



# Fönstermontage

Börje Gustavsson

# **Abstract**

## **Window installation**

During the last few decades well-insulated, rendered, unventilated and undrained stud wall constructions have been very popular in Sweden. Unfortunately, this structure has shown itself to be sensitive to moisture.

Experience gained from more than 800 building surveys has shown that very often the problem lies with moisture entering the structures where the windows and doors are located. Tests have shown that windows mounted as per the general installation documents and descriptions are not sufficiently watertight. Research into this matter has also given the same result.

The report gives some ideas of how a window can be mounted with better raintightness security using a two step sealing solution even if the wall is one step sealed.

Key words: window, installation, mounting, moisture damage

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2009:35  
ISBN 978-91-86319-23-6  
ISSN 0284-5172  
Borås 2009

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>4</b>
<b>Förord</b>	<b>6</b>
<b>1 Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>2 Bakgrund</b>	<b>9</b>
2.1 Genomgång av publicerade relevanta rapporter	9
2.1.1 Träteks projekt ”Installationssystem för träfönster”	9
2.1.2 Performance of Source Drainage External Insulation Finish System at the Window/Wall Junction	9
2.1.3 Rainwater Intrusion in Light-Frame Building Walls	9
2.1.4 Rain Leakage in Wood Frame Walls: Två skadefall	9
2.1.5 Failed Fenestration. New Materials Require New Techniques	10
2.2 Vattenläckage vid och från fönster i samband med undersökningar i fält	10
2.2.1 Vattenläckage via tappar i fönster	10
2.2.2 Vattenläckage via otätheter vid delning mellan tätt placerade fönster	11
2.2.3 Vattenläckage via otätheter i fönsterbleckets infästning i bottenstycke	11
2.2.4 Vattenläckage vid anslutning mellan fönstrets sidostycke och vägg	11
2.2.5 Vattenläckage mellan konstruktion och fönstrets överstycke	12
2.2.6 Övrigt	12
2.3 SPs erfarenheter vid laboratorieprov	12
2.3.1 Erfarenheter vid provning av fasader med fönster	12
2.3.2 Provförfarande vid SP	13
2.3.3 Resultat	14
2.3.4 Erfarenheter vid provning av fönster	17
2.3.5 Krav	17
2.3.6 Praxis och ”subkulturer”	17
<b>3 Krav och konstruktionsprinciper för anslutning mellan fönster och vägg</b>	<b>18</b>
3.1 Metrologiska förutsättningar	18
3.1.1 Regn	18
3.1.2 Vindhastigheter och vertikal hastighet	18
3.1.3 Jämförelse vindhastighet - vindtryck	19
3.2 Byggnadsfysikaliska förutsättningar	20
3.2.1 Ångtäthet	20
3.2.2 Lufttäthet	20
3.2.3 Regntäthet	23
3.2.4 U-värde	24
3.2.5 Underhållsbehov	25
3.2.6 Tryckfall - tryckbild i verklighet och vid provning	26
3.2.7 Fuktberäkningar med avseende på fönsterläckage	28
3.2.8 Beräkningsförutsättningar	28
3.2.9 Slutsats fuktberäkningar	29
3.2.10 Fogning	32
3.2.11 Fönstrets placering i vägg	32



<b>4</b>	<b>Täthet i karmhörn</b>	<b>35</b>
4.1	Några av de idéer som finns till lösning	35
<b>5</b>	<b>Aluminiumbeklädda fönster</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Anslutningsdetaljer</b>	<b>38</b>
6.1	Fönsterbleck	38
6.1.1	Anslutning av fönsterbleck	38
6.1.2	Förslag till lösningar och provningar	41
<b>7</b>	<b>Provningsstandarder</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>Montage och provningar</b>	<b>44</b>
8.1	Provningsmetod	44
8.2	Regntäthet förenklad provrigg	44
8.2.1	Resultat	46
8.3	Regntäthet vid fullskaleprov	46
8.3.1	Resultat	48
8.4	Lutning under fönster	48
8.5	Sekundär tätning under fönster	50
8.6	Sekundär tätning vid sidstycke överstycke	51
8.7	Anslutning av fönsterbleck	52
8.8	Anslutning av olika fasadmaterial	53
<b>9</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>Referenser</b>	<b>55</b>

**Bilaga 1-10** Provningsrapporter

## Förord

FoU-projektet är genomfört vid SP i samarbete med företrädare från fönsterbranschen, Plåtslageriernas Riksförbund, materialleverantörer och entreprenörer och är ett följdprojekt föranlett av resultaten från projektet "Putsade, regelväggar" (SBUF 11973) SP Rapport 2009: 16

Den 17 juni 2008 hölls ett diskussionsmöte på SP angående montage av fönster med företrädare från olika berörda parter. Vid mötet fick SP i uppdrag att bilda en arbetsgrupp med syfte att vidare behandla frågorna om fönstermontage. Denna grupp har varit delaktig i detta forskningsprojekt.

Arbetet har genomförts i positiv anda för att hitta lösningar som samtidigt innebär rationell produktion och har goda montageförutsättningar.

Tidigare studier av fönstermontage visar på omfattande problem med inläckande vatten.

Vår förhoppning är att rapporten skall ge förutsättningar för montage av fönster som leder till beständigare och säkrare lösningar. Ett av målen har varit att ta fram montageprinciper och vägledning inför nya lösningar.

I rapporten finns olika konstruktioner av väggar beskrivna. Rapporten tar inte ställning till de olika konstruktionerna och deras funktion, rapporten behandlar möjliga montage oavsett konstruktion av vägg.

Vid projektet har följande parter deltagit:

NCC Construction Sverige AB, Elitfönster AB, Kvillsfors Fönster AB, Snidex AB, Plåtslageriernas Riksförbund, Maxit AB, STO Scandinavia AB, Knauf Danogips AB.

Till projektet har även Svenska Fönster AB, Tremco AB och Norrby Trä & Byggarvaror AB bidragit med material och kunskap.

Från SP har Ingmar Samuelson, Ingemar Nilsson, Lars Olsson, Mikael Bengtsson och Richard Dawson medverkat i olika delar av projektet och från FoU Väst Pär Åhman.

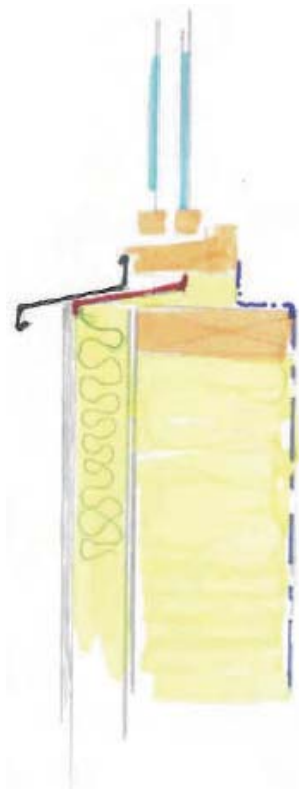
# 1 Sammanfattning

Dagens anvisningar och lösningar för montage av fönster har inte visat sig tillfredsställande. Som stöd för detta har vi forskningsresultat, erfarenheter av fältverksamhet, erfarenhet av tidigare laboratorieprovningar och provningar inom projektet.

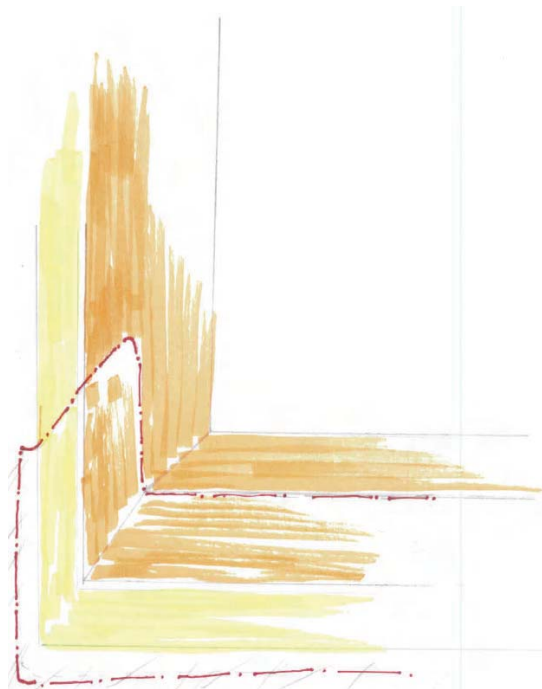
En lösning som har visat sig vara lämplig är att utföra montaget med ett andra steg av tätning, sekundär tätning. Detta medför att anslutningen till fasaden får en tvåstegstättning, oavsett väggens konstruktion och risken för läckage reduceras markant.

Men hänvisning till de erfarenheter vi har erhållit under detta arbete vill vi ge följande kompletterande råd vid montage

- Fönstrets insida skall ha mycket god luft- och ångtäthet
- Fönstrets drevning bör vara minst 50 mm djup, lämpligen upp till ca 80 % av karmens djup
- Under fönstret görs en sekundär tätning som sträcker sig in under fönstret till ca halva fönstrets djup. Den sekundära tätningen ansluts även mot de vertikala reglarna bredvid fönstret, minst 100 mm. Sekundära tätningen har en lutning mot fasadens utsida och mynnar ut under fönsterblecket.



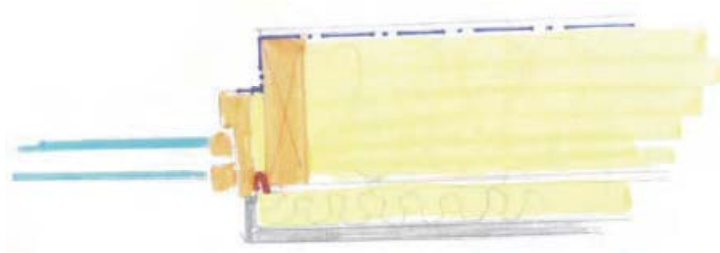
Sekundär tätning under fönster



Regel under fönster snett kluven. Sekundär tätning av vattenavstötande material appliceras.

Regeln under fönstret klyvs/fasas så en anpassad lutning erhålls. Alternativt skapas det lutande planet med en isolering av styv kvalitet som anpassas. På det lutande planet appliceras ett tätskikt.

- En tät anslutning mellan fönster och vindskydd skapas efter sidostycke och överstycke på fönster. Vid trä/aluminiumfönster där aluminiumet är monterat med luftning skall den täta anslutningen ansluta mot trädel i karm av fönster



- Överkantsbleck bör monteras, för att leda ut vatten från fasaden och minska vattenbelastningen på fönstret. Blecket skall om möjligt anslutas bakom vindskyddet
- Fönsterbleckets skruvkant och gavel viks upp 30 mm. Fönsterblecket bör ha en lutning på 25° dock minst 14°.

## **2 Bakgrund**

### **2.1 Genomgång av publicerade relevanta rapporter**

Ett antal olika rapporter har gått igenom för att ge projektet en bakgrundsbild vad tidigare forskningsresultat gett för erfarenheter och kunskap. Rapporterna bygger på olika provningar, erfarenheter och undersökningar, samtliga dokument visar på problematik med montage av fönster.

#### **2.1.1 Träteks projekt ”Installationssystem för träfönster”**

Rapporten tar upp ett antal olika lösningar med fönsterbleck, dels ur montagesynpunkt och dels ur regntäthetssynpunkt. Resultatet visar att samtliga kommersiella provade lösningar läckte vatten vid provning.

(Trätek 2001, Sverige)

#### **2.1.2 Performance of Source Drainage External Insulation Finish System at the Window/Wall Junction**

Artikeln presenterar resultatet av en utförd forskning där dräneringsförmågan av kritiska detaljer granskades.

Bakgrunden till denna forskning var att rapporter om omfattande läckage förekommit. Vid testerna har ett antal olika testobjekt monterats in i olika paneler och därefter provats mot regntäthet. Under några av fönstren har ett särskilt dränerande beslag monterats. Inget vattenläckage till väggen konstaterades då dessa beslag användes. Beslaget var utformat så en sekundär tätning erhöles partiellt.

(Journal of Building Physics 1999;23;57, USA)

#### **2.1.3 Rainwater Intrusion in Light-Frame Building Walls**

Paper från 2<sup>nd</sup> Annual Conference on Durability and Disaster Mitigation in Wood-Frame Housing.

Dokumentet tar upp problematik med inläckande vatten i byggnader och orsaker till detta. Författaren Charles Carll menar att en av orsakerna till inläckande vatten är den arkitektoniska utformningen och användandet av material och materialkombinationer som inte är utvärderade. Han menar även att energieffektivt byggande kan ha medfört känsligare konstruktioner.

(Proceedings of the 2nd Annual Conference on Durability and Disaster Mitigation in Wood-frame Housing November 2000, USA)

#### **2.1.4 Rain Leakage in Wood Frame Walls: Två skadefall**

Beskriver två skadefall där otätheter vid fönstrens montering orsakat kraftiga skador på fastigheterna. I det ena skadefallet har fastigheten tilläggsisolerats och efter detta har vatten kunnat läcka in bl a vid fönstermontaget. I det andra skadefallet hittades skador i samband med målning av fastigheten, skadorna var orienterade till olika detaljlösningar bl a montage av fönster.

(Building Research Note: National Research Council of Canada, Ottawa, April 1984)

### **2.1.5 Failed Fenestration. New Materials Require New Techniques**

Artikeln tar upp problematik med läckande fönstermontage i fasader. Moderna material med föråldrad teknik kan ge problem med inläckage av vatten uttorkning etc. Att genomföra kompletterande tätningar med fogmassa är ingen lösning vid regnläckage.

(ASHRAE 2007, USA)

## **2.2 Vattenläckage vid och från fönster i samband med undersökningar i fält**

Sedan ungefär 30 år tillbaka har Byggnadsfysiks fältgrupp på SP utfört fuktundersökningar i byggnader. Uppdragsgivare har bl. a varit större förvaltare som kommuner och landsting, små och stora entreprenadföretag, bostadsrättsföreningar samt advokatbyråer i samband med tvister i såväl nyproduktion som köp av fastighet. Många undersökningar har även utförts åt fastighetsägare till småhus.

Skälen till att SP fått i uppdrag att utföra undersökningarna är två. Det vanligaste är att de som vistas i byggnaden klagar på att det luktar unket och inte sällan finns också klagomål på ohälsa av att vistas i lokalerna. Det andra skälet är att det förekommer synliga fuktgenomslag på ytterväggens insida vilket ger en tydlig signal om att konstruktionen inte fungerar som avsett. Även i dessa fall förekommer ganska ofta att personal klagar på unken lukt i inommiljön och ohälsa.

Nedan redovisas de olika förekomster av läckage vid och från fönster som fältgruppen stött på under årens lopp vid fuktundersökningar.

### **2.2.1 Vattenläckage via tappar i fönster**

Detta är ett läckage som i första hand förekommer vid utåtgående fönster vid tappar mellan sidostycke och bottenstycke. Vid provningar i laboratoriet har vi även konstaterat att läckage förekommer i inåtgående fönster. Det finns ingen koppling till ålder på fönstren utan läckage har förekommit på såväl gamla som nya fönster. Vidare finns heller ingen koppling till att detta har förekommit under en viss tidsperiod.

Problemet med läckage uppstår när vatten pressas in i bottenstyckets dräneringskanal. Är inte tappen tät mellan sidostycket och bottenstycket så finns ganska många exempel på att vatten inom bara några minuter börjat rinna på undersidan av bottenstycket och vidare ned i väggen. Inte sällan så är det bakfall på kanalen, det vill säga lågpunkten i kanalen är vid anslutningen mot sidostycket, vilket gör att det vatten som inte kan ledas ut via kanalens öppningar istället tränger igenom via tappen och rinner ned i väggen.

När väggar friläggs under fönster med läckage vid tappar så är skadebilden tydlig. På ovansida liggande regel under fönstrets sidostycken finns ofta tydliga missfärgningar/fuktmarkeringar. Dessa missfärgningar kan dock misstolkas som att de orsakas av läckage vid smygen mellan fönster och konstruktion. Ett sätt att utreda om det läcker via tappen är att försiktigt hålla lite vatten i dräneringskanalen för att sedan se om vattnet rinner igenom tappen (förutsätter att konstruktionen är frilagd). Ett annat sätt är att ta ut fönstret och skicka det till ett laboratorium som kan prova regntäthet och erhålla ett komplett resultat. Hur stora fuktskador det blir i byggnadskonstruktionen beror på hur väderutsatt fönstret är och hur länge som läckagen pågår.



### **2.2.2 Vattenläckage via otätheter vid delning mellan tätt placerade fönster**

Vid delning mellan fönster och utfyllnad och sidostycke i fönster ska det finnas en tätning som stoppar utifrån kommande vatten. Det är inte sällan som utsidan av springan täckt med en list eller liknande. Läckage via denna anslutning är inte speciellt vanligt men när det förekommer så finns oftast ingen list som täcker anslutningen.

Även i dessa fall är skadebilden ganska tydlig med missfärgningar/fuktmarkeringar på ovansidan av den liggande regeln under anslutningen mellan fönster. Tätningen mellan sidostycke och utfyllnad sitter i dessa fall så långt in från utsidan sett att vatten rinner ned och förbi fönsterbleck etc. som ska leda ut vattnet. Det finns dock skäl till att utföra kontroller med försiktig vattenbegjutning på anslutningen för att vara säker på att skadorna i underligganden konstruktion beror på otätheter vid anslutningen mellan fönster (kan finnas andra läckageställen).

### **2.2.3 Vattenläckage via otätheter i fönsterbleckets infästning i bottenstycke**

Innan fönsterbleck monteras ska spåret i bottenstycket fyllas med fogmassa för att säkerställa en tät konstruktion. När blecken monteras under byggskedet så ”glöms” detta bort ibland. Vid kraftiga slagregn kan detta leda till att vatten kryper runt bleckets infästning i bottenstycket och vidare ned i väggen. Detta gäller främst byggnader där fönstret är placerat en bit in i ytterväggen så att vattnet kan rinna innanför vindskyddet och därigenom orsaka fuktrelaterade skador inne i konstruktionen.

En annan orsak till läckage är att skruvavståndet för infästning av fönsterbleck har stora c/c-avstånd (mer än 150 mm). Vid vindpåverkan uppstår rörelser i blecket som med tiden gör att fogmassan i spåret släpper från blecket. En annan nackdel med stora c/c-avstånd är att fogningen blir mer utsatt för påverkan av slag, bollar etc som förekommer exempelvis på skolgårdar. Även rörelser i bleck och bottenstycke orsakade av temperaturskillnader kan förmodligen vara en källa till att tätningen i spåret ger med sig med tiden.

Skador orsakade av brister i tätheten vid fönsterbleckets infästning i bottenstycket kan vara från att delar av den liggande regelns ovansida till att hela regeln har missfärgningar/fuktmarkeringar. Beroende på hur lång tid som läckagen har pågått så finns även skador i konstruktionen under den liggande regeln.

### **2.2.4 Vattenläckage vid anslutning mellan fönstrets sidostycke och vägg**

Anslutningen mellan sidostycke och väggkonstruktion (smygar) är en detalj som inte sällan är otät för utifrån kommande vatten. Speciellt gäller detta smygar vid tegel- och putsade fasader men det förekommer även skador i träfasader. För putsade fasader har skador i byggnadskonstruktionen blivit uppenbara de senaste åren när problemen med enstegstätade putssystem blev kända. Det ska dock påpekas att sådana problem även fanns i andra väggtyper innan detta blev känt. För enstegstätade konstruktioner är ett inläckage särskilt känsligt då denna konstruktion har en långsammare uttorkning.

Vid tegelfasader monteras ibland en smygbräda eller plåt för att täcka spalten mellan fönstrets sidostycke och teglet. Problemet är dock att tegelsmygen inte är jämn varför brädan/plåten inte har möjlighet att sluta helt tätt mot tegel och murfogar. Vidare så kan murfogen med tiden bli sämre så att spalten mot brädan/plåten ökar och därmed kan ännu

mer vatten ledas in till väggen vid slagregn. Fuktrelaterade skador har noterats i såväl gamla som några år gamla byggnader.

Smygar med träfasader kan vara utformade på många olika sätt som leder till otät konstruktion. Ett sådant utförande är när fönsterbleckets uppvik ligger på utsidan av smygbrädan (det förekommer att springan är flera mm) och då kommer vatten som rinner på smygbrädan att rinna vidare ned i konstruktionen. Ett annat exempel på otäthet är att fönsterbleckets uppvik i hörnet klipps så slarvigt att där blir mer eller mindre stora hål genom vilka vatten kan strömma in till konstruktionen vid slagregn. Ytterligare ett exempel är att smygbrädan inte ligger dikt an mot sidostycket och om ingen annan tätning finns bakom brädan så kan vatten strömma rakt in i konstruktionen.

Omfattningen av fuktrelaterade skador i byggnadskonstruktioner kan vara avsevärd vid läckage vid fönstrens anslutning mot vägg. Det finns ingen koppling till att skador uppstått under en viss tidsperiod.

### **2.2.5 Vattenläckage mellan konstruktion och fönstrets överstycke**

Ett sätt att säkerställa att inga vattenläckage förekommer vid denna detalj är att montera en plåt över fönstret där uppviket går en bit upp innanför vindsyddet. Eventuellt vatten som kommer på plåten kan då ledas ut igen utan att skador uppstår i den innanför liggande konstruktionen. Så är inte fallet alltid och det förekommer ibland, speciellt på väderutsatta fasader, att vatten rinner in i väggkonstruktionen. Skador kan då ofta ses som fuktmarkeringar på insidan av väggen vid överkant fönster.

### **2.2.6 Övrigt**

När fuktrelaterade skador påtalas ovan så avses i första hand att mögel etablerats på material i isolerade träkonstruktioner. Det förekommer dock ibland även att mögel etableras på andra konstruktioners insida i t ex puts och ytskikt.

## **2.3 SPs erfarenheter vi laboratorieprov**

SP genomför regntäthetsprov i olika former av både system och enskilda produkter. Vissa av proven har varit olika former av utvecklingsarbete men även löpande provningar för olika märkningar.

### **2.3.1 Erfarenheter vid provning av fasader med fönster**

Under perioden 2007-2009 har ca 50 putsade väggar med olika komponenter byggts upp och provats vid SP. Väggarna har byggts med olika system, olika typer av puts, isolering etc. Några väggar har byggts av lokal entreprenör, andra väggar har byggts av materialleverantörer alternativt av någon av de stora byggentreprenörerna.

Provväggarna har byggts i laboriemiljö med stor noggrannhet och precision, det vill säga under de bästa möjliga förutsättningarna. Resultatet för traditionella montage av fönster har trots detta i många fall varit nedslående. Resultaten har blivit acceptabla först efter omfattande förändringar.

### 2.3.2 Provförfarande vid SP

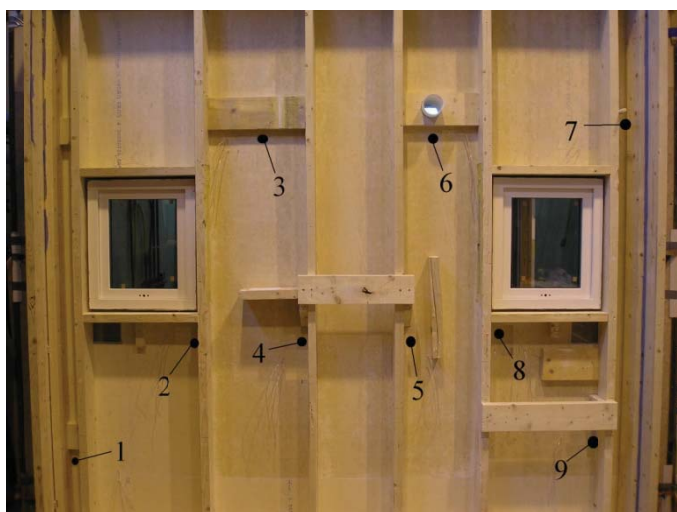
Redovisning och resultat redovisning är hämtad från rapporten Putsade regelväggar (Ingemar Samuelson, Anders Jansson, SP Rapport 2009:16).

Vid laboratorieundersökningar vid SP byggs väggar i ramar med måtten 3x3 m. I väggarna finns två fönster samt genomföringar för bjälklagsinfästning, skärmtak, belysning och ventilationsdon samt infästning av stuprör. Avsikten med provningen är att undersöka tätheten mot slagregn.

Väggarna utsätts för vattenbegjutning samtidigt som tryckskillnaden mellan ute och inne successivt ökas. Eventuella läckage mäts i strategiskt placerade mätpunkter samt noteras okulärt och fotograferas.



**Figur 1** Provvägg 3x3 m regntäthetsprovning med två fönster, ett skärmtak, en lampa, en ventil och en stuprörsinfästning.



**Figur 2** Provväggens baksida med markeringar för mätpunkter i anslutning till genomföringarna.

Provningsen utförs enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck" procedur B t o m 600 Pa. I standarden finns två sätt att prova. Procedur A är en korttidsprovning som är lämplig för konstruktioner med icke sugande material. Provningsen tar ca en timme att genomföra. Procedur B skall användas på konstruktioner med sugande material och där man kan förvänta ett långsammare förlopp. Denna provning tar 5-6 timmar.

Fuktgivare (resistansmätningstrådar) för indikeringar av fukt monteras på känsliga ställen i konstruktionen i samband med uppbyggnaden, ca 100 mm under detaljer som skall kontrolleras.

### **2.3.3 Resultat**

I Tabell 1 redovisas resultat från genomförda laborieprovningar av olika system. Tabellen anger om väggen som helhet har varit tät eller ej samt vid vilka genomföringar som det har läckt. I

**Tabell 2** visas några resultat där alla provade detaljer finns med och där det framgår vilka detaljer som hållit tätt och vilka som har orsakat läckage.

**Tabell 1** Resultat från några genomförda laborieprovningar på väggar med olika uppbyggnad. Med system 1 menas enstegstätad vägg, system 2 tvåstegstätad, dränerad vägg och system 3 tvåstegstätad ventilerad och dränerad vägg.

System	Puts-tjocklek mm	Putsbärare	Läckagepunkter	Kommentar
1) Puts på expanderad polystyren, EPS	7-8	Expanderad polystyren, EPS	Vid 0 Pa vid bjälklagsgenomföring, vid 150 Pa vid elanslutning till lampa, vid 150 Pa under fönsterhörn	Otätt
2) Puts på spårad expanderad polystyren, EPS med spåren vända mot vindskyddet	8-12	Expanderad polystyren, EPS	Vid 300 Pa vid syll. Det fanns fuktmarkeringar i dräneringszonen	Kraftigt läckage vid elskåp som berodde på felaktig konstruktion. Tätt i övrigt
2) Dräneringsspalts mellan mineralull och vindskydd	12-14	Mineralull	Vid 150 Pa vid syll Vid 300 Pa läckte det även vid elskåp	Kraftigt läckage vid elskåp som berodde på felaktig konstruktion. Tätt i övrigt
1) Puts på mineralull	25-30	Mineralull	Vid 0 Pa vid elskåp Vid 150 Pa under fönster Vid 300 Pa vid bjälklagsanslutning	Otätt
3) Puts på skiva, luftat system, utan inre vindskydd vid prov	5-10	Skiva	Vid 0 Pa på insidan av cementskivan under fönster Vid 150 Pa på insidan av cementskivan under elskåp	Otätt
1) Puts på mineralullsskiva	20	Mineralull	Vid 0 Pa under fönster och bjälklagsgenomföringar Vid 600 Pa under syll	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
1) Puts på mineralullsskiva	20	Mineralull	Vid 0 Pa under fönster, vid ventil och vid bjälklagsanslutning	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
1) Puts på mineralullsskiva	20	Mineralull	Vid 0 Pa vid takfot och fönster Vid 450 Pa genom ett lossnat anslutningsband som var felaktigt monterat	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 450 Pa
1) Puts på mineralullsskiva	7-10	Mineralull	Vid 150 Pa under fönster och vid bjälklagsanslutning	Otätt Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 150 Pa
3) Puts på skiva, luftat system	7-10	Skiva	Vid 0 Pa under fönster Vid 150 Pa vid syll	Otätt Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
3) Puts på skiva, luftat system	7-10	Skiva	Vid 600 Pa vid syll	Läckage som kan härledas till brist vid montering av bitumenpapp skedde vid 600 Pa. I övrigt tätt.
1) Puts på cellplast	8-10	Expanderad polystyren, EPS	Vid 400 Pa under fönster	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 400 Pa
3) Puts på skiva, spå-	6-8	Skiva	Vid 0 Pa under fönster	Otätt. Läckage som kan

System	Puts-tjocklek mm	Putsbärare	Läckagepunkter	Kommentar
rad mineralull (utsidan spårad)			Vid 450 Pa vid bjälklagsanslutning	härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
3) Puts på skiva, dränagezon utanför isolering	6-8	Skiva	Vid 450 Pa under syll Vid 600 Pa vid fönsteranslutning	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 450 Pa
3) Puts på skiva, dränagezon utanför isolering	5-10	Skiva	Flertal läckage uppstod, läckagestryck och punkter framgår ej	Otätt. Isolering ej med under prov. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
3) Puts på skiva	3-4	Skiva	Vid 0 Pa under fönster, under fäste för markis och under fäste för stupränna	Otätt. Läckage som kan härledas till brister i systemet skedde vid 0 Pa
2) Puts på spårad expanderad polystyren, EPS, spåren mot vindskyddet	5-10	Expanderad polystyren, EPS	Vatten konstaterades i dräneringsspalten	Tätt. Efter provet konstaterades kvarvarande vatten i dräneringsspalten, blockerat dränage
2) Puts på spårad expanderad polystyren, EPS, spåren mot vindskyddet	10-14	Expanderad polystyren, EPS	Vatten konstaterades i dräneringsspalten	Tätt
2) Puts på dränerad stennull, dräneringen mot vindskyddet	10-14	Stennull	Vatten konstaterades i dräneringsspalten	Tätt
2) Dränerande expanderad polystyren, EPS med spåren mot vindskyddet	5-10	Expanderad polystyren, EPS	Vid 300 Pa under fönster. Fuktmärkingar noterades även vid syll efter genomfört prov	Otätt



**Tabell 2** Resultat från några genomförda provningar med olika väggsystem. Av tabellen framgår vilka detaljer som har ingått i provningen och resultatet. ”Tät” anger att detaljen varit tät, röda siffror anger att det har läckt, 0 att detaljen har läckt utan att det påförts någon vindbelastning och 150 – 600 att detaljen har läckt först när väggen har belastats med denna tryckskillnad. Av tabellen framgår inte läckagemängden, om det har varit fråga om enstaka droppar eller ett flöde av vatten. Tabellen visar att många detaljer har undersökts vid dessa provningar och att de successivt har förbättrats.

Väggtyp	Putsjocklek	Putsbärare	Fönster 1	Fönster 2	Eirör	Rörelsefog	Balkong	Ventil	Markis	Stuprör	Elskåp	Lampa	Skärmtak
1	7-8	EPS	150	Tät	150	Tät	0	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	-
1	20	Minull	0	Tät	Tät	-	450	150	Tät	Tät	-	-	Tät
1	20	Minull	450	150	Tät	-	150	Tät	Tät	Tät	-	-	450
1	20	Minull	0	0	Tät	-	600	Tät	Tät	150	-	Tät	150
1	7-10	Minull	0	0	-	-	600	-	-	-	-	-	-
1	6-8	EPS	Tät	Tät	Tät	-	-	Tät	-	Tät	-	Tät	-
1	7-10	EPS	300	300	Tät	-	-	450	-	-	-	Tät	-
1	7-8	EPS	150	150	150	Tät	0	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	-
1	7-8	EPS	0	150	300	-	-	Tät	-	-	-	-	-
1	25-30	Minull	150	150	-	Tät	300	Tät	Tät	Tät	0	Tät	-
1	7-8	EPS	Tät	150	150	-	0	Tät	Tät	Tät	0	Tät	-
1	20	Minull	0	Tät	Tät	-	0	Tät	Tät	Tät	-	Tät	-
1	7-10	Minull	Tät	Tät	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	-	Tät	-
1	8-10	EPS	400	400	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	-	Tät	-
2	10-14	Minull	Tät	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	450	Tät	Tät	-
2	5-10	EPS	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	-
2	10-14	EPS	0	0	0	-	0	Tät	-	-	-	-	-
2	10-14	Minull	0	150	Tät	-	0	Tät	0	150	-	-	-
2	5-10	EPS	300	600	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	-	-	-
2	10-14	EPS	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	-	-	-
2	8-12	EPS	Tät	Tät	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	0	Tät	-
2	12-14	Minull	Tät	Tät	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	300	Tät	-
3	3-4	Skiva	0	0	Tät	Tät	Tät	450	0	0	-	-	-
3	6-8	Skiva	Tät	Tät	Tät	-	Tät	Tät	-	-	-	-	-
3	6-8	Skiva	0	Tät	Tät	-	450	Tät	-	-	-	-	-
3	6-8	Skiva	0	0	Tät	-	300	Tät	450	Tät	Tät	-	-
3	7-10	Skiva	Tät	Tät	Tät	-	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	Tät	-

1 = enstegstätad vägg

2 = tvåstegstätad dränerad vägg

3 = tvåstegstätad dränerad och ventilerad vägg

### 2.3.4 Erfarenheter vid provning av fönster

SP har under ett antal år noterat att regnläckage vid provning av fönster förekommer i en relativt stor omfattning. Denna erfarenhet har återförts till företagen, men trots åtgärder och förbättringar är det ändå vanligt med läckage. Vi har konstaterat att ca 17 % av fönstren får läckage vid karmhörn, genom karm till väggsida. Resultat redovisas i kapitel 4.

### 2.3.5 Krav

Kraven i olika standarder för provning av fönster, fasader etc skiljer sig marginellt åt. Man kan generalisera kravet till följande;

Vatteninträning får inte ske varken kontinuerligt eller periodiskt till inre ytor som ej är avsedda att bli våta.

### 2.3.6 Praxis och ”subkulturer”

Den samlade erfarenheten inom projektgruppen pekar även på ett antal lösningar som i praktiken sker men inte är fullt lämpliga.

De instruktioner och anvisningar som finns tillgängliga är i vissa fall ofullständiga men hänvisar till t ex yrkespraxis. Till exempel skall ett fönsterblecks hörn vikas och inte klippas enligt HusAMAs anvisningar, det framgår dock ej var vikat i bakkant skall placeras, ofta har det placerats på bleckets insida vilket är olämpligt. Viket har även placerats vid bleckets bakkant, skruvkant vilket i sin tur medför en ojämn anslutning mot fönstret.

Längdskarvning av bleck sker oftast med alternativa lösningar än de som anges i HusAMA. Skarvningen av fönsterbleck sker ofta omlott med en fogmassa emellan och fäst med en popnit, i visa fall saknas även fogmassan.

För fönster som har traditionellt anpassade spår för fönsterblecket har detta en bredd om ca 1-1,5 mm och ett djup om ca 5-6 mm. Vid kontrollmätning av ett prefabricerat fönsterbleck inköpt hos lokal bygghandel var plåttjockleken 0,6 mm samt falsen 3,5-4 mm. I HusAMA anges att fönsterblecket skall drivas in i fönsterkarmen 1 mm, vilket inte är möjligt i detta fallet.

Vi kan konstatera att det även föreligger skillnader i hur hårt olika fönsterdrev är packade.

## 3 Krav och konstruktionsprinciper för anslutning mellan fönster och vägg

I diskussioner mellan parterna i projektet fanns en strävan att ej ge unika lösningar för varje väggtyp. Idén är att ge lösningar på montaget som kan användas generellt och på det viset vinna en enkelhet i förmedlingen av kunskap hur fönster skall monteras. Principlösningar förenklar möjligheten att förse marknaden med lämpligt material för montage. Anslutningsanvisningar bör således ej skilja sig åt, om så är möjligt, vid olika typer av väggar.

Grundkraven ur byggnadsfysikalisk synpunkt är att montaget skall ha en god lufttätethet, ångtätethet och regntätethet och ej ge upphov till skador på andra byggnadsdelar.

Vid detta projekt har inte infästningar och hållfasthetskrav av fönster behandlats då det har bedömts att detta inte har haft bidragande faktor till läckage. De lösningar och förslag som framkommit påverkar ej heller fönstrets infästningar.

### 3.1 Metrologiska förutsättningar

#### 3.1.1 Regn

Regn kan delas in i två huvudtyper, dels konvektiv nederbörd, dels stratiform nederbörd.

Konvektiv nederbörd (regnskurar)

Lätta skurar	mindre än 2 mm/h
Måttliga skurar	2-10 mm/h
Kraftiga skurar	10-50 mm/h
Skyfall	mer än 50 mm/h

Stratiform nederbörd (regn och duggregn)

Lätt regn	mindre än 0,5 mm/h
Måttligt regn	0,5-4 mm/h
Kraftigt regn	mer än 4 mm/h

#### **Kommentarer:**

1 cm nysnö kan omvandlas till ca 1 mm vatten. Konvektiv nederbörd (från Cb, Cumulonimbus, åskmoln) varar sällan någon längre tid medan stratiform nederbörd (från fronter och lågtryck) kan hålla på länge. En samlad regnmängd på 25-30 mm brukar betraktas som en riktig "rotblöta". För att göra det hela lite mer komplicerat så är begreppen lätt, måttlig och kraftig ibland kopplade till siktvärdena och inte till nederbördsmängderna.

#### 3.1.2 Vindhastigheter och vertikal hastighet

Vad beträffar vindar i samband med nederbörd så finns det inga som helst regler. Fronter och konvektiva moln flyttar sig med allt mellan 0 och 50 km/h.

Duggregnsdroppar har en diameter på en eller ett par tiondels millimeter.

Vanliga regndroppar har en diameter på 0,5 mm eller mer.

(Det finns lite olika definitioner på var gränsen går mellan regndroppar och duggregnsdroppar, diameter 0,5 mm är vanligast och enkelt att komma ihåg - men ända ned till 0,2 har förekommit)

Slutligen fallhastigheter för olika droppar:

En duggregnsdroppe med diametern 0,2 mm faller med 0,75 m/s. Vanliga regndroppar faller med flera m/s. En regndroppe med diametern 0,5 cm faller med 9 m/s - om droppen blir större så splittras den.

### 3.1.3 Jämförelse vindhastighet - vindtryck

Pa	m/s	km/h	Knop	mmVp
0,65	1	3,6	1,94	0,07
2,6	2	7,2	3,89	0,27
10	3,9	14	2	1,02
20	5,5	20	3	2,04
50	8,8	32	5	5,1
100	12,4	45	7	10,2
150	15,2	55	8	15,3
200	17,5	63	9	20,4
250	19,6	71	11	25,5
300	21,5	77	12	30,6
450	26,3	95	14	45,8
600	30,4	109	16	61,2

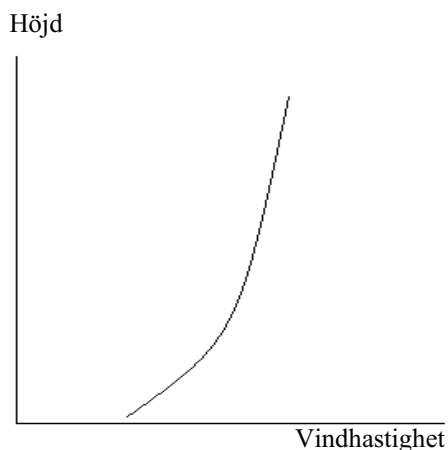
I Boverkets konstruktionsregler anges referensvindhastigheten, det vill säga medelvindhastighet under 10 minuter på höjden 10 m över markytan med en råhetsparameter  $z_0=0,05$  och med upprepningstiden 50 år till mellan 21-26 m/s. För svenska förhållanden varierar denna hastighet mellan 21 och 26 m/s.

Omräkningen mellan m/s till Pa har gjorts genom formeln

$$\frac{\text{Luftens densitet } (1,3 \text{ kg/m}^3) \times (\text{vindhastighet, m/s})^2}{2} = Pa$$

Formfaktorn har inte tagits hänsyn till i denna formel. Vid en normalt utformad byggnad varierar formfaktorn så att både positiv och negativ tryckbild erhålls, i lä om huset skapas ett undertryck.

Vindens hastighet ökar med höjden, hur mycket den ökar är beroende på hur förhållanden omkring den aktuella platsen är. Vid en öppen terräng fås en snabbare ökning av vindhastigheten med höjden än vid en kuperad terräng.



Se kapitel 3.6 i Boverkets konstruktionsregler, BKR.  
Snö- och vindlast, BSV 97 från Boverket

## 3.2 Byggnadsfysikaliska förutsättningar

I Boverkets byggregler anges att:

*Byggnader och deras installationer skall utformas så att luft- och vattenkvalitet samt ljus, fukt, temperatur- och hygienförhållanden blir tillfredsställande under byggnadens livslängd och därmed olägenheter för människors hälsa kan undvikas.*

*Byggnader skall utformas så att fukt inte orsakar skador, elak lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa.*

*Byggnader skall utformas så att varken konstruktion eller utrymmen i byggnaden kan skadas av fukt.*

*Fuktillståndet i en byggnadsdel skall alltid vara lägre än det högsta tillåtna fuktillståndet om det inte är orimligt med hänsyn till byggnadsdelens avsedda användning. Fuktillståndet skall beräknas utifrån de mest ogynnsamma förutsättningarna*

### 3.2.1 Ångtäthet

Fuktigheten i inneluften, ånghalten (mängden vattenånga per volymenhet) bestäms av ånghalten ute, av fuktproduktionen inne och av ventilationsgraden. Vill man hålla nere inneluftens ånghalt bör man dels begränsa fuktproduktionen (t ex undvika att torka tvätt inomhus om man inte har torkskåp eller tumlare där den fuktiga luften blåser ut i det fria eller tas om hand), dels öka ventilationen. Ånghalten inne är alltid högre än ånghalten ute såvida man inte avfuktar inneluften. Denna skillnad i ånghalt strävar att utjämnas sig. Detta sker i en konstruktion, t ex ett tak eller en vägg, genom diffusion och konvektion.

Diffusion är en långsam process. Fukten rör sig från hög ånghalt till lägre och transport-hastigheten beror av materialets ångtäthet. I hus med täta omslutningsytor, t ex med tät tapet eller med ångspärr av polyeten så sker liten eller obetydlig diffusion alls genom väggar, golv och tak.

#### 3.2.1.1 Ångtäthet montage

Ångspärren skall vara placerad så att risk för skador skall vara rimligt låg, det vill säga relativt nära insidan, varma sidan av väggkonstruktionen. Hänsyn skall även tas till ett eventuellt läckage genom yttre regntätning.

### 3.2.2 Lufttäthet

Ur energi- och komfortsynpunkt är det viktigt att olika byggnadsdelar ger en tillräcklig lufttäthet men även för att förhindra uppkomsten av skador.

Med konvektion menas att vattenånga transporteras med en luftström. I ett hus med otäta väggar, golv och tak kan luft läcka ut och in. Hur luften rör sig beror på tryckskillnaden mellan ute och inne. Om det är invändigt övertryck kan varm, fuktig inneluft läcka ut i en kall konstruktion och detta kan leda till kondens. Det är av stor vikt att undvika sådan fuktkonvektion. För att fuktkonvektion skall ge skadlig kondens krävs

1. invändigt övertryck
2. otät konstruktion

3. ånghalt i ineluften som är högre än mätnadsånghalten vid de kalla ytor där luften passerar

Alla tre förutsättningar måste vara uppfyllda för att kondens skall ske. Det räcker således att en av förutsättningarna tas bort för att eliminera risken. Om man säkerställer invändigt undertryck eller sänker ånghalten i ineluften kan man undvika risk för kondens. Vid t ex vädring eller då dörrar öppnas kan inte ett invändigt undertryck säkerställas.

I en komplex produkt såsom fönster och fönstermontage kan man inte erhålla en fullständig täthet, utan ett visst läckage måste accepteras.

### 3.2.2.1 Provning av lufttäthet

Fönstren är provade efter den europeiska standarden SS-EN 1026 och resultatet bedöms i enlighet med standard SS-EN 12207. I denna standard finns fyra klasser angivna. För ett fönster monterat i ett normaluppvärmt bostadshus och i nordiskt klimat är det klass 4 som är lämpligast, vilket även är den hårdaste klassen. Detta innebär ett tillåtet läckage vid 50 Pa tryckskillnad på högst 1,89 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>,h eller 0,525 l/s, m<sup>2</sup>.

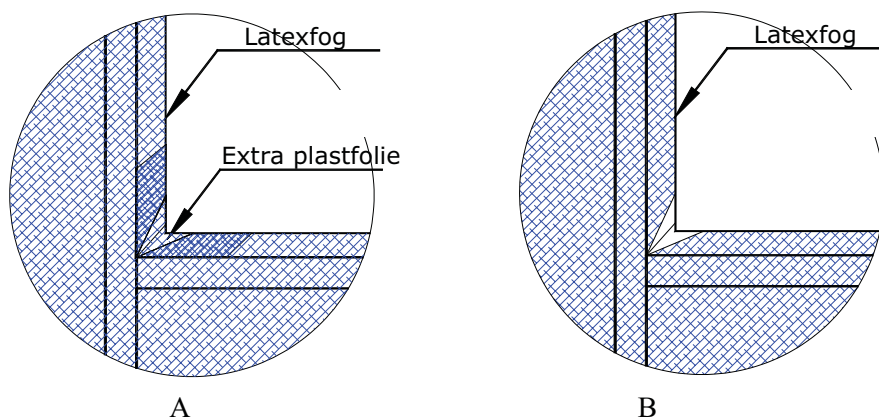
Att tillåta ett läckage motsvarande vad fönstret får läcka i själva montagezonen kan inte anses som tillrädligt. Sannolikt skulle detta medföra en mycket stor risk för att vatten kan dras med in på ofördelaktiga ställen.

### 3.2.2.2 Anslutningar vid fönster/dörrar

Kapitel 3.2.2.2 är utdrag från rapport Sandberg, Per Ingvar, Sikander, Eva. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen. 2004

Rätt utformade anslutningar kring fönster och dörrar är betydelsefulla eftersom de utgör många meter läckagerisk i en byggnad. Det finns två principiella lösningar. En lösning innebär att plastfolien skärs av vid väggregeln som fönstret är monterat i och en där plastfolien viks in i fönstersmygen.

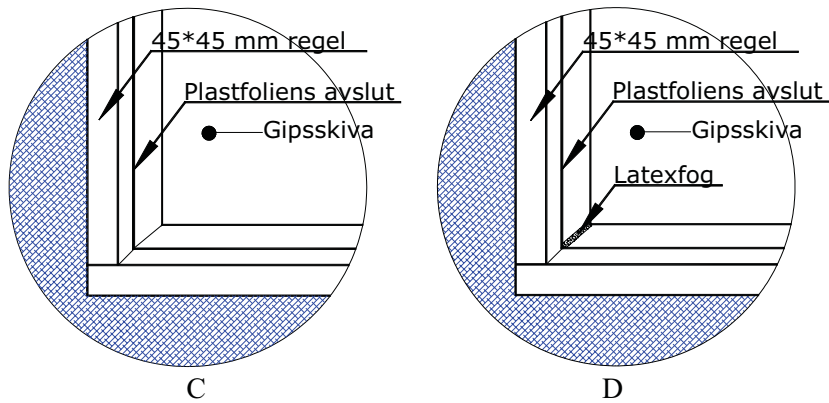
Lösningarna för anslutning vid fönstersmyg/dörrsmyg har provats på laboratoriet på SP av examensarbetare från CTH.



**Figur 3** Två olika arbetsutföranden för fönstersmyg där PE-folien viks in i smygen. I fall A har komplettering skett i hörn med en tillskuren PE-folie.

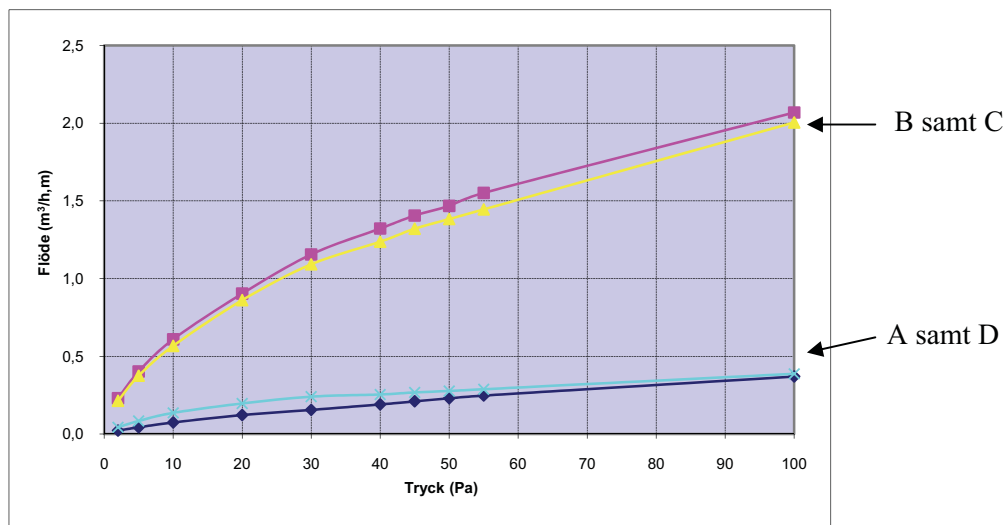
Provningen av invik av PE-folien i fönstersmyg visar att läckaget blir mindre om en komplettering av plastfolien sker i hörn med en tillskuren plastfolie fäst med klamrar. Läckaget uppmättes till cirka 4-10 gånger större om kompletteringen inte sker i hörn. Se diagram nedan.



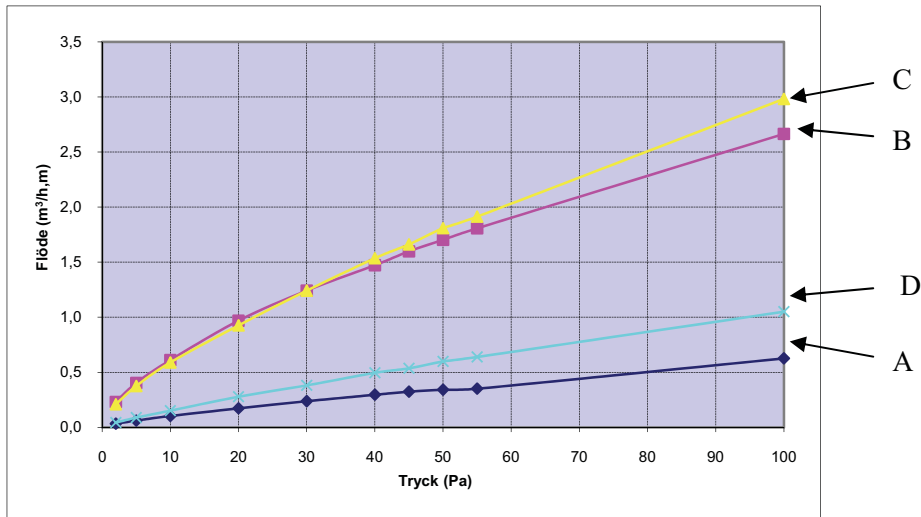


**Figur 4** Två olika arbetsutföranden vid fönstersmyg där PE-folien skärs av vid väggregel. Lösning D har kompletterats med en mjukfog i vinkeln mellan väggreglarna.

Provning av de fall där PE-folien skärs av vid väggregeln och inte viks in i smygen har utförts på två olika sätt. De varianter som provades på laboratorium framgår av figurerna ovan. Provnigen visar att läckaget minskar till en tredjedel om anslutningen mellan reglarna i hörnet kompletteras med en latexfog jämfört med om kompletteringen inte görs. Resultatet framgår av Figur 5 och Figur 6.



**Figur 5** Resultat av provning vid övertryck. Härav framgår att läckagen i fall A och D är av samma storleksordning och läckagen vid fall B och C är av samma storleksordning.



**Figur 6** Resultat av provning vid undertryck. Härav framgår att läckagen i fall A och D är av samma storleksordning och läckagen vid fall B och C är av samma storleksordning.

### 3.2.2.3 Lufttätethet vid montage

Ett maximalt tillåtet luftläckage på 0,15 l/s, m<sup>2</sup> fönster vid 50Pa tryckskillnad bör vara ett riktvärde för den randzon fönstermontaget utgör. Det riktvärdet följer även kravet på lufttätethet av P-märkta fasadpartier av glas och metall samt P märkningskraven för luftspärrar med genomförningar och anslutningar.

Lufttätetheten i montaget skall ansluta till väggens lösning av lufttätethet/ konvektionstäthet och en lämplig anslutning i fönstret. Lufttätningen bör i huvudsak vara applicerad vid fönstrets insida. Diffusionstäthet och konvektionstäthet kan kombineras i samma material.

### 3.2.3 Regntätethet

Att ett montage av fönster ska vara regntätt kan ses som naturligt. Det man kan fråga sig är under vilka förhållanden det ska vara regntätt. I bakgrundsmaterialet har vi kunnat konstatera omfattande regnläckage i samband med fönster och montage av dessa.

För att erhålla en regntät konstruktion måste ett antal drivkrafter beaktas.

#### 3.2.3.1 Regnets vertikala och horisontella hastighet

Då regn faller kommer dropparna upp i en maximal fallhastighet på ca 9 m/s. Den horisontella hastighet är beroende på vindhastigheten. Då regnet faller mot en fasad avtar själva drivkraften, vinden, förutsatt att bakomliggande konstruktioner är täta. Då regndroppen har en högre densitet vill den fortsätta i den initiala riktningen. Hur långt en regndroppe tar sig är beroende på spaltvidder och spaltens konfiguration samt den initiala hastigheten.

#### 3.2.3.2 Rinnande vatten

Vatten som befinner sig på en yta kommer att rinna då denna lutar alternativt då mängden vatten överstiger den mängd vatten ytspänningen kan hålla kvar. Med en ökad lutning kommer avrinningen från ytan att öka till en viss gräns, dels beroende på ytspänningen på vattnet och dels beroende på materialets beskaffenhet. Som en kompromiss i förhållande till vatten som blir kvar yta och vatten som kan rinna av en yta bör dessa ytor ha en minsta lutning på 1:8. Även om materialet där vatten kan förekomma är beständigt mot

våta bör lutning vidmakthållas. I annat fall måste vattnet avdunsta vilket kan ge uppfuktning av närliggande material.

### **3.2.3.3 Kapillära krafter mellan material**

Vid uppmätningar av höjden av en fritt liggande vattendroppe har vi kunnat konstatera dess maximala höjd till 4-5 mm. Droppens höjd beror på dess ytspänning samt materialets vätkbarhet droppen ligger på. I regler för exempelvis träfönster finns krav att dränerande spalter skall ha en spaltvidd på minst 6 mm för att bryta de kapillära krafterna. Vid tätare spalter ökar de kapillära krafterna.

### **3.2.3.4 Kapillära krafter i material**

Material som är kapillärt sugande måste användas på ett sådant sätt att vatten förhindras suga kapillärt i materialet, dels med hjälp av placering och dels med någon åtgärd som förhindrar kapillär sugning, t ex målning av ändträ.

### **3.2.3.5 Vattenstänk**

Vid anslag mot t ex fönsterbleck kan vatten stänka upp mot otätheter som normalt är täta för rinnande vatten.

### **3.2.3.6 Läckage i samband med luftrörelser i konstruktion**

Strömmande luft kan dra med sig vatten. Ju högre hastighet på luften desto större kraft.

### **3.2.3.7 Läckage i fönster**

Ett fönster kan ha olika typer av läckage, dessa läckage kan bestå i läckage genom karm till väggsida, interna läckage inom fönstret och läckage till rummets insida.

Vid läckage genom karm till väggsida får detta ses som ett av de allvarligare läckagen, detta beroende på att läckaget kan pågå under lång tid utan att det upptäcks. Som följd kan det ge omfattande fuktskador i väggen.

Med ett läckage inom fönstret där vatten kan nå ytor som inte är avsedda att bli våta kan detta ge upphov till kondens på rutor, ett ökat underhållsbehov samt en förkortad brukstid av fönstret.

Läckage till fönstrets insida kan ge upphov till följdskador på inre snickerier, golvmaterial etc.

### **3.2.3.8 Regntäthet hos monterat fönster**

Montaget av fönster skall säkerställa att vatten ej kan nå fuktkänsliga material eller kan ge upphov till skador. Vatten som kommer in innanför yttre tätning skall dräneras ut.

## **3.2.4 U-värde**

Värmeegenomgångskoefficienten, U-värdet, beskriver hur väl en konstruktion värmeisolerar. Ju lägre värde desto bättre. Sorten för U-värdet är  $W/(m^2K)$ , det vill säga om man multiplicerar U-värdet med fönsterarea och med temperaturskillnaden mellan inne- och uteluft erhålls den värmeeffekt (W), som transporteras ut genom konstruktionen.

Att fastställa fönstrets U-värde kan göras antingen genom provning eller genom beräkning, för båda alternativen finns europeiska och svenska standarder (SS-EN ISO 12567-1 respektive SS-EN 10077-2). I den föreslagna produktstandarden för fönster, nämns dessutom dessa standarder som accepterade metoder att fastställa U-värdet för fönster.

U-värdet för ett fönster bestäms i princip av ingående värden för glas och karm/båge, dessutom finns en extra värmeförlust längs fönstrets kant, som främst orsakas av distansprofil i isolerruta. I moderna konstruktioner har glaset bättre U-värde än karm/båge, därigenom fås olika U-värden för fönstret beroende på storlek. För att inte översköljas av olika, svårtolkade värden har man i Sverige vid provning av U-värdet använt fönster i modul 12x12. I den europeiska normen anges att fönstret skall vara i format  $1230 \text{ mm} \pm 25 \% \times 1480 \text{ mm} -25\%$ .

Tabellen visar grovt vilka nivåer av U-värden som kommersiellt kan erhållas. Då det sker en ständig utveckling av isolerglas och fönster kan en successiv förbättring av U värdet förväntas.

Ungefärliga U-värden, W/(m <sup>2</sup> K)	Vanligt glas	Glas med ett lågemissions-skikt		Glas med två lågemissions-skikt	
		+ luft	+ gas	+ luft	+ gas
Tvåglasfönster	2,5	1,6	1,4	-	-
Treglasfönster	2,0	1,4	1,2	1,2	1,0

En drevning om ca 5cm ger ett U-värde om ca 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Det verkliga U-värdet är dock starkt beroende på det utförda arbetet

I det fall inte hela karmens bredd drevas bör man lägga en tanke var det optimalt skall placeras. Generellt bör drevningen placeras från fönstrets insida för på det viset eliminera möjliga köldbryggor.

### 3.2.4.1 Värmemotstånd

Vid montaget bör kravet vara att U-värdet för montagezonen skall vara bättre än fönstret. Den generella lösningen bör då innebära att ett U-värde på ca 0,8 W/m<sup>2</sup>K eller bättre bör sökas. En drevning 5 cm mineralull ger ett U-värde på ca 0,8W/m<sup>2</sup>K°.

### 3.2.5 Underhållsbehov

För en fasad finns det alltid ett underhållsbehov, intervallet för underhållet är beroende av de ingående materialen man valt samt hur man konstruktivt har använt dessa. Fasadens placering påverkar underhållsintervallet, sydsidan av en fasad kan ha betydligt mer omfattande underhållsbehov som norrsidan.

De olika komponenterna kan ha skilda behov av underhåll.

Vid val av lösningar för montaget bör underhållsbehovet på de material som används följa eller vara bättre än närliggande produkter. I det fall det inte är möjligt att underhålla skall beständighet vara minst lika med den beräknade brukstiden för fönstret.

Olika fönsterkonstruktionerna har olika behov av underhåll. Ett underhåll innebär inte bara ommålning utan omfattar även kontroll av kittning, beslag och tätningslister och eventuell lagning, justering, smörjning eller utbyte av fönsterbleckets infästning, rengöring av såväl fönster som fönsterbeck etc. En årlig besiktning av fönsterstatus är att rekommendera.

Hur ofta som fönstren t ex behöver målas om beror till del på deras konstruktion, åt vilket väderstreck de vetter och hur de är placerade i fasaden. Fönster mot söder är mer utsatta för väder och vind än fönster åt andra väderstreck. På en söderfasad kan skillnaderna mellan högsta och lägsta temperaturen under ett dygn vara mycket stora. På dagen värmer solen upp fasaden och på natten kyls den ner ordentligt, speciellt om den soliga dagen

följs av en klar natt. Dessa temperaturvariationer sliter hårt på fönstren och de behöver därför underhållas oftare. Fönster som sitter placerade långt in i fasaden, är mer skyddade än fönster placerade i fasadliv.

De rekommendationer som finns från fönstertillverkare och förvaltare angående ommålningsintervall innebär att målade fönster bör målas om första gången efter 10 år och därefter vart 7:e år. Även forskningsresultat visar på att detta är rimliga rekommendationer. I många fall behövs inte så täta målningsintervall utan 10-15 år är kanske mer rimligt.

Fönster av trä med utvändig beklädnad av aluminium skall normalt inte behöva något underhåll av de utvändiga ytorna under fönstrets livslängd. Detsamma gäller för fönster av aluminium eller plast. En rengöring av de utvändiga ytorna bör dock göras lite då och då. Även dessa fönster skall kontrolleras kontinuerligt med avseende på kondition och funktion.

För fogmassor är UV-stabilitet och vidhäftning vid montage samt över tiden viktiga parametrar. Beträffande plåtar finns det ett antal olika ytbehandlingar, en självklar fråga är hur korrosiva plåtkvaliteterna med deras behandlingar är. Plåtens färgbeständighet varierar mellan olika typer av ytbehandling.

Fönster med målade invändiga ytor ommålas lämpligen i samband med inre renovering av byggnaden, vilket normalt sker vart 15-20 år.

### **3.2.5.1 Underhåll av montage**

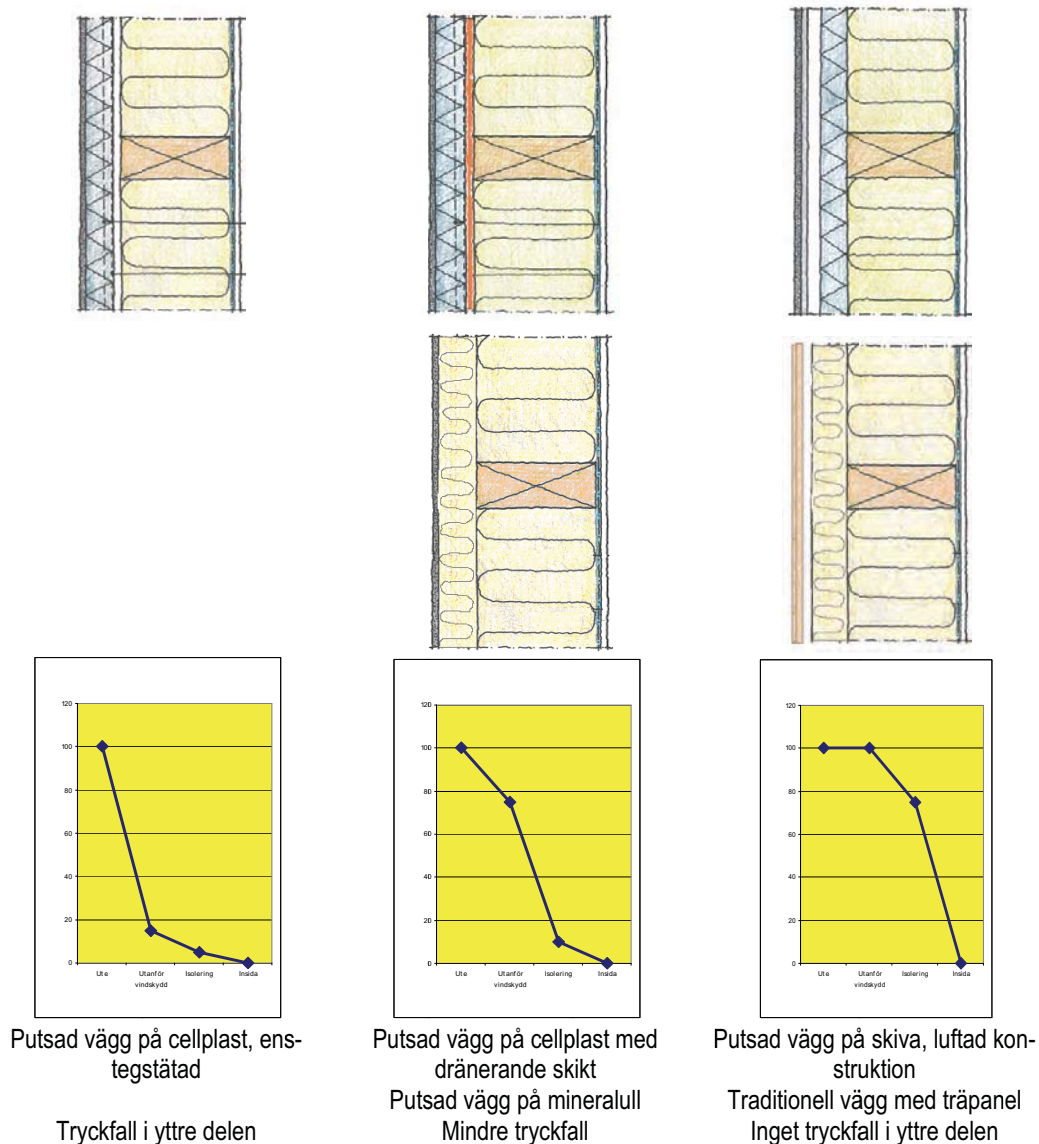
De montagelösningar som kommer fram skall inte ha ett större underhållsbehov än vad aktuellt fönster har under sin livstid. Dolda montagelösningar som ej i efterhand kan åtgärdas och utan stora ingrepp skall behålla funktion och beständighet under fönstrets brukstid. De material som används skall vara verifierade för avsedd användning.

## **3.2.6 Tryckfall - tryckbild i verklighet och vid provning**

Hur tryckfallet över en fasad är kan skilja sig mycket mellan olika konstruktioner. Materialens lufttätthet samt hur montage är utfört är faktorer som inverkar.

Erfarenheter från provningar av kompletta väggar visar en varierande bild av hur tryckfallet genom dessa ser ut. I väggar som har en yttre konstruktion av t ex cellplast och puts sker det största tryckfallet över putsen. Upp till 80-100 % av den totala tryckskillnaden kan ske där medan tryckfallet kan hamna längre in i väggkonstruktionen i de fall olika former av dränerade och luftade lösningar nyttjas.

Vid provning av fasader har vi tillämpat den principen att väggens inre plastfolie har penetrerats så ett flöde motsvarande 1,6 l/s m<sup>2</sup> vid 50 Pa erhållits. Detta flöde motsvarar det tidigare kravet som fanns på lokaler, kontor etc. Av figur och diagram nedan kan man se schematiskt hur tryckbilderna fördelar sig i olika väggar. Mätpunkterna i väggen fördelar sig enligt utsida vägg, utsida vindskydd, i isolering och insida vägg. Plastfolien perforeras för att simulera verkliga förhållanden. Om man vid provningen skulle ha en helt lufttät plastfolie på insidan skulle inte fasaden bli lika utsatt. Vid verkligt montage kan man aldrig förutsätta att plastfolien blir helt tät.



**Figur 7** Schematisk bild på tryckfall i olika väggar

Vid regntäthetsprovningar av fönster enligt EN 1027 monteras fönstren i testkammaren på ett sådant vis att lufttätningen sker på fönsterkarmens insida och regntätheten på dess utsida. Vid ett montage på beskrivet vis erhålls under provet ingen tryckskillnad mellan utsidan av fönstret och utrymmet mellan karm och vägg. Vid ett verkligt förhållande sker successiv tryckminskning redan från de yttersta materialen i fasaden.

Då vi har studerat hur provning sker i andra länder har vi inte funnit någon annan tillämpning av standarden med hänsyn tagen till var tryckfallet hamnar. Det finns dock provningsutrustningar där montage går till så att fönstrets utsida kläms fast mot provningsutrustningen, tryckfallet erhålls då över karmen, denna montering används dock ej då aluminiumbeklädda fönster monteras. De aluminiumbeklädda fönstren monteras i en träram varvid träramen kläms fast. Tryckfallet vid detta montage sker vid fönstrets insida.

### 3.2.6.1 Tryckfall vid montage

För att erhålla regntäthet bör ytor som kan bli våta avskiljas från material och ytor som bildar tryckfall över montage, en tvåstegslösning eftersträvas. Vattenavvisande material används.



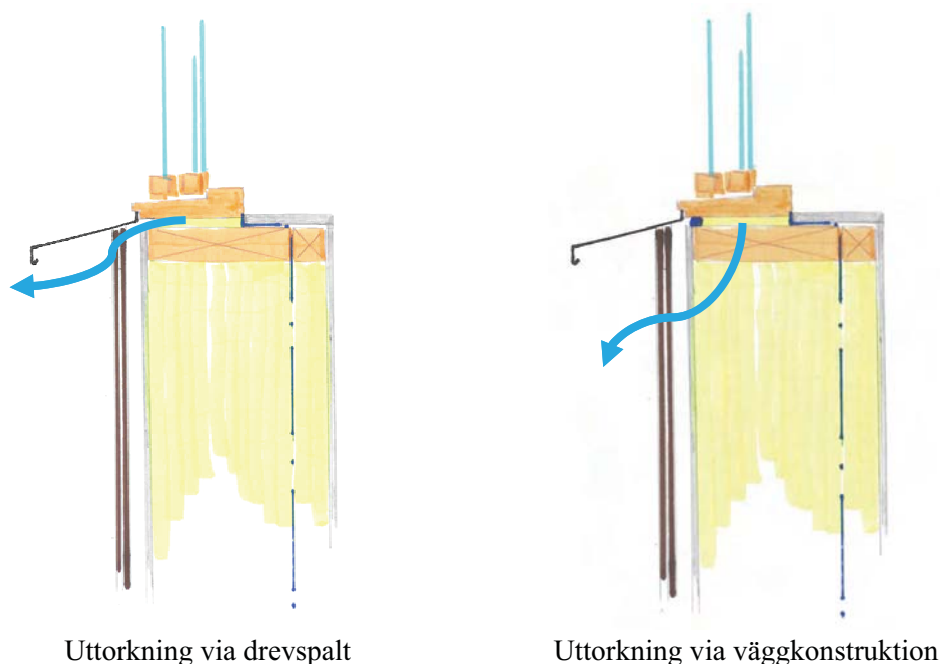
### 3.2.7 Fuktberäkningar med avseende på fönsterläckage

Vi har studerat en anvisning från Norsk Byggforsk ”Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk” Byggdetaljer 523.701 sending 1-2003 avseende montage. Då fönster monteras enligt denna metod kan både en invändig och utvändig fogning ske, detta medför att spalten för drevning inte längre är luftad. Eventuell befintlig eller tillkommande fukt i detta område måste då diffundera ut.

Den största risken för tillkommande fukt i denna konstruktion bedöms vara punktläckage. Detta innebär fritt vatten och risk för mögelpåväxt.

### 3.2.8 Beräkningsförutsättningar

Beräkningarna nedan visar fuktigheten i drevspalten. Fuktigheten varierar beroende på årstid, inläckage av regnvatten, uttorkningsväg och konstruktionslösning. I samtliga fall finns en plastfolie och 100 mm isolering innanför drevspalten/regeln. Två uttorkningsvägar har simulerats; via drevspalten (se Diagram 4 och Diagram 5) eller vertikalt genom regel via isolering och ut genom vindskyddet (se Diagram 1-Diagram 3).



**Figur 8** olika uttorkningsvägar i de olika beräkningsfallen

Inläckage har valts till 1 % (enligt ASHRAE Standard 160P) av slagregnmängden på fasaden som fördelas till drevspalten. Regelnns överyta utsätts således för 1 % av slagregnmängden per kvadratmeter. I de fall när uttorkning endast kan ske via drevspalten så har 5 % av slagregnmängden valts för att kompensera för att spaltvidden/ytan för uttorkning är en femtedel av regelns yta om lika mycket vatten läcker in.

Fuktberäkningar har gjorts i programmet WUFI 4.2 som är ett endimensionellt ickestationärt fukt- och värmeberäkningsprogram. I beräkningarna har ytterligare ett antal olika parametrar antagits/valts:

- Beräkningstid: 3 år
- Klimatort: Oslo

- Väderstreck: Söder och hög byggnad (förutom Diagram 6 där fasaden vetter åt norr)
- Initialfuktighet (byggfukt) i konstruktionen: 80 % RF
- Inneluft: Normal fuktbelastning enligt EN 15026
- Materialdata: Materialtabell i programmet
- Byggnadshöjd: mer än 20 m (förutom Diagram 5 där låg byggnad under 10 m valts)

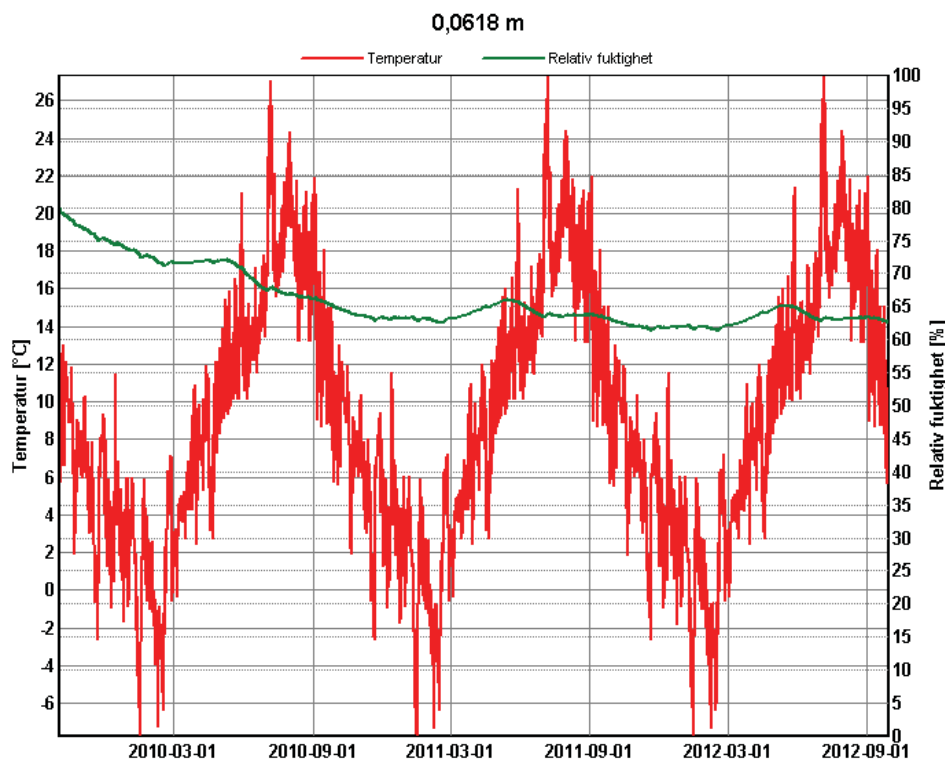
Dessa beräkningar baseras på en viss inläckagemängd vilket innebär att om större inläckage inträffar så förväntas högre fuktigheter i konstruktionen.

### 3.2.9 Slutsats fuktberäkningar

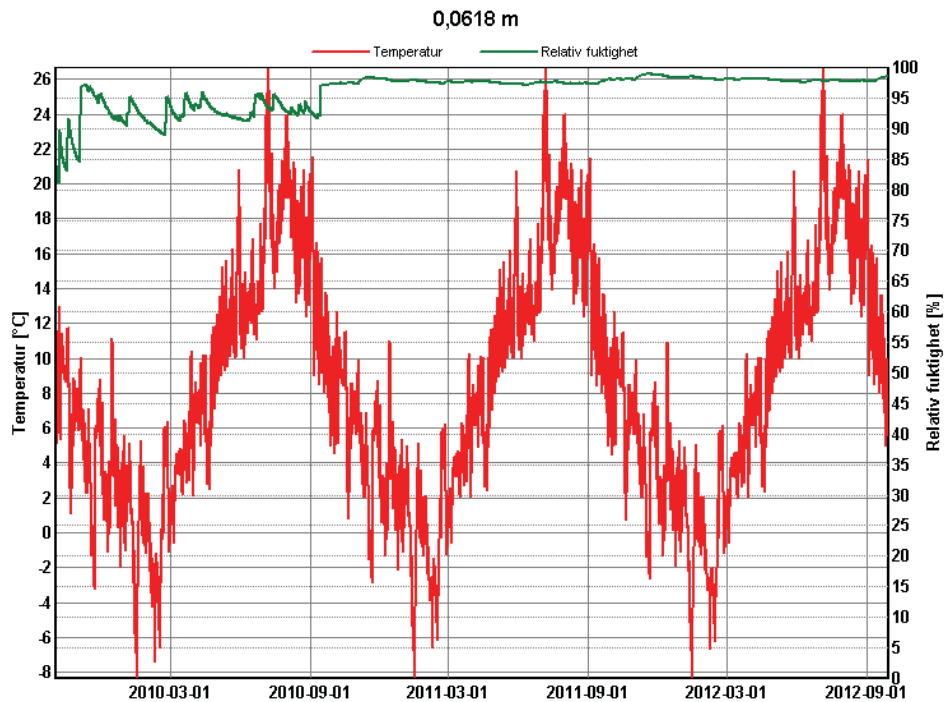
Allmänt sett finns det en risk för mögelpåväxt på fukt känsliga material såsom trä i de fall inläckage förekommer.

Beräkningar visar att inläckagen inte hinner torka utan ackumulering sker i samtliga fall för byggnad över 20 m höjd med fasad som vetter åt söder. Detta innebär att det finns risk för rötskador om inte vattnet leds ut.

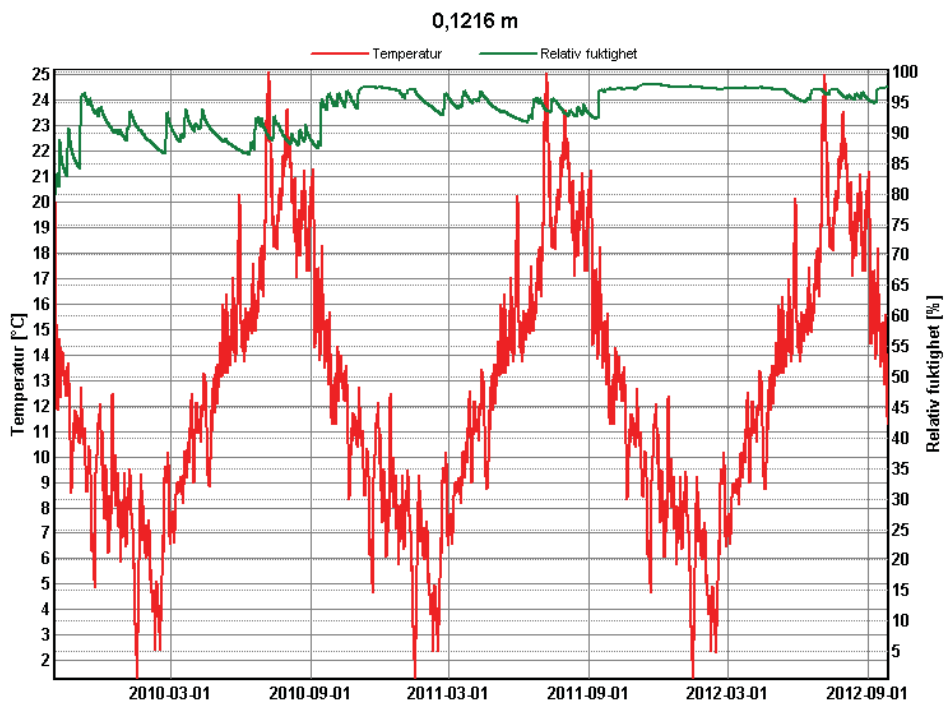
Beräkning visar att inläckagevattnet kan torka ut med öppen drevspalt vid låg byggnad under 10 m som vetter åt söder. Beräkning visar också att inläckagevattnet kan torka ut genom regel för låg byggnad under 10 m som vetter åt norr. Detta visar att ingen fuktackumulering behöver ske över tiden med utvändigt fogad drevspalt under förutsättning att inläckaget är begränsad.



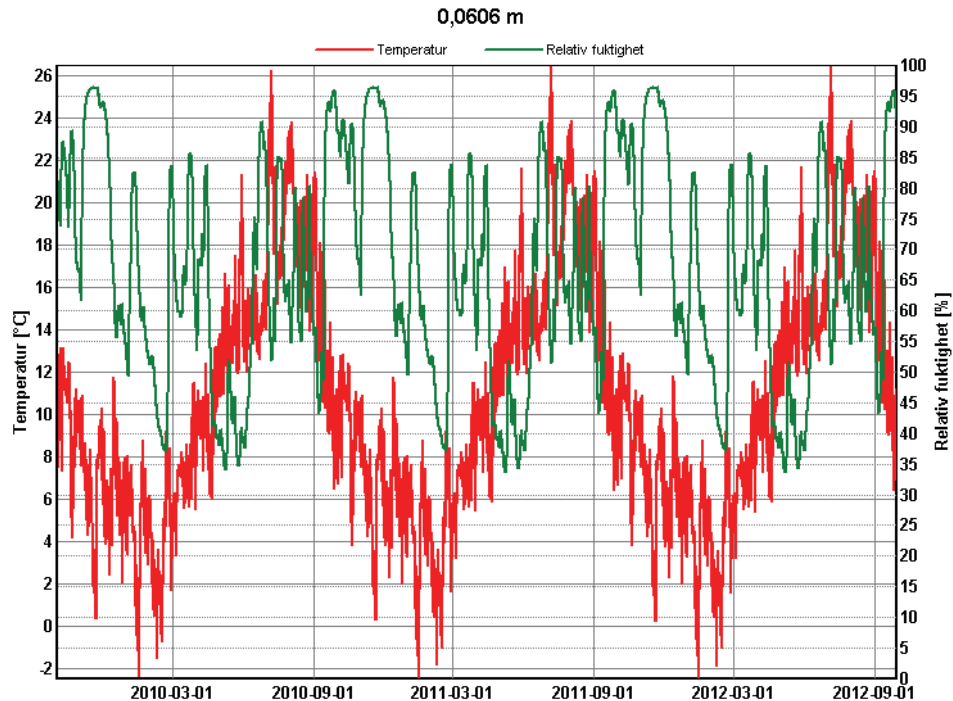
**Diagram 1** Konstruktionen består från drevspalten sett av 50 mm träregel och utvändigt gipsskiva. Inget inläckage har använts i beräkningen. Beräkningen visar ingen fuktackumulering eller förhöjd RF på träregel. Beräkningspunkten är placerad 6 cm in från utsidan sett.



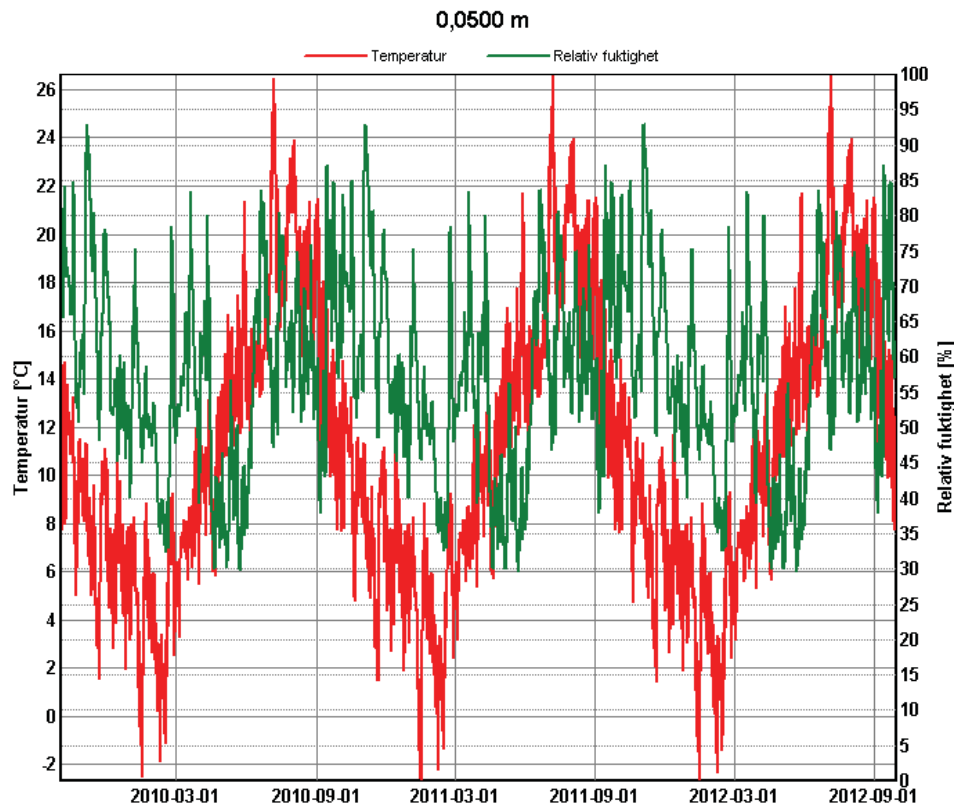
**Diagram 2** Konstruktionen är lika som Diagram 1. 1 % inläckage har använts i beräkningen. Beräkningen visar på hög RF och fuktackumulering över tiden. Detta innebär risk för mögel- och rötskador. Beräkningspunkten är placerad 6 cm in från utsidan sett.



**Diagram 3** Konstruktionen består från drevspalten sett av 50 mm träregel, 60 mm cellplastisolering och utvändigt gipsskiva. 1 % inläckage har använts i beräkningen. Beräkningen visar på hög RF och att fuktackumulering sker över tiden. Detta innebär risk för mögel- och rötskador. Beräkningspunkten är placerad 12 cm in från utsidan sett.

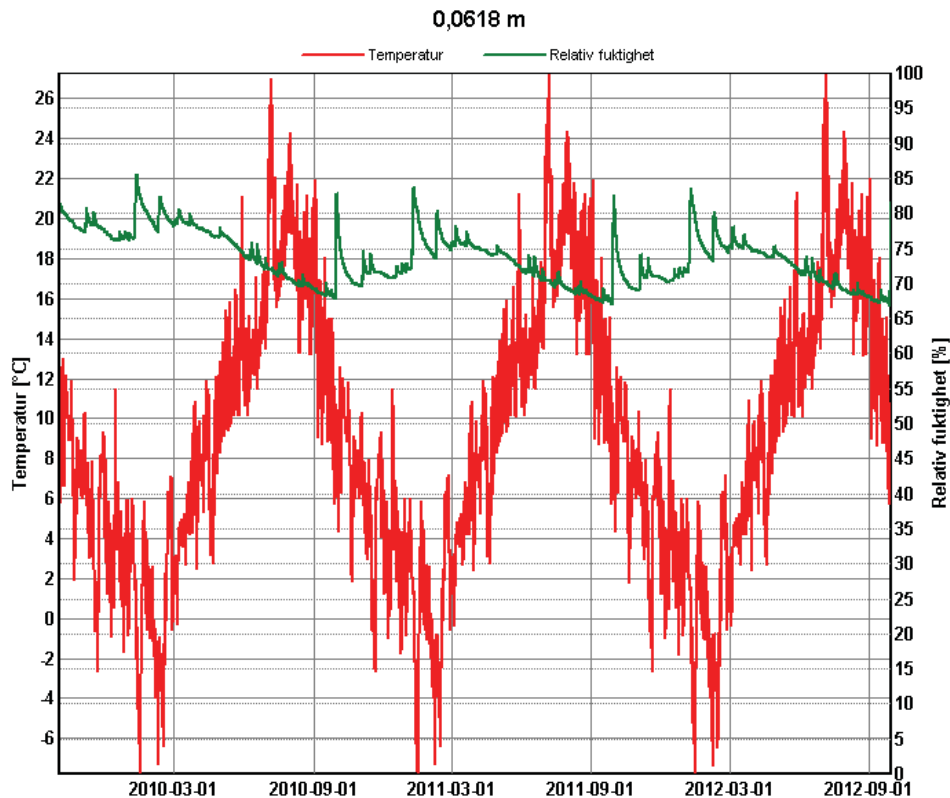


**Diagram 4** Uttorkning kan endast ske via drevspalten som är fylld med mineralull. Inläckagemängden har satts till 5 % för att simulera att uttorkningsytan är fem gånger mindre än via regel om samma inläckagemängd når drevspalten. Fuktigheten är hög under långa perioder och fuktackumulering sker. Detta innebär risk för mögel- och rötskador. Beräkningspunkten är placerad 6 cm in från utsidan sett.



**Diagram 5** Uttorkning kan endast ske via drevspalten som är fylld med mineralull. Inläckagemängden har satts till 5 %, samt låg bygghöjd, för att simulera att uttorkningsytan är fem gånger mindre än via regel om samma inläckage-

mängd når drevspalten. Fuktigheten är kortvarigt hög dock sker ingen fuktackumulering. Beräkningspunkten är placerad 5 cm in från utsidan sett.



**Diagram 6** Konstruktionen är lika som Diagram 1. Inläckagemängden har satts till 1 % med låg byggnad och att fasaden vetter åt norr. Beräkningen visar endast på kortvariga förhöjningar av RF och ingen fuktackumulering sker. Beräkningspunkten är placerad 6 cm in från utsidan sett.

### 3.2.10 Fogning

Det föreligger risk för skador om läckage sker in i väggen. Det är olämpligt med en invändig och utvändig fogning runt hela fönstret oavsett beräkningsmässig möjlighet till uttorkning. Det är viktigt att eventuellt vatten ges möjlighet att dräneras ut.

### 3.2.11 Fönstrets placering i vägg

Med en placering av fönstret långt in minskar risken för invändig kondens, inomhusluften kan lättare passera förbi fönstret och på det viset värma glaset, vid en placering långt ut kan luften inte ventilera och värma glaset så samma vis. Växter på en fönsterbräda ger ett ytterligare fuktillskott som kan förvärra risken för invändig kondens. I en normalventilerad bostad förväntas ingen kondens.

Risken för utvändig kondens påverkas bl a av om glaset exponeras mot kall himmel samt om vinden kan passera fönstret.

Med en placering långt in i fasaden minskar exponeringen mot kall himmel och således risken för utvändig kondens. Samtidigt minskar möjligheten för vinden att passera.

Ur isoleringssynpunkt är det viktigt att inga köldbryggor skapas. Med en placering av fönstret långt ut är risken stor om det inte särskilt beaktas. Även en placering lågt in kan ha en negativ inverkan.

Ur beständighetssynpunkt bör fönstret exponeras så lite som möjligt för utvändigt klimat. Isolerglas, tätlistor, fogar etc blir då mindre utsatta.

Risk för läckage in i konstruktion torde minska om fönstret placeras långt ut i konstruktionen.

#### **3.2.11.1 Placering**

Var fönstret placeras i djupled i en vägg är alltid en kompromiss av de olika aspekterna som påverkas av fönstrets placering. Som en kompromiss av alla dessa aspekter bör fönstret placeras över väggens isolering, den yta som fönsterbleckets skruvkant skall anslutas emot bör ligga i liv med väggens vindskydd.

## 4 Täthet i karmhörn

SPs provningsstatistik från regnprovning av fönster visar att ca 17 % av provade fönster läcker i karmhörn, det vill säga i hörnförbindningen i fönstren. Med ett punktläckage från ett karmhörn är risken för skador i byggnadskonstruktionen stor.

Inom forskningsgruppen råder full enighet om att fönsters karmhörn skall vara täta. Samtliga tillverkare av P-märkta fönster är medvetna om denna problematik och är uppmärksamma på detta vid produktionen.

Med de traditionella lösningar som görs i karmhörnen kommer en variation under produktion att ske. Fönstret kommer att utsättas för belastningar under transport och montage. Med dessa faktorer kan inte ett karmhörns täthet till fullo garanteras efter montage.

Fönster provade vid SP enligt SS-EN 1027 under perioden 2002-2007.

Fönstertyp	Antal	Metod	Procent underkända, %				
			Totalt	Karm/båge	Glasning	Karmfog	Övrigt
Fasta	17	A	18	0	12	6	0
	1	B	0	0	0	0	0
	18	tot.	17	0	11	6	0
Inåtgående	83	A	39	31	7	14	1
	14	B	50	36	7	21	7
	97	tot.	41	32	7	15	2
H-fönster	84	A	57	46	6	20	2
	32	B	41	34	0	13	3
	116	tot.	53	43	4	18	3
Övr. utåtgående	16	A	50	44	19	25	19
	2	B	100	100	0	50	0
	18	tot.	56	50	17	28	17
Inåtgående fönsterdörrar	8	A	50	25	0	25	0
	4	B	25	25	0	0	0
	12	tot.	42	25	0	17	0
Utåtgående fönsterdörrar	35	A	57	51	6	26	23
	10	B	20	10	0	10	0
	45	tot.	49	42	4	22	18
Alla	243	A	47	38	8	18	6
	63	B	40	32	2	14	3
	306	tot.	46	37	7	17	5

### 4.1 Några av de idéer som finns till lösning

För att lösa problemen med läckage i hörnen på ett robust sätt både för tillverkning, transport, montage och brukskede finns några olika vägar att ta, se punkterna nedan. Med robust lösning menas att konstruktionen skall kunna klara av de variationer och påfrestningar som finns under fönstrets livslängd.

- Kan man förhindra att regnvatten når karmhörnet är sannolikheten att läckage skall uppstå minimal
- Med en tapputformning som optimerar vidhäftning och utfyllnad med lämplig fogmassa alternativt lim, det vill säga slits och tapp med rundade anslutningar



- ”Historiskt karmhörn”, där en slits är fräst på tvären i karmbottenstycket och karmsidstycket är försett med motsvarande tapp
- Fogmassa i karmhörn ersatt av en tätningmanschett.

De aktuella lösningarna bör även utvärderas ur produktionssynpunkt.

## 5 Aluminiumbeklädda fönster

Aluminiumbeklädda fönster där aluminiumet är monterat med en viss distans från träkonstruktionen har i vissa situationer visat sig ge problem vid enstegstätade montage. Normal fönsterprovning görs utan tryckskillnad över denna luftning och då blir det heller inget läckage här. Enstaka droppar kan tillåtas i denna konstruktion som innebär tvåstegstätning och vatten dräneras och torkas ut.

Vid de fall där problem har uppstått har denna dränagekanal från fönstren hamnat inne i väggkonstruktionen och möjligheten att det kan dräneras ut har varit begränsad. På ett trä/aluminiumfönster där aluminiumet är monterat på distans måste fönstret monteras så att eventuellt läckage mellan trä och aluminium kan dräneras ut. I reglerna för P-märkning finns ett krav vilket medför att aluminiumet måste monteras med ett visst avstånd från trä.

Vid prov enligt gällande standarder av enskilda fönster och dörrar sker lufttätning vid provobjektets insida. Fönsterbranschen bör överväga om dessa fönster och dörrar skall klara en viss tryckskillnad över karmen vid regnprov.

En frågeställning har kommit upp under projektet är huruvida P-märkningen kan acceptera att aluminiumprofil får en tät anslutning mellan trä och aluminium vid karmsidor och karmöverstycke. Expertgruppen för P-märkning av trä och trä/aluminiumfönster har bedömt att inget hinder föreligger så länge ett dränage ner mot karmbottenstycket säkerställs.

Trä-/aluminiumfönster där aluminiumet ligger frånskilt från trä med en spalt skall när det monteras i enstegstätade fasader ha en tvåstegslösning i montaget.

## 6 Anslutningsdetaljer

### 6.1 Fönsterbleck

Erfarenheter från fältundersökningar visar att det förekommer bleck med en lutning som väl underskrider det som tidigare var angivet i HusAMA 7,5° eller en lutning på 1:8. För att säkerställa lutning och för att reducera skvätt mot fönster och montage bör lutningen ökas. Fönsterblecket bör ha en lutning på 25° dock minst 14°. Bleckens vertikala delar, ståndkant och anliggning mot karm bör ökas till minst 30 mm. Blecken bör ha minst 50 mm utstick från fasad.

Det läcker ofta i plåtbleckshörn mot anslutning fönster/fasad beroende på att dessa är felaktigt utförda. Ett fönsterbleckshörn får ej klippas utan skall vikas. Viket bör placeras på gavelns utsida så att en så slät anliggning som möjligt erhålls mot karmen. Information om hur fönsterbleckens hörn skall vikas framgår av HusAMA.

Om en stabilisering av blecket kan ske utan att dess yta penetreras är detta en fördel, t ex med ett fästbleck som spänns in mot fönsterbleckets nos.

Om fönsterbleckets yta penetreras måste infästningsdonets kvalitet bestämmas t ex att popnit bör vara trycktät.

#### 6.1.1 Anslutning av fönsterbleck

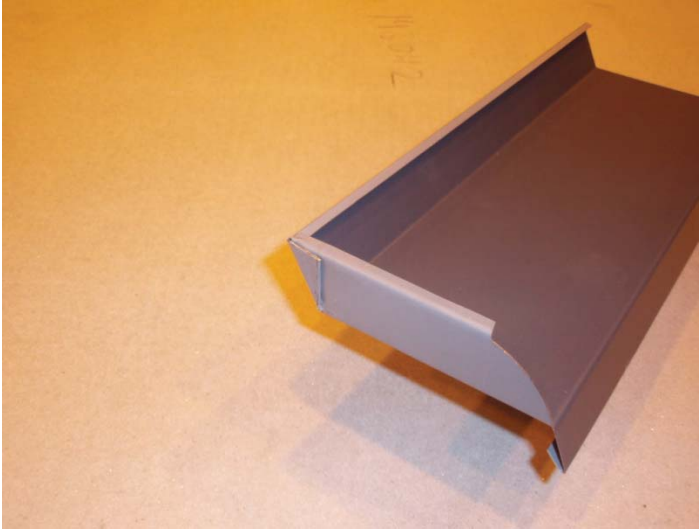
Det traditionella spåret där ett fönsterbleck skall drivas in i fönstret har visat sig inte längre fungera så som det var avsett tidigare.

Ett antal förhållande har förändrats, karm och bleck målades då på plats, vilket sannolikt gav en bättre täthet. Dessutom har dimensionerna i karmen minskat. Vi har konstaterat omfattande läckage vid provningar samt vid fältundersökningar. Spåret medför även en smal spalt där vattnet kan sugas kapillärt in i fönstret och orsaka problem på fönstret.

Vi förordar att urfräsning sker i fönstret så att bleckets ovkant blir skyddat av en näsa på karmen. Urfräsningen bör ha en minsta höjd på 15 mm för att förhindra sprickbildning då det skruvas fast. Blecket skall förses med en drivvattenhake ovan skruvkanten alternativt minst ankantas, mindre bockning av blecket.

Vid infästning skall fogmassa/butyl appliceras bakom.

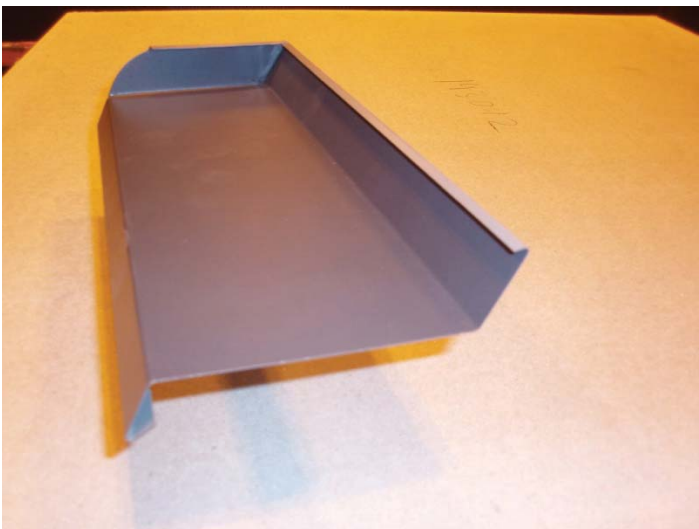
Vid fönsterbleckets hörn är risken för läckage överhängande, det är en fördel om blecket kan liva med fönstrets bredd. Detta underlättar en tät anslutning.



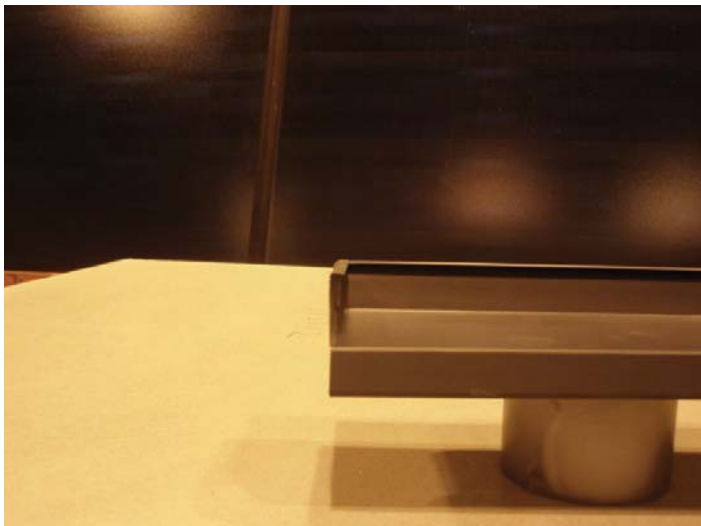
Fönsterbleckets hörn skall vikas, vikets öppning mynnar vid ovankant på blecket och efter dess gavelsida.



Fönsterblecket visar en felaktig vikning, vikningen är gjord så att dess öppning kommer långt under kanten samt att den ligger på bleckets baksida vilket medför att anslutningen mot fönstret inte blir jämn.

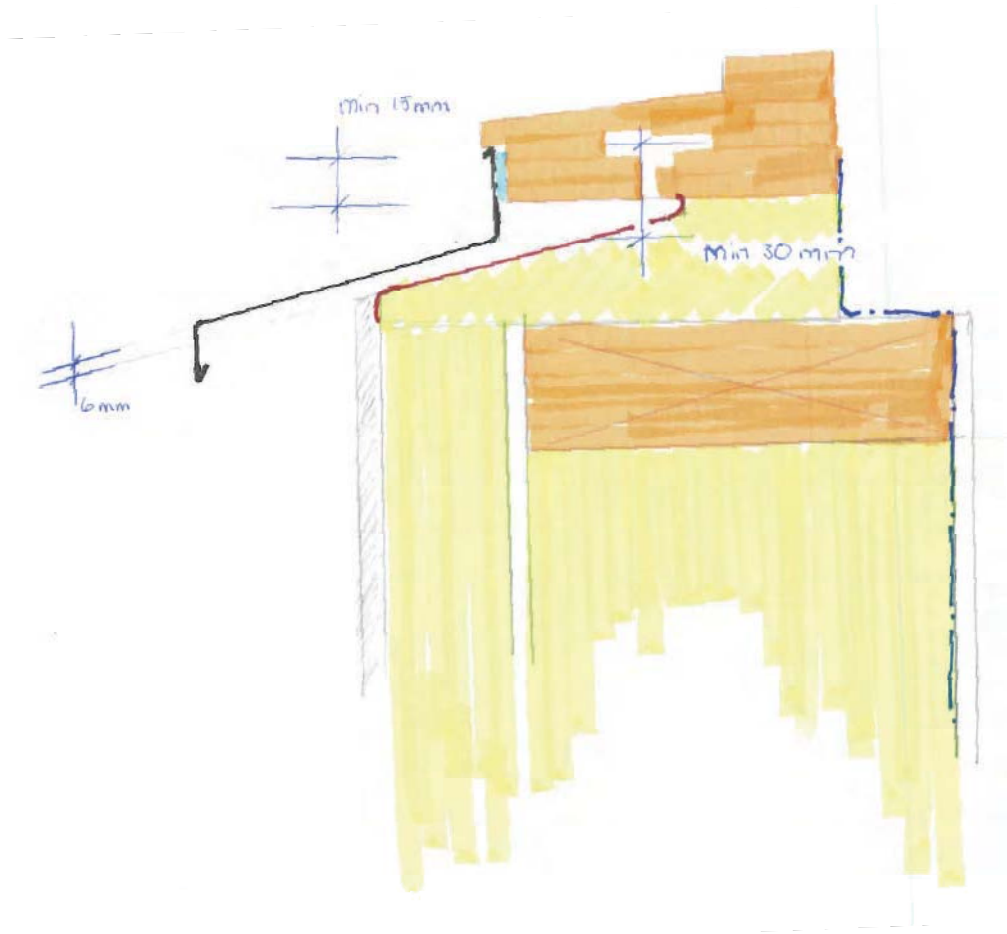


Fönsterblecket är försett med en drivvattenhake vid skruvkanten mot fönstret.



Putskanten lutar svagt in mot fönsterblecket. Putskanten är i detta fallet relativt liten och utförd utan omvik. Med ett omvik ökas risken för läckage, kapillära krafter i omviket som behåller vatten vid en känslig punkt. Kan omviket uteslutas med avseende på den ökade styrkan på putskanten ses detta som en fördel ur läckagesynpunkt.





### 6.1.2 Förslag till lösningar och provningar

Deltagarna i projektet uppmuntrades att framföra olika förslag på montagelösningar. Dessa idéer har diskuterats och ett antal lösningar fördes vidare till provning.

1. Som inledande provning föreslogs att detta skulle ske med ett träfönster och montage beskrivna i HusAMA och "Fönster och ytterdörrar, projektering, montage, skötsel och underhåll". Montaget är ett normalt montage (lekmannamässigt fönsterbleck).
2. Som inledande provning föreslogs att detta skulle ske med ett träfönster och montage beskrivna i HusAMA och "Fönster och ytterdörrar, projektering, montage, skötsel och underhåll". Montaget är ett normalt montage (fackmässigt fönsterbleck).
3. Prov med normalt montage men fönsterbleckets kant förhöjt till 30 mm.
4. Prov med normalt montage, fönsterbleckets kant förhöjt till 30 mm och en lutning på 25°.
5. Prov med trä/aluminiumfönster, normalt montage, aluminiumbeklädnaden försedd med en fläns på 15mm som går ut i smygen.
6. Prov med trä/aluminiumfönster. På utsidan av vindskyddet monteras ett extra "fönsterbleck" under ordinarie fönsterbleck. Det extra blecket har en bredd motsvarande regelavståndet vid infästningen, blecket smalnar av mot yttre fasad. På

blecket monteras en duk som går in fönstrets halva bredd. Karmsidor och överstycke tätas med duk utanför drevning.

7. Prov motsvarande ovan men undre fönsterbleck ersatt av bitumenmatta, karmsidor och karmöverstycke tätad med bitumentejp.
8. Prov motsvarande ovan men karmsidor och karmöverstycke tätat med bottningslist och fogmassa.
9. Prov med trä/aluminiumfönster drevat med svällande band och en duk monterad under fönsterblecket.



## 7 Provningsstandarder

I ett svenskt förhållande går det inte generellt att säga att ett fönster skall uppfylla en viss klass beträffande regntäthet. Det regnklimat ett fönster blir utsatt för skiljer sig vida om det är placerat t ex ute i kustbandet på västkusten, Koster eller i det småländska inlandet. Rimligt kan vara att klara en hög klass då man ofta inte på förhand kan avgöra var fönstret skall placeras.

I den europeiska fönsterstandarden EN 1027 och klassificeringsstandarden SS-EN 12208 finns det två metoder och ett antal olika klasser att välja på.

Metod A och B skiljer sig så åt att vid provning av fönstret enligt metod A så begjuts hela fönstret med vatten och vid metod B begjuts inte karm- och bågöverstycket med vatten. Ett fönster klassat enligt metod A ska således väljas där man kan förvänta sig en hög slagregnsbelastning och där fönstrets övre del är placerad oskyddad. Fönster klassade enligt metod B kan väljas där man inte förväntar sig hög slagregnsbelastning och fönstret har en mer skyddad placering. Fönstret kan vara placerat långt in i fasaden eller försett med ett ordentligt överkantsbleck.

Klasserna i respektive metod är beroende av vid vilken tryckskillnad fönstret har varit regntätt, ju högre siffra på klassen ju högre tryck har fönstret klarat innan läckage. I metod A är högsta klassen 9A vilket innebär att fönstret har varit regntätt till 600 Pa tryckskillnad, i metod B provas fönstren till maximalt klass 7b vilket då innebär att fönstret har varit regntätt till 300 Pa tryckskillnad.

Fasadprovning är utförd i enlighet med EN 12865 ”Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck 0-600Pa”. Denna metod har två undermetoder, vilken som skall väljas är beroende på vilken konstruktion som provas. Det som skiljer dessa undermetoder åt är tiden utsträckt på provningen. Med metod A pågår provet i en timma medan i metod B pågår provet i 5 timmar. Vilken metod som skall väljas är beroende av provets beskaffenhet, består provet och dess konstruktion av material som kan buffra vatten skall metod B användas.

Vid jämförande prov mellan EN 1027 och EN 12865 har inga större skillnader i resultatet kunnat konstateras.

## 8 Montage och provningar

Provningarna lades upp i två steg. Inledande provningar genomförs med en förenklad monterigg för att snabbare och mer kostnadseffektivt kunna prova olika konstruktioner. Utvalda konstruktioner provades sedan i en komplett vägg med olika beklädnadsalternativ.

### 8.1 Provningsmetod

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck" procedur A alt B t o m 600 Pa. Under provet begjuts provobjektet med 1.5- /2 l/min.

Provet inleds med att provobjektet begjuts med "regn" utan någon tryckskillnad över provobjektet. Därefter appliceras ett pulserande tryck i steg 150, 300, 450 och 600 Pa.

Med Procedur A är den inledande tiden 20 min varefter tryckstegningen sker i 10-minutersintervaller. För metod B är samtliga intervaller 1 timma var. Före varje trycknivå kontrolleras objektet okulärt samt indikatorer avläses.

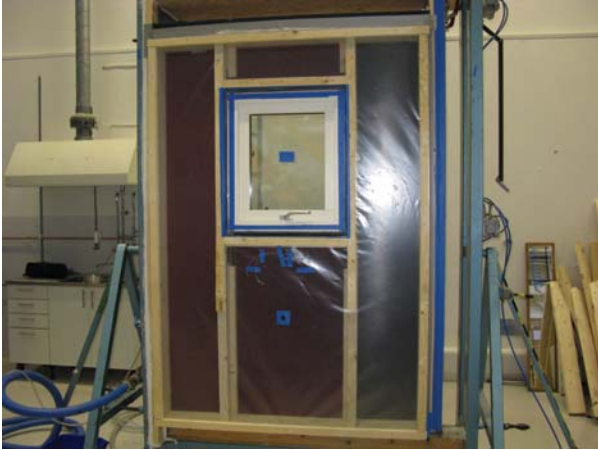
Fuktgivare (resistansmätningstrådar) för indikering av fukt monterades av SP på utsidan av vindskyddet i samband med uppbyggnaden, ca 100 mm under fönstret.



Fuktgivare som har gett indikering. Här är givaren frilagd efter provning.

### 8.2 Regntäthet förenklad provrigg

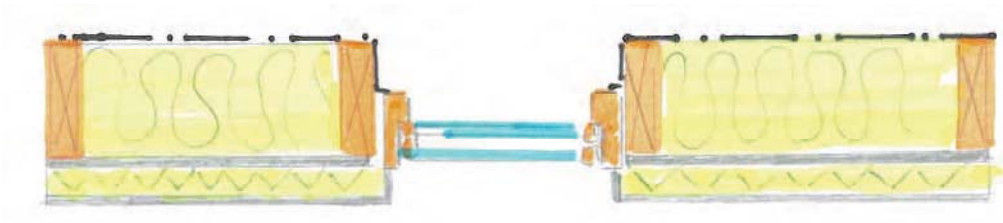
Vid provningen av montaget har en väggmodul bestått av en träregelkonstruktion bestående av 45 x 145 reglar, som är klädd med plywood (vilket i detta fallet simulerar vindskyddet) På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplast med pålimmad plywood monterad (denna plywood skall i detta fall simulera putsen).



Provväggens insida vid prov



Vy från vaggens utsida



Skiss på provvägg

Provningarna genomfördes i enlighet med procedur A SS- EN 12865 och redovisas i bilaga 1-9.

## 8.2.1 Resultat

Prov	Fuktindikator	Synligt läckage	Kommentar
1. Normalt montage (lekmanmässigt fönsterbleck)	Indikering från 0 Pa	Läckage vid 0 Pa	Läckage vid bl a hörn fönsterbleck
2. Normalt montage (fackmässigt fönsterbleck)	Indikering från 0 Pa	Läckage vid 0 Pa	Läckage vid bl a hörn fönsterbleck
3. Förhöjt 30 mm fönsterbleck	Indikering från 0 Pa	Läckage vid 0 Pa	Läckage vid bl a hörn fönsterbleck
4. Bleck 25° 30 mm	Indikering från 300 Pa	Läckage vid 0 Pa	Läckage vid bl a hörn fönsterbleck
5. Trä/alu fönster, fläns	Indikering från 150 Pa	Läckage vid 0 Pa	Läckaget sker vid anslutning fönsterbleck
6. Trä/alu med underplåt	Indikering från 300 Pa	Läckage vid 450 Pa	
7. Trä/alu med bitumenmatta	Ingen indikering	Inget läckage noterat	
8. Trä/alu bottningslist och fogmassa	Ingen indikering	Inget läckage noterat	
9. Trä/alu lmodband och duk	Ingen indikering	Ingen indikering	

## 8.3 Regntäthet vid fullskaleprov

En provvägg byggdes upp med 6 stycken inmonterade fönster varav tre är av typen inåtgående träfönster och tre inåtgående trä/aluminiumfönster.

Väggen indelades i tre sektioner där det yttre väggmaterialet bestod av puts på cellplast, puts på mineralull och en sektion med träpanel.

Samtliga fönster har monterats med principen en sekundär tätning under fönstret, där en ”balja” skapats som sträcker sig in under fönstret till ca 1/2 fönstrets tjocklek. Denna ”balja” har även gått upp på reglarna jämte fönstret ca 80 mm. ”Baljan” har haft en lutning mot fasadens utsida och mynnat ut under fönsterblecket. Vid sidestycke och överstycke skapades en sekundär tätning mellan trädel på fönster, sidostycke och överstycke, till vindskydd i vägg.

Då vi inte har haft tillgång till utprovade material för varje fönster på marknaden har olika typer av fogband, bitumenband etc nyttjats.

Till viss del har material som är avsedda till våtrum används, olika tätband bestående av flockad plast med bitumen, bitumenmatta avsedd för utvändig användning på grunder. För vissa montage har material som varit anpassade använts. Leverantör av dessa har varit Tremco AB. Material för respektive montage redovisas i provningsrapport för respektive prov, se bilaga.



Bild visar provföremålets utsida trä aluminiumfönster monterade överst och träfönster i den undre raden.



Bild visar provföremålets insida



### 8.3.1 Resultat

Proven genomfördes i enlighet med procedur A SS-EN 12865. Tabellen visar ett urval av resultaten vid provningarna, för fullständiga resultat se bilaga.

Prov	Bilaga	Fuktindikator	Synligt läckage under prov	Kommentar, kontroll efter prov
Trä/aluminium fönster, trävägg	6	Indikering vid 450 Pa	Inget läckage noterat	Läckage har skett via träpanel, ej via fönstermontaget
Träfönster, trävägg	5	Ingen indikering	Inget läckage noterat	
Trä/aluminiumfönster, putsad vägg, stenull	4	Ingen indikering	Inget läckage noterat	
Träfönster, putsad vägg, stenull	3	Indikering vid en sida vid 450 Pa	Inget läckage noterat	Läckage vid en sida av fönster puts.
Trä/aluminiumfönster, putsad vägg, cellplast	2	Ingen indikering	Inget läckage noterat	
Träfönster, putsad vägg, cellplast	1	Indikering vid en sida hörn vid 450 Pa	Inget läckage noterat	Läckage genom tätning under fönster.
Trä/aluminiumfönster, trävägg	6	Indikering vid en sida vid 0 Pa	Läckage	Fönstermontage utan sekundär tätning
Träfönster, trävägg	5	Ingen indikering	Inget läckage noterat	Fönstermontage utan sekundär tätning. Bärläkt för panel markant blöt efter prov

#### Trä/aluminium fönster, trävägg (6)

Läckaget som gett indikering under fönstret har sannolikt skett via träpanel och kan inte kopplas samman med fönstermontaget.

#### Träfönster, putsad vägg, stenull (3)

Vattnet har gått kapillärt mellan puts och karm i den traditionella putssprickan. Stenullsskivan var monterad så att den pressades mot fönsterkarmen vilket medförde att vattnet kunde nå isoleringen. Då isoleringen var våt kunde den transportera vattnet förbi den undre sekundära tätningen, sannolikt hade läckaget icke gått vidare om stenullsskivan varit fri från fönstret.

#### Träfönster, putsad vägg, cellplast (1)

Det uppkomna läckaget vid puts på cellplast är beroende av att det undre tätskiktet som applicerats inte hade en full bredd, utan att det har skarvats på bredden. Tätskiktet var ett band som var ca 100 mm brett, bitumen på en flockad plast. Då skarven skedde omlott på den flockade ytan bedöms det att ett kapillärt läckage har skett denna väg.

## 8.4 Lutning under fönster

Vid montagen för provningarna skapade vi en lutande del under fönstret genom att regeln klövs, detta gjordes efter att den underliggande regeln var monterad i regelverket. Klyvningen utfördes med hjälp av en tigersåg.

Det bedöms att det skulle vara betydligt effektivare att utföra detta arbete innan regeln monteras med då för ändamålet lämplig såg. Dock visar det att det är fullt möjligt att genomföra detta vid t ex en renovering i befintlig stomme.



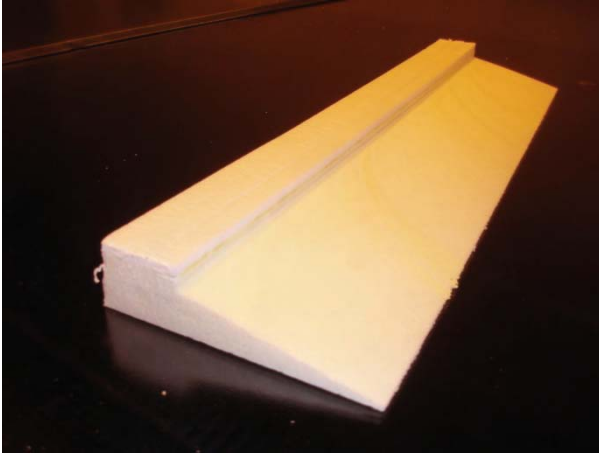
Som ett alternativ användes stenullen med hög densitet, ca 80 kg/m<sup>3</sup>. Stenullen sågades till med hjälp av en cirkelsåg. Fönstret placerades på stenullen vilken kunde ta upp mindre ojämnheter. Några klossar att ställa fönstret på bedömdes ej nödvändiga.

Nackdelen med stenullen var att de butylmattor som nyttjades inte har någon särskild vidhäftning mot stenullen.



Lutning och distans med hjälp av en extruderad cellplast. Cellplasten sågades på samma vis som stenullen. Då fönstret monterades noterades att cellplasten var stummare än stenullen och tog ej upp de mindre ojämnheter som stenullen gjorde. För att förbättra denna egenskap monterades en mjuk packning där fönstret ansluter vilket gav önskad effekt.





Om man väljer att göra detaljen i expanderad cellplast, vanlig cellplast, bör densiteten ligga på ca 40 kg/m<sup>3</sup>.

För att få tillräckligt utrymme för montage med alternativen cellplast eller stenull krävs att regeln under fönstret placeras ca 20 mm lägre, det vill säga öppningen i regelverket ökas så ett drevutrymme under fönstret på minst 35 mm erhålls. Höjden måste anpassas för aktuell lutning på fönsterblecket.

Cellplasten och stenullen utformades så att höjden på viloplanet för fönstret var ca 10-15 mm högre än det lutande planet, för de fönster som regeln klövs erhöles denna kant med hjälp av fönstrets drevmån, ca 10-15 mm.

En lösning av någon av dessa varianter skulle mycket väl kunna prefabriceras och säljas i metervara.

Man bör överväga bärhållfastheten då t ex dörrar med en hög belastning på gångjärnsidan skall monteras.

## 8.5 Sekundär tätning under fönster

Tätningen applicerades på det skapade sneda planet och avslutades vid väggens utsida strax under det putsade skiktet. Vid väggar med träpanel avslutades tätningen så att det täckte hela det horisontella fodrets ovansida. Olika typer av material användes men alla bestod av någon form av butyl. Butylen var belagd på t ex plastfolie, flockad plastfolie, diffusionsöppet material eller aluminiumfolie. Butylen hade för de olika produkterna en varierande vidhäftning.

Vid val av lämpligt material för den sekundära tätningen under fönstret bör vidhäftning vägas in samt hur smidigt materialet är att forma. I samtliga fall monterades tätningarna efter att fönstren var monterade vilket säkerligen är svårare än att göra vissa delar av den sekundära tätningen före att fönstret sätts in.



Sekundär tätning under fönster, lägg märke till hur tätningen följer regeln upp efter sidan på regeln.

Vid de prov vi har genomfört har vi kunnat konstatera att den sekundära tätningen blir våt och leder ut vatten. Vi finner det lämpligt att välja ett material med en vattenavstötande yta. De material som har en vätande yta håller fuktigheten kvar längre och skapar en fuktigare miljö.

En fördel att använda ett material med en flockad yta är att en puts skulle få större vidhäftning. Vid diskussioner med STO AB och Maxit AB anses inte behovet av den extra vidhäftningen nödvändig.

## 8.6 Sekundär tätning vid sidstycke överstycke

Då den sekundära tätningen under fönstret har monterats kan tätningen efter sid- och överstycke monteras. Det viktiga med denna tätning är att det skapas en luftkanal mellan fönster och vägg samt det yttre beklädnads materialet. Vid montaget skall sidotätningen gå ned i den balja som den undre sekundära tätningen skapat. Vid putsning kommer oftast en isolerskiva dikt an mot fönstret. Att utforma denna kanal som ett hålkäl mellan fönster och vägg är då mycket lämpligt.



Hålkälet följer karmsidstycket ned i den undre sekundära tätningen

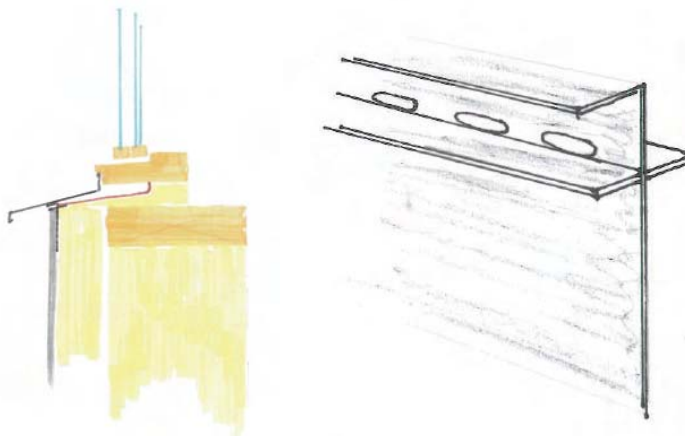
De material vi har använt för att göra denna tätning har varit de samma som nyttjats för den sekundära tätningen under fönstret samt Duo band från Tremco AB. Den viktiga egenskapen för denna tätning är att den skall vara lufttät. Då det normalt är en drevmån på ca 15 mm är det relativt svårt med flera av materialen att applicera dessa då fönstret sitter på plats. Att förbereda denna tätning innan fönstret monteras är mycket lämpligt. Mycket viktigt är då fönster av typ trä/aluminium där aluminiumet är monterat med en luftad konstruktion, t ex med clips så skall den sekundära tätningen ansluta till trädelen av fönstret. Luftningen av fönstret skall då löpa ut i den luftkanal som skapas runt fönstret.

## 8.7 Anslutning av fönsterbleck

Fönsterblecken utformades enligt de anvisningar som finns i kapitel 6.1.1. Avståndet mellan fönsterbleck och den sekundära undre tätningen skall vara minst 6 mm för att bryta de kapillära krafterna. Då fasaden putsas och en putskant är utformad på fönsterblecket är det viktigt att putskanten har en lutning mot fönsterblecket. Putskanten skall vara något mindre än påslaget av putsen. Vid dessa montage användes inte infästningsbleck med hänsyn till att fönstrens bredd vid provet var modul 6. Nedan följer några tänkbara lösningar hur ett fästbleck skulle kunna utföras.



Ett fästbleck monterat innanför puts, det är viktigt att fästblecket förses med dränagehål om det följer hela fönsterbleckets längd.



Strängpressad profil som fönsterblecket kan nitas fast. Dessutom får man en putskant.

## **8.8 Anslutning av olika fasadmaterial**

Vid provningarna har olika lösningar tillämpats för att ansluta själva fasadmaterialet till fönstret. Resultaten har inte föranlett att någon särskild rekommendation. De traditionella lösningarna med t.ex. med en träpanel har använts. Vid putsade lösningar har putsband, putslistor samt puts direkt mot fönster nyttjats. Materialleverantörens lösningar bör följas, då dessa är anpassade till respektive fasadmaterials egenskaper.

## 9 Diskussion och slutsatser

Generella anvisningar och lösningar av montage av fönster som hittills har funnits anses ej vara tillfredsställande. Som stöd för detta har vi forskningsresultat, erfarenheter av fältverksamhet, erfarenhet av tidigare laboratorieprovningar och kompletterande provningar inom detta forskningsprojekt.

Försök med ett antal olika lösningar där man har tätat endast den yttre konstruktionen (enstegstätning) har visat sig inte ge tillräckligt robust resultat. Vår uppfattning är att tätningen runt fönster måste ske i två steg. I projektet har vi provat och verifierat ett antal acceptabla lösningar där montaget skett med ett andra steg av tätning. Detta medför att fönstrets montage får en tvåstegstätning, oavsett väggens konstruktion. Vi har kunnat konstatera att risken för läckage reduceras markant.

Vår bedömning är att den föreslagna principen för montage kan användas i de flesta förekommande väggkonstruktioner. För att detta arbete skall få genomslagskraft på marknaden krävs att samtliga inblandade parter för ett montage bidrar till att sprida kunskapen. En viktig part i detta sammanhang är den etablerade bygghandeln, där ofta kunskap hämtas och lämpliga produkter för montage tillhandahålls. Vi ser ett stort informationsbehov beträffande dessa frågor om montage, för att detta skall bli effektivt och få den genomslagskraft som behövs krävs en samordning. Lämpligen skulle detta projekt övergå till ett informationsspridningsprojekt.

I detta arbete har inte montage av fönsterdörrar och dörrar beaktats. Denna problematik bör utredas vidare.

Vi hoppas att denna rapport skall ge underlag och stöd till förändring av montagebeskrivningar samt ge förutsättningar till att utveckla lämpliga komplementprodukter för montage av fönster.

Den montagelösning som väljs för en byggnation måste ske i samspel med samtliga ingående parter. För att säkerställa de systemlösningar som tas fram ses en verifiering medelst provning som nödvändig för den slutgiltiga lösningen.

## 10 Referenser

Boverkets Byggregler 2006 (BBR)

Carll, Charles. Rainwater Intrusion in Light-Frame Building Walls. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Annual Conference on Durability and Disaster Mitigation in Wood-frame Housing. November 2000, USA

Certifieringsregler för fönster, dörrar, vägg- och takelement av metall. SPCR 005. Borås 2009

Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings. ASHRAE Standard 160P

Daerga, Per-Anders et al. Fönsters anslutning mot utsida vägg. Projekt Installations-system för träfönster. Trätek, Skellefteå 2001

Edgar, John. Performance of Source Drainage External Insulation Finish System at the Window/Wall Junction. Journal of Building Physics. 1999;23;57, USA

EN 1026 ”Fönster och dörrar – Lufttäthet – Provningsmetod”

EN 1027 ”Fönster och dörrar – Regntäthet – Provningsmetod”

EN 12207 ”Fönster och dörrar – Lufttäthet – Klassificering”

EN 12208 ”Fönster och dörrar – Vattentäthet – Klassificering”

EN 12865 ”Fukt- och värmeteknisk funktion hos byggkomponenter och byggnadsdelar - Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck”

EN 15026 ”Fukt- och värmeteknisk funktion hos byggnadsdelar och konstruktioner Numerisk simulering av fukttransport”

EN ISO 10077-2 ”Termiska egenskaper hos fönster, dörrar och jalousier - Beräkning av värmegenomgångskoefficient - Del 2: Numerisk metod för karm och båge (ISO 10077-2:2003)”

EN ISO 12567-1 ”Termiska egenskaper hos fönster och dörrar - Bestämning av värmegenomgångskoefficient med varmlåda - Del 1: Fönster och dörrar (ISO 12567-1:2000)”

Fönster och ytterdörrar. Projektering, montage, skötsel och underhåll. TMF

HusAMA

Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk. Byggdetaljer 523.701 sending 1-2003. Norges Byggeforskningsinstitut 2003

Katsaros, James D., Hardman, Barry G. Failed Fenestration: New Materials Require New Techniques. ASHRAE 2007

Lufttäthetsprovning av fönsterfog. Rapport A2203. Trätek, Skellefteå 2001

Nevander, Lars Erik, Samuelsson, Ingemar. Elementär byggnadsfysik. Lund 1976

Olofsson, Bernt. Mail-konversation mellan Bernt Olofsson (dr i meteorologi) och Börje Gustavsson oktober 2009

P-märkta fönster av trä och trä/metall. Certifieringsregel 020. Borås 2008

Regntäthetsprovning av yttre anslutning för fönster. Rapport A2204. Trätek, Skellefteå 2001

Samuelson, Ingemar, Jansson, Anders. Putsade regelväggar. SP Rapport 2009:16. Borås 2009

Sandberg, Per Ingvar, Sikander, Eva. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen. SP Rapport 2004:22. Borås 2004

Scott, D.L. Rain leakage in wood frame walls: Two case histories. National Research Council of Canada. Ottawa 1984

Straube, J.F. Modelled and Measured Drainage, Storage, and Drying behind Cladding Systems. ASHRAE 2007



Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt**

### **Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

#### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadsektion med fönster

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m  
(se bilder 1-3 i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-04-27

SPs löpnummer: 1062

#### **Beskrivning av montage**

1. Standard prefabricerat fönsterbleck (metervara) monterat med silikon och skruv
2. 15 mm uppvik med amatörmässigt utfört hörn
3. Träfönster
4. Yttre tätning
5. Fogband monterat under press från anpassade träreglar
6. Fogband på undersida fönsterbleck
7. Slutligen användes blå tejp samt svart knäplast för att komplettera plywooden, som i detta test motsvarar en tät puts

Montage enligt Hus AMA och Svensk Snickeriindustri "Fönster och ytterdörrar – Projektering, montage, skötsel och underhåll".

#### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

#### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Synligt läckage efter 2 minuter, droppar på höger undersidan fönsterbleck. En droppe mellan fönsterblek och fogband vänster sidan
A	0-150	30	Fuktindikation under båda hörnen av fönstret. Droppar på bleck kant undersidan på båda sidor
A	0-300	40	Samma som efter 30 minuter
A	0-450	50	Samma som efter 30 minuter samt fönstret läcker själv mellan karm/båge nedre högre hörn
A	0-600	60	Samma som efter 50 minuter samt läckage under fönstret från tappfog

Vid demontering efter provningen visade det sig att vatten hade läckt förbi fogbanden på både karmsidestycken och på yttre kanterna av fogbandet under fönsterblecket. Fogbandet på karmöverstycket var torrt.

## Provningsförutsättningar

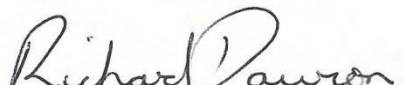
Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 21,5 °C, RH 32 %, lufttryck 998 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

## SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Richard Dawson  
Teknisk handläggare

## Bilder montage



Bild 1: Insidan av provföremålet monterat i provrighen med 0,58 x 0,68 träfönster.



Bild 2: Utsidan av provföremålet monterat i provrighen

Bilaga 1



Bild 3: Träreglar mot fogband (med knådplast i hörnet) som motsvara en konstruktion med puts/fogband



Bild 4: Kontinuerligt fogband vid fönstret och putskant fönsterbleck.



Bilaga 1



Bild 5: Knådplast som motsvara fog mellan puts och fogband vid sida fönsterbleck

## Bilder provning

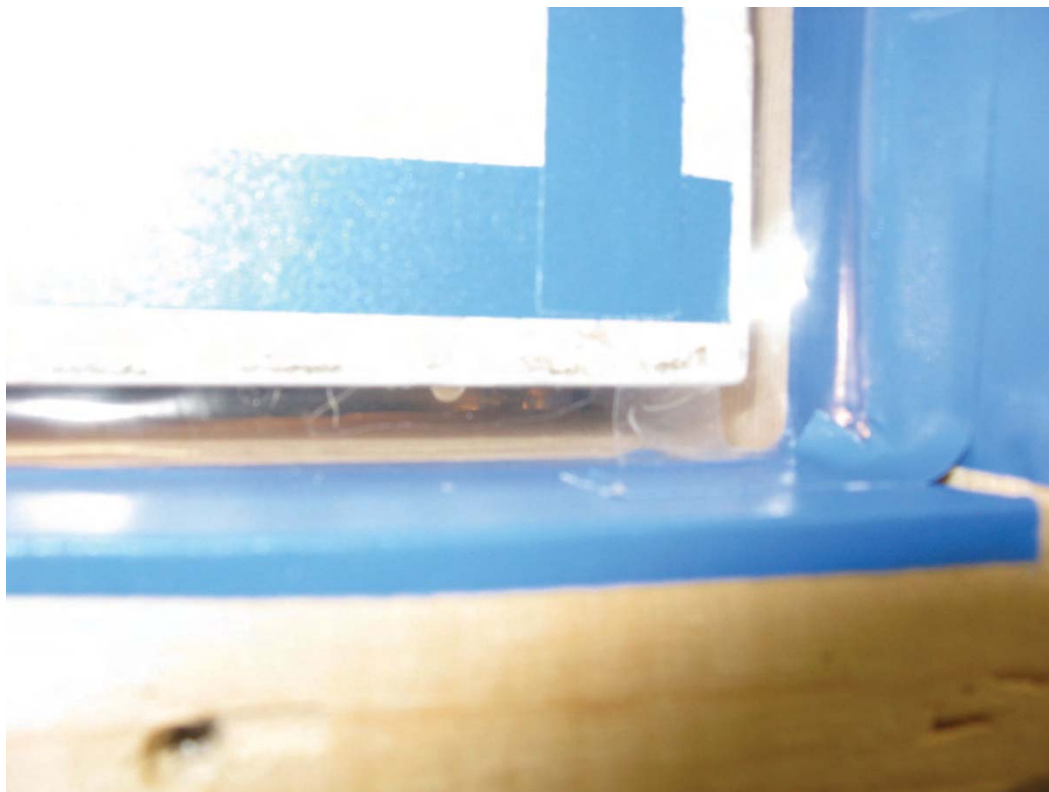


Bild 6: Synligt droppe under fönstret vid 600 Pa. (Läckage började efter 2 minuter vid 0 Pa)

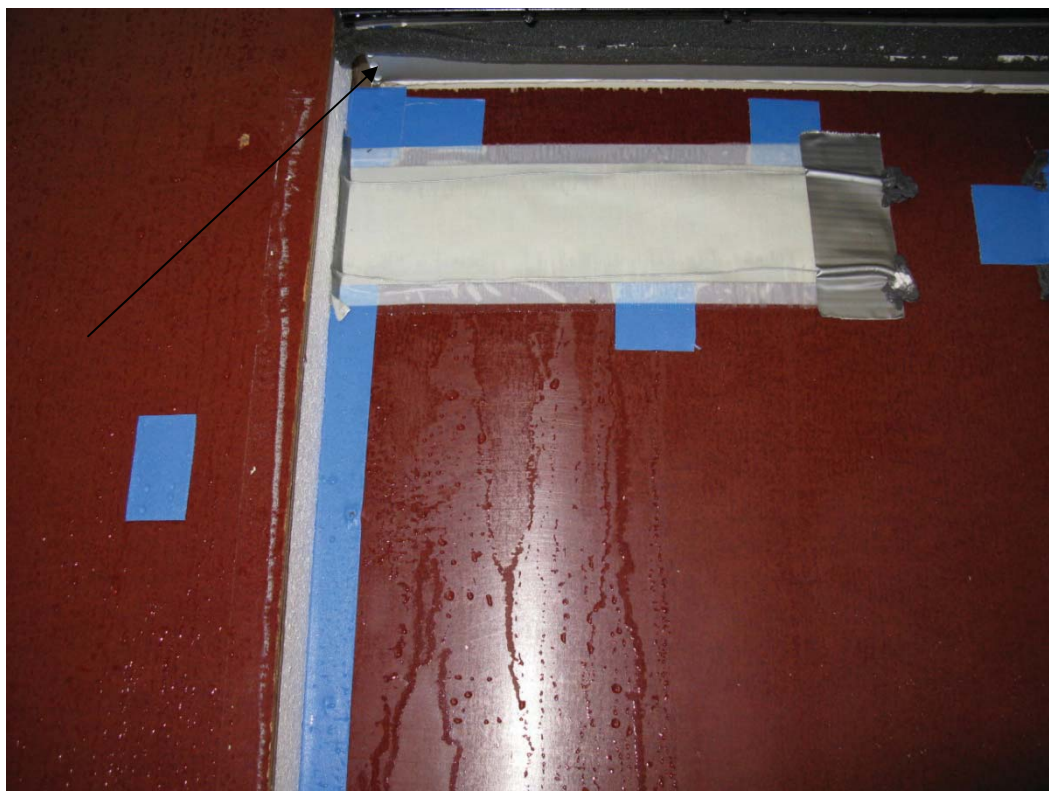


Bild 7: Blöt fuktgivare och väggyta bakom cellplasten efter provningen. Synliga droppar kvar på undersidan av fönsterblecket.

Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadsektion med fönster

Format: 1,4 x 2,0 x 0,19 m (se bilder i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-05-05

SPs löpnummer: 1063

### **Beskrivning av montage**

1. Standard prefabricerat fönsterblek (metervara) monterad med silikon och skruv
2. 15 mm uppvik med ett professionellt utfört hörn, enligt Hus AMA
3. Träfönster
4. Yttre tätning
5. Fogmassa i hörnen av fönsterbleket
6. Fogband monterat under press från anpassade träreglar.
7. Fogband på undersida fönsterbleck
8. Slutligen användes blå tejp samt svart knådplast, som i detta test motsvarar en tät puts.

Montage enligt Hus AMA och Svensk Snickeriindustri "Fönster och ytterdörrar – Projektering, montage, skötsel och underhåll"

### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Synligt läckage efter 2 minuter, droppar på karmbotten. Fuktindikation under högra sidan av fönstret.
A	0-150	30	Fuktindikation under båda hörnen av fönstret.
A	0-300	40	Samma som efter 30 minuter. Synligt läckage mellan fogband och undersidan bleck efter 1 minut, 2 cm in från vänster sida. Droppar på båda sidor om undersida fönsterbleck.
A	0-450	50	Samma som efter 40 minuter samt läckage från tappfog under fönstret.
A	0-600	60	Samma som efter 40 minuter. Luft bubblar förbi fogband på karmsidostycken.

Vid demontering efter provningen visade det sig att vatten hade läckt förbi fogbanden på både karmsidostycken och på yttre kanterna av fogbandet under fönsterblecket. Fogbandet på karmöverstycket var torrt.

## Provningsförutsättningar

Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 19,5 °C, RH 38 %, lufttryck 982 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Richard Dawson  
Teknisk handläggare



## Bilder provning

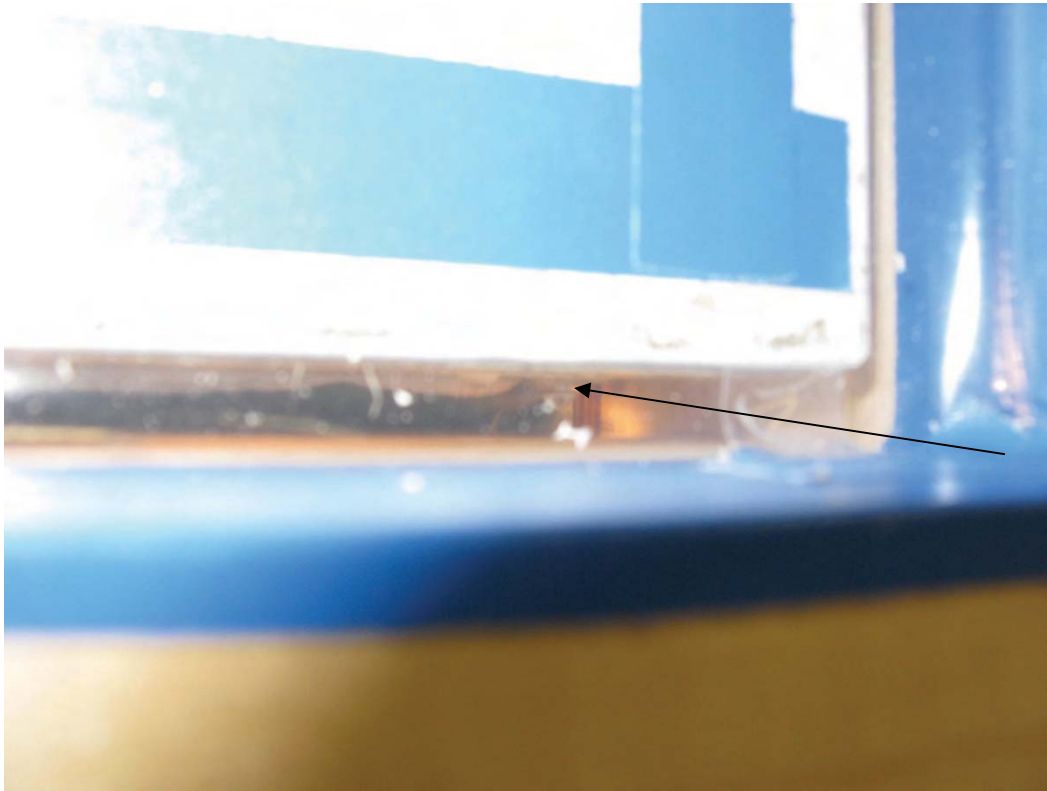


Bild 1: Droppar på karmbotten efter 2 minuter vid 0 Pa



Bild 2: Träreglar mot fogband (med knädplast i hörnet) som motsvarar en konstruktion med puts/fogband

Bilaga 1



Bild 3: Kontinuerligt fogband vid fönstret och putskant fönsterbleck.



Bild 4: Blöt fuktgivare efter provning

Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadsektion med fönster

Format: 1,4 x 2,0 x 0,19 m (se bilder i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-05-27

SPs löpnummer: 1075

### **Beskrivning av montage**

1. Anpassat fönsterblek monterat med silikon och skruv
2. 14° lutning
3. 30 mm uppvik
4. Träfönster
5. Yttre tätning
6. Fogband monterat under press från anpassade träreglar.
7. Fogband på undersida fönsterbleck.
8. Slutligen användes blå tejp samt svart knådplast, som i detta test motsvarar en tät puts.

Montage enligt Hus AMA och Svensk Snickeriindustri "Fönster och ytterdörrar – Projektering, montage, skötsel och underhåll"

### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Synligt läckage efter 10 minuter, läckage i högra hörnet av fönsterbleck.
A	0-150	30	Samma som efter 20 minuter samt läckage i vänstra hörnet av fönsterblecket efter 1 minut. Fuktdindikation under båda hörnen av fönstret.
A	0-300	40	Samma som efter 30 minuter
A	0-450	50	Samma som efter 30 minuter Vatten bubblar förbi fog puts/bleck högra sidan.
A	0-600	60	Samma som efter 50 minuter. Läckage mellan karm/båge nedre vänstra hörn av fönstret.

Vid demontering efter provningen visade det sig att vatten hade läckt förbi fogbanden på både nedre delarna av karmsidostycken och på yttre kanterna av fogbandet under fönsterblecket. Fogbandet på karmöverstycket var torrt.

## Provningsförutsättningar

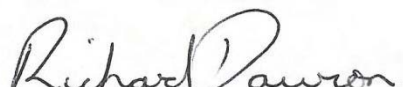
Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 19 °C, RH 35 %, lufttryck 983 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laborieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Richard Dawson  
Teknisk handläggare



Bilaga 1

**Bilder montage**

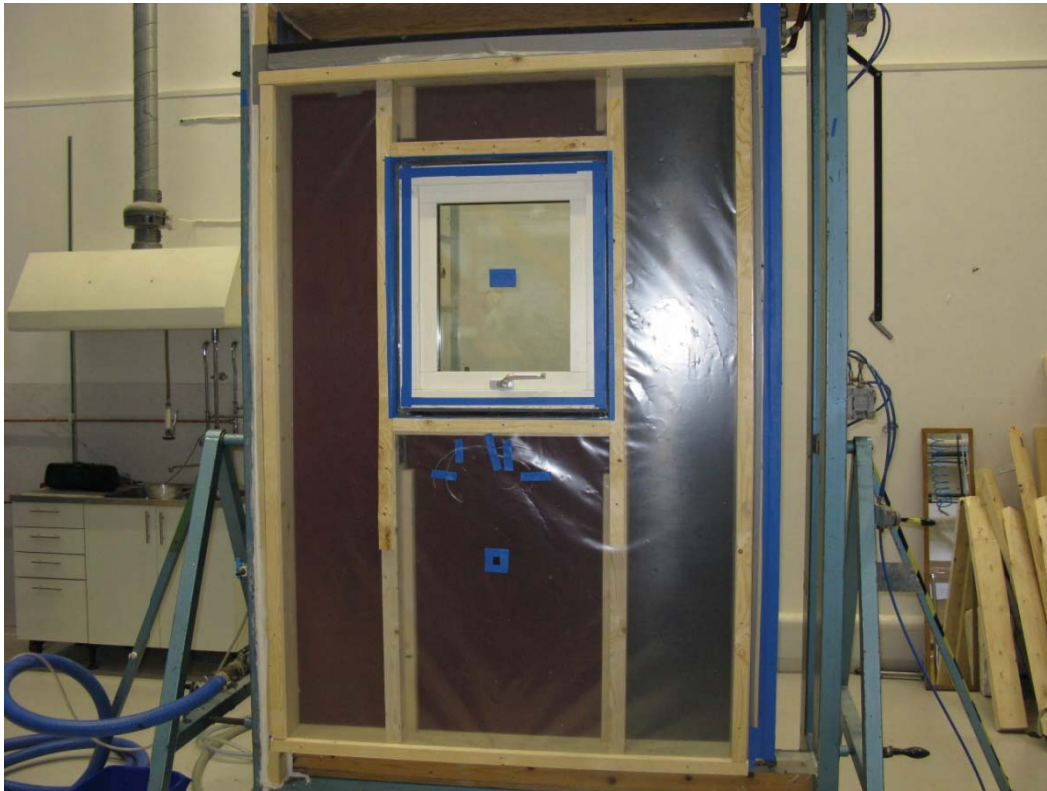


Bild 1: Insidan av provföremålet monterat i provriggen



Bild 2: Utsidan av provföremålet monterat i provriggen

Bilaga 1



Bild 3: Fog mellan fönsterbleck, puts och fogband



Bild 4: Knådplast som motsvara fog mellan puts och fogband vid sidan av fönsterbleck

## Bilaga 1

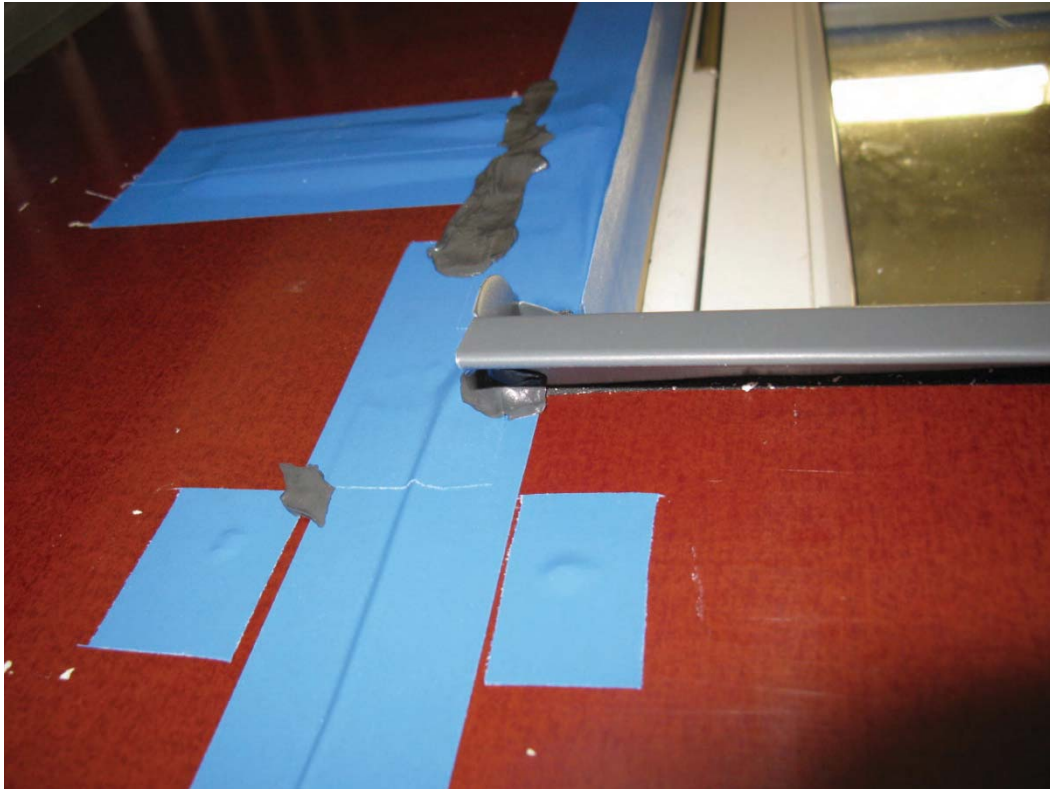


Bild 5: Knådplast i hörnet på undersidan fönsterbleck.



Bild 6: Träreglar mot fogband (med knådplast i hörnet) som motsvarar en konstruktion med puts/fogband.



Bilaga 1

**Bilder provning**

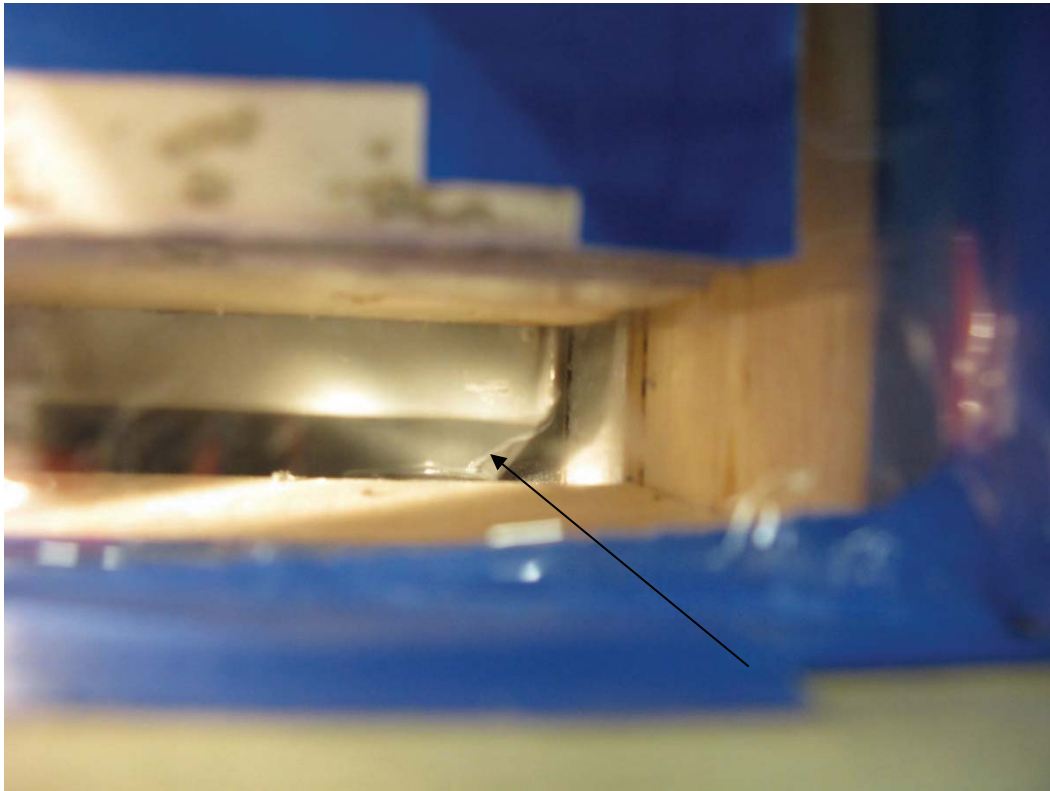


Bild 7: Mindre rännil på fönsterblecket vid 150 Pa.

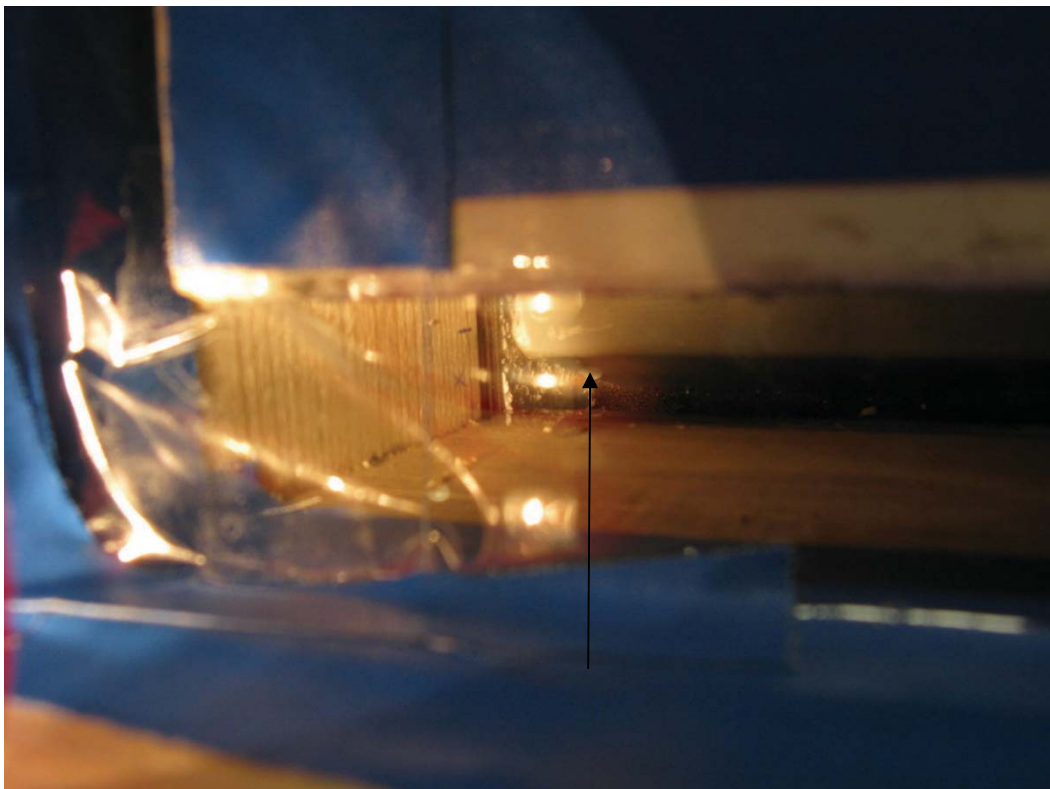


Bild 8: Läckage genom fönsterbleckets vänstra hörn vid 150 Pa efter 1 minut.



## Bilaga 1

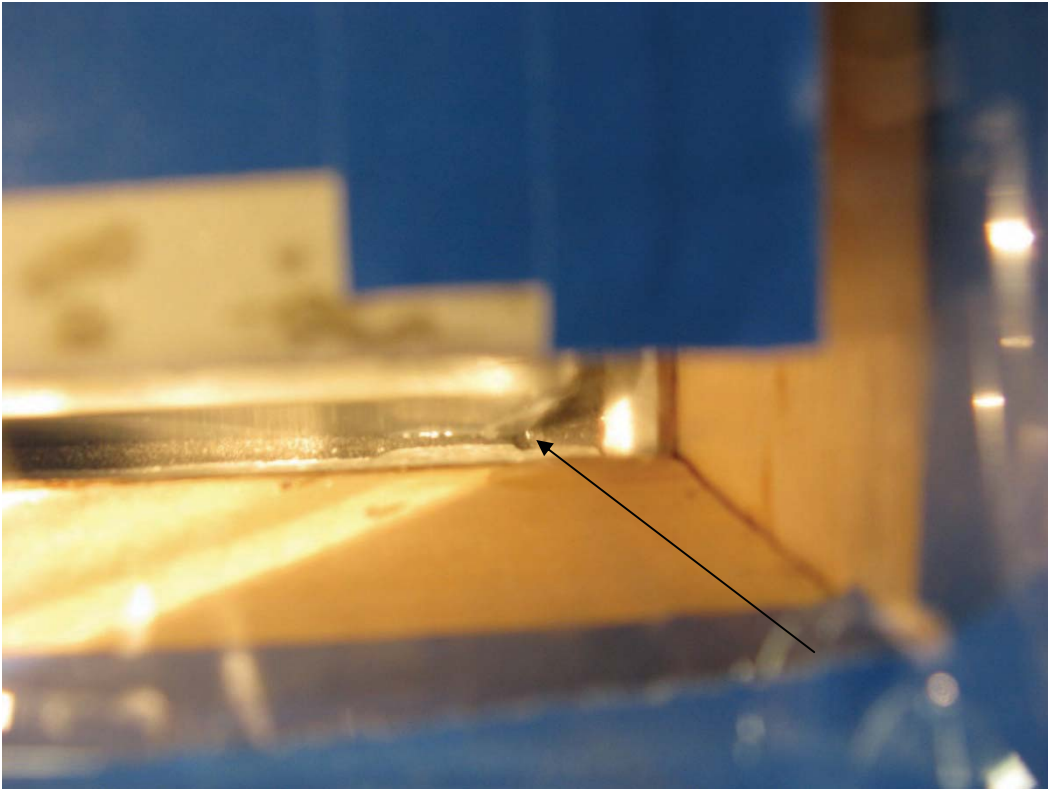


Bild 9: Droppe på högra sidan vid 300 Pa.

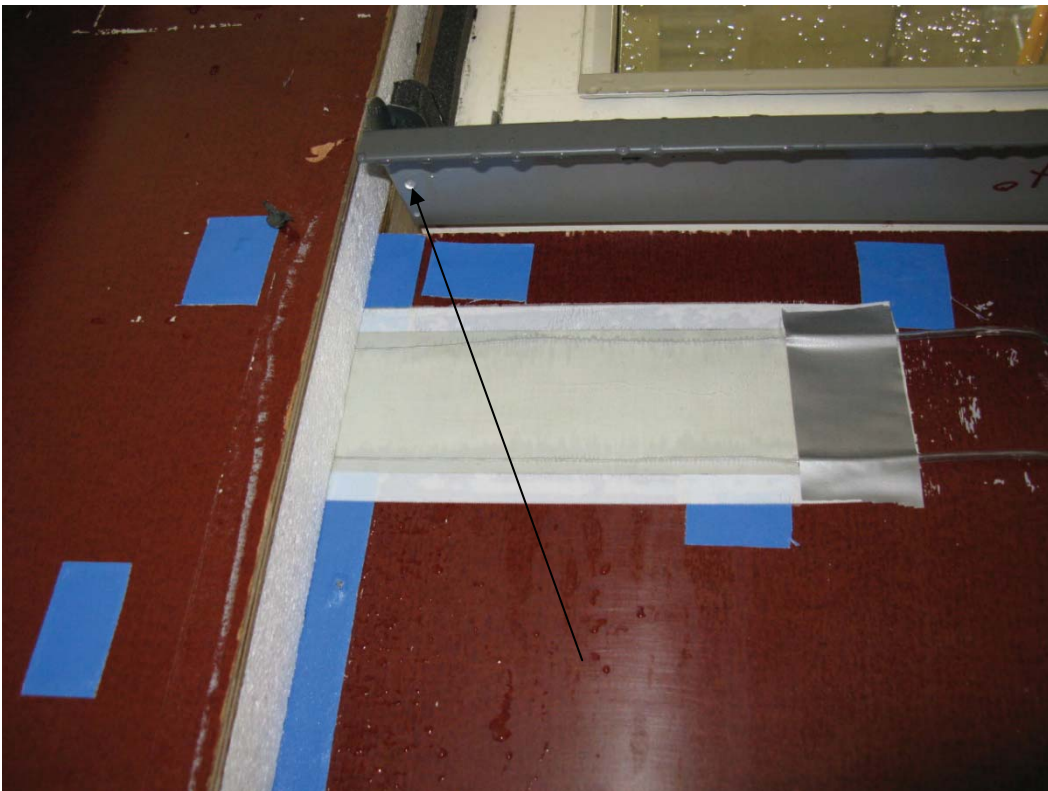


Bild 10: Blöt fuktgivare och väggyta bakom cellplasten efter provningen. Synliga droppar kvar på undersidan av fönsterblecket.

## Bilaga 1



Bild 11: Blöt fuktgivare och väggyta bakom cellplasten efter provningen. Synliga droppar kvar på undersidan av fönsterblecket.

Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadsektion med fönster

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m  
(se bilder i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av regler 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-05-29

SPs löpnummer: 1076

### **Beskrivning montage**

1. Anpassat fönsterbleck monterat med silikon och skruv
2. 30 mm uppvik
3. 25° lutning
4. Träfönster
5. Yttre tätning
6. Fogband monterat under press från anpassade träreglar
7. Fogband på undersida fönsterbleck
8. Slutligen användes blå tejp samt svart knäplast, som i detta test motsvarar en tät puts.

Båda hörnen av fönsterblecket tätades med fogmassa innan provningen (orsaken till läckage i provningen i montage 3)

Montage enligt Hus AMA och Svensk Snickeriindustri "Fönster och ytterdörrar – Projektering, montage, skötsel och underhåll"

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Provning

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Synligt läckage. Undersida bräddbit, vänster sida, blöt efter 15 minuter. Ingen fuktindikation.
A	0-150	30	Synligt läckage på höger sida. Droppe på fönsterbleck undersida (se bild 7 i bilaga 1). Ingen fuktindikation.
A	0-300	40	Ökat läckage på höger sida (se bild 8 i bilaga 1). Fuktindikation på höger sida.
A	0-450	50	Ökat läckage på höger sida (se bild 9 i bilaga 1). Fuktindikation på höger sida.
A	0-600	60	Samma som efter 450 Pa. Synligt läckage på vänster sida, droppe på undersida fönsterbleck. Fuktindikation på höger sida.

Vid demontering efter provningen visade det sig att vatten hade läckt förbi fogbanden på undersidan av både anpassade träreglar och på yttre kanterna fogbandet under fönsterblecket. Fogbandet på karmöverstycket var torrt.

## Provningsförutsättningar


Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 19,5 °C, RH 32 %, lufttryck 1009 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Richard Dawson  
Teknisk handläggare

## Bilaga 1

**Bilder montage**

Bild 1: Fogband monterat under press från anpassade träreglar. Silikon applicerades i hörnet av fönsterbleck



Bild 2: Silikon applicerades i hörnet av fönsterbleck



Bilaga 1



Bild 3: Blå tejp samt svart knådplast, som ska motsvarar tät puts

Bilaga 1

**Bilder provning**

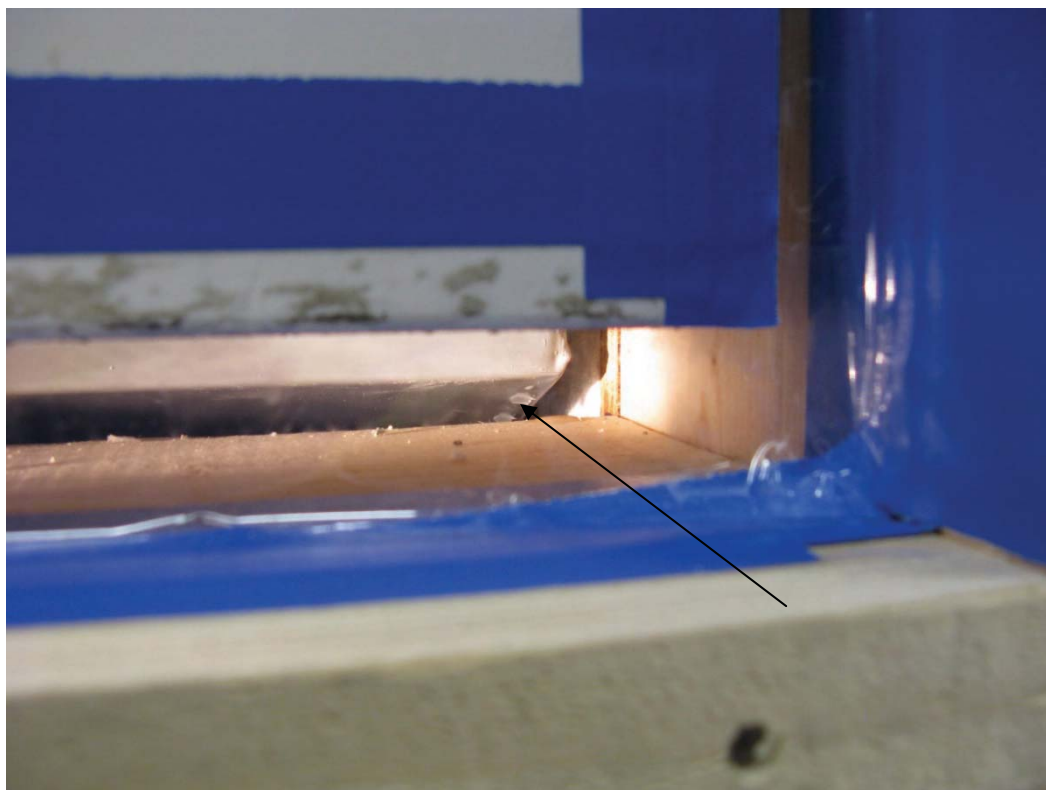


Bild 4: Flertal droppar på höger sida vid 300 Pa

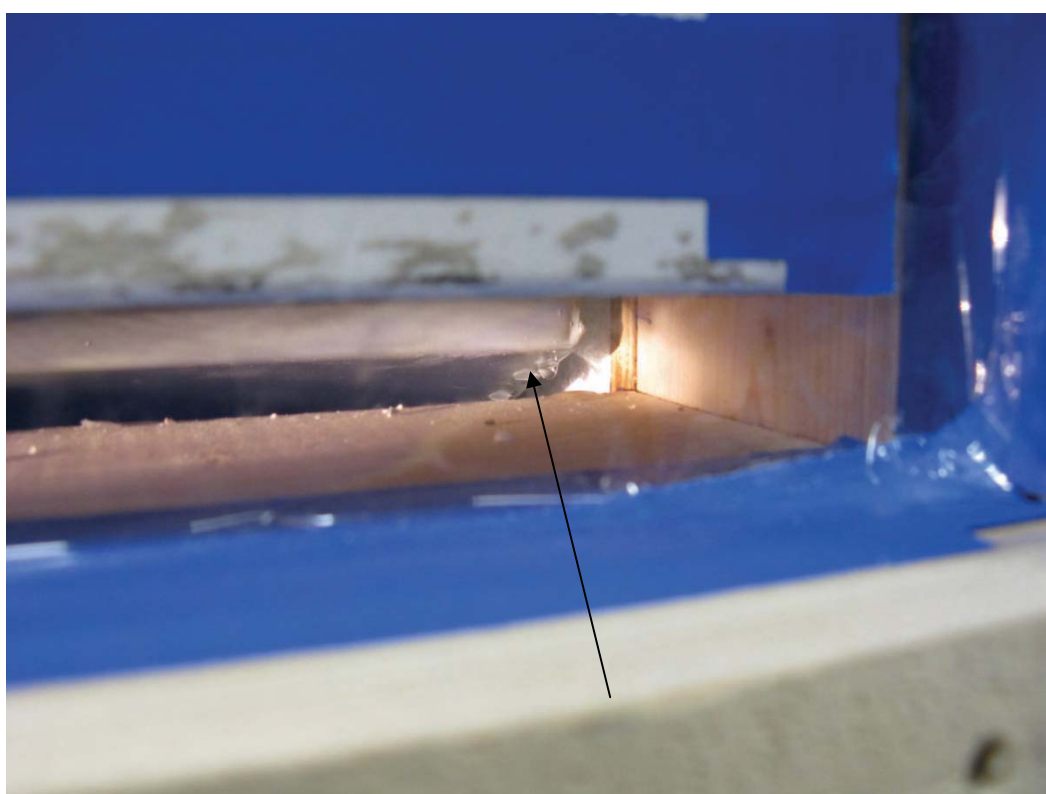


Bild 5: Mindre rännil på höger sida vid 450 Pa

Bilaga 1



Bild 6: Blöt fuktindikator efter provning



Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m  
(se bilder i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-06-01

SPs löpnummer: 1077

### **Beskrivning av montage**

1. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterad med silikon och skruv
2. Aluminiumklätt träfönster
3. Yttre tätning
4. Putsprofil monterades på båda karmsidostyckena
5. Fogband på undersida fönsterbleck.
6. Slutligen användes blå tejp samt svart knädpasta, som i detta test motsvarar en tät puts.

### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Resultat


Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Synligt läckage efter 5 minuter, droppar på vänster undersida fönsterbleck. (se bild 4). Ingen fuktindikation.
A	0-150	30	Synligt läckage på båda sidorna, rinner under fönsterbleck på båda sidorna (se bild 5 och 6). Fuktindikation från båda givarna.
A	0-300	40	Samma som efter 30 minuter.
A	0-450	50	Samma som efter 30 minuter.
A	0-600	60	Samma som efter 30 minuter (läckagegrad 5, kraftigt flöde båda sidorna).

## Provningsförutsättningar

Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 21,5 °C, RH 30 %, lufttryck 984 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**

  
Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig

  
Richard Dawson  
Teknisk handläggare

Bilaga 1

**Bilder montage**



Bild 1: Montage av putsprofil

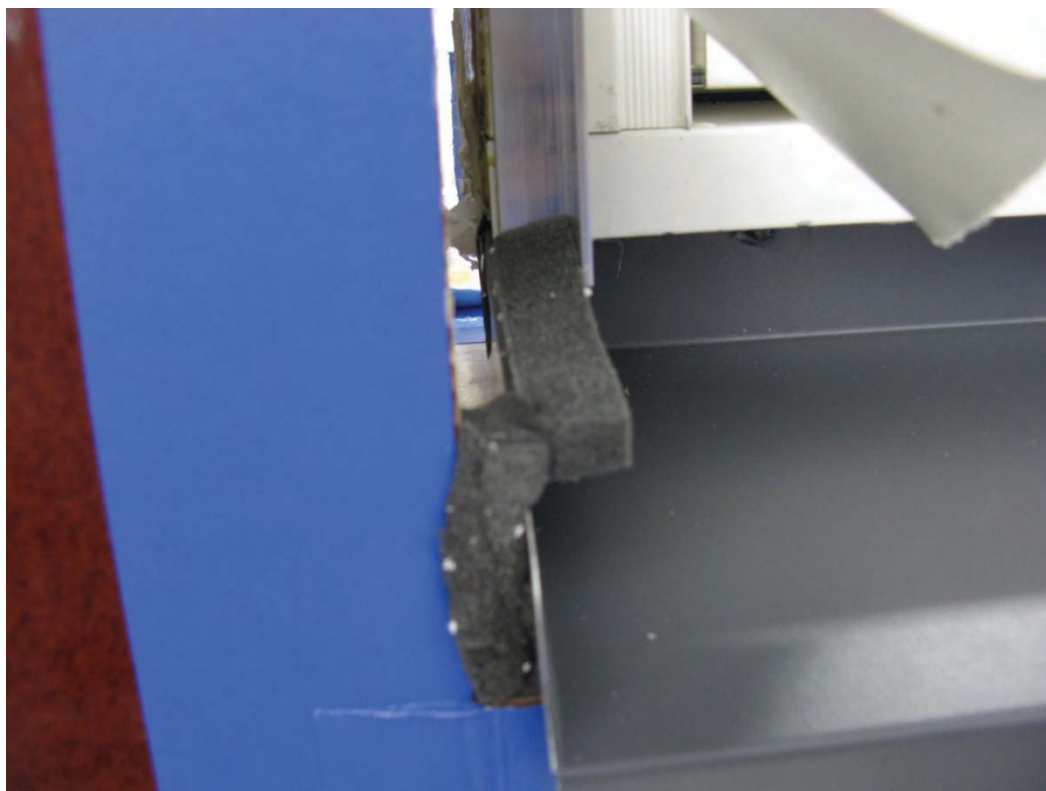


Bild 2: Putsprofil/fogband/fönsterbleck fog.

## Bilaga 1

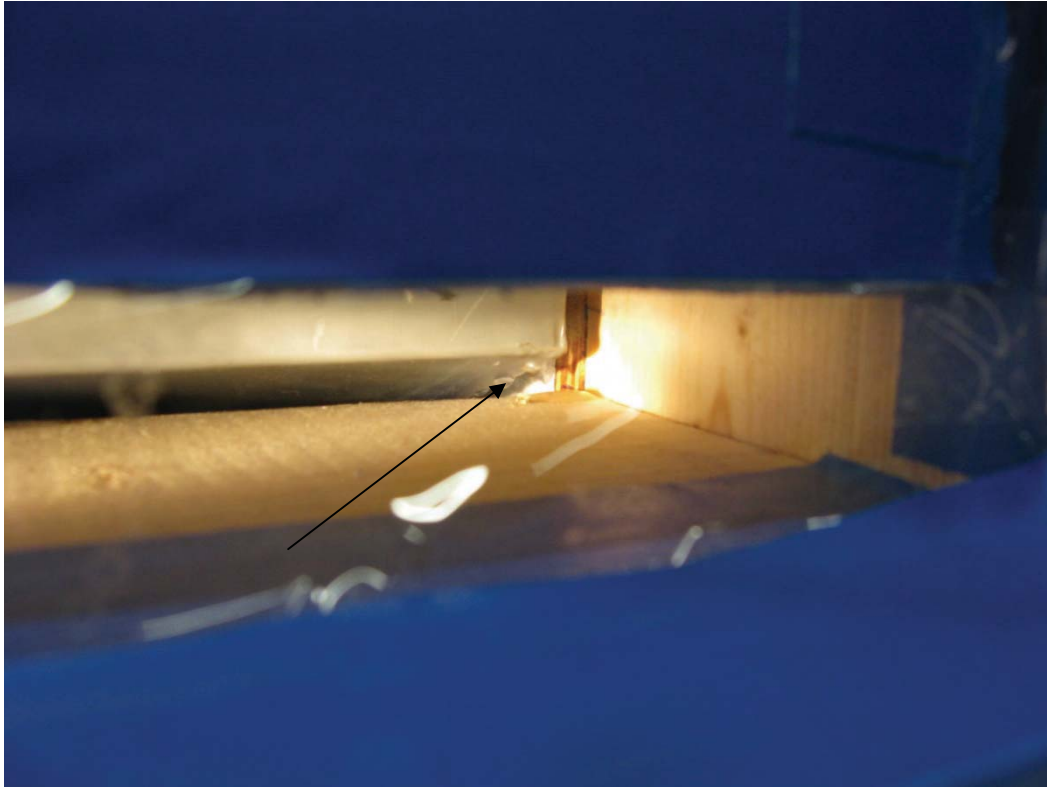
**Bilder provning**

Bild 5: Flertal droppar/mindre rännil på höger sida vid 150 Pa (Läckage började på vänster sida vid 0 Pa efter 5 minuter.

Handläggare, enhet  
**Mikael Bengtsson**  
Energiteknik  
010-516 51 83, Mikael.Bengtsson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt**

### **Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

#### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m

En uppreglad vägg bestående av regler 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-06-03

SPs löpnummer: 1082

#### **Beskrivning av montage**

Tvästegstätning (se bild 5 och 3, i bilaga 1) runt aluminiumklätt träfönster enligt följande:

1. Fiberduk klistrad 4 cm in på bottenstycke (sett från utsida aluminiumbeklätt fönster) och ut på fästbleck (med 8 mm dränage/tryckutjämningshål) samt uppvikt ca 5 cm på vertikal regel och cellplast
2. Folieband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på vindskydd
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv
4. Fogband monterat under press från anpassade träreglar
5. Slutligen användes blå tejp samt svart knådpasta, som i detta test motsvarar en tät puts.

#### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

#### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	30	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	40	Inget synligt läckage. Fuktindikation på höger givare
A	0-450	50	Läckage i vänster nedre hörn (se bild 2 i bilaga 1). Detta vatten droppar ner på fiberduk som i sin tur för detta till dränagehål i fästbleck och till utsida puts (se bild 4-5, i bilaga 1). Fuktindikation på höger givare
A	0-600	60	Se läckage ovan. Fuktindikation på höger givare

Troligtvis har läckage till höger givare (vänster sida utifrån sett) uppstått i hörnet av fästblecket. Övergången mellan fästbleck och puts är känslig och måste göras mycket noggrant för att bli tät i detta hörn (se bild 6-7 i bilaga 1).

## Provningsföresättningar

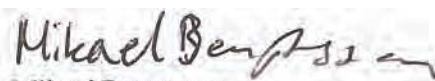
Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 21,5 °C, RH 30 %, lufttryck 984 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Mikael Bengtsson  
Teknisk handläggare



## Bilaga 1

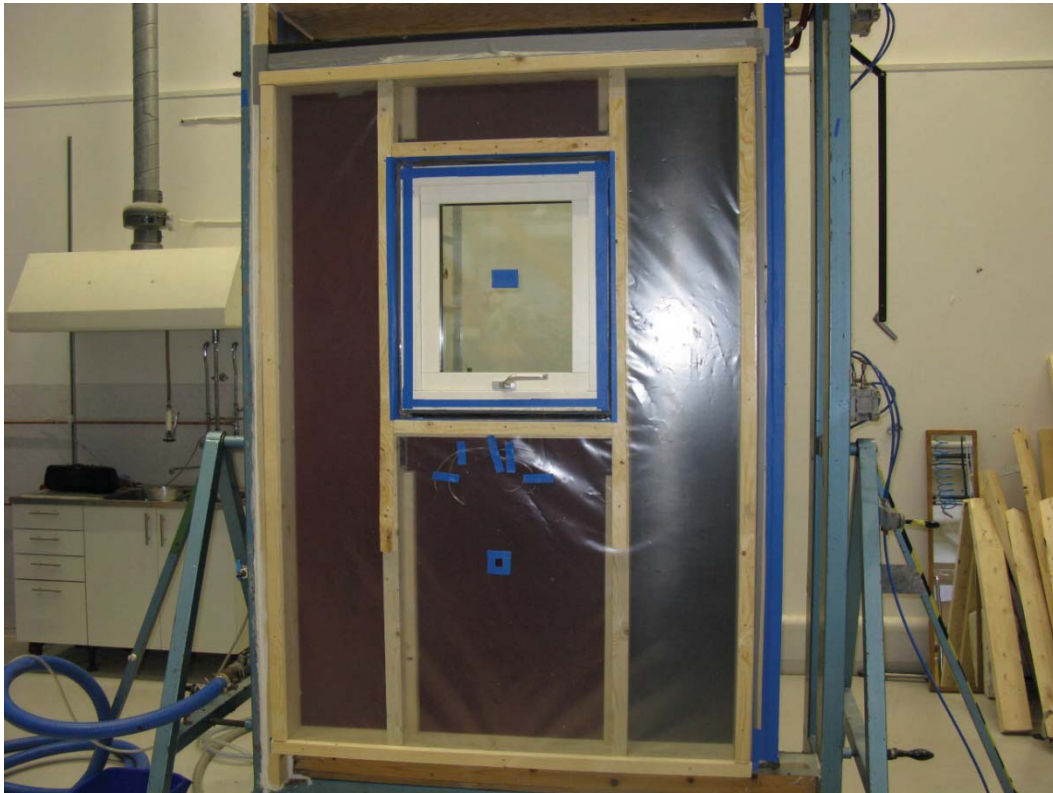
**Bilder montage**

Bild 1: Insidan av provföremålet monterat i provriggen.



Bild 2: Utsida vägg. Färdigt montage.

## Bilaga 1



Bild 3: Utsida vägg. Detalj av färdigt montage.

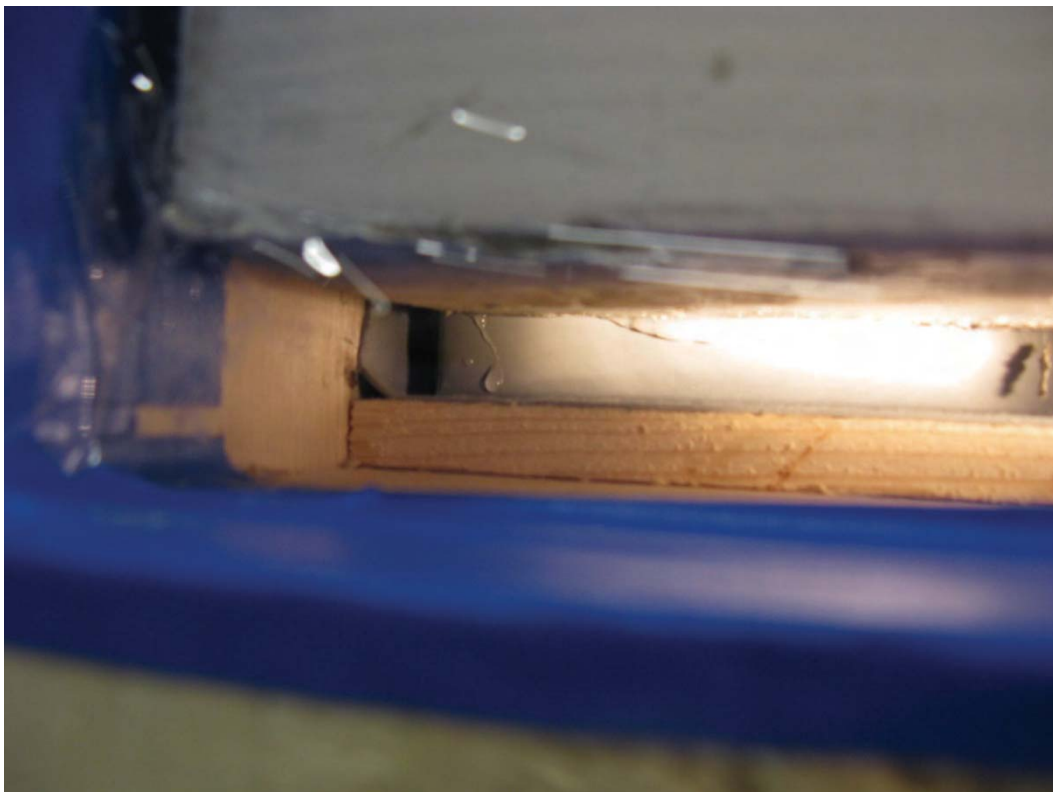


Bild 4: Insida vägg. Läckage i vänster nedre hörn. Detta vatten droppar ner på fiberduk som i sin tur för detta till dränagehål i fästbleck och till utsida puts.



## Bilaga 1



Bild 5: Utsida vägg. Läckaget i vänstra nedre hörnet droppar ner på fiberduk, som i sin tur för detta till dränagehål i fästbleck och till utsida puts.

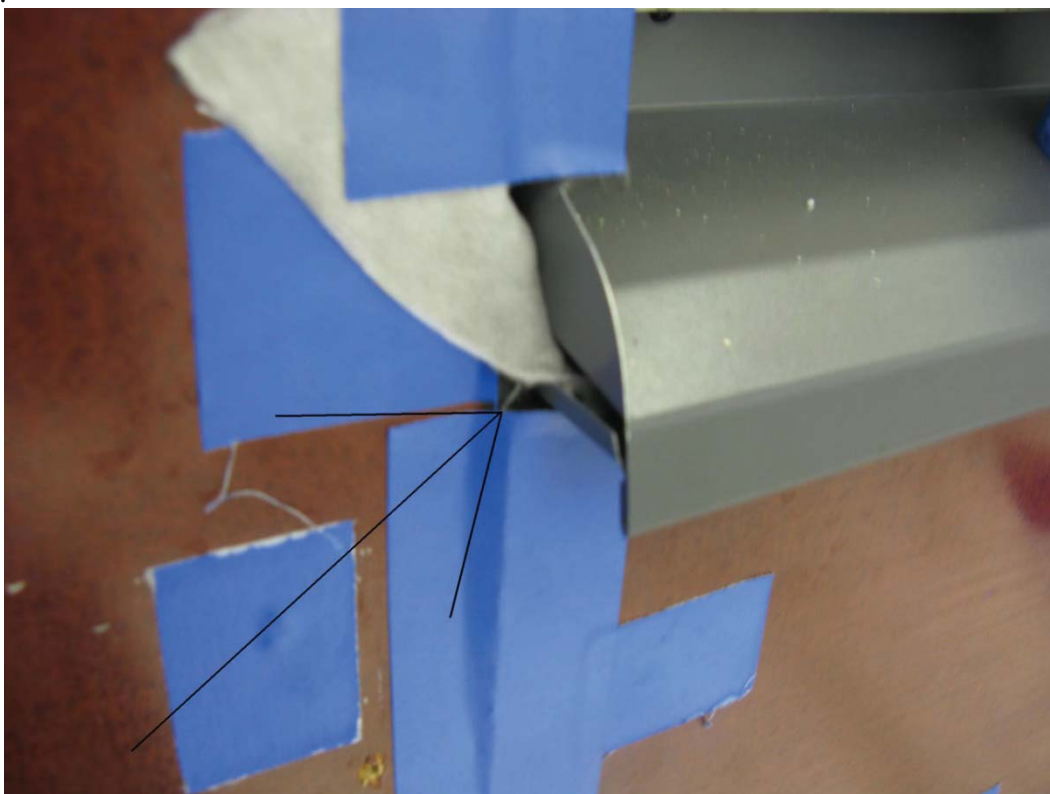


Bild 6: Utsida vägg. Så här såg det ut innan puts (blå tejp) applicerades. Det är monterat fogband här, men troligtvis är det här läckaget till givare har uppstått vid 300 Pa.

Bilaga 1



Bild 7: Utsida vägg. Så här såg det ut när puts (blå tejp) är applicerad.

Handläggare, enhet  
Mikael Bengtsson  
Energiteknik  
010-516 51 83, Mikael.Bengtsson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-06-09

SPs löpnummer: 1084

### **Beskrivning av montage**

Tvästegstätning (se bild 2-6, i bilaga 1) runt aluminiumklätt träfönster enligt följande:

1. Bitumenmatta klistrad 4 cm in på bottenstycke (sett från utsida aluminiumbeklätt fönster) och ut till puts samt uppvikt ca 5 cm på vertikal regel och cellplast
2. Folieband klistrat på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på vindskydd
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Under fönsterblecket har en dränering/tryckutjämningsöppning skapats med hjälp av en distans på ca 8 mm
4. Fogband monterat under press från anpassade träreglar
5. Slutligen användes blå tejp samt svart knådpasta, som i detta test motsvarar en tät puts.

### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Resultat

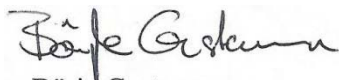
Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	30	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	40	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	50	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

## Provningsförutsättningar

Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 20 °C, RH 33 %, lufttryck 991 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och inommiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Mikael Bengtsson  
Teknisk handläggare

Bilaga 1

**Bilder montage**

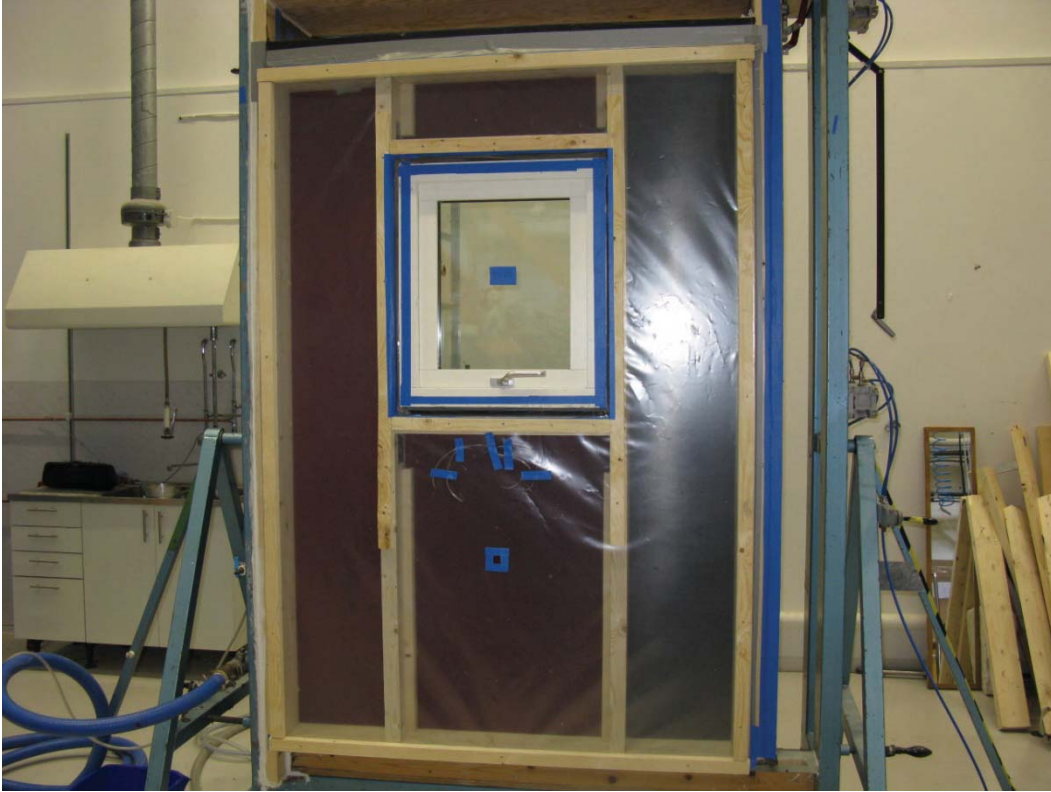


Bild 1: Insida vägg.



Bild 2: Utsida vägg. Innan puts (blå tejp) applicerades.



Bilaga 1



Bild 3: Utsida vägg. Detalj av Bitumenmatta, innan puts (blå tejp) applicerades.



Bild 4: Utsida vägg. Detalj av färdigt montage.



Bilaga 1



Bild 5: Utsida vägg. Här syns dränering/tryckutjämningsöppningen på ca 8 mm.



Bild 6: Utsida vägg. Färdigt montage.

Handläggare, enhet  
**Mikael Bengtsson**  
Energiteknik  
010-516 51 83, Mikael.Bengtsson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt**

### **Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

#### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m

En uppreglad vägg bestående av regler 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-06-10

SPs löpnummer: 1085

#### **Beskrivning av montage**

Tvästegstätning (se bild 2-8 i bilaga 1) runt aluminiumklätt träfönster enligt följande:

1. Bitumenmatta klistrad 4 cm in på bottenstycke (sett från utsida aluminiumbeklätt fönster) och ut till puts samt uppvikt ca 5 cm på vertikal regel och cellplast
2. Bottningslist och fog mellan vindskydd och fönsterkarmens sidostycken och överstycke
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Under fönsterblecket har en dränage/tryckutjämningsöppning skapats med hjälp av en distans på ca 8 mm
4. Fogband monterat under press från anpassade träreglar
5. Slutligen användes blå tejp samt svart knådpasta, som i detta test motsvarar en tät puts.

#### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

## Resultat

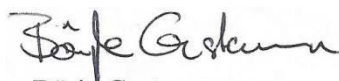
Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	30	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	40	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	50	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation


## Provningsförutsättningar

Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 20 °C, RH 46 %, lufttryck 984 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och inomhusmiljö**

  
Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig

  
Mikael Bengtsson  
Teknisk handläggare

Bilaga 1

**Bilder montage**

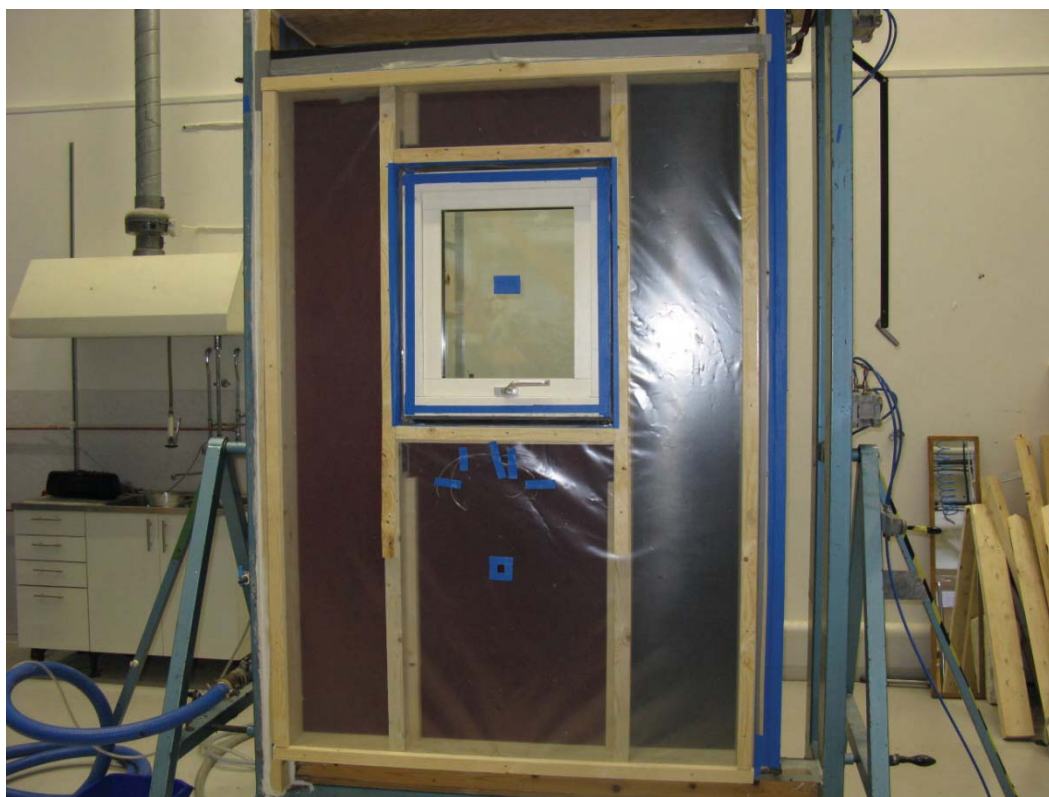


Bild 1: Insida vägg.



Bild 2: Utsida vägg.



Bilaga 1



Bild 3: Utsida vägg. Bottningslist monterad.



Bild 4: Utsida vägg. Fog applicerad.

Bilaga 1



Bild 5: Utsida vägg. Fog applicerad.



Bild 6: Utsida vägg. Här syns dränage/tryckutjämningsöppningen på ca 8 mm.



Bilaga 1



Bild 7: Utsida vägg. Detalj av färdigt montage.



Bild 8: Utsida vägg. Färdigt montage.

Handläggare, enhet  
Richard Dawson  
Energiteknik  
010-516 57 11, Richard.Dawson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt**

### **Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(1 bilaga)

#### **Provföremål**

Objekt: Representativ putsfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 1,4 x 2,0 x 0,19 m  
Fönster: 0,58 x 0,68 m  
(se bilder i bilaga 1)

En uppreglad vägg bestående av regler 45x145, som är klädda med plywood (denna plywood ska i detta fall simulera vindskyddet). På vindskyddet är sedan en 50 mm cellplastskiva med pålimmad plywood monterad (denna plywood ska i detta fall simulera putsen).

Provningsdatum: 2009-07-01

SPs löpnummer: 1091

#### **Beskrivning av montage**

Trestegstätning runt aluminiumklätt träfönster enligt följande:

1. Steg ett: Illmod trio klistrad runt hela fönstret
2. Steg två: Butylduk klistrad 4 cm in på bottenstycke (sett från utsida aluminiumbeklätt fönster) och ut till puts samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel och cellplast. Duo folie klistrad runt om hela fönstret (på träkarmen)
3. Steg 3: Yttre tätning med svällande fogband monterat under press mellan anpassade träreglar och aluminiumbeklädnad
4. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning monterat med silikon och skruv
5. Slutligen användes blå tejp samt svart knådpasta, som i detta test motsvarar en tät puts.

#### **Provning**

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur A t.o.m. 600 Pa".

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades i mellan vindskydd och cellplast, 50 mm under hörnen av fönstret.

## Resultat

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	20	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	30	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	40	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	50	Läckage mellan karm/båge nedre vänstra hörn av fönstret. Ingen fuktindikation
A	0-600	60	Läckage mellan karm/båge båda nedre hörnen av fönstret. Ingen fuktindikation
A	0-750	70	Samma som efter 600 Pa. Ingen fuktindikation
A	0-900	80	Samma som efter 600 Pa. Ingen fuktindikation

## Sammanfattning

Vid avslutat prov demonterades detaljerna runt fönstret, och då kunde konstateras att fuktindikatorerna var torra, men att kilen under butylduken var blöt.

## Provningsförutsättningar


Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Använd utrustning: Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746  
Fuktindikationsmätare inv.nr 900011  
Uppskattad mätosäkerhet: Lufttryckskillnad  $\pm 2$  Pa och luftflöde  $\pm 5$  %  
Omgivningsklimat: Lufttemperatur 22,5 °C, RH 59 %, lufttryck 998 hPa  
Vattentemperatur: Enligt standardens krav  
Konditionering: Laboratorieklimat efter ankomst till SP

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Byggnadsfysik och innemiljö**



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Richard Dawson  
Teknisk handläggare

## Bilaga montage



Bild 1: Illmod trio klistrad runt om hela fönstret.



Bild 2: Illmod trio klistrad runt om hela fönstret.



Bilaga 1



Bild 3: Yttre tätning med svällande fogband.



Bild 4: Yttre tätning med svällande fogband.

Bilaga 1



Bild 5: Yttre tätning med svällande fogband.



Bild 6: Yttre tätning med svällande fogband.



Bilaga 1



Bild 7: Duo folie klistrad runt om hela fönstret.

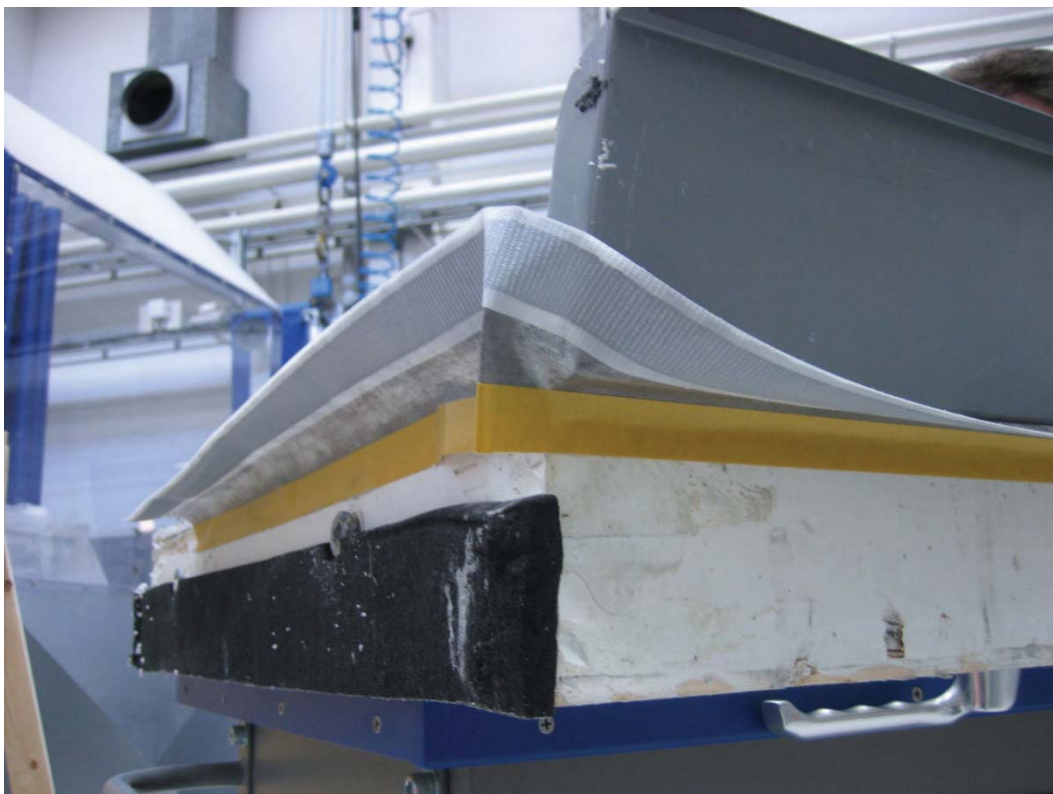


Bild 8: Duo folie klistrad runt om hela fönstret.

Bilaga 1



Bild 9: Duo folie klistrad runt om hela fönstret.



Bild 10: Utsida vägg med tejp och knådplast på anpassade träreglar som representerar tät puts.

Bilaga 1



Bild 11: Fog mellan fönsterbleck, puts och fogband.



Bild 12: Insida vägg med svällande fogband mellan fönsterkarm och konstruktion.



Bilaga 1

**Bilder provning**



Bild 13: Utsida vägg efter provning med fönsterbleck borttagen



Bild 14: Demontering av kilbrädan under fönstret

Bilaga 1

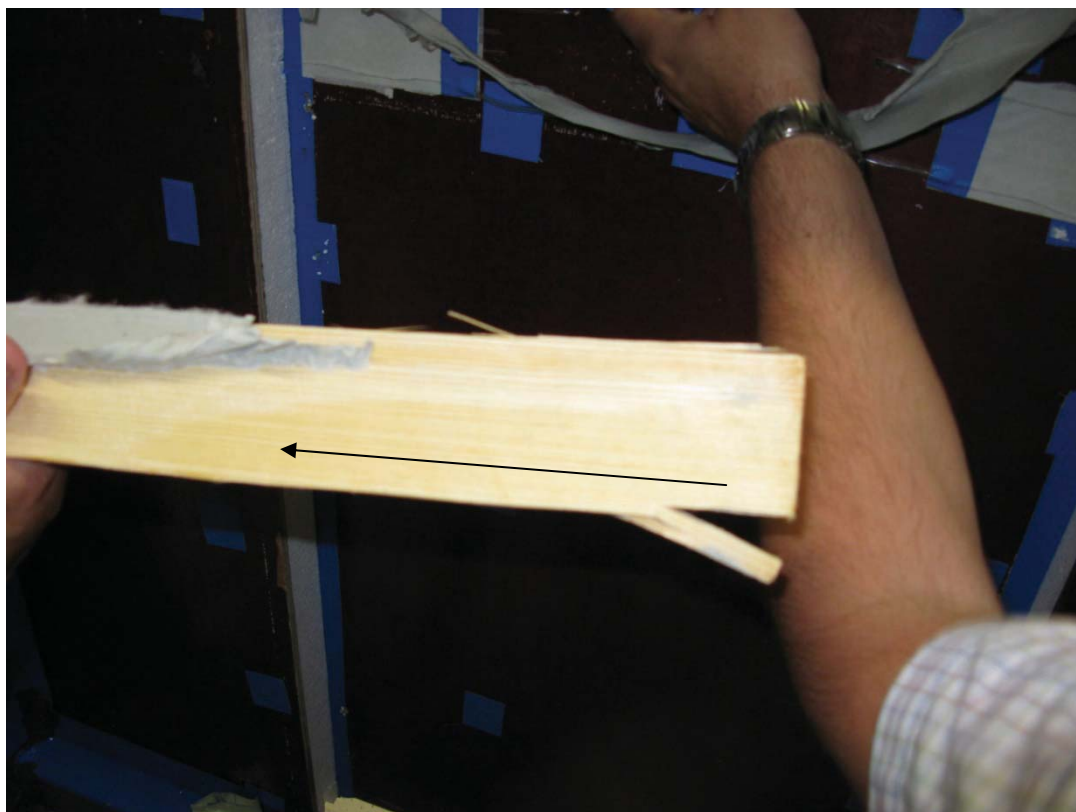


Bild 15: Fukt på kilbrädan



Bild 16: Torr fuktgivare under fönstret

Handläggare, enhet  
**Mikael Bengtsson**  
Energiteknik  
010-516 51 83, Mikael.Bengtsson@sp.se

## **SBUF Forskningsprojekt**

### **Provning av lösningar för tillförlitligt montage av fönster och anslutningsdetaljer i klimatskalet**

(6 bilagor)

#### **Provföremål**

Objekt: Representativ puts respektive träfasadssektion med fönster.

Format: Vägg: 3 x 3 m, uppdelad i sex sektioner  
Fönster: 0,58 x 0,68 m

En uppreglad vägg bestående av reglar 45x145 är sektionerad i tre delar och sedan klädd med ett vindskydd bestående av 13 mm våtrumsskiva. Vindskyddet är sedan klätt med tre typer av ytterfasad ("tjockputs", "tunnputs" samt träpanel). Dessa tre sektioner är i sin tur uppdelade i två delar; det undre med detaljer monterade på träfönster och det övre med detaljer monterade på träfönster med aluminiumbeklädnad, se bild 1a-1c.



Bild 1a: Utsida vägg. Här är fuktindikatorer 1-12 monterade.

#### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

Postadress  
SP  
Box 857  
501 15 Borås

Besöksadress  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.





Bild 1b: Insida av fasad monterad i regnkammare, färdig för test.



Bild 1c: Utsida av fasad monterad i regnkammare, färdig för test.

## Provning

Provningen utfördes enligt SS-EN 12865 "Bestämning av ytterväggars täthet mot slagregn vid pulserande tryck, procedur B t.o.m. 600 Pa".

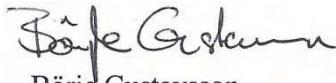
Fuktindikator (resistansmätningstrådar) monterades på vindskydd, ca 50 mm under hörnen av fönstren (se bild 1a). Slutligen monterades en åldersbeständig plastfolie på insidan av träregelstommen. Denna folie perforerades för att skapa ett luftläckage på 0,8 respektive 1,6 l/s m<sup>2</sup> vid 50 Pa tryckskillnad för byggnadens klimatskärm, vilket motsvarar maximalt tillåtet luftläckage för bostäder respektive lokaler enligt BBR 2002.

## Provningsförutsättningar

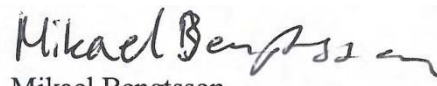
Provningsresultaten avser enbart det provade föremålet.

Provningsdatum:	Test 1-2 (2009-10-02), Test 3 (2009-10-05), Test 4 (2009-10-14)
Använd utrustning:	Provrigg inv.nr 202206 och mätutrustning inv.nr 200746 Fuktindikationsmätare inv.nr 900011
Uppskattad mätosäkerhet:	Lufttryckskillnad $\pm 2$ Pa och luftflöde $\pm 5$ %
Omgivningsklimat:	Lufttemperatur 19 °C, RH 32 %, lufttryck 984 hPa
Vattentemperatur:	Enligt standardens krav
Konditionering:	Laboratorieklimat efter ankomst till SP

## SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Energiteknik - Byggnadsfysik och inommiljö



Börje Gustavsson  
Tekniskt ansvarig



Mikael Bengtsson  
Teknisk handläggare

## Bilagor

Beskrivning och resultat:

1. Undre fönstret (indikator 1-2) i sektion med puts på cellplast (tunnputs)
2. Övre fönstret (indikator 7-8) i sektion med puts på cellplast (tunnputs)
3. Undre fönstret (indikator 3-4) i sektion med puts på stenull (tjockputs)
4. Övre fönstret (indikator 9-10) i sektion med puts på stenull (tjockputs)
5. Undre fönstret (indikator 5-6) i sektion med lockpanel av trä
6. Övre fönstret (indikator 11-12) i sektion med lockpanel av trä

## Bilaga 1

**Undre fönstret (indikator 1-2) i sektion med puts på cellplast (tunnputs)****Beskrivning av montage**

1. Fiberduk "balja" klistrad på träkil med djup som motsvarar ca halva karmens djup. Fönstret klämmer den självhäftande fiberduken mot träkilen som är sågad i 25° lutning (se bild 2-3).
2. Folieband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på cellplast (se bild 4).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv (se bild 5).
4. Fogband monterat under press av cellplastdetaljer (se bild 5).
5. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppningen med distans av hopplockade detaljer av plast (se bild 6).

**Resultat****Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt.

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	139	136	134
300	277	273	269
450	409	405	396
600	541	535	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 1. Fiberduken var skarvad på d upet och därför kunde vatten tränga in i skarven ovanför indikator 1
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 1

## Bilaga 1



Bild 2: Insida vägg. Fönstret ovan givare 1-2 klämmer duken mot träkilen som är sågad i 25° lutning. Fiberduken är klistrad på träkil med djup som motsvarar ca halva karmens djup.



Bild 3: Utsida vägg. Fiberduken går hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel och cellplast. Obs! cellplast är inte monterad ännu.



Bilaga 1



Bild 4: Utsida vägg. Folieband är klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på cellplast.



## Bilaga 1



Bild 5: Utsida vägg. Fogband monterat under press av cellplastdetaljer.



Bild 6: Utsida vägg. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppningen med distans av hopplockade detaljer av plast.

Bilaga 2

**Övre fönstret (indikator 7-8) i sektion med puts på cellplast (tunnputs)**

**Beskrivning av montage**

1. Fönstret vilar på en rektangulär cellplast som motsvarar ca halva karmens djup. Fiberduken "baljan" är klistrad på fronten av cellplasten och vidare ut på en träkil som är sågad i 14 ° lutning, och som har måttet (10 mm i bakkant) och ned till intet, och hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel (se bild 7-9).
2. Folieband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket (se bild 10).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Fogband monterat under press av cellplastdetaljer (se bild 11).
4. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppningen med distans av hopplockade detaljer av plast. (se bild 12).

**Resultat**

**Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	147	140	134
300	298	285	269
450	440	421	396
600	588	531	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation,
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.

Bilaga 2

**Prov 2, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	147	140	134
300	298	285	269
450	440	421	396
600	588	531	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

Bilaga 2

**Prov 4, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

OBS! I detta prov har de olika sektionerna noga tätats, så att de är oberoende från varandra med tanke på vindtryck.

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	131	94	37
300	269	212	138
450	398	324	229
600	541	446	318

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation



Bilaga 2



Bild 7: Insida vägg. Fönstret ovan givare 7-8 står på cellplast.



Bild 8: Utsida vägg. Fiberduk klistrad på cellplast med djup som motsvarar ca halva karmens djup.



Bilaga 2



Bild 9: Utsida vägg. Fiberduk hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel och cellplast.

Bilaga 2



Bild 10: Insida vägg. Folieband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket.

Bilaga 2



Bild 11: Fogband monterat under press av cellplastdetaljer.



Bild 12: Utsida vägg. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppningen med distans av hopplockade detaljer av plast.



## Bilaga 3

## Undre fönstret (indikator 3-4) i sektion med puts på stenull (tjockputs)

### Beskrivning av montage

1. Fönstret vilar på en kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av stenull. Den rektangulära delen motsvarar ca halva karmens djup. Bitumenfolien "baljan" är klistrad på fronten av stenullen och vidare ut (se bild 13-15).
2. Bitumenband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u" (se bild 16-17).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Bitumenfolien "baljan" är klistrad från upplaget av fönstret och vikt ut på stenullen i ett stycke (se bild 18).
4. Slutligen skapades en dränage och tryckutjämningsöppning under fönsterblecket (se bild 19).

### Resultat

#### Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	136	142	139
300	272	283	275
450	406	416	403
600	532	554	536

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

## Bilaga 3

**Resultat för sektion med puts på stenull så kallad "tjockputs" (indikator 3-4) vid prov 2, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	136	142	139
300	272	283	275
450	406	416	403
600	532	554	536

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation



## Bilaga 3

**Prov 4, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

OBS! I detta prov har de olika sektionerna noga tätats, så att de är oberoende från varandra med tanke på vindtryck.

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	45	64	39
300	130	158	71
450	201	230	138
600	284	326	207

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 4. <i>r ckut ämningen har e fungerat här pågrund av att itumenfolien är tilltr ckt av stenullen (se bild 1 .1)</i>
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 4

Bilaga 3



Bild 13: Insida vägg. Fönstret vilar på en kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av stenull.



Bild 14: Utsida vägg. Kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av stenull. Den rektangulära delen motsvarar ca halva karmens djup.

Bilaga 3



Bild 15: Utsida vägg. Fiberduken "baljan" är klistrad på fronten av stenullen och vidare ut.



Bild 16: Utsida vägg. Butyl klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u".



Bilaga 3



Bild 17: Utsida vägg. Butyl klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u".

Bilaga 3



Bild 18: Utsida vägg. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Bitumenfolien "baljan" är klistrad från upplaget av fönstret och vikt ut på stenullen i ett stycke.



Bild 19: Utsida vägg. Slutligen skapades en dränage och tryckutjämningsöppning under fönsterblecket.



Bilaga 3



Bild 19.1: Utsida vägg. Tryckutjämningen har ej fungerat här pågrund av att Bitumenfolien är tilltryckt av stenullen

## Bilaga 4

**Övre fönstret (indikator 9-10) i sektion med puts på stenull (tjockputs)****Beskrivning av montage**

1. Fönstret vilar på en kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av polyuretanskum. Den rektangulära delen motsvarar ca halva karmens djup. Klisterduken "baljan" är klistrad på fronten av polyuretanskums upplaget och vidare ut (se bild 20-21).
2. Klisterduken klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u" (se bild 22).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Klisterduken "baljan" är klistrad från upplaget av fönstret och vikt ut på stenullen i ett stycke (se bild 23).
4. Slutligen skapades en dränage och tryckutjämningsöppning under fönsterblecket (se bild 24).

**Resultat****Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	148	136	139
300	298	275	275
450	436	418	403
600	578	556	536

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

## Bilaga 4

**Prov 2, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	148	136	139
300	298	275	275
450	436	418	403
600	578	556	536

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

Bilaga 4

**Prov 4, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

OBS! I detta prov har de olika sektionerna noga tätats, så att de är oberoende från varandra med tanke på vindtryck.

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	126	81	39
300	255	183	71
450	370	283	138
600	508	388	207

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation,
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation.

## Bilaga 4



Bild 20: Insida vägg. Fönstret vilar på en kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av polyuretanskum.

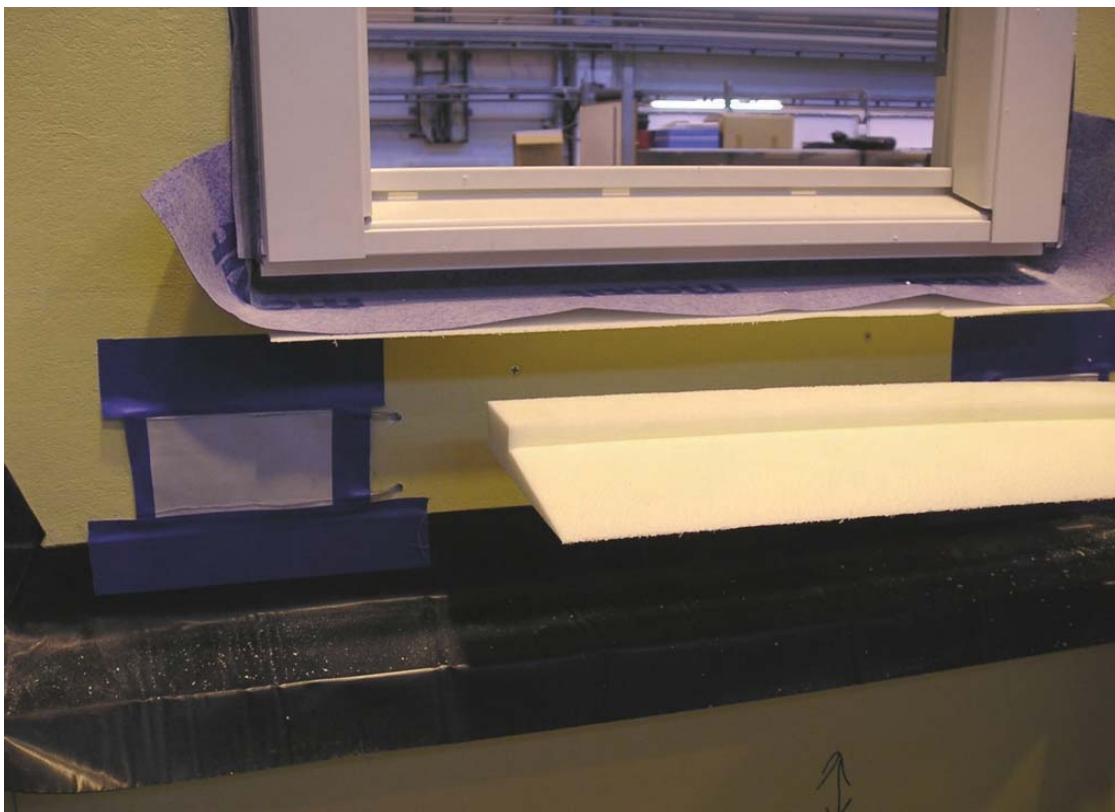


Bild 21: Utsida vägg. Kombinerad kil och rektangulärt upplag i ett stycke av polyuretanskum. Den rektangulära delen motsvarar ca halva karmens djup. OBS! Kilen som svävar är en kopia på den som fönstret vilar på.



## Bilaga 4

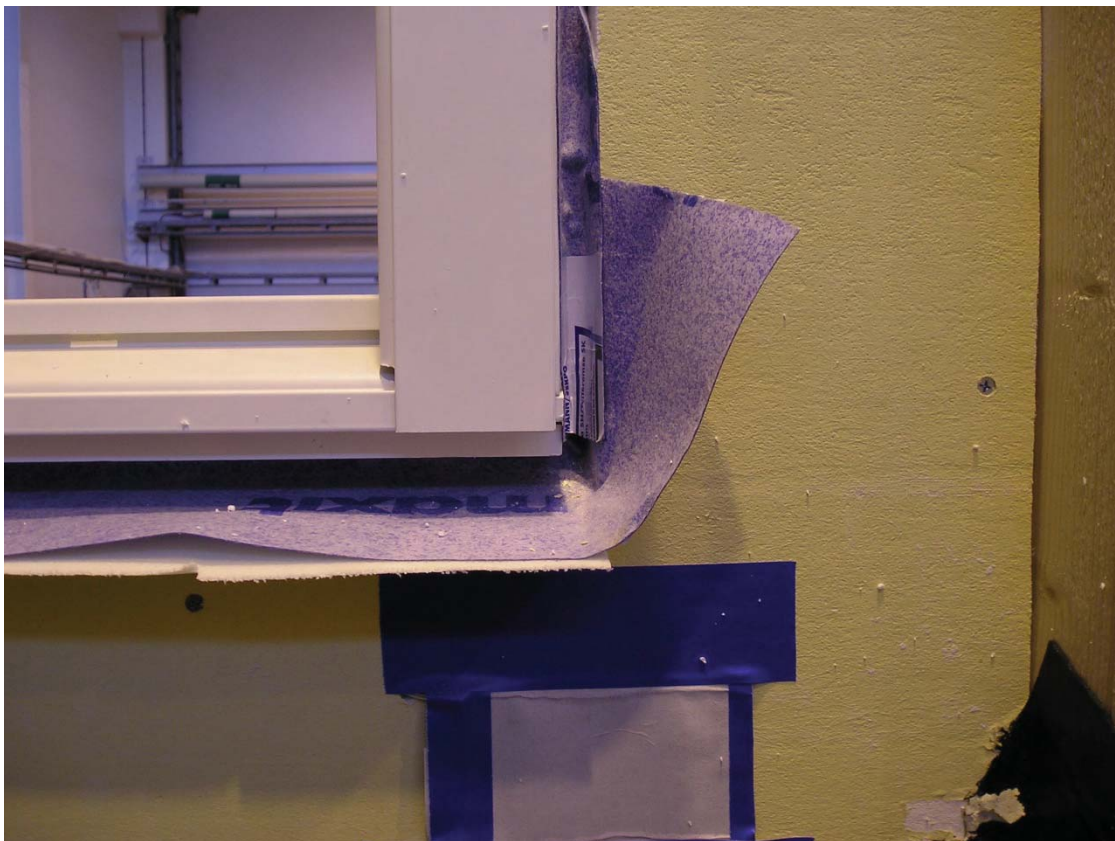


Bild 22: Utsida vägg. Klisterduk klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u".

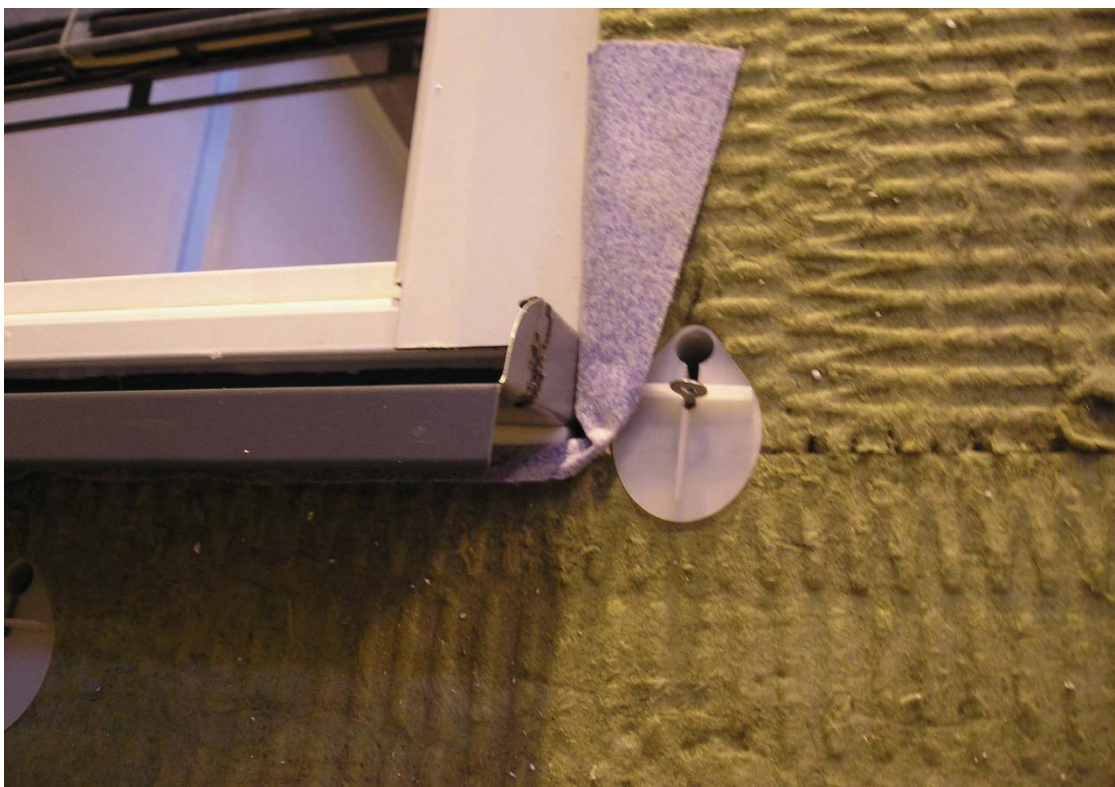


Bild 23: Utsida vägg. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv. Klisterduken "baljan" är klistrad från upplaget av fönstret och vikt ut på stenullen i ett stycke.

Bilaga 4



Bild 24: Utsida vägg. Slutligen skapades en dränage och tryckutjämningsöppning under fönsterblecket.

## Bilaga 5

**Undre fönstret (indikator 5-6) i sektion med lockpanel av trä****Beskrivning av montage**

1. Fönstret vilar på en rektangulär cellplast som motsvarar ca halva karmens djup. Klisterduken "baljan" är klistrad på fronten av cellplasten och vidare ut på en träkil som är sågad i 14 ° lutning, och som har mättet (10 mm i bakkant) och ned till intet, och hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel (se bild 25).
2. Klisterduken är klistrad ut på regelverket (se bild 26).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv (se bild 27).
4. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppning på ca 8 mm mellan underkant fönsterbleck och underliggande foder ( ej på bild). Färdigt montage (se bild 28).

**Resultat****Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	150	147	139
300	300	293	276
450	450	436	405
600	600	568	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

Bilaga 5

**Prov 2, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	150	147	139
300	300	293	276
450	450	436	405
600	600	568	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

Bilaga 5

**Prov 3, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

OBS! Här var klisterduken ”baljan” och klisterduken ut på regelverket borttaget

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	150	147	139
300	300	293	276
450	450	436	405
600	600	568	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation

Efter provet monterades foder och fönsterbleck bort, och då kunde det konstateras att bärläkten var blöt.



## Bilaga 5



Bild 25: Utsida vägg. Fönstret vilar på en rektangulär cellplast som motsvarar ca halva karmens djup. Fiberduken "baljan" är klistrad på fronten av cellplasten och vidare ut på en träkil som är sågad i 14° lutning, och som har mättet (10 mm i bakkant) och ned till intet, och hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel.

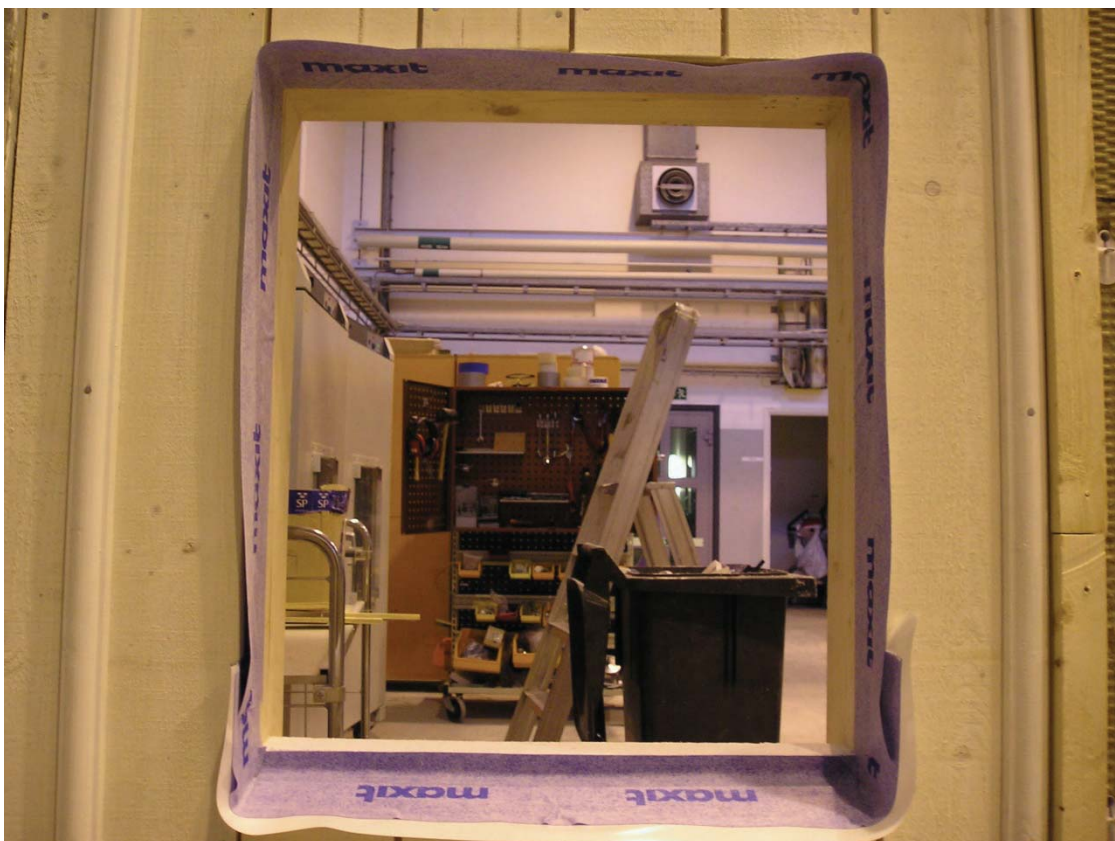


Bild 26: Utsida vägg. Klisterduken är klistrad ut på regelverket

Bilaga 5



Bild 27: Utsida vägg. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv.



## Bilaga 5



Bild 28: Utsida vägg. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppning på ca 8 mm mellan underkant fönsterbleck och underliggande foder (ej synligt på bild). Färdigt montage kan ses på bild.

## Bilaga 6

**Övre fönstret (indikator 11-12) i sektion med lockpanel av trä****Beskrivning av montage**

1. Fönstret vilar på en rektangulär cellplast som motsvarar ca halva karmens djup. Bitumenmattan "baljan" är klistrad på fronten av cellplasten och vidare ut på en träkil som är sågad i 14 ° lutning, och som har måttet (10 mm i bakkant) och ned till intet, och hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel (se bild 29).
2. Bitumenband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u" (se bild 30).
3. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv (se bild 31)
4. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppning på ca 8 mm mellan underkant fönsterbleck och underliggande foder ( ej på bild). Färdigt montage (se bild 32).

**Resultat****Prov 1, luftläckage 0,8 l/s m<sup>2</sup>**

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	150	150	139
300	300	300	276
450	445	441	405
600	585	589	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Ingen fuktindikation
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11. <i>atten har kapillärt passerat mellan lock och underpanel och samlats på bärläkt, och sedan runnit på gips till indikator</i>
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11

Bilaga 6

**Prov 3, luftläckage 1,6 l/s m<sup>2</sup>**

OBS! Här var Bitumenmattan ”baljan” och Bitumenmattan ut på regelverket borttaget

Tabellen beskriver tryckskillnaden mellan väggens utsida (klimatkammaren) och väggens olika skikt

Provtryck i klimatkammaren, Pa	Tryck i drevutrymme, Pa	Tryck på utsida Glasroc, Pa	Tryck på insida Glasroc, Pa
0	0	0	0
150	150	150	139
300	300	300	276
450	445	441	405
600	585	589	534

Tabellen beskriver synliga läckage i provföremålet vid de olika tryckskillnadsintervallerna (0-600 Pa) med sextio minuters mellanrum. Givare för fuktindikation registrerar vatten i dolt utrymme.

Procedur	Tryckskillnad, Pa	Total tid minuter	Läckage
A	0	60	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11. <i>atten har kapillärt passerat mellan lock och underpanel och samlats på bärläkt, och sedan runnit på gips till indikator</i>
A	0-150	120	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11
A	0-300	180	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11
A	0-450	240	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11
A	0-600	300	Inget synligt läckage. Fuktindikation på givare 11



## Bilaga 6

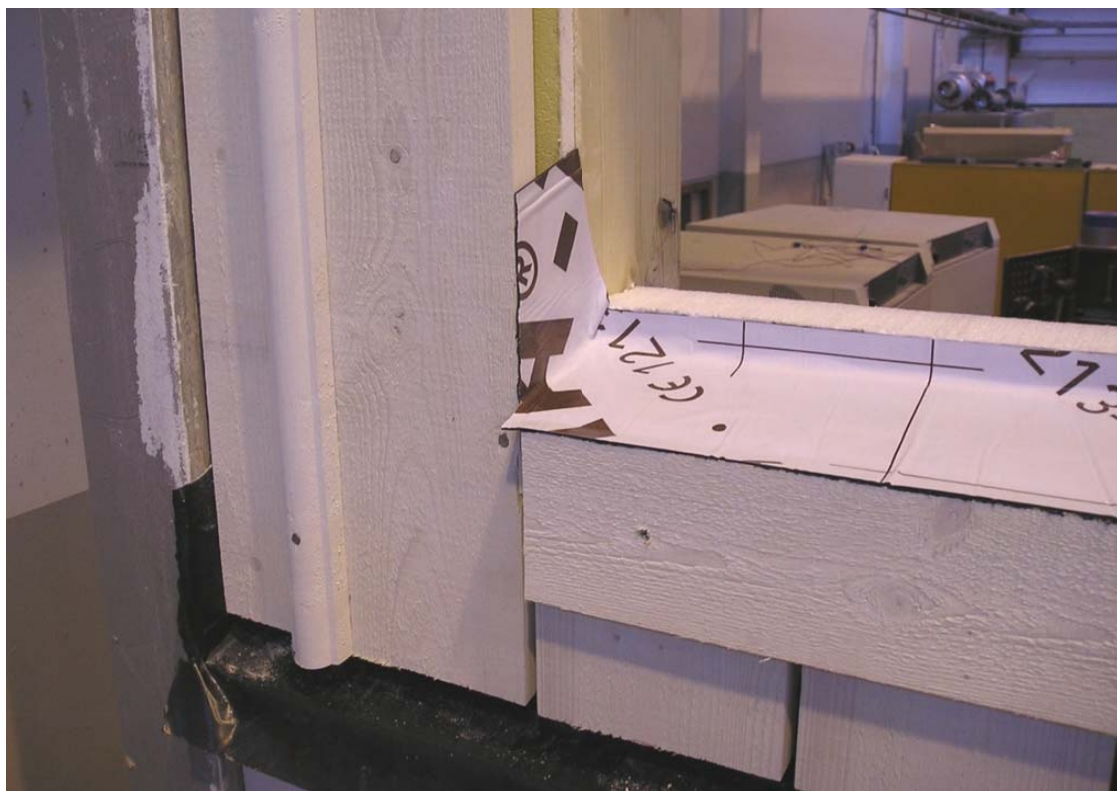


Bild 29: Utsida vägg. Fönstret vilar på en rektangulär cellplast som motsvarar ca halva karmens djup. Bitumenmattan "baljan" är klistrad på fronten av cellplasten och vidare ut på en träkil som är sågad i 14° lutning, och som har mättet (10 mm i bakkant) och ned till intet, och hela vägen ut till utsidan av cellplast samt uppvikt ca 10 cm på vertikal regel.

## Bilaga 6



Bild 30: Utsida vägg. Bitumenband klistrad på fönsterkarmens sidostycken och överstycke och ut på regelverket i formen av ett "u". Obs! denna bild visar montage av fönster med "tjockputs", men principen var det samma vid detta montage.

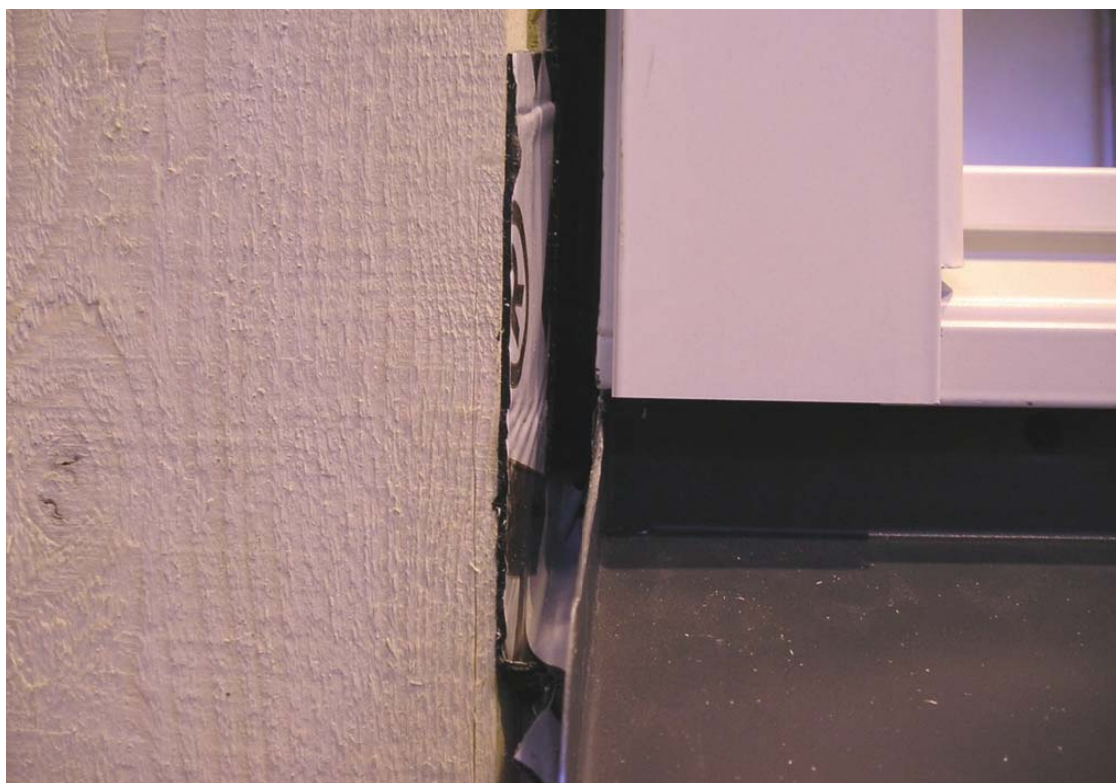


Bild 31: Utsida vägg. Fönsterbleck med 30 mm uppvik i bakkant och 14° lutning, monterat med silikon och skruv.

## Bilaga 6



Bild 32: Utsida vägg. Slutligen skapades dränage och tryckutjämningsöppning på ca 8 mm mellan underkant fönsterbleck och underliggande foder ( ej synligt på bild). Färdigt montage kan ses på bild.

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut** utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är ca 870 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP är organiserat i åtta tekniska enheter och sex dotterbolag varav CBI, Glafo och JTI ägs till 60 % av SP och 40 % av industrin.



## SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

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

Energiteknik

SP Rapport 2009:35

ISBN 978-91-86319-23-6

ISSN 0284-5172