



Fuktberäkning av väggar med framtida klimatdata

-Mögelproblematik i moderna träregelväggar

Examensarbete – Ekelund & Wennervist
Slutrapport från Petter Wallentén våren 2018.

Vredwäg#inhocg
Z iabp #z hqghunyhw
Shwuh# dngwq



LUNDS
UNIVERSITET



Fuktsäkra träregelväggar

Parameterstudie

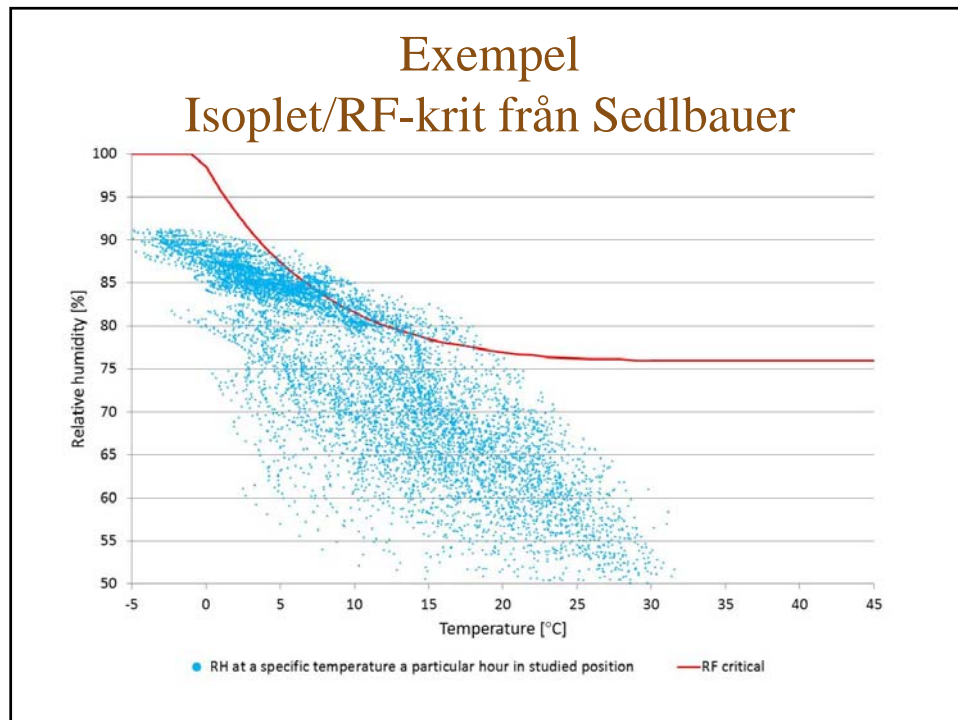
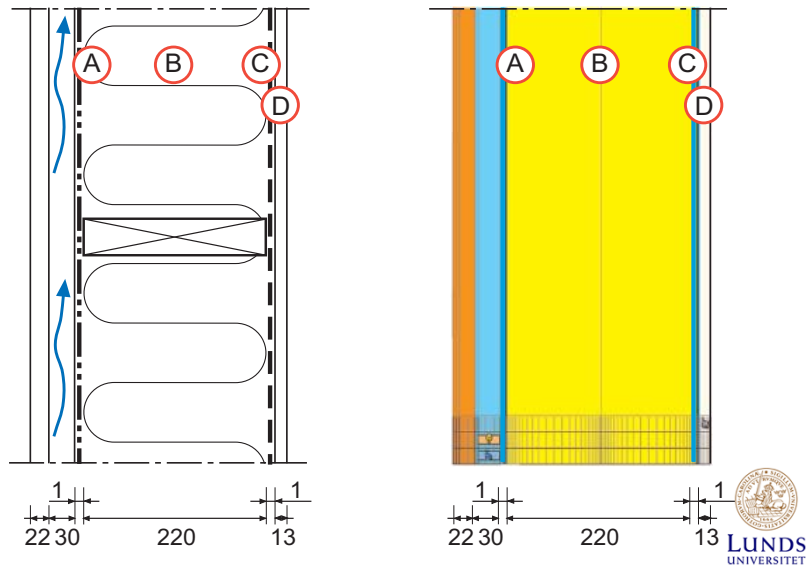
Olof Mundt-Petersen

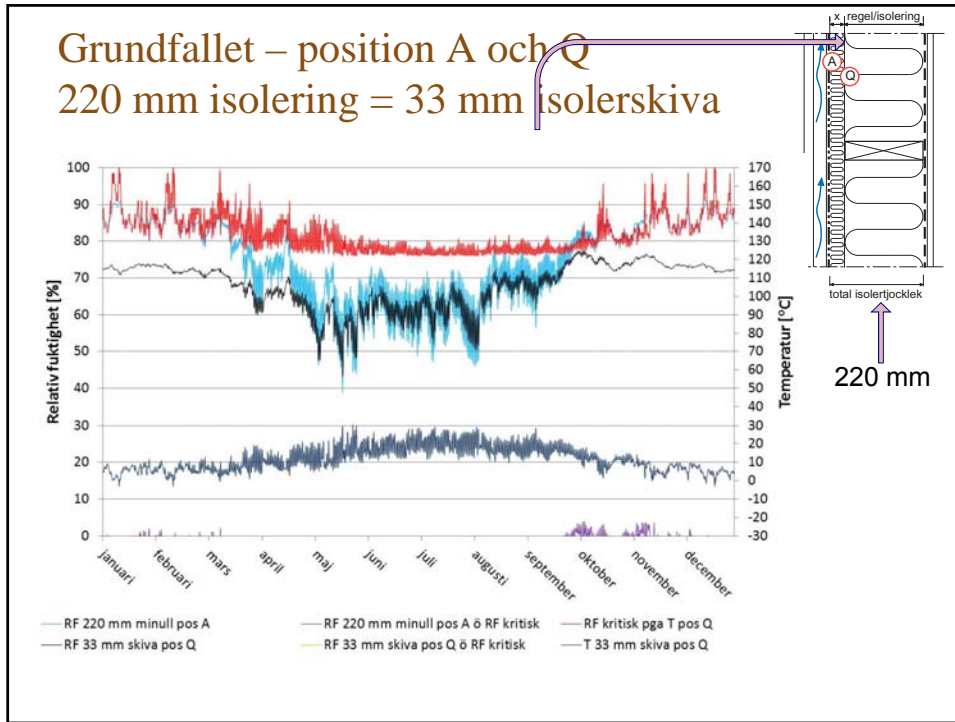
2012 Väggar
(+2016 Tak)



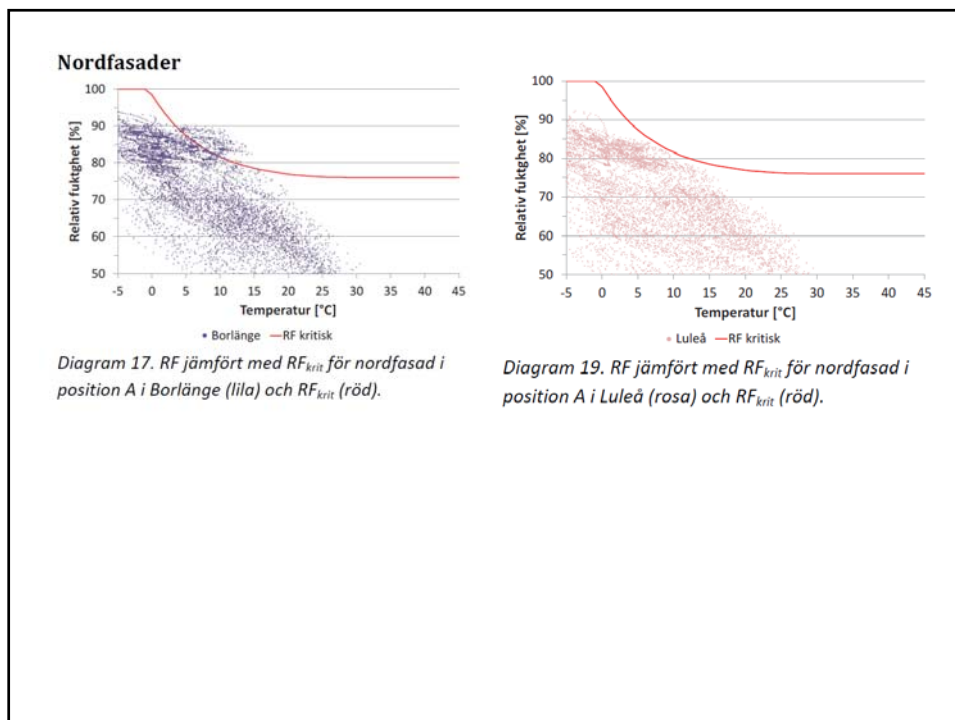
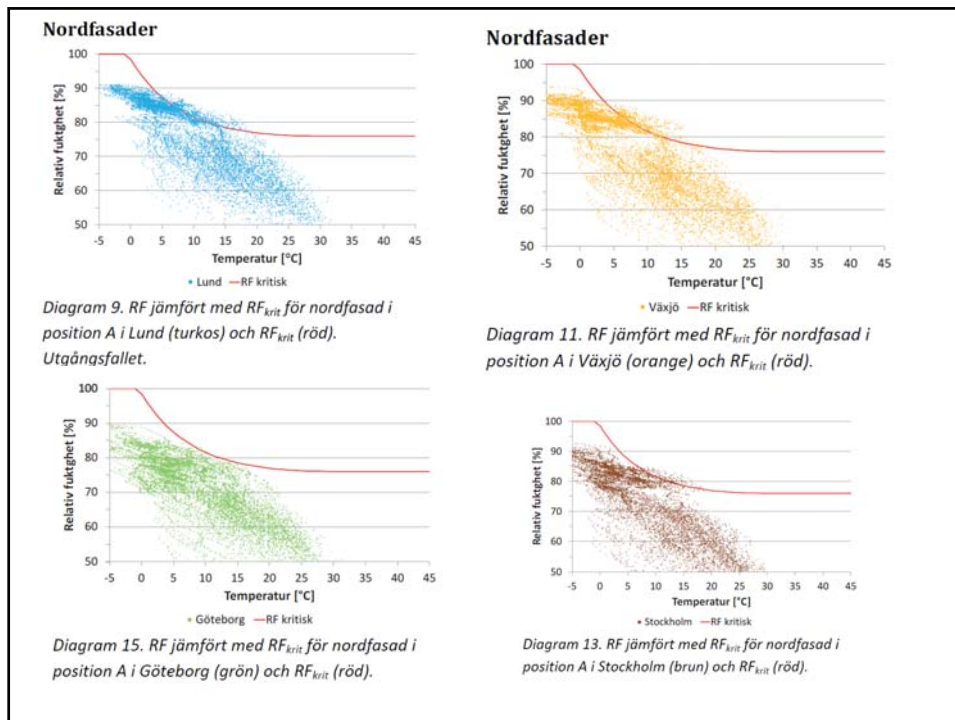
LUNDS
UNIVERSITET

Grundfall – Lund

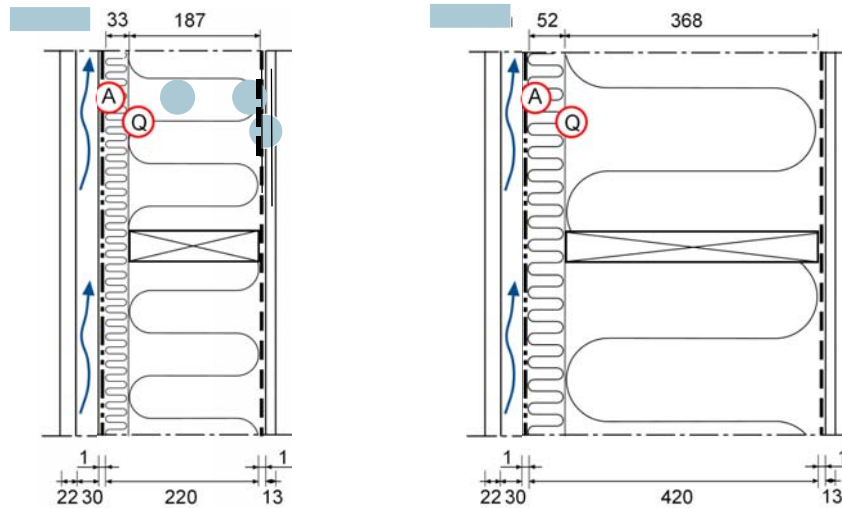




		Stad		Lu Klimat (mest WUFI standard)															
		Position		Nord	Syd	Nord	Nord	Nord	Syd	Nord	Syd	Nord	Syd	Nord	Syd				
Utgångsfall				3/4		3	3	3											
IKOR	Påverkan av slagregn	Med slagregn		5	6														
	Utan slagregn			7	8														
sträck				9	10				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Klimat				21		21	21	21											
inikt T				22		22	22	22											
inikt T				23		23	23/24/23/23												
Varier	SWH klimat 1994	WUFI		26										28					
	mf. WUFI klimat	SMHI		27										29					
Fasad	Träfasad	30 oms/h		30	31														
		1 oms/h		30	31														
			32																
			33																
Olika	Fasad av skålmursteget	30 oms/h		34/38	35														
		1 oms/h		34															
Konstruktion	Ökad isolertjocklek och massiv minullskiva			36	36														
				37	37														
	Flöde i luftspalt vid ökad isolertjocklek	30 oms/h		43	43										45	45			
		1 oms/h		44	44										46	46			
	Inläckage och vitorkning av fukt	Minullskiva + minull		52	52										53	53			
		Cellplastskiva + minull		54	54										55	55			
		Inget inläckage		56	56									57	57				
	Indragen ångspär	Minullskiva och minull		58	58	58	58								59	59	59	59	

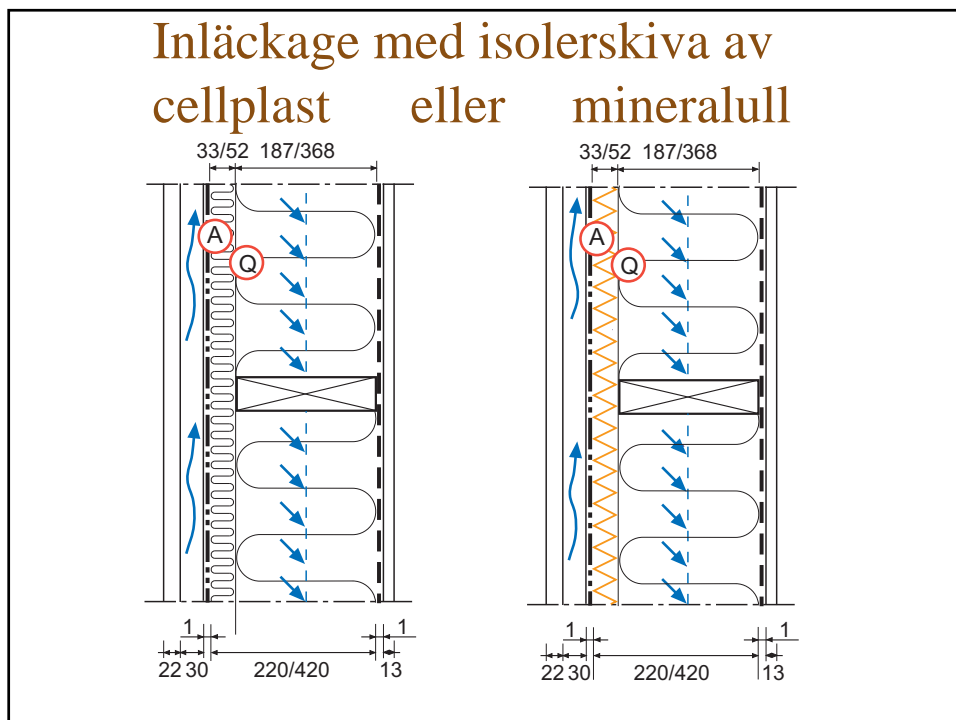
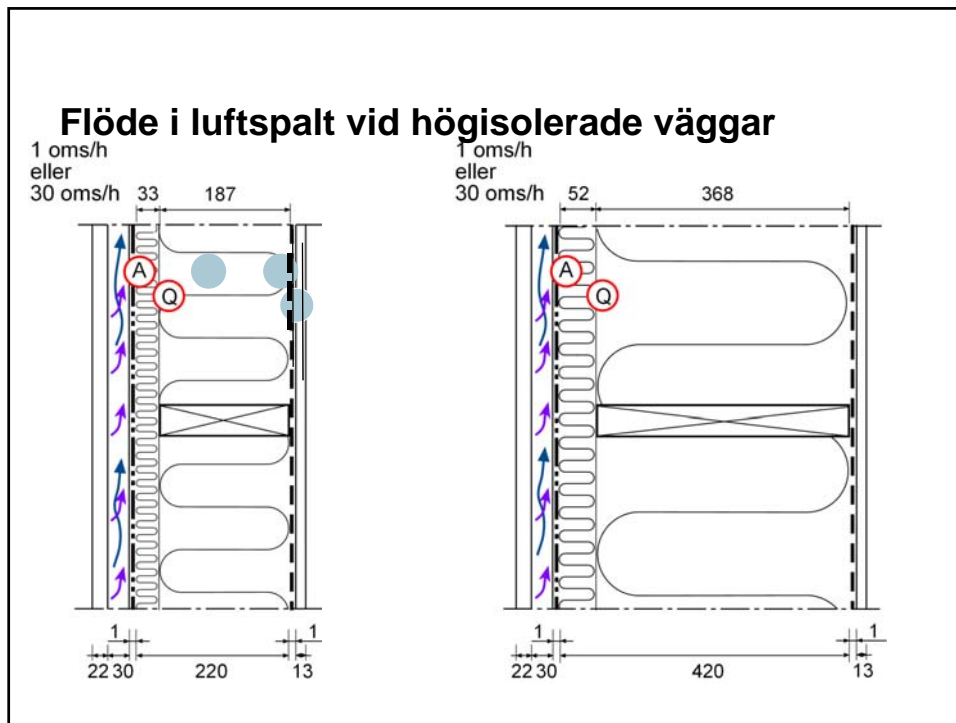


Total isolertjocklek vs tjocklek mineralullsskiva



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

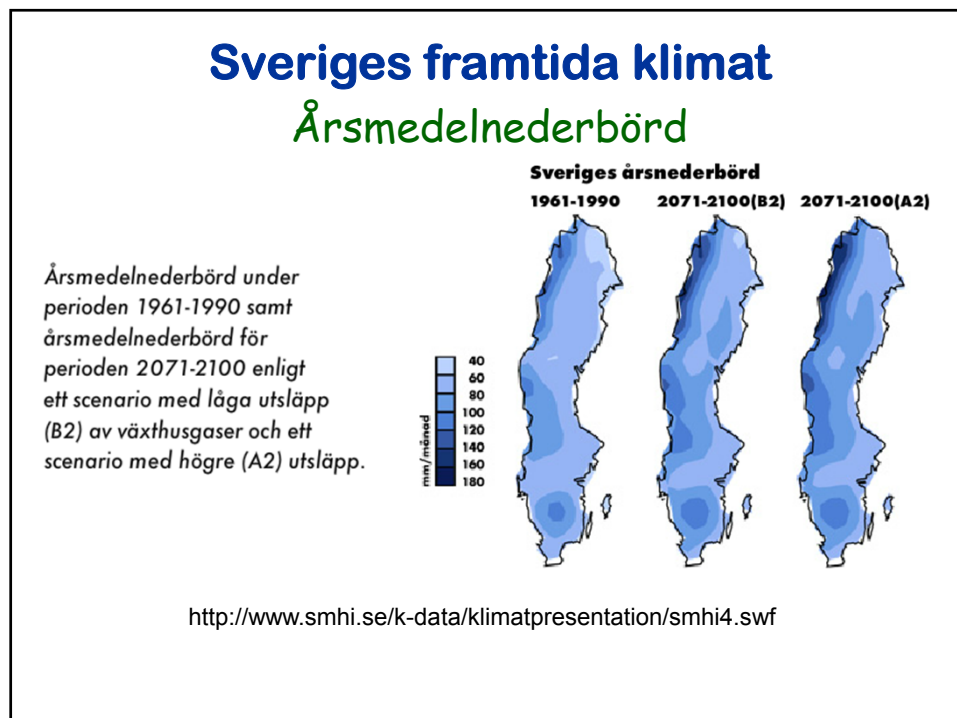
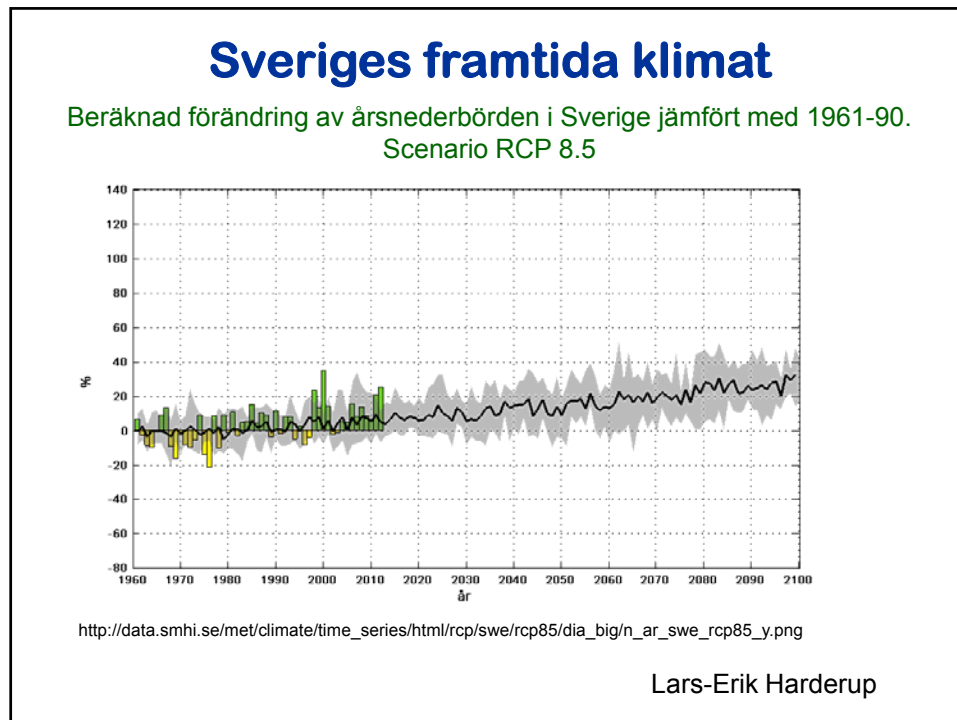
- Luftspalten vara väl ventilerad – Speciellt vid högisolerade väggar och väggar med skalmurstegelfasad
- Väderstreck och inverkan av slagregn har betydelse
- Utsida träreglar skyddas vid isolertjocklekar > 220 mm – tjockare vägg = tjockare isolerande skydd
- Yttre isolering bör vara diffusionsöppen 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 ?





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 sommartid 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 jämför perioden 1961-1990 med 2071-2100.



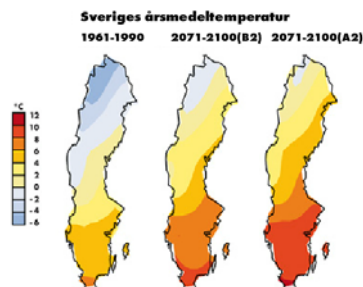
Sveriges framtida klimat

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



LUNDS
UNIVERSITET

Mould Resistance Design (MRD)

Thelandersson, 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 förlopp

$D(t)$ 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

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

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



LUNDS
UNIVERSITET

Mould Resistance Design forts.

I_{MRD} (MRD-index)

Index	Mikrobiell påväxt
0	Ingen mikrobiell påväxt
1	Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop
2	Måttlig 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 %)



LUNDS
UNIVERSITET

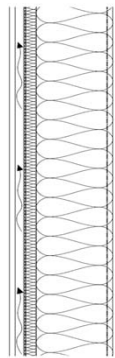
WUFI

- 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

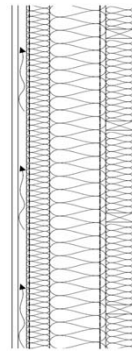


LUNDS
UNIVERSITET

Väggsystemen



Y ² :jv våp #	
22 mm	Panel av gran
30 mm	Luftspalt/glespanel
1 mm	Vindduk
45 mm	Fasadskiva av mineralull
275 mm	Mineralull inkl. 275x45 vertikala väggreglar.
1 mm	Ångspärr
13 mm	Gipsskiva



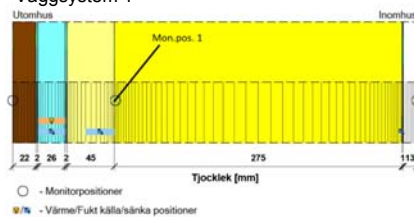
Y ² :jv våp #	
22 mm	Panel av gran
28 mm	Luftspalt/glespanel
1 mm	Vindduk
80 mm	Fasadskiva av mineralull
195 mm	Mineralull inkl. 45x195 vertikala väggreglar.
1 mm	Ångspärr
95 mm	Mineralull inkl. horisontella väggreglar
13 mm	Gipsskiva



LUNDS
UNIVERSITET

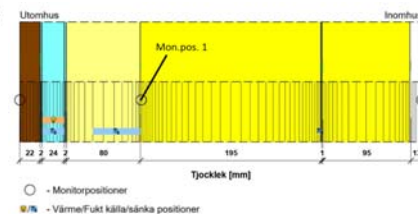
Systemuppbyggnad i WUFI

Väggsystem 1



- Uppbyggnad
- Fukt- och värmekällor
- Monitorposition

Y²:jv|våp #



LUNDS
UNIVERSITET

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

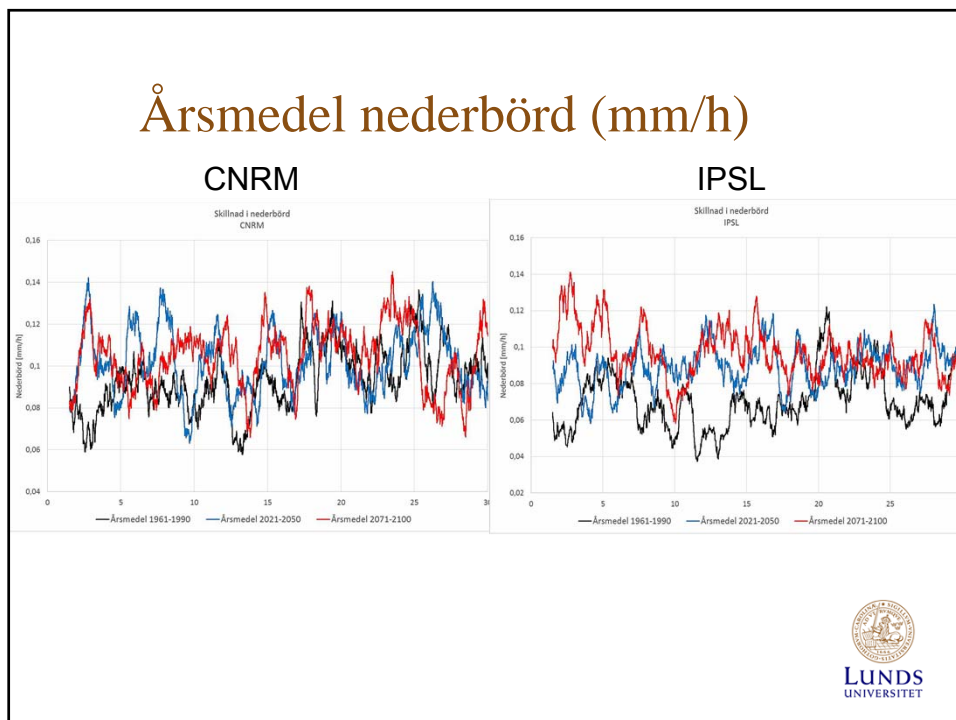
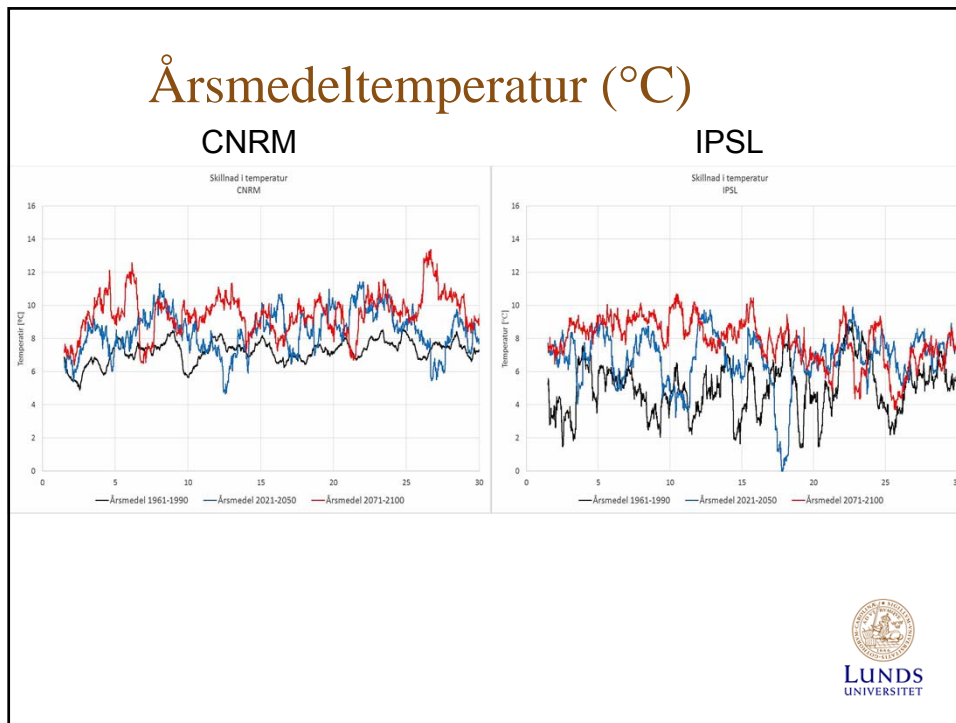


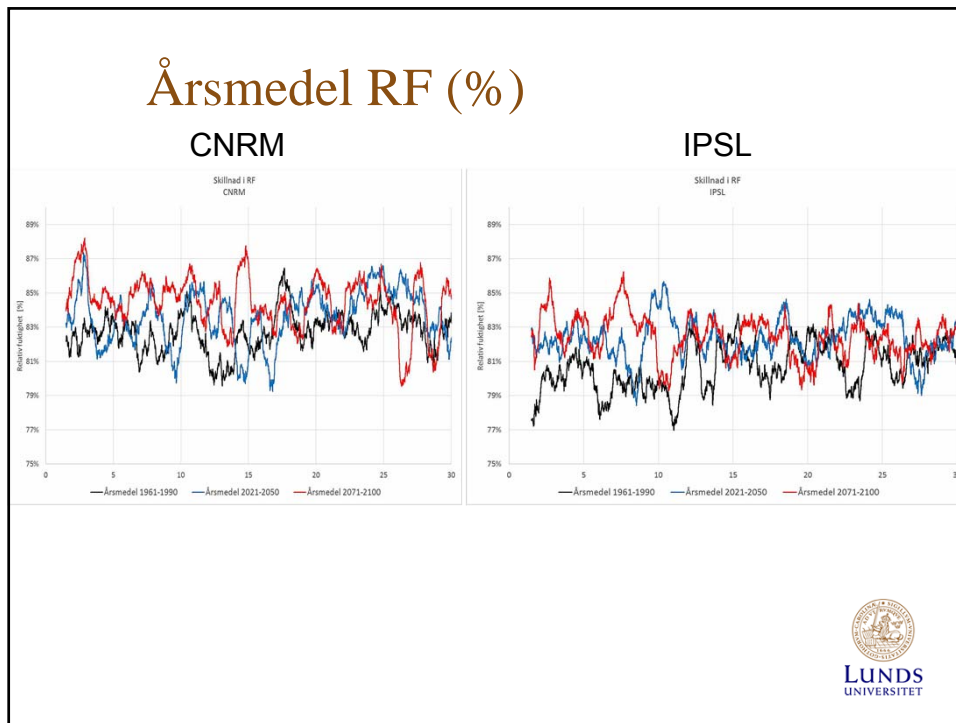
Klimatdata

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







Genomförda simuleringar

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

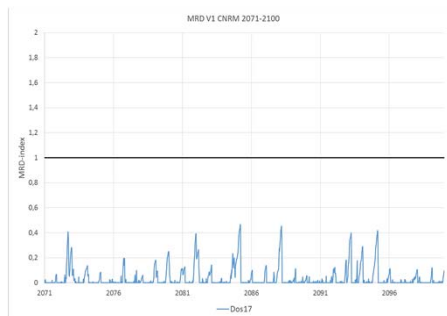
LUND
UNIVERSITET

Resultat

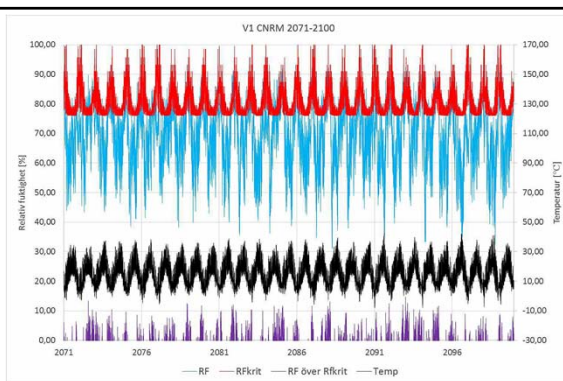
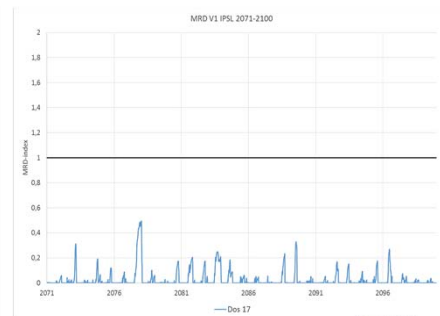
Basfallen

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

CNRM



IPSL

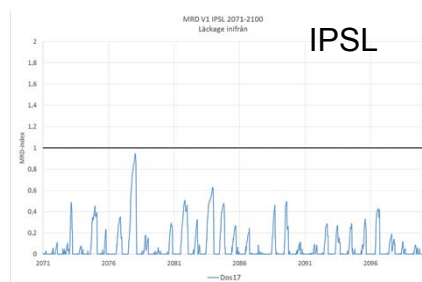
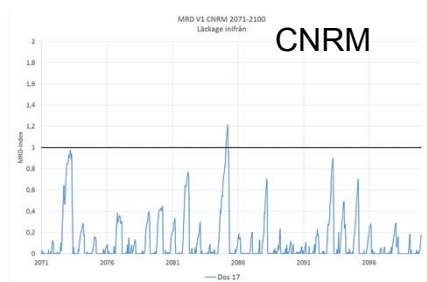


Fuktläckage inifrån

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

Analys V1

- Ligger i riskzonen för fukt-skador
- Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop

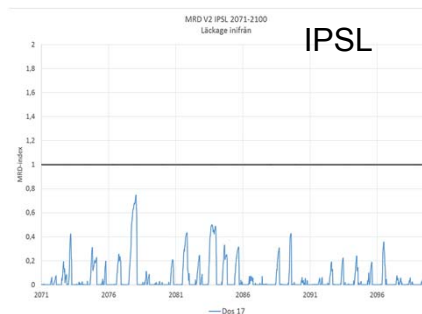
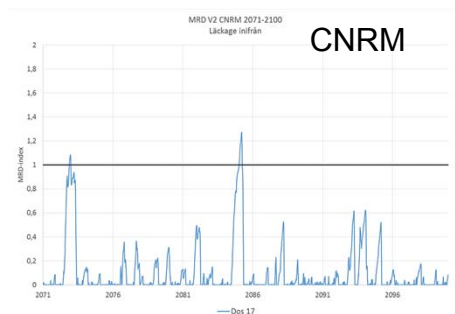


LUNDS
UNIVERSITET

Fuktläckage inifrån forts.

Analys V2

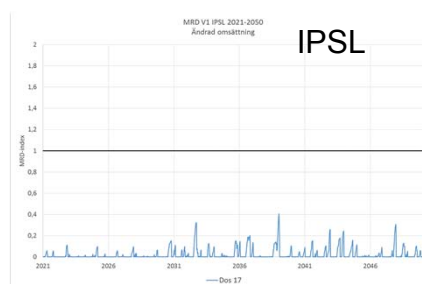
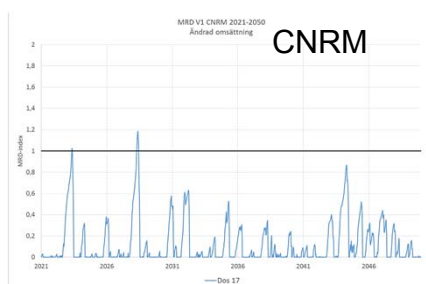
- Har något högre dosvärde än V1
- Ligger i riskzonen för fukt-skador
- Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop



LUNDS
UNIVERSITET

Ändrad omsättning i luftspalten

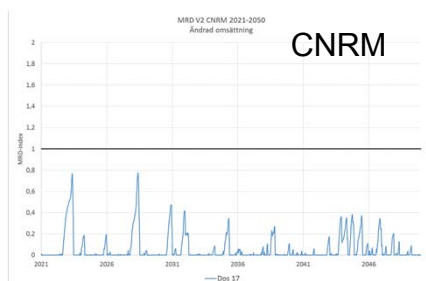
- Basfallen har en omsättning på 30 oms/h
 - Detta fall har 5 oms/h
 - CNRM 2021-2050
 - IPSL 2021-2050
- Analys V1
- Stor skillnad mellan klimatfilerna
 - CNRM ligger i riskzonen för fuktskador
 - Spår av påväxt som upptäcks i mikroskop



LUNDS
UNIVERSITET

Ändrar omsättning i luftspalten forts.

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



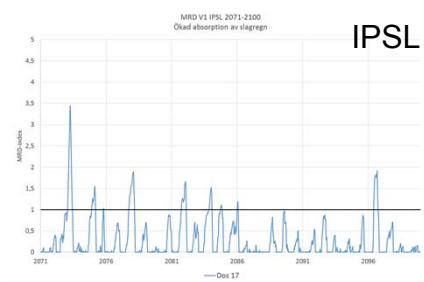
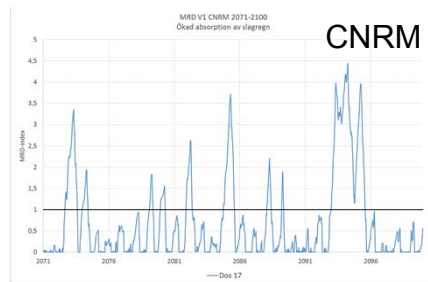
LUNDS
UNIVERSITET

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 %)

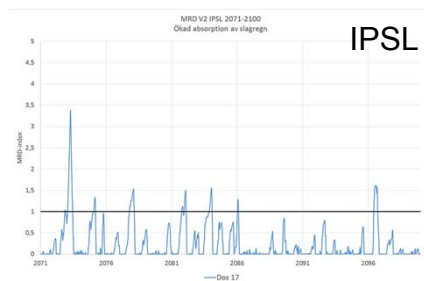
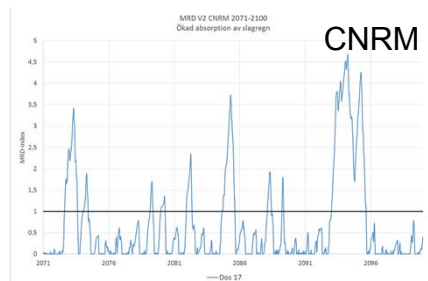


LUNDS
UNIVERSITET

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 %)



LUNDS
UNIVERSITET

Varierande tjocklek på fasadisoleringen

CNRM

V2

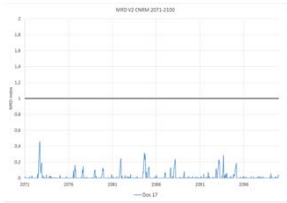
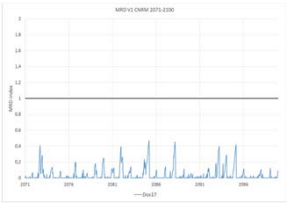
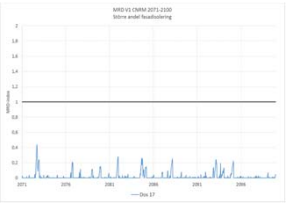
- Den bättre av de två väggssystemen är V2
- Total isolertjocklek 370 mm
- Fasadskiva 80 mm
- 21,6 %


V1

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

V1 – ökad fasadisolering


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


LUNDS
UNIVERSITET

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.


LUNDS
UNIVERSITET

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.

