

FUKT CENTRUM

Fuktberäkning av väggar med framtida klimatdata

-Mögelproblematik i moderna träregelväggar

Examensarbete – Ekelund & Wennerkvist
Slutrapport från Petter Wallentén vår 2018.

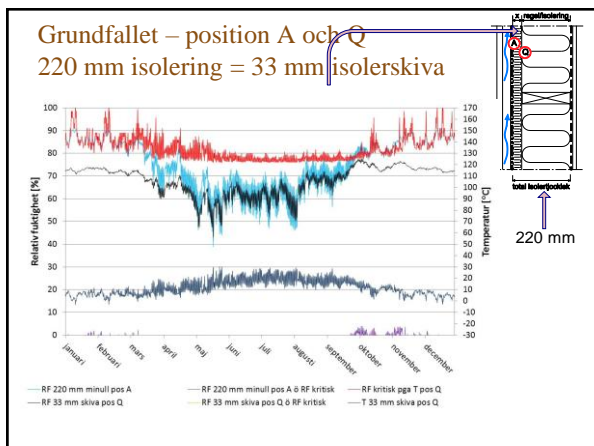
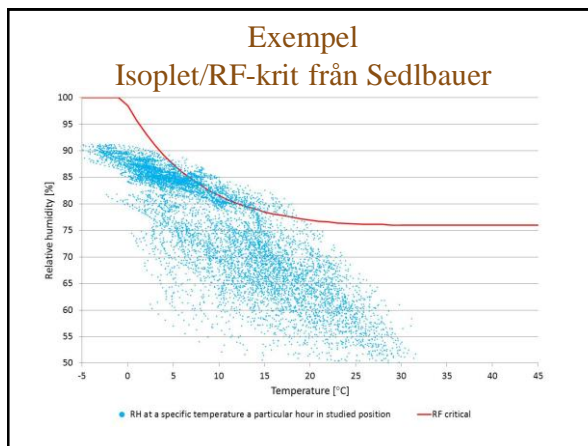
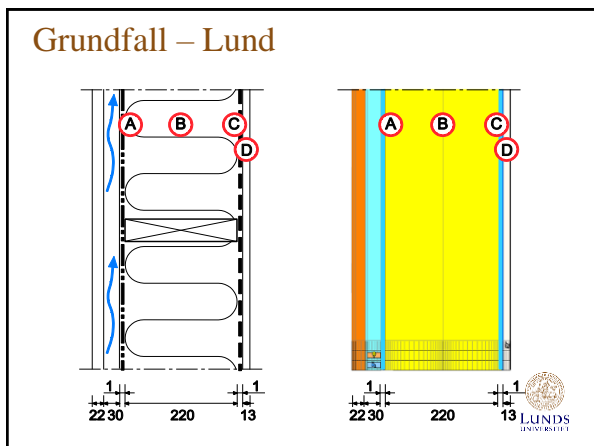
Sebastian Ekelund
William Wennerkvist
Petter Wallentén

Fuktsäkra träregelväggar

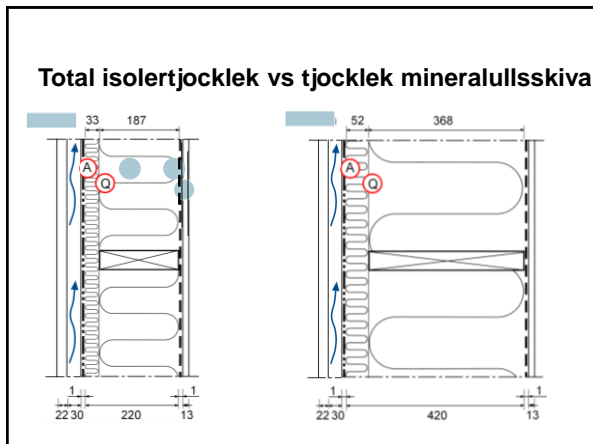
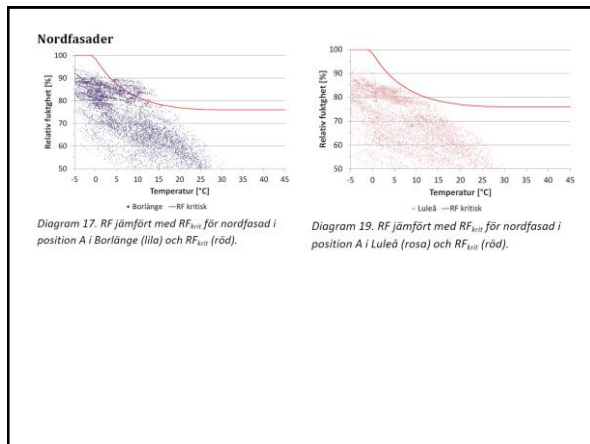
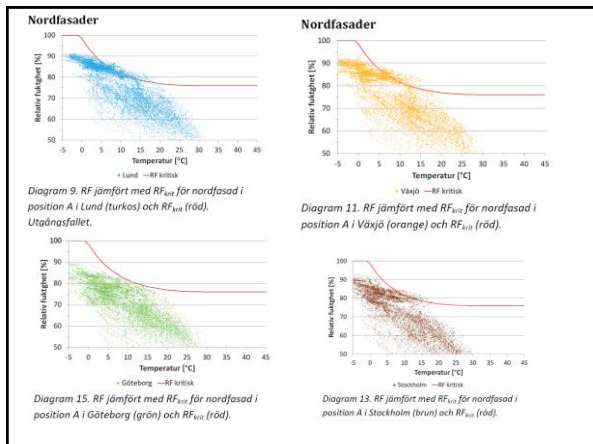
Parameterstudie

Olof Mundt-Petersen

2012 Väggar
(+2016 Tak)

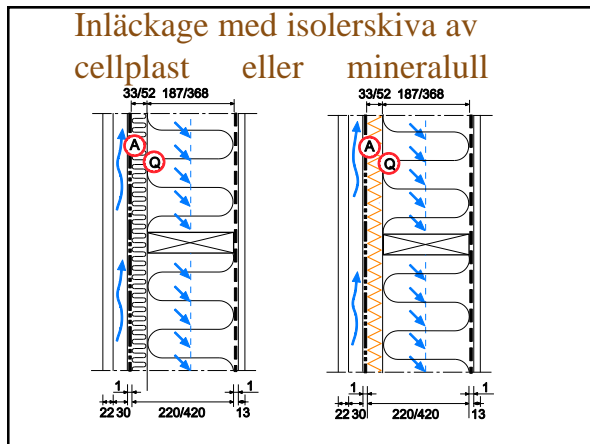
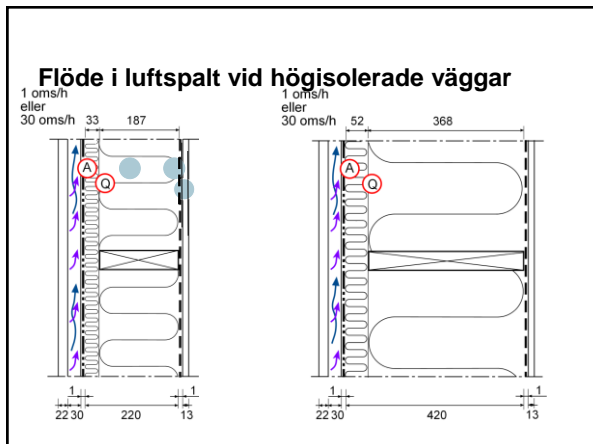


		Stat	Klimat (mest WUFI standard)											
		Lu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Klimat	Temperatur		14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
	Relativ fuktighet		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Fasad	Temperatur		14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
	Relativ fuktighet		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Konstruktion	Temperatur		14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
	Relativ fuktighet		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85



Ökad isolering = tjockare mineralullsskiva

Total isolertjocklek	Tjocklek heltäckande mineralullsskiva $RF < RF_{kritisk}$ position Q	%
220 mm	33 mm	15
270 mm	39 mm	14
320 mm	45 mm	14
370 mm	49 mm	13
420 mm	52 mm	12
470 mm	55 mm	12
520 mm	59 mm	11



För att bygga fuktsäkra träregelväggar ska

- Luftspalten vara väl ventilerad – Speciellt vid högisolerade väggar och väggar med skalmurstegefasad
- Väderstreck och inverkan av slagregn har betydelse
- Utsida träreglar skyddas vid isolertjocklekar > 220 mm – tjockare vägg = tjockare isolerande skydd
- Yttre isolering bör vara diffusionsöppen för att inläckande vatten samt byggfukt ska kunna torka ut utan skador (inte cellplast)

Examensarbete Sebastian Ekelund
William Wennerkvist

Frågeställning

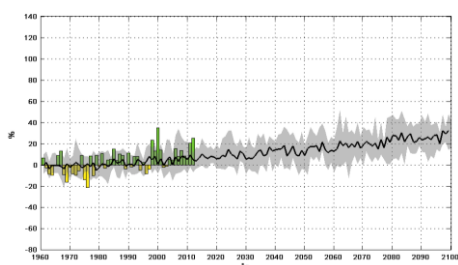
- Klarar våra nuvarande väggar med träregelkonstruktion det förväntade **framtida** klimatet i Sverige?
- Om de inte gör det hur kan vi förbättra konstruktionerna ?



LUNDS
UNIVERSITET

Sveriges framtida klimat

Beräknad förändring av årsnederbörden i Sverige jämfört med 1961-90.
Scenario RCP 8.5

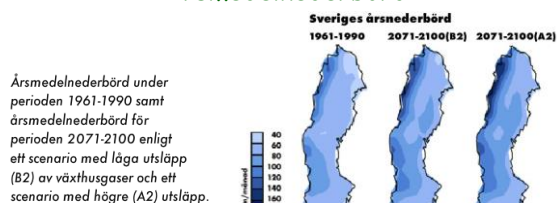


http://data.smhi.se/met/climate/time_series/html/rcp/sw/rcp85/da_big/n_ar_swe_rcp85_y.png

Lars-Erik Harderup

Sveriges framtida klimat

Årsmedelnederbörd



<http://www.smhi.se/k-data/klimatpresentation/smhi4.swf>

Sveriges framtida klimat

Extremnederbörd

Resultat från klimatberäkningar pekar på att skyfallen i Sverige blir allt vanligare i ett varmare klimat. Vi kan förvänta oss att skyfallen kommer att inträffa oftare och att intensiteten kommer att öka.

Intensiteten hos kraftiga regn sommardag beräknas generellt öka med 10-15% i Sverige fram mot slutet av sekelskiftet. Spridningen mellan olika scenarier är dock mycket stor (från oförändrad regnintensitet till en ökning med mer än 40%). Regnintensiteten för så kallade 10-årsregn, som i genomsnitt återkommer vart tionde år, med varaktigheten 10 min, 1 timme och 1 dygn tros öka med omkring 10%.

I linje med detta förväntas återkomsttiden för ett 20-årsregn i Sverige minska under sommaren till 6-10 år och för vintern ända ner till 2-4 år. Då jämförs perioden 1961-1990 med 2071-2100.

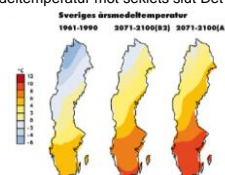


Sveriges framtida klimat

Temperaturen

Medeltemperaturen kan öka med omkring 2 grader fram till 2020. I jämförelse med klimatet under slutet av 1900-talet gör uppvärmningen att Skånes medeltemperatur kommer att återfinnas i Mälardalen. Mellersta Norrlandskusten får en årsmedeltemperatur likt Smålandskustens i det tidigare klimatet. Till 2080-talet kan uppvärmningen vara cirka 3-5 grader, mest i de nordöstra delarna av landet. Mälardalens temperaturklimat kommer då att likna det som finns i norra Frankrike idag. Den största temperaturökningen ses i beräkningarna i Norrland under vintertid med upp till 6-7 grader högre medeltemperatur mot seklets slut. Det beror främst på att snötäcket minskar.

Årsmedeltemperaturen under perioden 1961-1990 samt årsmedeltemperatur för perioden 2071-2100 enligt scenario med låga (B2) utsläpp av växthusgaser och ett scenario med högre (A2) utsläpp.



Mögel och mikrobiell påväxt

BBR:s regler och krav för fukt och mögel

- Reglerna för högsta tillåtna fuktillstånd är knutna till materialets kritiska fuktillstånd
- Ingen uttrycklig anknytning till varaktighet, temperatur eller variation hos fuktbelastningen.

Faktorer som bidrar till mikrobiell påväxt:

- Temperatur
- Relativ fuktighet
- Varaktighet

Materialgrupp	Kritiskt fuktillstånd (% RF)
Trä och träbaserade material	75-80
Gipsskivor med pappytor	80-85
Mineralullsisolering	90-95
Cellplastisolering	90-95
Betong	90-95



Mould Resistance Design (MRD)

Thelanderesson, Isaksson 2013

- Matematisk utvärderingsmodell för mögelpåväxt
- MRD-modellen tar hänsyn till klimatets förändringar
- Ett medelvärde över 12 h som skapar ett dosvärde ($D(t)$) för perioden
- Dosen ökar fortare/långsammare beroende på exponeringsförhållandena.
- Ovanstående punkter ger möjlighet till att utvärdera godtyckligt långa perioder då den fungerar i cykliska förtopp

$D(t)$ definieras av

($\phi(t)$, $T(t)$) där:

- ϕ är relativa fuktigheten
- T är temperaturen
- t är tiden

- $\phi_{ref} = 90\%$
- $T_{ref} = 20\text{ }^\circ\text{C}$
- För (ϕ_{ref} , T_{ref}) gäller $D_{crit, ref} = 20$ dagar

$$D_{crit} = D_{crit, ref} \gamma_s \Rightarrow 20/1,20 = 16,67 \approx 17 \text{ dagar}$$

$$D(t) < D_{crit}$$

$$I_{MRD}(t) = D(t)/D_{crit}$$



Mould Resistance Design forts.

I_{MRD} (MRD-index)

Index	Mikrobiell påväxt
0	Ingen mikrobiell påväxt
1	Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop
2	Mättlig påväxt som upptäcks i mikroskop (täcker 10-25 %)
3	Spår av påväxt som upptäcks med blotta ögat (täcker under 10 %)
4	Påväxt kan ses med blotta ögat (täcker 10-50 %)
5	Påväxt kan ses med blotta ögat (täcker över 50 %)
6	Mycket stor påväxt (täcker 100 %)

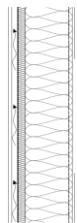


WUFI

- Simuleringsprogram för avancerade fukt- och värmebeskrivningar
- WUFI pro 5.3
- Endimensionellt verktyg vid icke-stationära förhållanden
- Detta ger möjligheten att se variationen i RF under längre perioder med varierande klimat

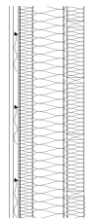


Väggsystemen



Väggsystem 1

- 22 mm Panel av gran
- 30 mm Luftspalt/gipspanel
- 1 mm Vindduk
- 45 mm Fasadskiva av mineralull
- 275 mm Mineralull inkl. 275x45 vertikala väggreglar
- 1 mm Ångspär
- 13 mm Gipskiva



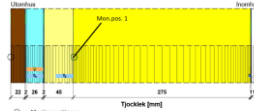
Väggsystem 2

- 22 mm Panel av gran
- 28 mm Luftspalt/gipspanel
- 1 mm Vindduk
- 80 mm Fasadskiva av mineralull
- 195 mm Mineralull inkl. 45x195 vertikala väggreglar
- 1 mm Ångspär
- 95 mm Mineralull inkl. horisontella väggreglar
- 13 mm Gipskiva



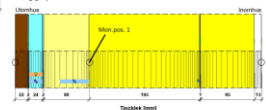
Systemuppbyggnad i WUFI

Väggsystem 1



- Uppbyggnad
- Fukt- och värmekällor
- Monitorposition

Väggsystem 2



Fuktkällor i väggen

Fukt/värmekällor

Position:	Luftspalt	Inre halva av fasadskiva	Mellan isolering och ångspärr mot utsida
Typ av källa:	Omsättning i luftspalt	Slagregn	Läckage inifrån
Basfall:	30 oms/h	1 % av slagregn tränger in i konstruktion	0
Fuktläckage inifrån:	30 oms/h	1 %	Motsv $q_{50}=0.3$ l/s m^2
Ändrad omsättning:	5 oms/h	1 %	0
Ökad abs. av slagregn:	30 oms/h	3 %	0



Klimatdata

Framtida klimatmodeller från **Vahid Nik**.
Inte WUFI-klimat
Statistiskt framtaget

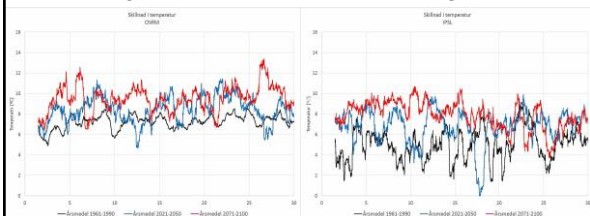
- RCA3-CNRM Rossby Center (SMHI) + CERFACS (Toulouse) + Utsläpp A1B
- RCA3-IPSL Rossby Center (SMHI) + Institute Pierre Simon Laplace + Utsläpp A1B
- Tre perioder, 1961-1990, 2021-2050, 2071-2100
- Göteborg med en radie på 50 km



Årsmedeltemperatur (°C)

CNRM

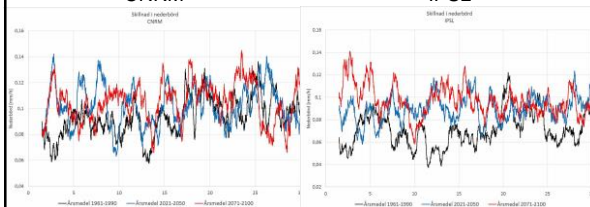
IPSL



Årsmedel nederbörd (mm/h)

CNRM

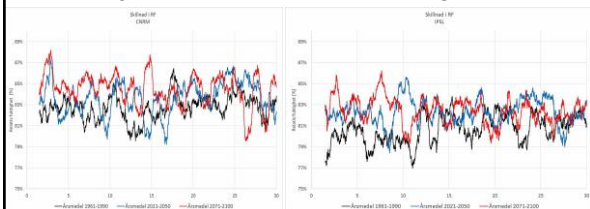
IPSL



Årsmedel RF (%)

CNRM

IPSL



Genomförda simuleringar

Period	1961-1990				2021-2050				2071-2100			
	CNRM		IPSL		CNRM		IPSL		CNRM		IPSL	
Väggsystem	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
Basfall	[Shaded]											
Läckage inifrån	[Shaded]											
Ändrad oms.	[Shaded]											
Abs. av slagregn	[Shaded]											
Nordfasad	[Shaded]											
Var. tjocklek på fasadiso.	[Shaded]											

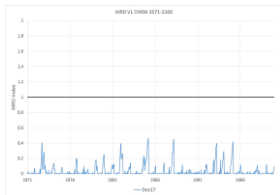


Resultat

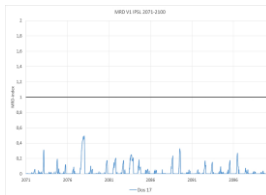
Basfallen

- Samtliga klarar av det framtida klimatet
- MRD-dosen ökar något mellan varje 30-årsperiod
- Högsta indexvärde är 0,5

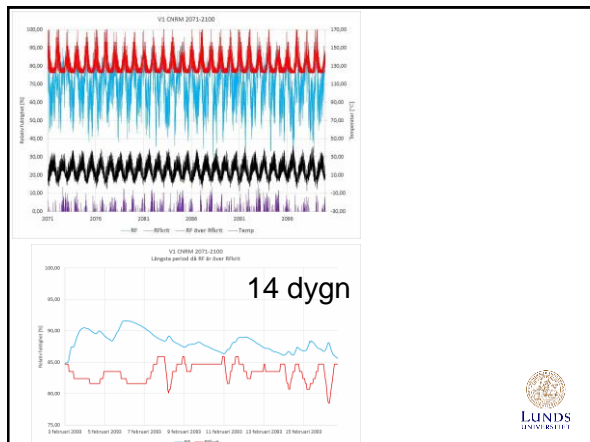
CNRM



IPSL



LUNDS
UNIVERSITET



LUNDS
UNIVERSITET

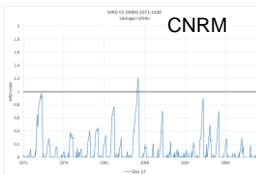
Fuktläckage inifrån

- Svårt att montera ångspärren perfekt
- Risk för reva i plasten
- En extra fuktkälla placeras bakom ångspärren
- CNRM 2071-2100
- IPSL 2071-2100

Analys V1

- Ligger i riskzonen för fuktskador
- Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop

CNRM



IPSL



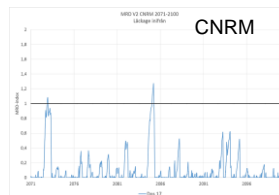
LUNDS
UNIVERSITET

Fuktläckage inifrån forts.

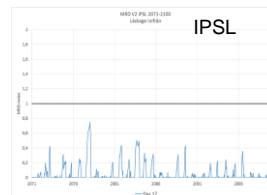
Analys V2

- Har något högre dosvärde än V1
- Ligger i riskzonen för fuktskador
- Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop

CNRM



IPSL



LUNDS
UNIVERSITET

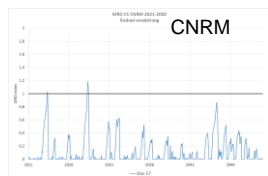
Ändrad omsättning i luftspalten

- Basfallen har en omsättning på 30 oms/h
- Detta fall har 5 oms/h
- CNRM 2021-2050
- IPSL 2021-2050

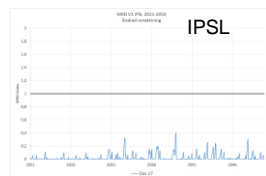
Analys V1

- Stor skillnad mellan klimatfilerna
- CNRM ligger i riskzonen för fuktskador
- Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop

CNRM



IPSL



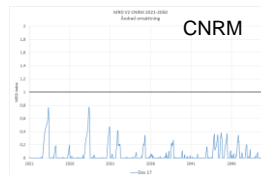
LUNDS
UNIVERSITET

Ändrar omsättning i luftspalten forts.

Analys V2

- Ligger inte i riskzonen för fuktskador
- Beror troligtvis på att V2 har en tjockare fasadisolering

CNRM



IPSL



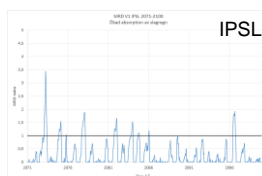
LUNDS
UNIVERSITET

Ökad absorption av slagregn

- Basfallen har 1 % inträngande slagregn
- Detta fall har 3 %
- CNRM 2071-2100
- IPSL 2071-2100

Analys V1

- Extrem påfrestning på konstruktionen
- Påväxt kan ses med blotta ögat (täcker 10-50 %)



Ökad absorption av slagregn forts.

Analys V2

- Klarar sig sämre än V1
- Beror troligtvis på att den tjockare fasadskivan hindrar fukten från att torka ut
- Påväxt kan ses med blotta ögat (täcker 10-50 %)



Varierande tjocklek på fasadisoleringen

CNRM

V2

- Den bättre av de två väggsystemen är V2
- Total isolertjocklek 370 mm
- Fasadskiva 80 mm
- 21,6 %

V1

- Total isolertjocklek 320 mm
- Fasadskiva 45 mm
- 14,1 %

V1 – ökad fasadisolering

- Total isolertjocklek 320 mm
- Fasadskiva 70 mm
- 21,8 %



Slutsats 1

- Olof Mundt-Petersens slutsatser gäller i stort sett även för framtida klimat.
- Luftspaltens omsättning är en kritisk faktor till fuktproblem. En korrekt utförd luftspalt är viktig för konstruktionens förmåga av avleda fukt.
- Luftläckage inifrån motsvarande passivhusstandard (0.3 l/m²,s 50Pa) är tillräckligt för att kunna ge mögelpåväxt vissa år.
- Med ökad fasadisolering förbättras klimatet vid stommens utsida ur ett fukttekniskt perspektiv. Att använda sig av minst 20 % fasadisolering av den totala isolertjockleken eller minst 70 mm är att rekommendera. Detta för att få ett större avstånd mellan den bärande stommen och luftspalten. (Med WUFI klimat var det ca 15%)
- Trots att RF överstiger RF_{krit} under en längre tid behöver det inte nödvändigtvis betyda att det skadar konstruktionen. För att få en korrekt bild av fuktproblem bör MRD-modellen implementeras vid fuktprojektering.



Slutsats 2

- Teknisk utveckling samt nya mätningar ger större kunskap om hur det framtida klimatet kommer att se ut. Klimatfiler uppdateras av den anledningen regelbundet.
- Beräkningar och kontroller bör därför göras med jämna mellanrum för att analysera det framtida klimatets inverkan på dagens konstruktioner.

