

1 Dokumentbeskrivning

Detta dokument utgör en delrapport för bedömning av invändig tilläggsisolering på ett tillämpningsfall i Lund – Sjuksystem 1. Dokumentet ingår i det analysarbete som utförs i projektet:

Projekt: Invändig tilläggsisolering av ytterväggar
Utförare: Lunds universitet
Samfinansierare: Energimyndigheten, Vallonbygden AB, Lunds Universitet med flera

Projektstart: Mars 2019
Projektslut: December 2022

Projektledare: Jesper Arfvidsson

I en del av projektet analyseras olika sätt att tilläggsisolera befintliga ytterväggar, dessa ur energi- och fukt-säkerhetssynvinkel med hjälp av hygrotermiska beräkningar företrädesvis i beräkningsprogrammet WUFI.

2 Metod

Simuleringarna bygger på existerande konstruktion, dvs. de väggar som existerar i dagens byggnad. Kompletterande data hämtas från diverse litteratur, men främst från boken ”Så här byggdes husen”.

I dessa simuleringar utreds inverkan av olika isoleringslösningar med samma inverkan på U-värdet. För att upptäcka lösningar som finns har en marknadsundersökning utförts, samt genom en mindre litteratursökning.

- Fuktegenskaper –
 - o Öppna/ täta
 - o Kapillärt aktiva/ täta
 - o Buffrande/ täta
- Membran – aktiva/ öppna/ täta

I dessa simuleringar har fokus varit på den inverkan som de tekniska lösningarna har haft på biologiska material i väggen eller i anslutning till väggen.

2.1 WUFI Pro

WUFI Pro är en kommersiell programvara för endimensionella transienta hygrotermiska beräkningar av byggtkniska konstruktioner utvecklad av *Fraunhofer IBP*. Programmet nyttjas både av konsulter i branschen såväl som forskare i akademien. För att undvika felaktiga beräkningar baserade på okunskap krävs kompetens av utövaren bildad genom kurser i programmet, förståelse för byggnadsfysiken och byggtekniken, samt erfarenhet av liknande beräkningar. Mer om programmet finns på hemsidan [1].

2.1.1 Uteklimatdata

Uteklimatdata hämtad via METEONORM 8 för Lund. Klimatdatafilerna består av normalår baserade på klimatdata från befintliga väderstationer på/vid orten, kompletterad med interpolerade data enligt METEONORMs statistiska algoritm. Normalåret har baserats bl.a. på data för strålning mellan 1991–2010, och temperatur mellan 2000–2009.

2.1.2 Klimatdata inomhus

Väljs i enlighet med EN15026 och dimensionerande medelfuktbelastning.

2.1.3 Modelluppbyggnad

Huset finns på Systervägen 1 i Lund, se nedan fotografier och ritningar. Ritningar för byggnaden är utförda i december 1948, vilket innebär att huset bör ha uppförts slutet av 40-tal eller tidigt 50-tal.

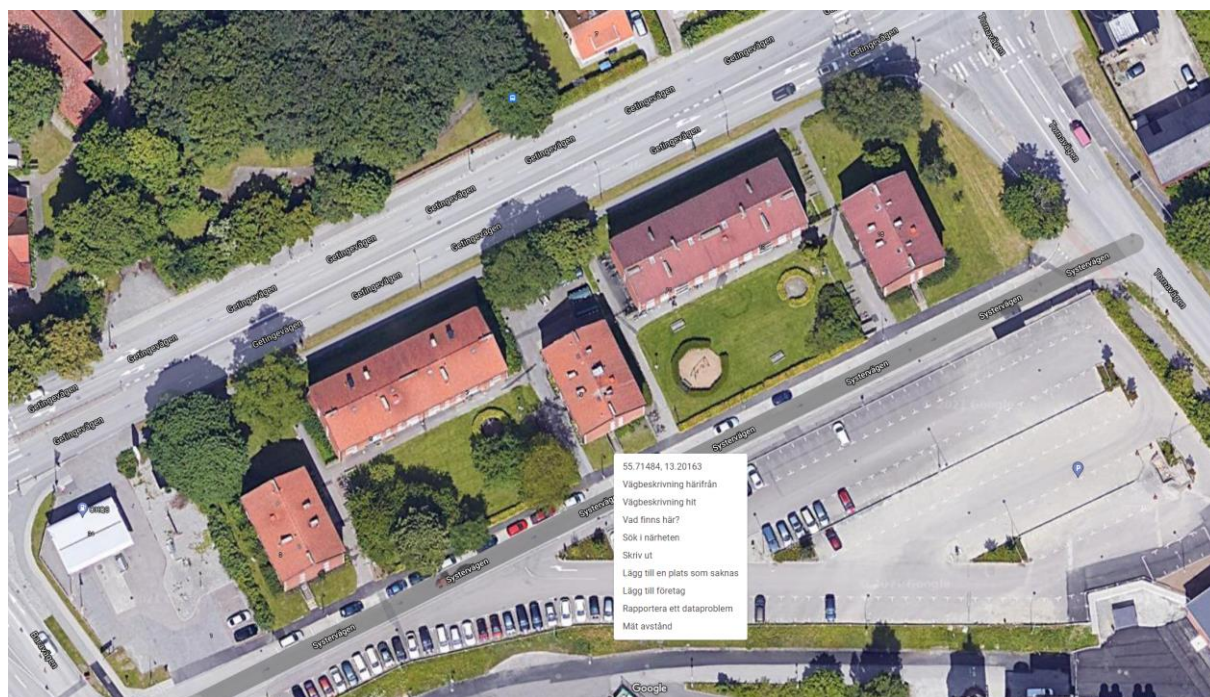
Med tillämpning av fotografier och ritningar har huset identifierats baserat på ”Så här byggdes husen”, till *Lamellhus, tegel, 1935-1955*. Ytterväggars uppbyggnad:

- ½ sten fasadtegel
- 30 mm glasull
- ½ sten bärande tegel
- 10 mm KC-puts

Fasaden är ej målad och byggnaderna har hörn mot sydväst, väggar mot syd-sydöst, öst-nordöst, nord-nord-väst och väst-sydväst.

Förutom dessa förutsättningar, väljs:

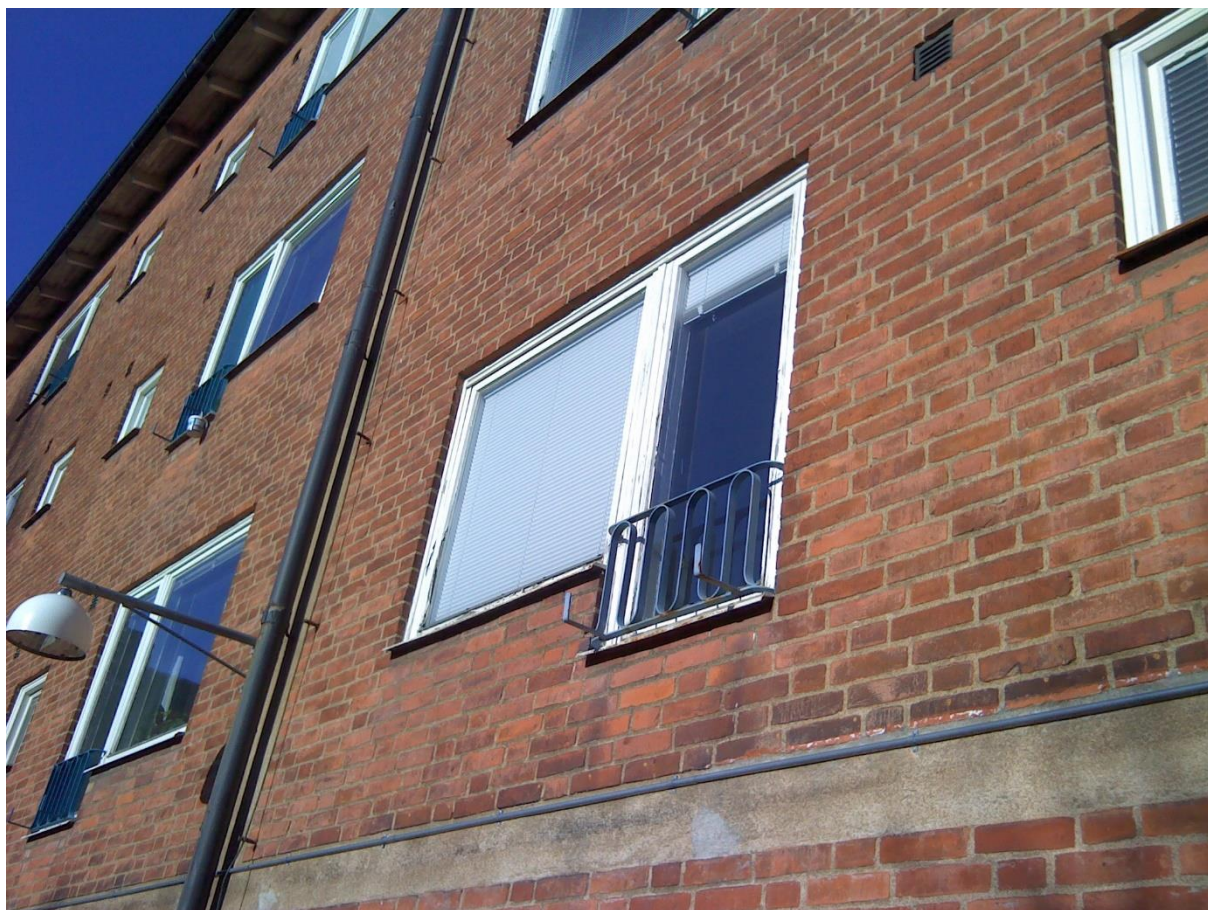
- Orientering åt den riktning som har störst frekvens av slagregn.
 - Sydväst
- Regnbelastning enligt ASHRAE Standard 160
 - Höjd på byggnad >10m
 - Exponeringskategori: Medel
 - Vägg utsatt för regnavrinning (Regnuppsamling= 1)
- Ytövergångskoefficienter ytteryta
 - Yttervägg
 - Ingen ytbehandling.
 - Kortvågig strålning – mörk (0.8)
 - Kortvågig reflektionsförmåga – standard
 - Absorptionstal för regnvatten: 0.7
- Ytövergångskoefficienter inneryta
 - Värmemotstånd – yttervägg: 0.125
 - Latexfärg (Sd-värde 0.2)
- Begynnelsevillkor: Se ovan text
 - Medelvärde temp: 22°C
 - 60% RF



FIGUR 1: GOOGLE MAPS (OVAN) GOOGLE EARTH (NEDAN).



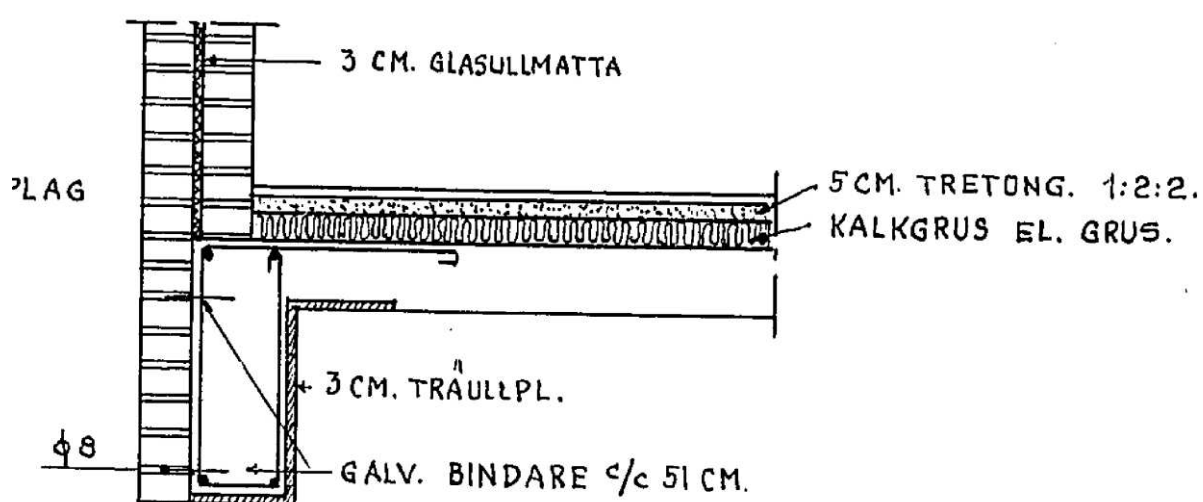
FIGUR 2: BILDER



FIGUR 3: BILDER



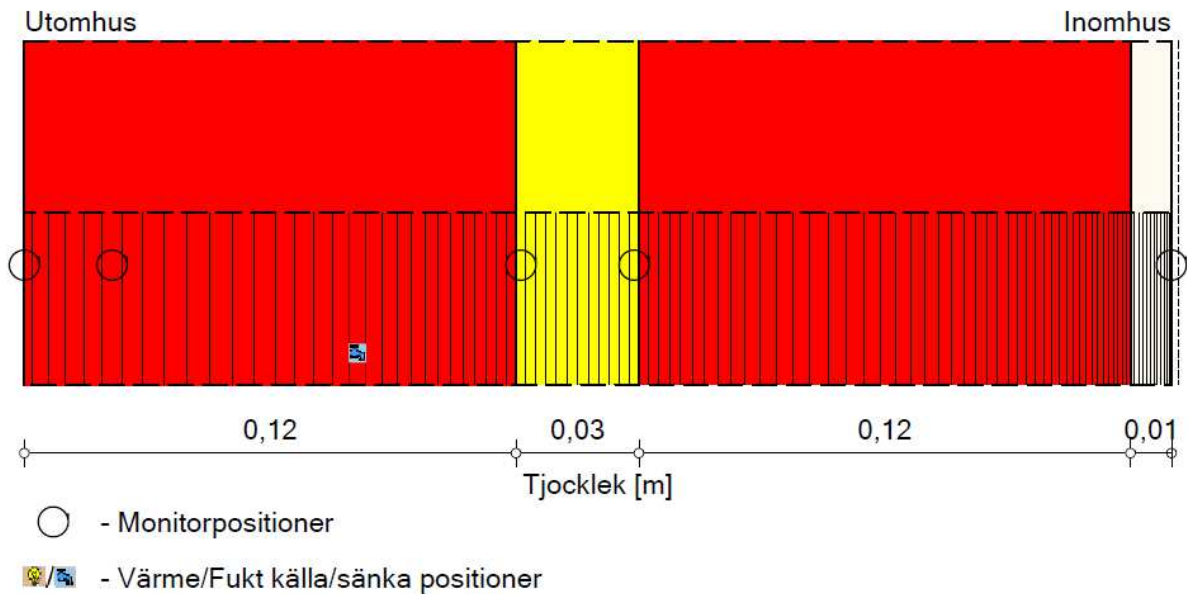
FIGUR 4: BILDER



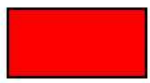
FIGUR 5: RITNING

Konstruktionsuppbyggnad

Fall: Grundfall EN15026 Lund



Material:

	- Solid Brick Masonry	0,12 m
	- Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	0,03 m
	- Solid Brick Masonry	0,12 m
	- Cement Lime Plaster (stucco, A-value: 1.0 kg/m ² h ^{0.5})	0,01 m

Sd-värde invändigt [m]: 0.2

Total tjocklek: 0,28 m

Värmegenomgångsmotstånd: 1,11 (m² K)/W

U-värde: 0,772 W/(m² K)

FIGUR 6: YTTERVÄGG MODELLERAD I WUFI PRO, GRUNDFALL.

2.1.4 Fallstudie

I grundfallet antas förutsättningar enligt ovan beskriven modelluppbyggnad och en beräkningsperiod på tio år för att visa status vid inbyggnad och då utjämning har uppnåtts mot omgivande klimat. Den längre perioden beror på att väggen är enstegstätad och att en ökande trend i fukttinnehållet upptäcks vid endast tre års

simulering. Eftersom simuleringar har utförts för att bestämma begynnelsefuktkvot antas även tillagd isolering ha samma relativa fuktighet som väggen vid inbyggnad (dvs. tillkommer ingen byggfukt).

För att ytterligare kontrollera robusthet (i enlighet med rådande standarder) har regninträngning antagits nå **1/4-del in i väggen i enstegstätade väggar**. Detta är sannolikt vid fönster- och dörröppningar, genomföringar för balkonger, installationer, m.m.

Följande lösningar har provats för en minskning av U-värdet med ½.

TABELL 1. LÖSNINGAR FÖR EN MINSKNING AV U-VÄRDET MED 1/2. 0,772 W/M²K → 0,386 W/M²K.

Bet	Lösning	Tjocklek	Diffmotstånd vattenånga [-]	Koeff. Suction max [m ² /s]
B	EPS Grey 032	0.04	57	0
C	ROCKWOOL Klemmrock 035 + vapour retarder (sd=100m)	0.043	1,3+100 000	0
D	CaSi-Board (Lüneburg)	0.067	3,23	2,0*10 ⁻⁵
E	Cellulose Fibre (heat cond.: 0,04 W/mK)	0.058	1,5	0
F	ROCKWOOL Klemmrock 035 + ISOVER Vario KM Duplex	0.043	1,3+4000	0

$$g_v = -\delta \cdot dp/dx \quad (\text{in air}),$$

g_v	[kg/m ² s]	:	water vapor flux density
p	[Pa]	:	water vapor partial pressure
δ	[kg/(msPa)]	:	water vapor diffusion coefficient in air,

$$\delta = 2.0 \cdot 10^{-7} \cdot T^{0.81} / P_L$$

T	[K]	:	absolute ambient temperature
P_L	[Pa]	:	ambient atmospheric pressure.

$$g_v = -(\delta / \mu) \cdot dp/dx \quad (\text{in porous material}),$$

μ	[-]	:	water vapor diffusion resistance factor.
-------	-----	---	--

s	[m]	:	layer of thickness
-----	-----	---	--------------------

$$s_d = \mu \cdot s$$

This "sd-value" or "vapor diffusion thickness" expresses the diffusion resistance of a layer in a form which is easily understood and applied.

2.1.5 Riskanalys

Risk för mikrobiologisk påväxt har utvärderats på känsliga punkter i konstruktionen, vilka bestämts kvalitativt baserat på känd teori (i byggnadsfysik) samt tidigare erfarenhet i riskbedömning.

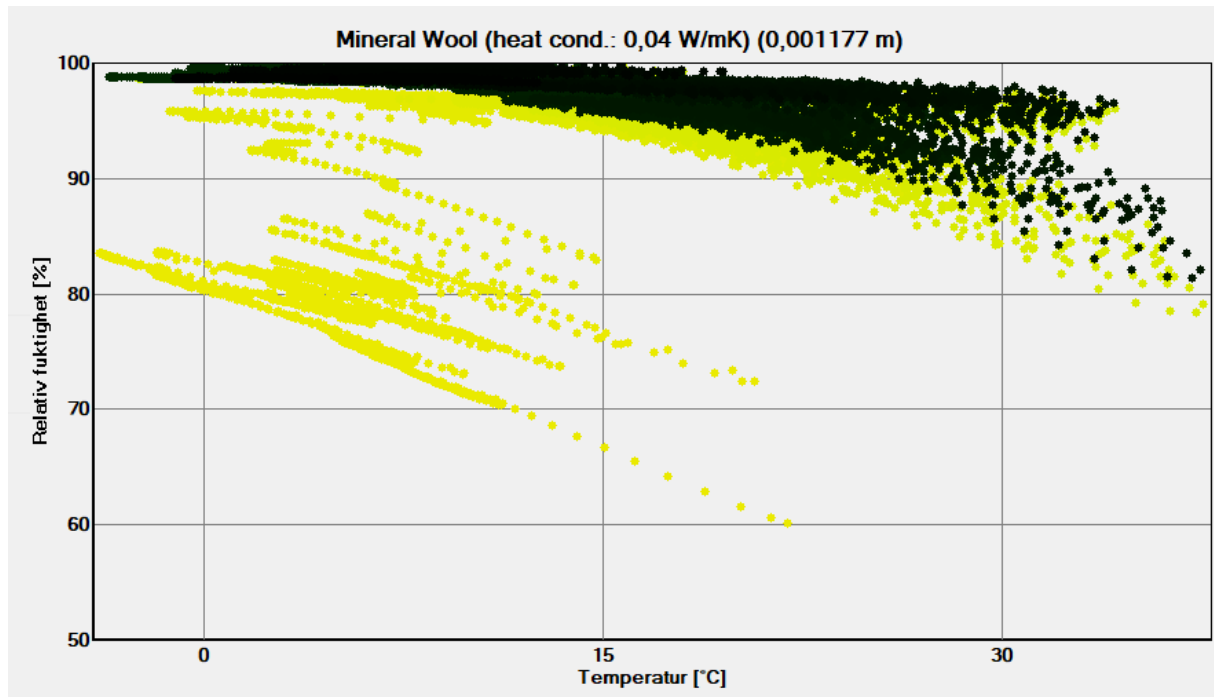
Analysen har utförts genom tillämpning av Viitanens modell för mögelriskbedömning [5].

3 Resultat

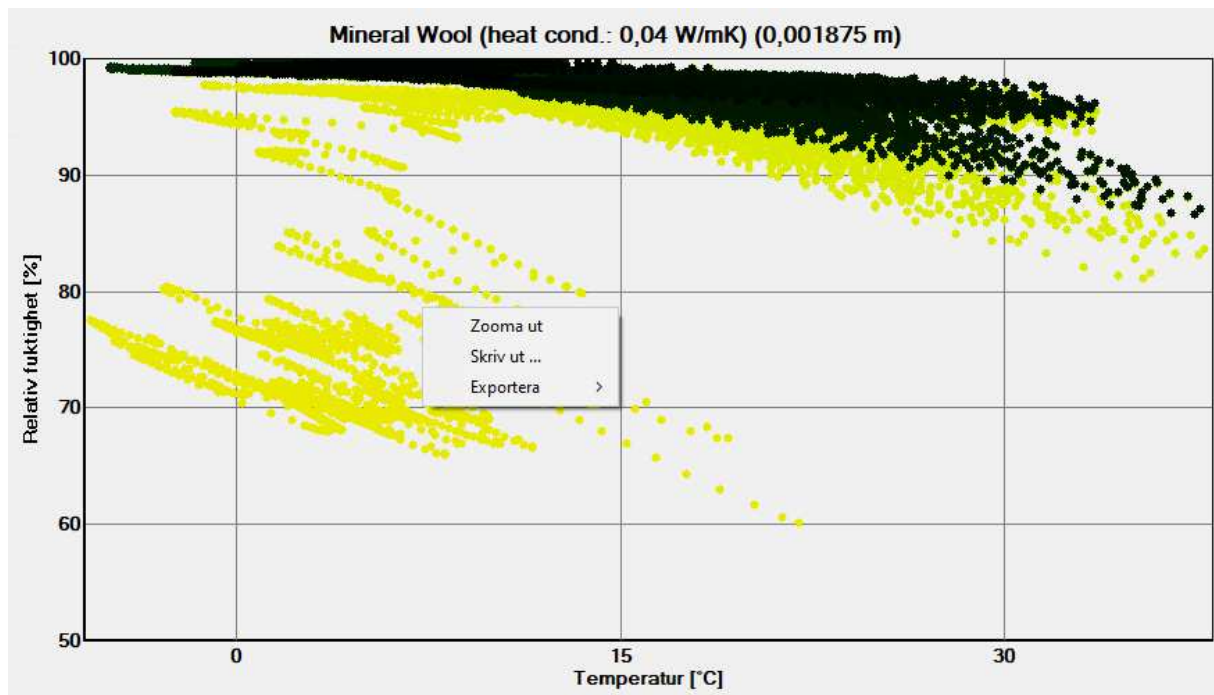
3.1 Risk för mögelpåväxt på befintlig glasull

Följande isopleth-diagram används för att bedöma fuktskaderisker för glasullen mitt i väggen. Eftersom glasull i sig är ett icke-biologiskt material finns egentligen inte risk för mögelpåväxt på denna om den inte är kontaminerad. Dock är sannolikheten för kontaminering hög, särskilt vid oaksamhet vid förvaring och hantering. Därför bedöms skaderisken med hänsyn till mögelpåväxt.

Av figurerna framgår att glasullen i grundfallet redan är fuktskadad. Oavsett lösning förändras inte risken för glasullen.



FIGUR 7: ISOPLET-DIAGRAM, GRUNDFALL.

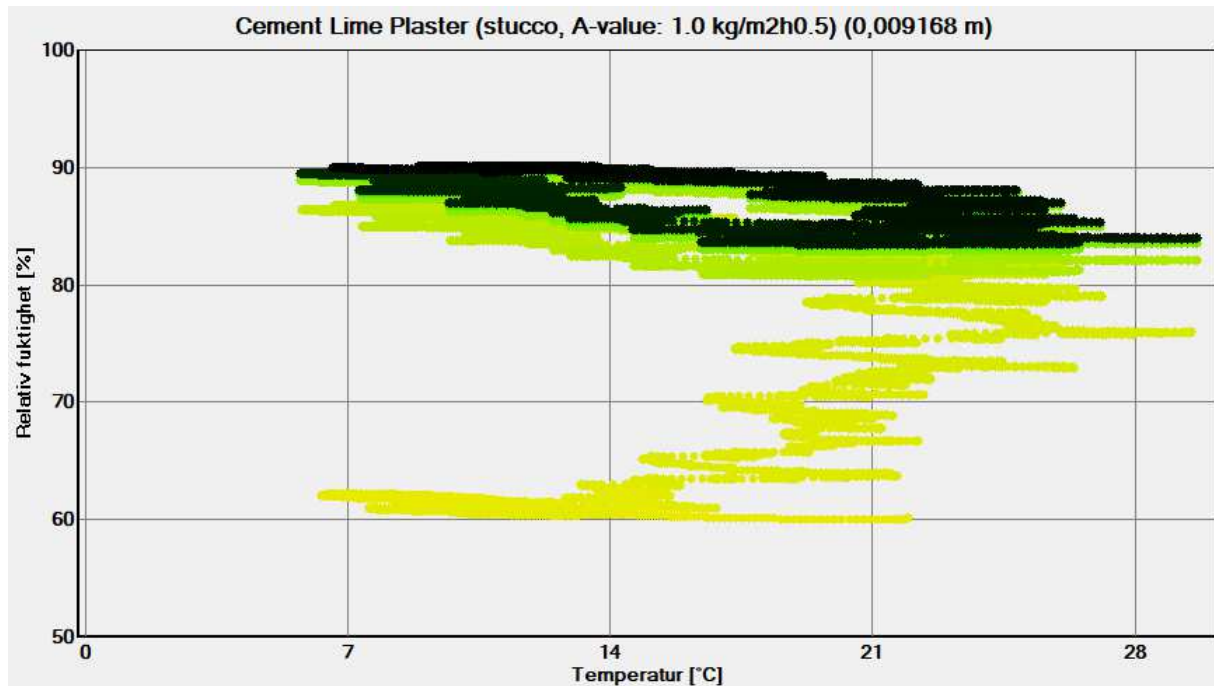


FIGUR 8: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING CASI.

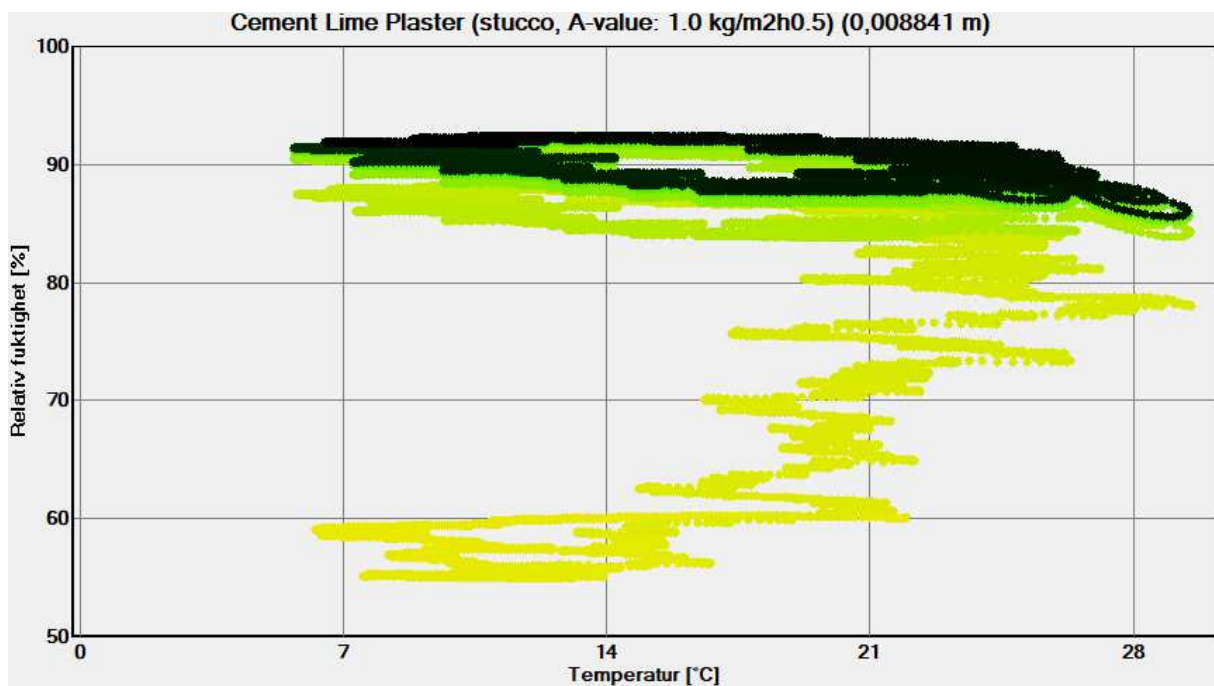
3.2 Risk för mögelpåväxt på insida av befintlig yttervägg

Följande isopleth-diagram används för att bedöma fuktskaderisker på innerytan av den befintliga väggen. Eftersom kalkcementputs i sig är ett icke-biologiskt material finns egentligen inte risk för mögelpåväxt på denna om den inte är kontaminerad. Dock är sannolikheten för kontaminering hög, särskilt pga slitage och användning. Det finns även risk för att ytan har tapetserats. Skulle ytan rensas från allt biologiskt material finns endast risken för skada vid tillämpning av biologiskt material i isoleringslösningen.

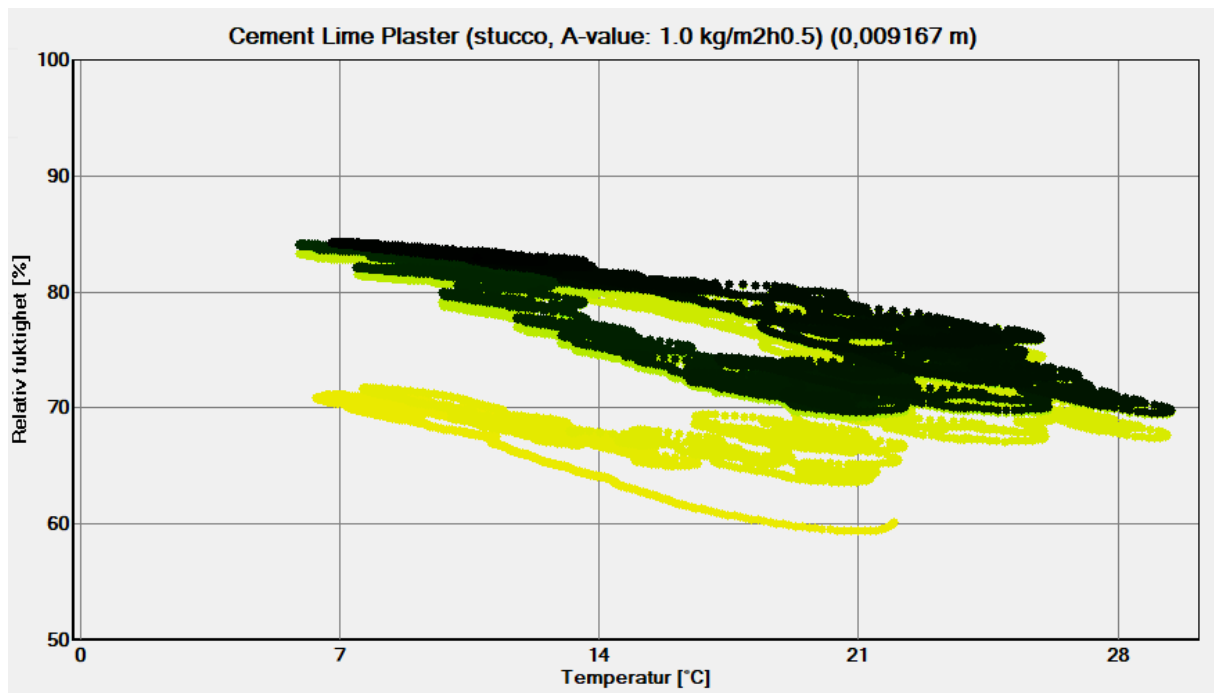
Lägst risk för skada ger lösningen med cellulosafiber, som är diffusionsöppen. Särskilt diffusionstäta lösningar såsom EPS och polyetenfolie medför störst risk för skada. Oavsett lösning är risken för skada väsentligt stor om det finns något biologiskt material i gränsskiktet. Det är därför väldigt viktigt att tillämpa en lösning som är diffusionsöppen och samtidigt icke-biologisk för att minska risken för skada i denna punkt.



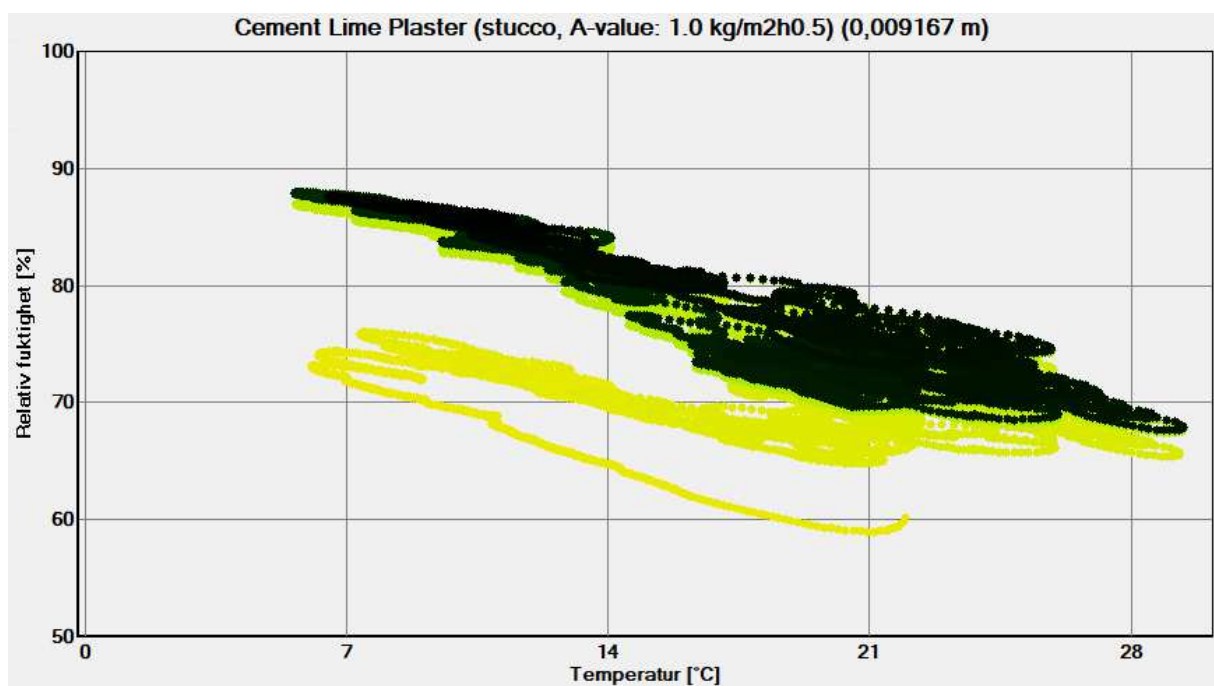
FIGUR 9: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING EPS.



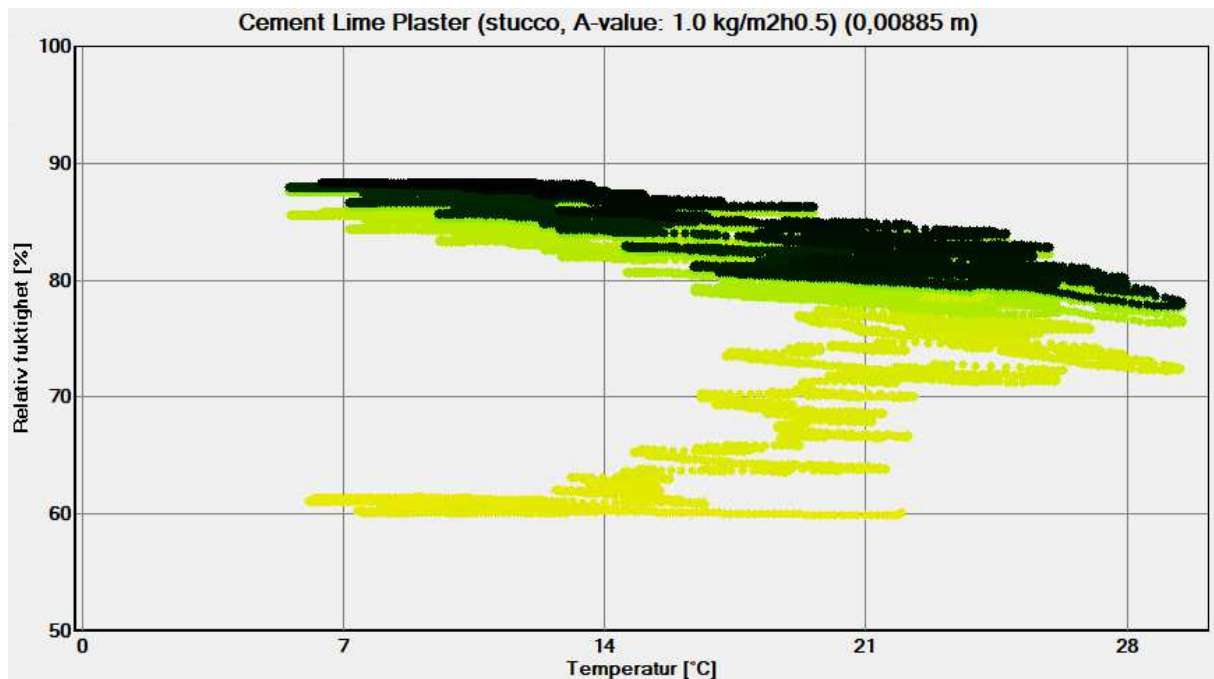
FIGUR 10: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING ROCKWOOL + ÅNGSPÄRR.



FIGUR 11: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING CASI.



FIGUR 12: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING CELLULOSAFIBER.

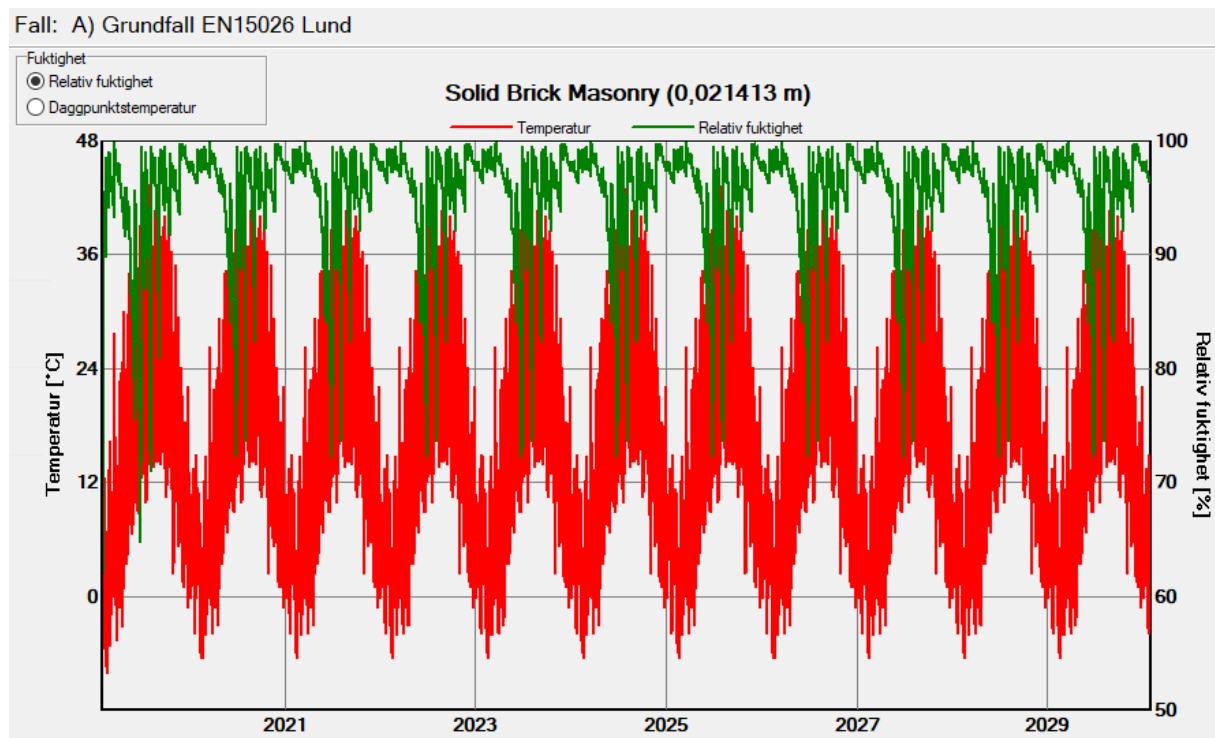


FIGUR 13: ISOPLET-DIAGRAM, TILLÄGGSISOLERING ROCKWOOL + ISOVER VARIO.

3.3 Fuktskaderisk i fasadtegel

Följande diagram visar temperatur och relativ luftfuktighet en bit in från (vid) väggens ytteryta, för att bedöma förändringen i fuktskaderisken. Redan i grundfallet uppnås väldigt hög relativ luftfuktighet vid samtidig låg temperatur. Risken för fuktskador bedöms i grundfallet vara stor. Trots detta påvisar bilder tagna av fasaden inte väsentliga frostsador i form av frostsprängningar eller sprickor. Teglets frostbeständighet bedöms vara god.

Jämförelse av diagram för temperatur och relativ luftfuktighet visar oväsentliga skillnader oavsett isoleringslösning. Risken för frostsador bedöms därför inte öka med invändig tilläggsisolering.



FIGUR 14: TEMPERATUR OCH RELATIV LUFTFUKTIGHET VID YTTERYTAN, GRUNDFALL.

4 Slutsatser med diskussion

Modellen är baserad på data hämtad från litteraturen och ritningar, och inte faktiska karteringar av väggen, eftersom detta inte har varit möjligt utan förstörande handlingar.

Vad gäller den befintliga glasullen i väggen befinner denna sig i en väldigt fuktig miljö. Risken för skador är väsentligt stora både med och utan invändig tilläggsisolering. Trots att glasull är icke-biologiskt finns risk för att den är kontaminerad och därmed finns även risk för mögelpåväxt. Samtidigt kan den möjligtvis alkaliska miljön som glasullen befinner sig i verka skyddande. Det är svårt att veta i vilket tillstånd glasullen befinner sig i utan vidare utredning, och det är även svårt att veta hur dess skick påverkar innemiljön. Tidigare studier visar på att toxiner kan nå innemiljön även i väldigt täta väggar.

Risken för mögelpåväxt på utsidan av potentiell invändig tilläggsisolering är också väsentligt stor, oavsett lösning. Det är därför väldigt viktigt att allt biologiskt material avlägsnas från innerytan av ytterväggen, om tilläggsisolering tillämpas invändigt. Med hänsyn till denna risk är diffusionsöppna lösningar att föredra, som samtidigt inte är biologiska, såsom CaSi.

Risken för frostsador i teglet bedöms generellt sett inte vara stor oavsett lösning. Dock är denna bedömning främst baserad på de bilder som finns tillgängliga av fasaden. För en precisare bedömning krävs en noggrannare utredning av fasaden.

Med så pass lite som fyra centimeter isolering kan U-värdet för denna vägg halveras. Samtidigt innebär invändig tilläggsisolering att risken för fuktskador ökar om detta inte utförs rätt. Av de alternativ som har utforskats i denna rapport bedöms icke-biologiska lösningar som är diffusionsöppna vara de mest lämpliga för denna vägg, utan behandling av fasad i form av impregnering. Samtidigt är det väldigt viktigt att

avlägsna potentiell kontamination från innerväggarna vid en sådan lösning. Oavsett, kan det vara försvarbart, ur inomhusmiljösynpunkt, att utreda glasullens skick i den befintliga väggen.

Risker pga invändig tilläggsisolering på övriga delar av byggnaden har inte analyserats, såsom risker för fuktskador på mellanbjälklag. Dock består dessa av betong vilket är ett icke-biologiskt material med låg risk för fuktskada.

5 Referenser

- [1] Fraunhofer IBP, "Product overview | WUFI (en)", 2020. <https://wufi.de/en/software/product-overview/> (åtkomstdatum maj 16, 2020).
- [2] J. Falk, "Ventilerad luftspalt i yttervägg Luftomsättningar och konvektiv", 2010.
- [3] Swedish Meteorological and Hydrological Institute [SMHI], "SMHI Öppna Data Meteorologiska Observationer". <https://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/> (åtkomstdatum apr. 11, 2018).
- [4] Thomas Carlund, "STRÅNG". <http://strang.smhi.se/>.
- [5] H. Viitanen, "Improved Model to Predict Mold Growth in", *VTT Tech. Res.*, 2007.