05	823,38	1703	15,02
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-96,72	865,43	1703	14,90
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,45	962,15	1496	13,38
Uteluft			0,04					967,60	1350	11,4
Sum			4,073			635,185	-267,10			

U-verdi: 1/R

0,25

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1329,42	63,3 %
Nei	1148,06	59,3 %
Nei	1143,86	59,1 %
Nei	883,82	51,0 %
Nei	879,62	51,7 %
Nei	837,57	49,2 %
Nei	533,85	35,7 %
Nei	382,40	28,3 %

Tak (Low-E og mineralull)										
Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>2</sup> hPa)	Damp motstand (m <sup>2</sup> hPa/g)	Damptrykkfall (Pa)	Damptrykk i sjiktgrense		Temperatur i sjiktgrense (°C)
	(m)							Pa	Pa	
Inneluft			0,13						2335	20
Poppel	0,09	0,18	0,500	0,00054	0,01	166,67	-70,08	700,5	2195	19,78
Lekt (innfelt)	0,021	0,025	0,840	0,00054	0,026	38,89	-16,35	770,58	2195	18,96
Low-E	0,018	0,13	0,138	0,0001	0,006	180	-75,69	786,94	1935	17,56
Bjelkeleg/ Mineralull	0,036	0,024	1,50	0,00054	0,02	66,7	-28,03	862,63	1935	17,33
Vindsperre	0,001	0,04	0,03	0,0001	0,1000	10	-4,21	890,66	1703	14,84
Slyfe	0,01	0,14	0,07	0,0001	0,01	100	-42,05	894,87	1703	14,80
lekt/lufting	0,023	0,025	0,92	0,0001	0,00	230	-96,72	936,92	1700	14,68
Panneplate	0,007	0,18	0,039	0,00054	0,08	12,96	-5,45	1039,61	1496	13,16
Uteluft			0,04					1039,08	1350	11,4
Sum			4,204			805,185	-338,58			

U-verdi: 1/R

0,24

Damptrykk i isolasjonsgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1424,42	64,9 %
Nei	1148,06	59,3 %
Nei	1072,37	55,4 %
Nei	812,34	47,7 %
Nei	808,13	47,5 %
Nei	763,08	44,9 %
Nei	462,37	30,9 %
Nei	310,92	23,0 %

# Gulv | Røros, vinter

## Vinter

Grunnlag:	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	-11,3 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	78 %
Metningstrykk inne, Pstat, inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, Pstat, ute	238 Pa
Damptrykk inne, Pv, inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, Pv, ute	185,64 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	514,86 Pa

### Gulv (XPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft										
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	19,14	700,5	2195	18,98
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	114,84	681,36	2060	18,54
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	258,39	566,52	611	-0,30
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	19,14	308,13	368	-5,75
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	103,35	288,99	338	-7,71
Uteluft			0,04					185,64	238	-11,3
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>514,86</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1378,64	66,9 %
Nei	44,48	7,3 %
Nei	59,87	16,3 %
Nei	49,01	14,5 %
Nei	52,36	22,0 %

### Gulv (XPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft										
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	19,14	700,5	2195	18,98
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	114,84	681,36	2060	18,54
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	258,39	566,52	563	-1,56
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	103,35	308,13	338	-7,38
Uteluft			0,04					204,78	238	-11,3
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>495,72</b>			

U-verdi: 1/R 0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1378,64	66,9 %
Ja	-3,52	-0,6 %
Nei	29,87	8,8 %
Nei	33,22	14,0 %

### Gulv (EPS med dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft										
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	19,14	700,5	2195	18,98
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	114,84	681,36	2060	18,54
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	310,06	566,52	611	-0,30
Dampsperre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	19,14	256,46	338	-6,86
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	103,35	237,32	284	-8,81
Uteluft			0,04					133,96	238	-11,3
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>566,54</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1378,64	66,9 %
Nei	44,48	7,3 %
Nei	81,54	24,1 %
Nei	46,68	16,4 %
Nei	104,04	43,7 %

### Gulv (EPS uten dampsperre)

Sjikt	Tykkelse, t (m)	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
Inneluft										
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	19,14	700,5	2195	18,98
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	114,84	681,36	2060	18,54
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	310,06	566,52	563	-0,84
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	103,35	256,46	338	-7,51
Uteluft			0,04					153,10	238	-11,3
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>547,40</b>			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1378,64	66,9 %
Ja	-3,52	-0,6 %
Nei	81,54	24,1 %
Nei	84,90	35,7 %



# Gulv | Røros, sommer

## Sommer

<b>Grunnlag:</b>	
Temperatur inne, Ti	20 °C
Temperatur ute, Tu	11,4 °C
Relativ fuktighet inne	30 %
Relativ fuktighet ute	76 %
Metningstrykk inne, P <sub>sat</sub> , inne	2335 Pa
Metningstrykk ute, P <sub>sat</sub> , ute	1350 Pa
Damptrykk inne, P <sub>v</sub> , inne	700,5 Pa
Damptrykk ute, P <sub>v</sub> , ute	1026 Pa
Forskjell damptrykk inne- ute	-325,5 Pa

### Gulv (XPS med dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,10		2195	19,72
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-72,60	712,60	2100	19,60
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-163,36	785,20	1596	14,42
Dampserre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,10	948,56	1496	12,92
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-65,34	960,66	1400	12,39
Uteluft			0,04					1026,00	1350	11,4
<b>Sum</b>			<b>3,987</b>			<b>498,148</b>	<b>-325,50</b>			

U-verdi: 1/R 0,25

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1387,40	66,1 %
Nei	810,80	50,8 %
Nei	547,44	36,6 %
Nei	439,34	31,4 %
Nei	324,00	24,0 %

### Gulv (XPS uten dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,10		2195	19,72
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-72,60	712,60	2335	19,60
XPS	0,025	0,036	0,694	0,0001	0,004	250	-163,36	785,20	1596	14,08
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-65,34	948,56	1400	12,48
Uteluft			0,04					1013,90	1350	11,4
<b>Sum</b>			<b>3,737</b>			<b>479,630</b>	<b>-313,40</b>			

U-verdi: 1/R 0,27

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1622,40	69,5 %
Nei	810,80	50,8 %
Nei	451,44	32,2 %
Nei	336,10	24,9 %

### Gulv (EPS med dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,10		2195	19,72
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-72,60	712,60	2100	19,60
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-196,03	785,20	1596	14,42
Dampserre	0,01	0,04	0,25	0,00054	0,05	18,5	-12,10	981,23	1496	12,62
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-65,34	993,33	1400	12,09
Uteluft			0,04					1058,67	1350	11,4
<b>Sum</b>			<b>4,126</b>			<b>548,148</b>	<b>-358,17</b>			

U-verdi: 1/R 0,24

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1387,40	66,1 %
Nei	810,80	50,8 %
Nei	514,77	34,4 %
Nei	406,67	29,0 %
Nei	291,33	21,6 %

### Gulv (EPS uten dampserre)

Sjikt	Tykkelse, t	Konduktivitet (W/mK)	Varme motstand, R (m <sup>2</sup> K/W)	Permeabilitet (g/mhPa)	Permeans (g/m <sup>3</sup> hPa)	Damp motstand m <sup>2</sup> hPa/g	Damptrykkfall Pa	Damptrykk i sjiktgrense Pa	Metningstrykk Pa	Temperatur i sjiktgrense °C
	(m)									
Inneluft			0,13					700,5	2335	20
Poppel	0,01	0,18	0,056	0,00054	0,05	18,52	-12,10		2195	19,72
D-pro/varmefoile	0,06	0,025	2,400	0,00054	0,009	111,11	-72,60	712,60	2195	19,60
EPS	0,03	0,036	0,833	0,0001	0,003	300	-196,03	785,20	1596	14,27
Aluminiumsplate	0,01	0,024	0,42	0,0001	0,0100	100	-65,34	981,23	1400	12,43
Uteluft			0,04					1046,57	1350	11,4
<b>Sum</b>			<b>3,876</b>			<b>529,630</b>	<b>-346,07</b>			

U-verdi: 1/R 0,26

Damptrykk i isolasjonssjiktgrense er mindre enn metningstrykk

Kondens fare	Reste kapasitet	
Nei	1482,40	67,5 %
Nei	810,80	50,8 %
Nei	418,77	29,9 %
Nei	303,43	22,5 %

