

# Framtidens trähus energieffektiva med god innemiljö



Huvudfinansiärer: Vinnova, Skogsindustrierna, SBUF

2007 – 2012

Fuktcentrums informationsdag  
2012-05-09

Jesper Arfvidsson



## Bakgrund



- Energidirektivet
  - Krav på energianvändning
  - Energideklarationer
  - Uppföljning, mätning av verklig användning
  - ...
- BBR
  - Krav på fuktsäkerhet
  - Visa att fukttillståndet ej överskrider det kritiska värdet för materialet
  - 75% relativ fuktighet gäller som kritiskt fukttillstånd för mögel och bakterier, om inget annat kan påvisas.
  - ...



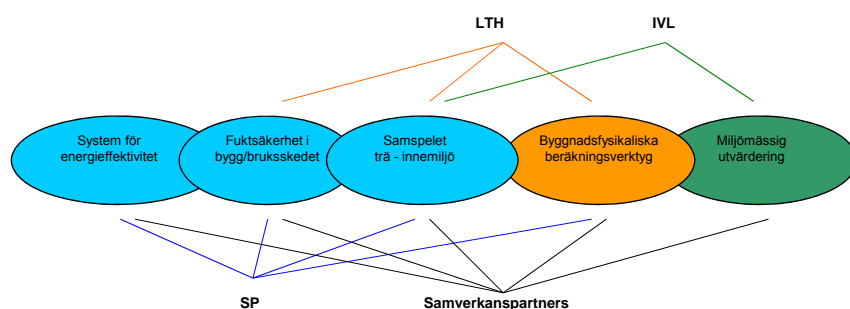
## Mål



Ett övergripande mål för projektet är att stödja bygg- och trähusindustrin inför omställning till kraven i BBR på energianvändning och fuktsäkerhet



## Projektstruktur



Industriellt råd  
(ordf. Anders Rosenkilde)

Vetenskapligt råd  
(ordf. Arne Elmroth)

Styrelse  
(ordf. Jan Lagerström)

CA Östberg  
Götenehus  
JM  
Myresjöhus  
KFAB  
Hyresbostäder i Växjö/NCC  
PEAB/FoU Väst

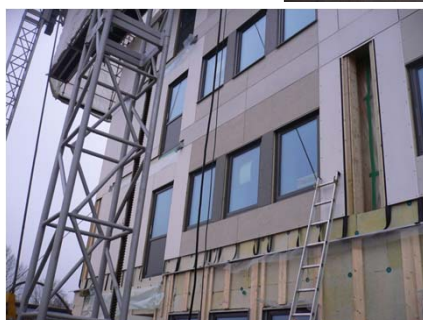
Rörvik Timber  
Skogsindustrierna  
EnergiJägarna  
Willa Nordic  
Tarkett  
TMF Svensk Trähusindustri



## Pilothus villor



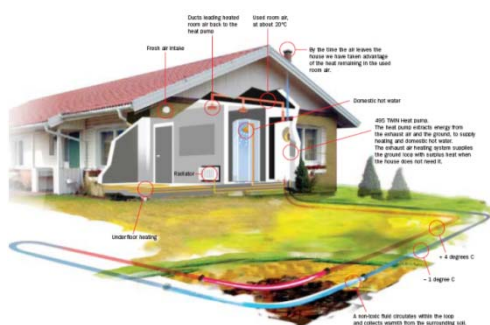
## Pilothus flerbostadshus



## WP1 - System för energieffektivitet och bra inommiljö i trähus



Hur kan framtidens småhus bli näranollenergi-byggnader



Svein Ruud, SP Energiteknik



## Mätningar och utvärdering av pilothus



**Mätningar har utförts på tre nybyggda pilothus**, vilka till största delen består av på husfabrik prefabricerade byggnadsdelar.

**För samtliga pilothus har utvärderingen gjorts utifrån:**

- uppmätt total energianvändning under en 12-månadersperiod
- tekniska data från hus- och värmepumpsleverantörer
- Inomhustemperatur och aktuella klimatdata
- hushållens sammansättning
- schablonmässig beräkning av hushållsel

En jämförelse mellan ursprungligen beräknad och verklig uppmätt energianvändning har på så sätt kunnat göras.

Beräkningar har gjorts med beräkningsprogrammet TMF Energi version 2.2



## TMF energi Energiberäkningsprogram för småhus (i kWh/m<sup>2</sup> enligt BBR)



•Norra Sverige (kravnivå 130 kWh/m<sup>2</sup>), Kiruna, Medelårstemperatur -1 ° C

Byggn.-skal	FVP	FMVP	BVP	BVP +FTX	LVVP	LVVP +FTX	FJV	FJV +FTX	FVP +FJV	BIO +SOL	BIO +SOL +FTX	FVP +BIO
Normal	169	128	85	73	142	122	202	180	169	171	151	175
Förbättr.	137	101	66	57	114	92	166	141	137	139	117	142
Passiv	107	78	54	46	88	66	132	103	106	109	85	110

Södra Sverige (kravnivå 110 kWh/m<sup>2</sup>), Göteborg, Medelårstemperatur +8 ° C

Byggn.-skal	FVP	FMVP	BVP	BVP +FTX	LVVP	LVVP +FTX	FJV	FJV +FTX	FVP +FJV	BIO +SOL	BIO +SOL +FTX	FVP +BIO
Normal	86	65	50	47	60	52	119	106	86	99	89	88
Förbättr.	69	56	44	40	50	43	99	85	69	82	70	70
Passiv	54	49	38	35	42	35	80	65	54	66	55	54

Specifik energianvändning (uppvärmning och tappvarmvatten, exkl. hushållsel)  
Inklusive en marginal på 10-20 kWh/m<sup>2</sup> (värden < 50 kWh/m<sup>2</sup> likvärdigt "passivhus")



## Slutsatser wp1



- Det är tekniskt möjligt att på olika sätt bygga framtidens småhus så att de uppfyller de föreslagna nivåerna för NNE-byggnader
- Mycket enklare att klara föreslagna NNE-krav vid användning av värmepumpar, främst då bergvärmepumpar
- De föreslagna kraven, liksom dagens byggregler, gynnar större och därigenom totalt sett mindre energisnåla byggnader
- Avloppsvärmeväxlare är speciellt intressant i hus som har varken värmepumpar eller solvärme
- Solvärme i kombination med värmepumpar kan vara ett sätt att klara de föreslagna NNE-kraven
- Frånluftsvärmepump måste kombineras med både solvärme och byggnadsskal av passivhustyp för att klara föreslagna energikrav
- Biobränsle måste kombineras med byggnadsskal av passivhustyp samt både FTX och solvärme för att klara föreslagna NNE-krav

Mer detaljerade resultat ges i SP Rapport 2011:28  
vilken är tillgänglig via [www.framtidenstrahus.se](http://www.framtidenstrahus.se)



## WP2 - Fuktsäkerhet i bygg- och bruksskedet

fältmätningar samt labprovningar

Pernilla Johansson, Kristina Mjörnell, Lars Olsson SP



## Några resultat från fältmätningarna



- Samtliga besökta objekt har någonstans utsatts för fritt vatten och/eller så har material med etablerad påväxt använts i byggnation.
- 1/3 av materialproverna hade mikrobiell påväxt
- 1/3 av mätningarna uppvisade förhöjd eller hög fuktkvot
- Påväxt fanns lika ofta på torrt som fuktigt trämaterial
- Påväxt i form av blånad fanns på 2/5 av proverna som hade påväxt och framförallt på torrt material. Verkar som påväxten uppkommit innan materialet nått husfabrik



## Resultat labprovningar



- Råspont är mer känsligt mot påväxt än regler (tidigare och mer omfattande påväxt)
- Vid en för påväxt optimal RF (95-100%) så kommer det dröja längre tid innan en påväxt uppkommer vid lägre temperatur (10°C) än vid högre (22°C). Den lägre temperaturen kommer dock inte att skydda mot påväxt.
- En nedblötning av prover genom duschning medförde att påväxt uppkom något tidigare under provningen jämfört med om ingen nedblötning skett.
- Det finns en tendens till skillnader i påväxt mellan prover tagna på olika platser. Detta gäller för råspont. Denna skillnad kvarstår även när en sporsuspension har använts.
- Vid optimala RF (95-100%) är skillnader i kvalitet (råspont/reglar respektive plats) inte lika tydlig.

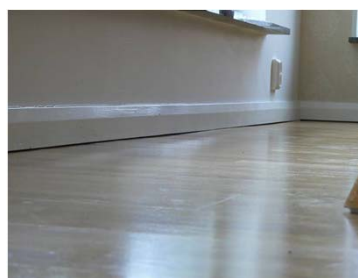


## Samspelet trä – innemiljö

Joakim Norén, SP



- Ojämna golv
- Svikt och knarr
- Springor i golv
- Lösa stavar
- Sprickor i ytskikt
- Spruckna tätskikt i våtrum
- Lösa klinkerplattor
- ” Stora rörelser” i hus



## Metod och genomförande



### Probleminventering

### Experimentella studier

- Mätningar i nyproducerade hus
- Mätningar i laboratorium

### Beräkningar och simuleringar

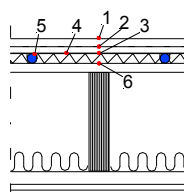
- Simulering av inomhusklimat med fuktåtervinning
- Beräkning av fuktförhållanden i byggnadsdelar och träbaserade material
- Beräkning av fuktrelaterade deformationer



## Mätningar i nyproducerade hus



- Temperatur och relativ luftfuktighet i rumsluft och i bjälklag
- Krympning/svällning hos bjälkar
- Nedböjning hos bjälklag
- Temperaturer och RF i trägolv



- 1.Trägolvet yta
- 2.Golvgips ovsida
- 3.Aluminiumplåt över bjälke
- 4.Aluminiumplåt mellan bjälke och värmerör
- 5.Värmerör
- 6.Spånskiva över bjälke



## Förslag på lösningar - rekommendationer



- Använd torrare konstruktionsvirke eller produkter som t ex LVL, lättbalkar, fackverk och limträ
- Använd golvsivor med små fuktrelaterade rörelser
- Skydda alltid träkonstruktioner från nederbörd
- Torka ut byggfukten, t ex från gjutning
- Trägolvs skall vid läggning ha en fuktkvot på 7-8 %
- Stora golvytor bör delas upp i mindre enheter och rörelseutrymme skall alltid finnas mellan golv och vägg
- Vid golvvärme bör flytande trägolv användas



## WP4 – Beräkningsverktyg

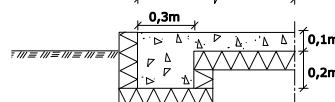
Lars-Erik Harderup, Olof Hägerstedt, Jesper Arfvidsson



- **Bedömning av uttorkning av trä**  
(exempelvis beräkna uttorkningstid för syl efter uppfuktning)

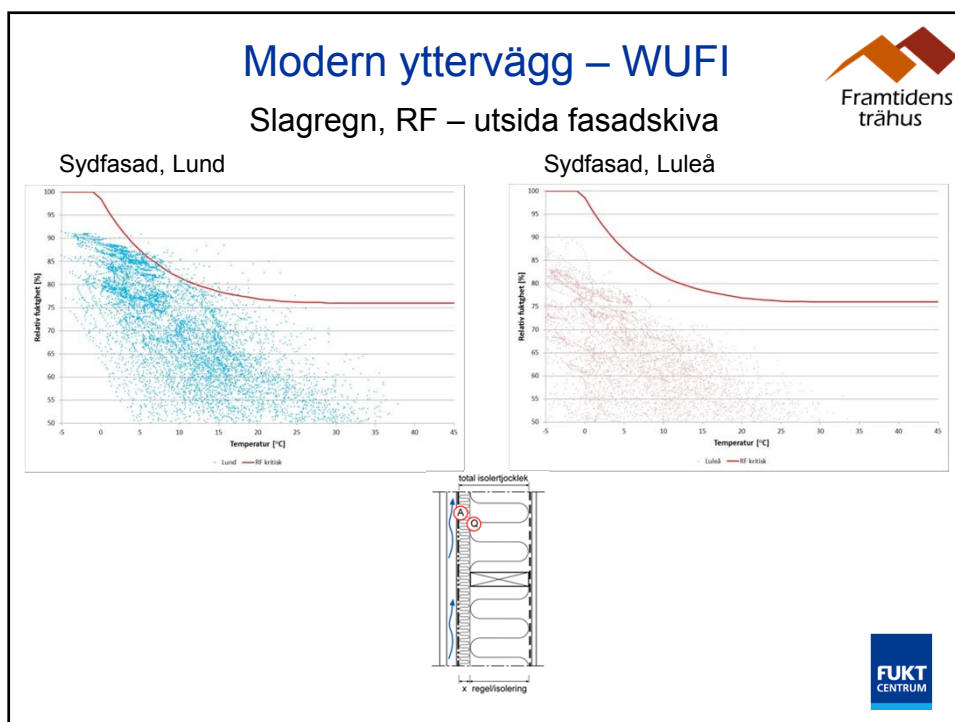
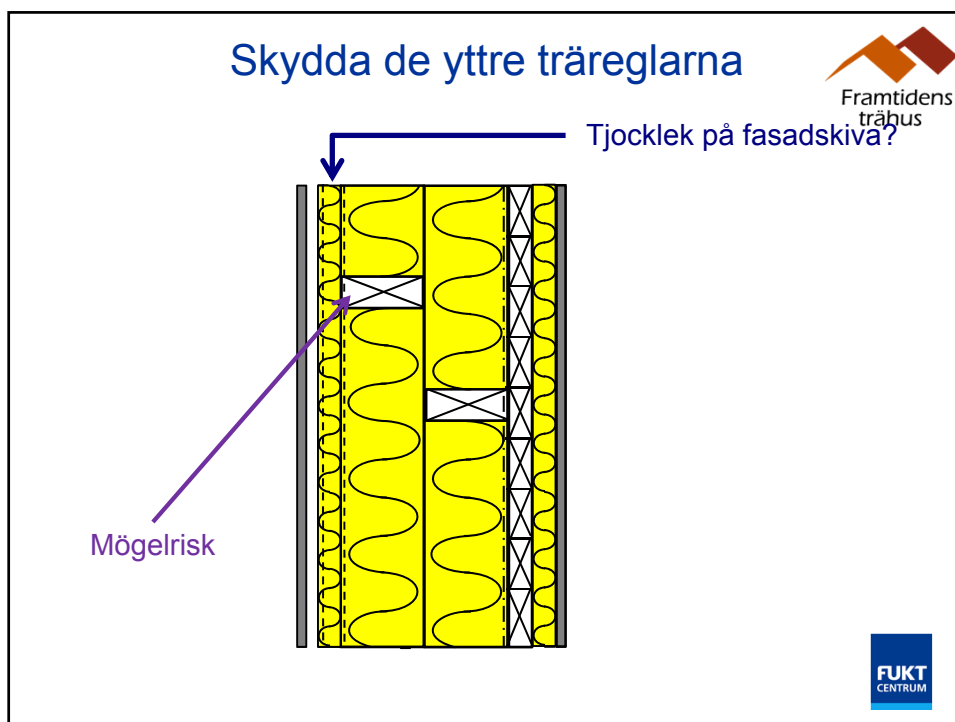


- **Bedömning av tjälinträngning under platta på mark** (hänsyn till fasomvandlingar, randvillkor som varierar med tiden samt att  $\lambda$ -värdet för marken förändras när marken fryser/tinar)



- **Svensk version av WUFI**
  - (Wärme und Feuchte instationär), dvs. kopplad värme- och fukttransport
  - Svensk materialdata
  - Svensk klimatdata
  - Svenska menyer
- **HAM-tools**  
(utveckling av verktyg för ventilerade konstruktioner i samverkan med Woodbuild)

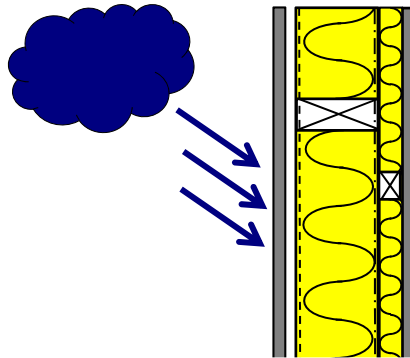




## Tvåstegstätad fasad



**Nederbörd som kommer in ska också komma ut**



### Luftspaltens funktioner

- Ventilation
- Eliminera tryckskillnad
- Dränering

**Byggfukt**



## Slutsatser luftspalt



### Luftspalten

- Väl ventilerad
- Vertikala avskärmningar/reglar är att föredra
- Om horisontella hinder/reglar – perforerade
- Om horisontella hinder/reglar– snedsågade med lutning utåt
- Tjockare isolering  $\Rightarrow$  ännu viktigare med väl ventilerad luftspalt bakom fasadpanelen.



## Generella slutsatser för ytterväggar av trä



- Risken för fukt- och mögelskador är klimatberoende
  - Lägre risk i norra Sverige
  - Högre slagregnsbelastning är ogynnsamt.
- Högisolerade konstruktioner är känsligare för fukt och mögel, dvs. toleransen för misstag minskar.
- Generellt är utsidan av träreglarna mest utsatta.
- Diffusionsöppen isoleringsskiva på utsidan av träreglarna ger ett bra klimatskydd, men nödvändig tjocklek på skivan beror på väggens totala värmemotstånd.
- Det är viktigt med en väl ventilerad luftspalt bakom fasadmaterialet.
- Ju tjockare isolering desto högre luftomsättning är nödvändig i luftspalten, speciellt vid skalmursfasader av tegel och bakomliggande träregelstomme.
- Jämförelse mellan de svenska klimatdatafilerna i WUFI med uppmätt klimat tyder på att klimatet i WUFI ger ett gynnsammare klimat än aktuellt år.
- Fukt- och mögelrisker går att hantera i högisolerade träkonstruktioner om problematiken beaktas i alla skeden av byggprocessen.



## Miljömässig utvärdering

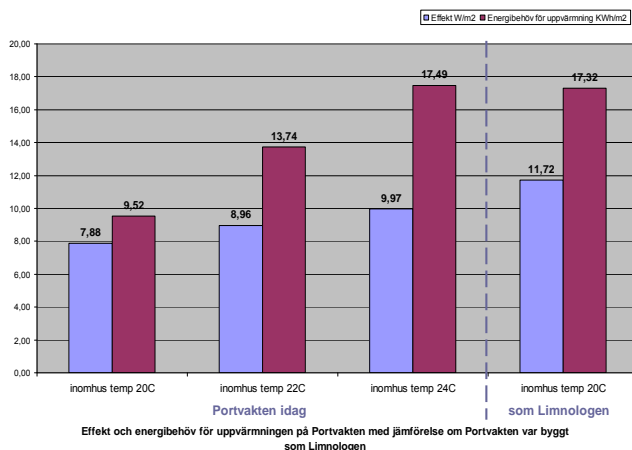
Anna Jarnehammar, IVL, Ivana Kildsgaard IVL



- Att miljömässigt utveckla och utvärdera energieffektiva och sunda bostäder i trä där koncept för mycket låg energianvändning gifts ihop med flervåningsträhusbyggande.
  - Framtagande av miljöbedömningsmodell
  - Säkerställande av relevanta indata
  - Miljöbedömning av pilotprojekt
  - Uppföljning av resultat



## Energiberäkningar



Energiberäkningar gjorda i DEROBLTH

Olika fall (FTX system, fönster och solskydd, täthet, isoleringstjocklek, inomhustemp)

Jämförelse gjort med referens hus (Limnologen)



[www.framtidenstrahus.se](http://www.framtidenstrahus.se)



**HÄR PUBLICERAS ALLA  
SLUTRAPPORTER EFTERHAND!!!**

