

## Gröna ytor på väggar och tak

– fuktsäkerhet i samband med ventilerade, lätta konstruktioner

Carl-Magnus Capener

Finansiering från SBUF

Samfinansiering från Vinnova via C/O City

Fuktcentrums infodag, Stockholm  
2015-03-11



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Gröna ytor & klimatskal

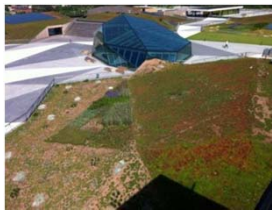
- + Biologisk mångfald
- + Fördröjning av avvattning i samband med skyfall – utjämnande för dagvattennätet
- + Socialt - rekreation
- + Stadsnära odling

Påverkan på gatuklimatet som lyfts

- + Temperaturer,
  - + Vindförhållanden
  - + Ljudmiljö
  - + luftkvalitet
- mm



- Drivande faktorer:
- Grönytefaktor
  - ett bedömningskriterium i miljöklassningssystem



## Helhetssyn – skall fungera ur andra aspekter också

En ändring i konstruktion kan medföra påverkan på:

- +/- fuktsäkerhet
- +/- energianvändning
- +/- temperaturer & termiskt klimat



Testvägg på SP i Borås



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

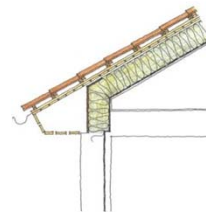
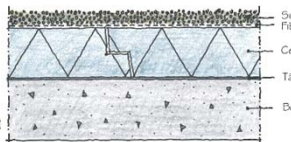
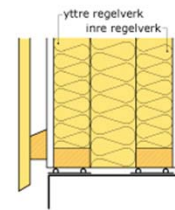
## Syfte

- sammanställa hur gröna ytor appliceras på klimatskal med lätta konstruktioner
- ge kunskap om fördelar och eventuella nackdelar med denna lösning
- genom denna ökade kunskap kan brister i byggnadens fuktsäkerhet och beständighet undvikas.

Genomförande:  
 Intervjuer  
 Mätningar  
 Simuleringar



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



## Intervjuer med olika aktörer

- Katsan - White
- KI Aula - NCC
- Emporia – NCC m fl





## Erfarenheter – program och projekteringskedde



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

- låg lutande tak är svåra med hänsyn till läckage-risk, inte endast då det är täckt med gröna ytor.
- Genomföringar är känsliga ur fuktsynpunkt - få genomföringar som noggrant beskrivs och dokumenteras. I fall med gröna tak är det extra svårt att i efterhand identifiera och åtgärda läckageställen.
- Planera väl för avvattningen av taket där antalet brunnar och placering av dessa är viktigt (riskerar att hamna i högpunkter)
- åldringsbeständiga material och material-kombinationer där tätskiktets beständighet är viktig ur fuktsynpunkt.
- mätningar och simuleringar av gröna klimatskal mht luftfukt och materialegenskaper
- **Sammanfattning: En fuktsäkerhetsprojektering av den gröna takkonstruktionen behöver utföras och dokumenteras (generella ledning i ByggaF)**

## Erfarenheter - byggskede



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

- Arbetsberedning och noggrant utförande vid genomföringar, anslutningar och skarvar
- provtytor för att följa upp hur vissa lösningar och arbetsmoment fungerar innan dessa görs i stor skala. Då kan förbättringar genomföras.
- Kontrollera leveranser av material att det är rätt material.
- Verifiera att tätskiktet är vattentätt genom provtryckning
- Det finns en stor risk att tätskiktet skadas vid transporter över taket av material, maskiner, passage mm. **Skydda/avskärma** därför en tät, verifierad/provtryckt yta så att denna inte skadas.
- **Planera byggprocessen** väl avseende vid vilken tidpunkt, i vilken ordning takytan/tätskiktet färdigställs, hur transporter sker osv.

## Erfarenheter - förvaltning

- Driften av den gröna ytan måste planeras och underhåll göras regelbundet
- Driften har i några fall köpts av leverantören
- Viktigt med regelbunden kontroll av avvattningsmöjligheter/brunnar
- **Bevattningsystem** – rutiner för avstängning/tömning inför vinter och igångsättning under våren. Hänsyn tas till växternas behov och risken för sönderfrysning av vattenledningar.
- Erfarenheten är att de flesta läckage som härrör från byggtiden upptäcks direkt efter färdigställandet.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Mätningar - Gröna väggen på SP

- Provväggen är placerad på en av SP's byggnader i Borås
- Den gröna väggen består av 4 kassetter med planteringshål och dessa monterades under juni 2013
- Växterna levererades av SLU och planterades den 1 juli
- Fältmätningar pågår på den gröna väggen och på en referensdel av den ursprungliga väggen
- Försöket kommer att pågå till sommaren 2014



## Placering av provvägg och referensvägg



- Fasad i sydläge, höger del av våning 2
- Referensmätpunkter i ursprunglig vägg (gulmarkerat område)
- Temperatur, relativ fuktighet samt fuktkvot i trä loggas

## Demontering och instrumentering



### Optigreen Wall Garden - växtkassetter

The diagram shows a cross-section of the wall garden system with numbered components. A legend identifies the parts:

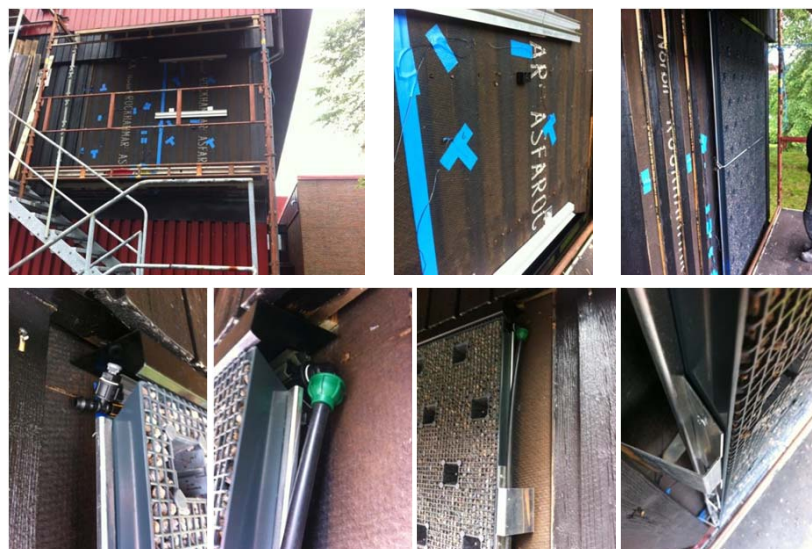
- 1 Suspension rail
- 2 Plant pot
- 3 Bearing rail
- 4 Egg-irrigation
- 5 Facade cage
- 6 Suction and capillary Recce Koo
- 7 Drainage channel
- 8 Aluminium frame

Dimensions shown: 100 cm for the main unit height and 6 cm / 3 cm for the drainage channel details.

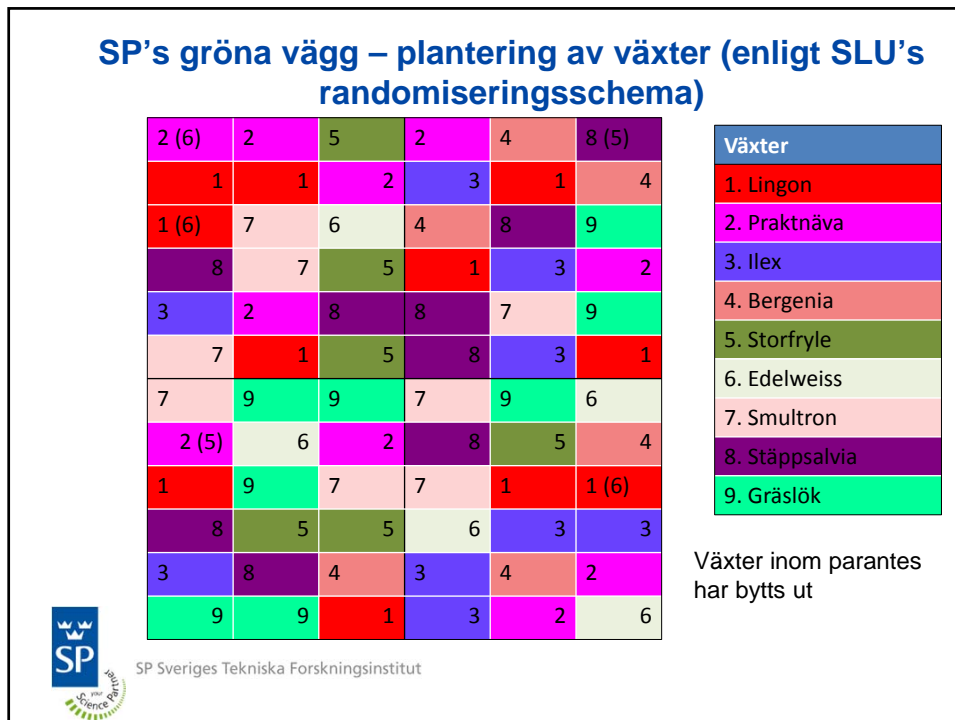
The top right diagram, titled "OPTIGREEN - Bewässerungsprinzip", illustrates the water supply system with a reservoir, pump, and distribution network.

A photograph at the bottom right shows two people working on the installation of the wall garden.

### Instrumentering och montering









### Växterna – 20 augusti



### Växterna – 15 november



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Växterna – 9 december



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Växterna – 11 februari



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

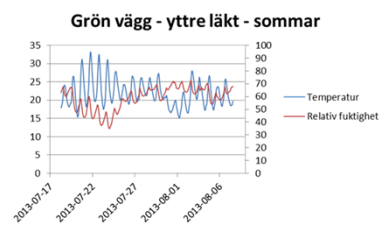
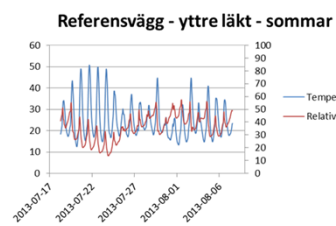
## Växterna – 26 juni 2014



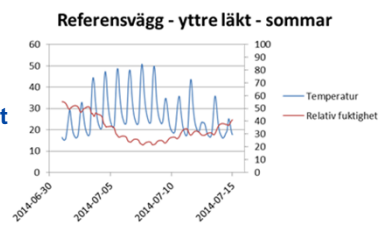
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Mätdata och simuleringar – vägg (sommar)

Uppmätt

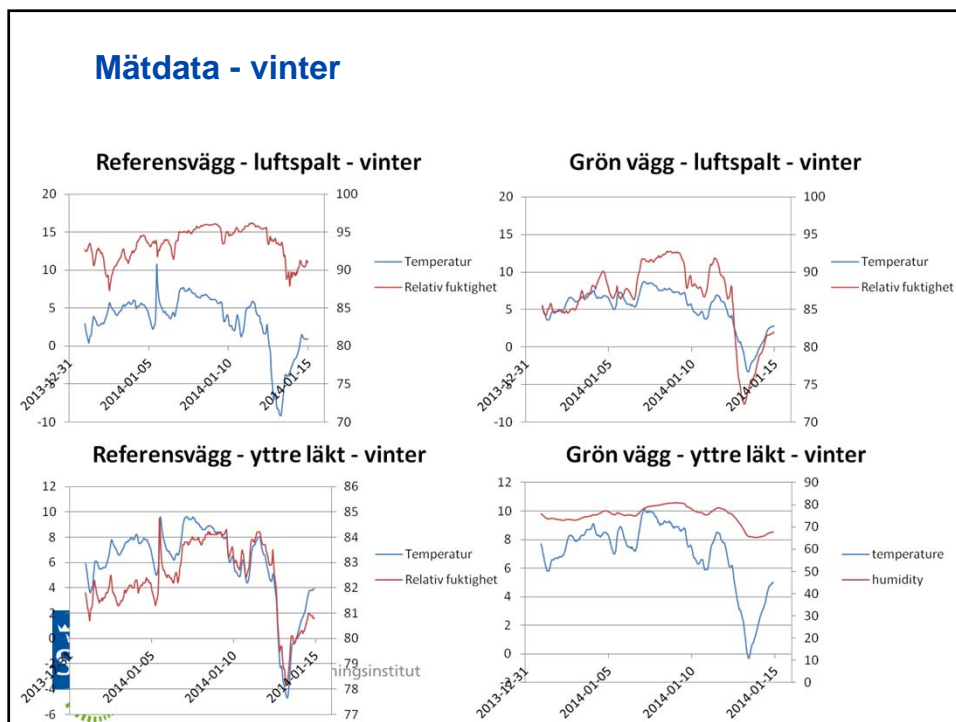
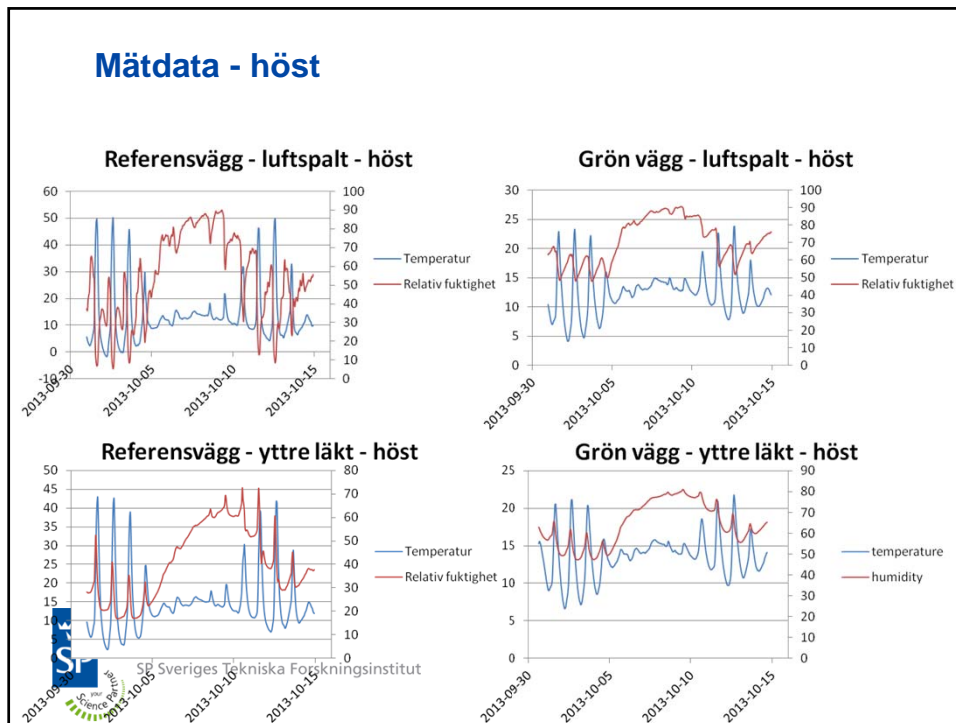


Simulerat

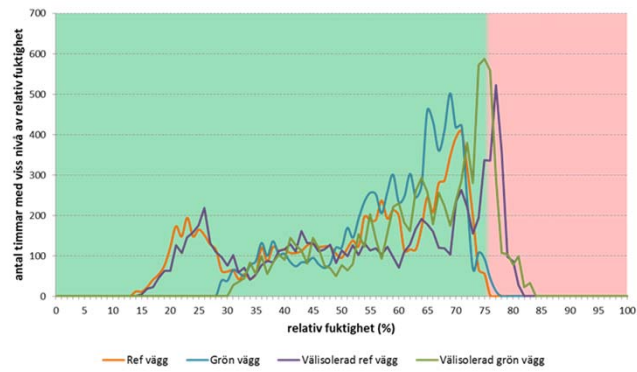


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



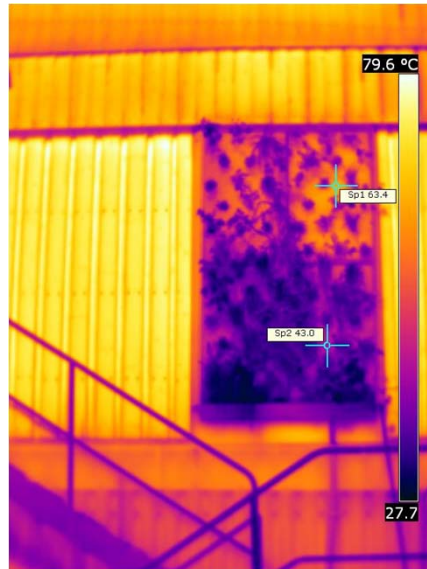


### Simuleringar – välisolerad vägg

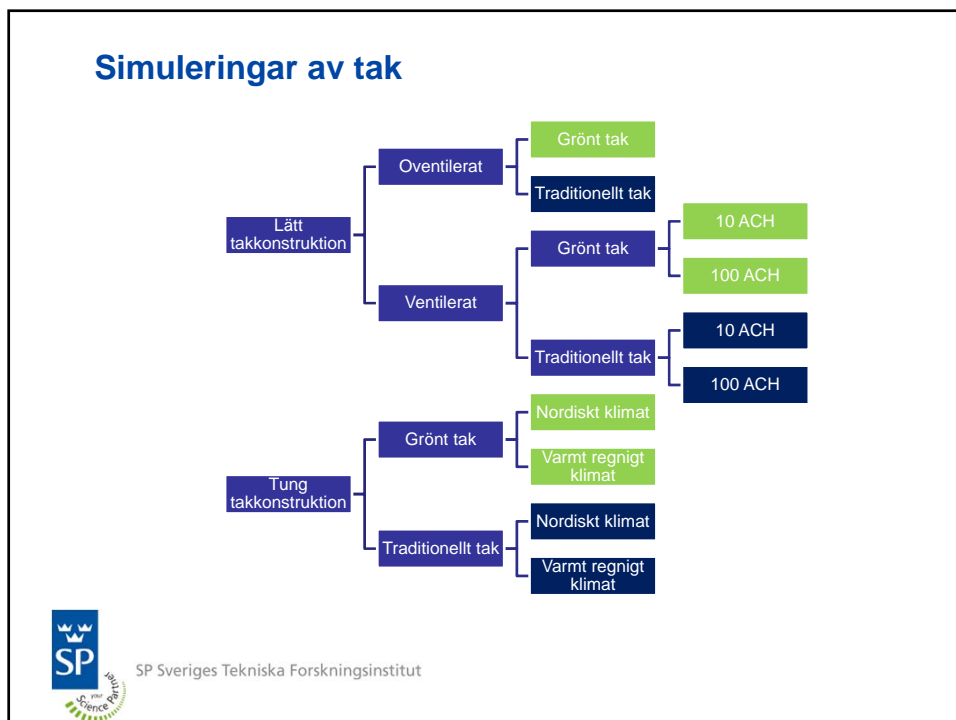
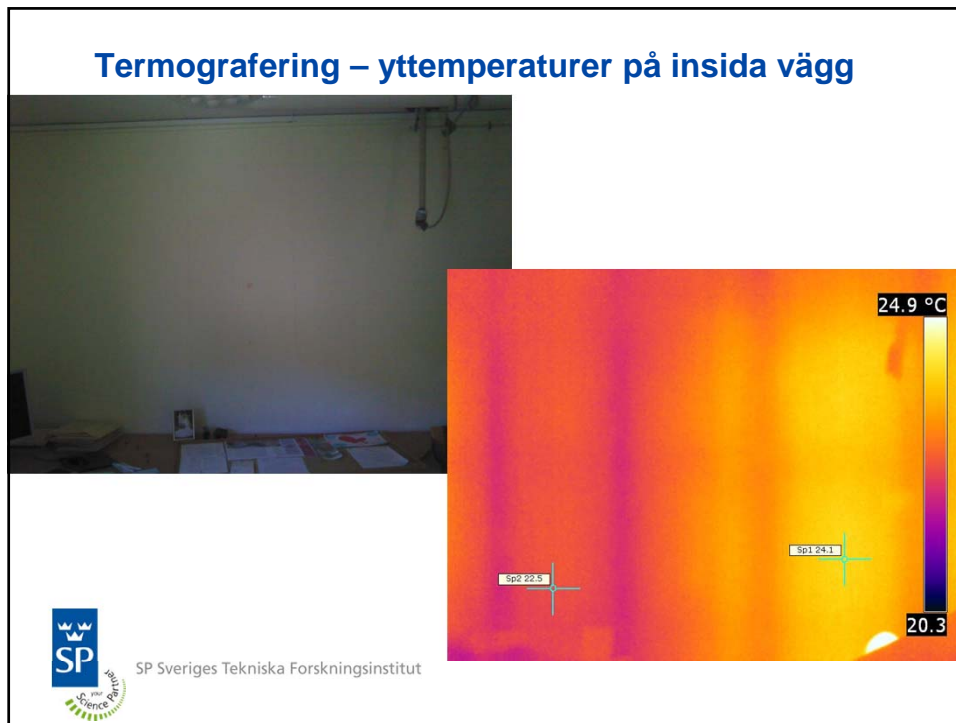


SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

### Termografering – yttemperaturer på utsida vägg



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut





## Gröna klimatskal – effekt på värmeflöden

Beräkningsfall	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Årligt värmeflöde [MJ/m <sup>2</sup> ]
Grön vägg vid SP	0,21	84,1
Referensvägg vid SP	0,21	66,3
Välisolerad grön vägg	0,10	38,8
Välisolerad "referensvägg"	0,10	30,4

Beräkningsfall	U-värde [W/m <sup>2</sup> K]	Årligt värmeflöde [MJ/m <sup>2</sup> ]
Lätt oventilerad konstruktion med grönt tak	0,15	67,2
Tung konstruktion med grönt tak	0,15	68,0
Lätt oventilerad konstruktion med svart tak	0,15	56,8
Tung konstruktion med svart tak	0,15	56,9
Tung konstruktion med grönt tak – luftkonditionerad byggnad, uteklimat Miami, FL, USA	0,4	23,9
Tung konstruktion med svart tak – luftkonditionerad byggnad, uteklimat Miami, FL, USA	0,4	118,1
Lätt ventilerad konstruktion med grönt tak, 10 ACH	0,15	68,6
Lätt ventilerad konstruktion med svart tak, 10 ACH	0,15	59,0
Lätt ventilerad konstruktion med grönt tak, 100 ACH	0,15	74,4
Lätt ventilerad konstruktion med svart tak, 100 ACH	0,15	70,0



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Slutsatser – gröna väggar

- Rimliga värden från mätningar i fält – inga alarmerande höga fuktnivåer har uppmätts med aktuella förutsättningar
- Gröna väggen har tydlig temperaturutjämnande effekt mot referensväggen
- Den relativa fuktigheten påverkas så att den blir högre under vissa perioder (exempelvis under perioder då växtsubstratet lagrar kyla från kalla nätter) och lägre under andra perioder (exempelvis då växtsubstratet lagrar värme från varma och soliga dagar).



- Klimatet speglar inte värsta fall

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Slutsatser – gröna väggar (forts)

- Vid en fuktsäkerhetsprojektering är det då viktigt med en parameterstudie som bland annat varierar luftomsättningar i spalt bakom den gröna fasadbeklädnaden för att fånga upp eventuella problem som annars kan missas. ACH är svårmodellerat!
- En ökad mängd värmeisolering i väggen ger högre relativa fuktigheter i den yttre delen av ytterväggen. Detta gäller både med grön och traditionell fasadbeklädnad och resultaten var förväntade då temperaturen längre ut i väggen sänks med en ökad mängd värmeisolering.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Slutsatser – gröna tak

- Från simuleringarna av gröna taken noteras en försämring i hygrotermiska egenskaper för de gröna taken jämfört med de svarta taken. Ett oventilerat välisolerat tak fungerar bättre ur fuktsynpunkt med svart takbeklädnad jämfört med ett grönt tak.
- De ventilerade välisolerade taken i sin tur fungerar bättre än de oventilerade (med aktuell konstruktionsuppbyggnad), detta gäller både för gröna och svarta tak.
- Om luftomsättningen ökas från 10 till 100 ACH (luftomsättningar per timma) så ökar den relativa fuktigheten. Även här är det viktigt med en parameterstudie för att fånga upp olika fall då en exakt luftomsättning i ventilerade tak (och ventilerade luftspalter) är omöjligt att förutspå.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Slutsatser - energi

- Ur energisynpunkt och från de fall som beräknats för väl värmeisolerade konstruktioner (såsom vid lågenergihus) så verkar inte gröna klimatskal ha något positiv effekt på värmefflöde genom väggar och tak. Tvärtom så ses ett högre värmefflöde genom de gröna klimatskalen jämfört med referensklimatskalen för de fall som simulerats med nordiska klimatdata.
- Den stora fördelen ur energisynpunkt kan ses i andra länder med byggtradition med mindre mängd värmeisolering, med ett varmt, fuktigt och regnrikt klimat simuleras och då luftkonditionering används inomhus. Här ses en markant förbättring och reduktion i energiflöde genom det gröna taket jämfört med det traditionella svarta taket. Till stor del beror detta på att mindre solstrålning absorberas men även av den vattenkvarhållande effekten och evaporationen från gröna växter och deras substrat. Det här har stora fördelar på invändig termisk komfort men även på energiförbrukningen då mindre energi behövs till luftkonditionering.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

## Fortaleza University (UniFor), Brasilien

Pilot - termisk komfort och energi



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



