

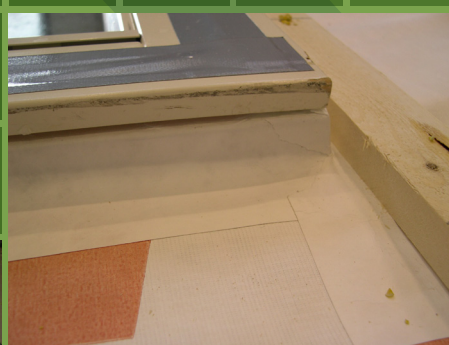
HANS BOYE SKOGSTAD, TOR EVEN PEDERSEN OG ØYSTEIN HOLMBERGET

# Regntetthet til vindsperre og tette- metoder rundt vindu

Laboratorieundersøkelse

Prosjektrapport 41

2009



SINTEF Byggforsk

Hans Boye Skogstad, Tor Even Pedersen og Øystein Holmberget

# **Regntetthet til vindsperre og tettemetoder rundt vindu**

Laboratorieundersøkelse

Prosjektrapport 41 – 2009

Prosjektrapport nr. 41  
Hans Boye Skogstad, Tor Even Pedersen og Øystein Holmberget  
**Regntetthet til vindsperre og tettemetoder rundt vindu**  
Laboratorieundersøkelse

Emneord:  
Laboratorieundersøkelse, yttervegg, vindsperre, vindu, fukt, tetthet

Prosjektnr: B2247975

ISSN 1504-6958  
ISBN 978-82-536-1106-8 (pdf)  
ISBN 978-82-536-1108-2 (trykt)

50 eks. trykt av AIT AS e-dit  
Innmat: 100 g munken polar  
Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF Byggforsk 2009  
Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF Byggforsk er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.  
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B  
Postboks 124 Blindern  
0314 OSLO  
Tlf.: 22 96 55 55  
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

# Forord

Gjennom Teknisk forskrift (TEK) til Plan og bygningsloven med endringer av 26. januar 2007, er kravet til bygningers lufttetthet skjerpet. TEK har ført til økt fokus på energibruk og lufttetthet til bygninger. Regntetthet til vindspærresjiktet er en beslektet egenskap og påvirkes på tilsvarende måte av materialvalg, løsninger og utførelse.

Luftede kledninger kan utformes av mange ulike typer materialer og på mange forskjellige måter. Hovedprinsippet er at kledningen (regnskjermer) alltid skal skilles fra bakveggen (vindsperra) med et ventilert og drenert luftrom. SINTEF Byggforsk anbefaler generelt ikke åpne kledninger, men nye arkitektoniske trender med valg av kledninger med mangelfull regnskjeriming stiller større krav til regntettheten i vindspærresjiktet. SINTEF Byggforsk mottar jevnlig spørsmål fra utførende og huseiere, noe som viser at det er stor oppmerksomhet rundt regntetthet i vindspærresjiktet. SINTEF Byggforsk registrerer også flere skadesaker der slagregn trenger gjennom vindspærresjiktet, fortrinnsvis i skjøter, overganger og i fuger mellom vegg og dør/vindu.

Det finnes liten dokumentasjon på regntettheten i vindspærresjiktet. SINTEF Byggforsk har lenge ønsket å dokumentere regntettheten til ulike vindspærrematerialer, skjøløsninger og tettemetoder rundt dør og vindu. Gjennom bedre dokumentasjon vil vi få bedre grunnlag for å kunne anbefale vindspærrematerialer og tetteløsninger for det enkelte bygg. Bedre dokumentasjon av regntettheten i vindspærresjiktet er nødvendig for å kunne gi mer presise anbefalinger for valg av vindspærrematerialer og tetteløsninger i Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk.

ROBUST (ROBUST envelope construction details for buildings of the 21. century) er et forskningsprosjekt som retter søkelyset mot klimatilpassede, miljø- og energieffektive løsninger for dagens og fremtidens bygninger. Prosjektets hovedmål er å utvikle ny kunnskap og nye metoder for bruk av robuste konstruksjonsdetaljer og løsninger, og bruk av effektive isolasjonsmaterialer i godt isolerte bygninger. Robuste konstruksjonsdetaljer og løsninger oppnås gjennom bruk av materialer og løsninger som har stor sikkerhet mot feil som kan gi fuktproblemer, og som med stor sikkerhet tilfredsstiller kravene i TEK.

ROBUST ledes av SINTEF Byggforsk (vertsinstusjon) og Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og gjennomføres i samarbeid med AF Gruppen ASA, Glava A/S, Hunton Fiber AS, Icopal as, Isola as, Jackon AS, maxit as, Moelven ByggModul AS, Rambøll Norge AS, Skanska Norge AS, Statsbygg og Takprodusentenes forskningsgruppe (TPF). Prosjektet ble igangsatt våren 2008 og vil pågå til utgangen av 2011.

I arbeidet med rapporten og utførelse av laboratorieundersøkelsen har mange av våre kolleger i avdeling Byggematerialer og konstruksjoner i SINTEF Byggforsk gitt viktige innspill og vært til god hjelp. En særlig takk til John Nygård, Sivert Uvsløkk og kvalitetssikrer Jon Lundesgaard.

Vi ønsker å rette en takk til prosjektets partnere og Norges forskningsråd for finansieringen av prosjektet.

Oslo, 28.09.2009

Vivian Meløysund  
SINTEF Byggforsk  
Prosjektleder ROBUST

Arild Gustavsen  
NTNU  
Vitenskapelig ansvarlig i ROBUST

# Sammendrag

Målet med laboratorieundersøkelsen har vært å studere regntettheten i vindspærresjiktet og i tettingen rundt dør- og vinduskarm i tradisjonelle trehuskonstruksjoner med tottrinnetting av klimaskjermen. Gjennom prøving i slagregnskap kan en tallfeste og sammenligne hvor regntette ulike vindspærre- og tettelsesløsninger er.

Regntetthetsprøvingen er gjennomført etter NS-EN 1027 *Vinduer og dører – Regntetthet – Prøvmetode*, metode 1A - statisk trykk. Prøvmetoden er beregnet for prøving av regntetthet for dører og vinduer.

Regntetthetsprøvingen ga interessante resultater og gir et grunnlag for å vurdere regntettheten til ulike vindspærrematerialer og detaljløsninger. Prøveresultatene må imidlertid sees på som retningsgivende. Prøveoppstillingen i laboratoriet er ideell og gjenspeiler ikke den variasjonen en vil få ved reell utførelse på byggeplass. Prøvingen viser at kvister og andre virkesfeil samt uheldig plassering av spiker, skruer og kramper kan gi tidlige lekkasjer som ved økende trykkforskjell kan medføre forholdsvis store vannmengder.

Følgende vindspærrematerialer er brukt på prøvefeltene: Asfaltimpregnert trefiberplate, GU utvendig gipsplate samt vindspærre på rull av polyetylenfibre. Følgende tettemetoder er brukt rundt vindu på prøvefeltene: Vindsperrereimse klemt med lekter, fugemasse mot bunnfylling og tape.

## ***Regntetthet til vindspærresjiktet med vertikale og horisontale skjøter***

Samlet sett var prøvefeltet med asfaltimpregnerte trefiberplater med klemllekter spikret med spikeravstand 250 mm regntett ved 600 Pa.

Prøvefeltet med GU utvendig gipsplate var samlet sett ikke regntett og ga lekkasjer ved nedsil uten trykkforskjell. Vertikal- og horisontalskjøt med vindsperrereimse var i seg selv regntett ved 600 Pa. Horisontalskjøt med skjøteprofiler av plast var regntett ved 100 Pa. Prøvefeltet ga imidlertid lekkasjer allerede ved nedsil der vertikalskjøt munnet ut over vindu eller i horisontalskjøt.

Samlet sett var prøvefeltet med vindspærre av polyetylenfibre og klemllekter med spikeravstand 250 mm regntett ved 450 Pa.

## ***Regntetthet til tettelsen rundt vindu***

Tetting rundt vindu med vindsperrereimse klemt utenpå asfaltimpregnert trefiberplate eller GU utvendig gipsplate var ikke regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet. Tilsvarende løsning der vindsperrereimsen var klemt inn under vindspærreplaten var heller ikke regntett ved trykkforskjell over prøvefeltet.

Tetting rundt vindu med fugemasse var regntett ved 100 Pa forutsatt godt fugearbeid. Lekkasjene var i tillegg mindre enn tilfellet var med tetting med vindsperrereimse.

Tetting med tape rundt vindu var regntett ved 150 Pa. Tetting rundt vindu med tape har ikke vært anbefalt av SINTEF Byggforsk tidligere. Årsaken til dette er at vi tidligere ikke har hatt tape med dokumentert varige heftegenskaper.

# Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1 Formål og omfang.....	6
<b>2 Prøvemethode</b> .....	<b>7</b>
2.1 Prøvemethode.....	7
<b>3 Prøvefelt og prøvegjennomføring</b> .....	<b>8</b>
3.1 Prøvefelt.....	8
3.2 Oversikt over prøvefeltene.....	9
3.3 Prøvefelt 1 - Asfaltimpregnert trefiberplate.....	10
3.4 Prøvefelt 2 - Asfaltimpregnert trefiberplate.....	11
3.5 Prøvefelt 3 - Asfaltimpregnert trefiberplate.....	12
3.6 Prøvefelt 4 - Asfaltimpregnert trefiberplate.....	13
3.7 Prøvefelt 5 - GU utvendig gipsplate.....	14
3.8 Prøvefelt 6 - GU utvendig gipsplate.....	15
3.9 Prøvefelt 7 - GU utvendig gipsplate.....	16
3.10 Prøvefelt 8 - Vindsperre på rull av polyetylenfibre.....	17
3.11 Prøvefelt 9 - Vindsperre på rull av polyetylenfibre.....	18
<b>4 Resultater</b> .....	<b>19</b>
4.1 Asfaltimpregnerte trefiberplater.....	19
4.2 GU utvendig gipsplate.....	20
4.3 Vindsperre på rull av polyetylenfibre.....	21
<b>5 Vurdering og oppsummering</b> .....	<b>22</b>
5.1 Vindsperre av asfaltimpregnerte trefiberplater.....	22
5.2 Vindsperre av GU utvendig gipsplate.....	22
5.3 Vindsperre på rull av polyetylenfibre.....	23
5.4 Tetting rundt vindu.....	23
5.4.1 Vindsperreremse og lekter.....	23
5.4.2 Fugemasse mot bunnfyllingslist.....	23
5.4.3 Tape.....	23
<b>6 Videre arbeid</b> .....	<b>25</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>26</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Formål og omfang

Målet med laboratorieundersøkelsen har vært å studere regntettheten i vindspærresjiktet og tettingen rundt dør- og vinduskarm i tradisjonelle trehuskonstruksjoner med totrinnstetning av klimaskjermen. Gjennom prøving i slagregnskap kan en tallfeste og sammenligne hvor regntett ulike vindsperre- og tettelsesløsninger er. Problemstillingen er særlig aktuell i byggeperioden, men er også aktuell når en skal velge vindsperre- og tettelsesløsninger avhengig av hvor slagregnsutsatt det er der bygget skal stå. Kledningsutformingen har stor betydning for hvor mye slagregn som trenger inn på vindspærresjiktet.

Følgende vindspærrematerialer er brukt på prøvefeltene:

- Asfaltimpregnert trefiberplate (Hunton Asfalt Vindtett)
- GU utvendig gipsplate (GU-X Norgips)
- Vindsperre på rull, duk av polyetylenfibre (Soft Vindsperre)

Følgende tettemetoder er brukt rundt vindu på prøvefeltene:

- Vindsperrereimse klemt med lekter (Soft Vindsperre)
- Fugemasse mot bunnfylling (Sikacryl-S)
- Tape (Tyvec® Vindsperre Tape)

Eksempler på materialer og tettemetoder er vist i figurene 1.1.1, 1.1.2 og 1.1.3.

Laboratorieundersøkelsen er gjennomført ved SINTEF Byggforsk, Avd. Byggematerialer og konstruksjoner i Trondheim.



Fig 1.1.1  
Asfaltimpregnert trefiberplate og tetting rundt vindu med fugemasse mot bunnfyllingslist



Fig 1.1.2  
GU utvendig gipsplate og tetting rundt vindu med vindsperrereimse og lekter

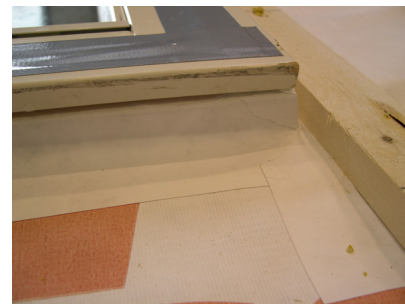


Fig 1.1.3  
Vindsperre på rull av polyetylenfibre og tetting rundt vindu med tape

## 2 Prøvemethode

### 2.1 Prøvemethode

Regntetthetsprøvingen er gjennomført etter NS-EN 1027 *Vinduer og dører – Regntetthet – Prøvmingsmetode*, metode 1A - statisk trykk. Prøvemethoden er beregnet for prøving av regntetthet for dører og vinduer. Metoden er egnet for prøving av regntetthet på hele veggfelt.

De enkelte prøvofeltene ble montert i slagregnskapet som vist i figur 2.1. Prøvofeltene hadde bredde 2436 mm og høyde 2450 mm som vist i figur 3.1. Dysene som sprøyter vann på prøvofeltet ble plassert ca. 30 cm over overkant vindu og innstilt med 24 grader helning ned i forhold til horisontallinjen. Dysene står med senteravstand ca. 42 cm og hver dyse gir en vannmengde på ca. 2 liter pr. minutt.

Regntetthetsprøvingen ble innledet med 15 minutter vannpåsprøyting uten trykkforskjell over prøvofeltet. Etter 15 minutter med nedsilende vann ble det opprettet et overtrykk i skapet slik at det ble en trykkforskjell over prøvofeltet. Regntettheten ble prøvd ved trykkforskjellene 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 og 600 Pa med en varighet på 10 minutter på hvert trykknivå. Unntak for prøvofelt 1 og 2 som ble prøvd 5 minutter på hvert trykknivå.

Vannlekkasjene ble observert visuelt underveis i prøvingen. Lekkasjested, tidspunkt og trykkforskjell ble fortløpende registrert på et eget skjema.



Figur 2.1  
Prøvofeltet i slagregnskapet under prøving



### 3 Prøvefelt og prøvegjennomføring

#### 3.1 Prøvefelt

Prøvefeltene ble bygd opp med bindingsverk i dimensjon 36 mm x 148 mm som vist i figur 3.1. Stenderne ble montert med senteravstand c/c 600 mm. Vindusutsparingen hadde mål 1210 mm x 1210 mm med fugebredde mellom vinduskarm og bindingsverk på ca. 11 mm på prøve 1 og 2. På prøve 3 til 9 var vindusutsparingen 1220 mm x 1220 mm med fugebredde ca. 16 mm mellom vinduskarm og bindingsverk. Horisontalt ca. 300 mm over bunnsvill ble det lagt inn spikerslag for prøving av horisontalskjøt i vindspærresjiktet.

Vindu med dimensjon 1188 mm x 1188 mm ble satt på to bæreklosser ut mot hjørnene av bunnkarm. Vinduet ble festet med fire justeringshylser (vindusanker) og montert med dybde i bindingsverket tilpasset 23 mm lekter og 19 mm kledning. Vinduskarmen ble plassert 42 mm utenfor vindspærren slik at utvendig kledning fluktet med utvendig vinduskarm.



Figur 3.1  
Detaljerte mål (mm) for bindingsverket i prøvefeltet

## 3.2 Oversikt over prøvefeldene

Tabell 3.2 gir en oversikt over veggfeltene med type vindsperre og de kombinasjoner av tetteløsninger i skjøter og rundt vindu som ble prøvd. Mer detaljerte opplysninger om de ulike prøvefeldene er beskrevet i avsnittene 3.3 til 3.11.

Tabell 3.2

Vindsperrmateriale, tettemetode, lektedimensjon og innfesting på de ni ulike prøvefeldene

Nr.	Vindsperre	Vertikal skjøt	Horisontal skjøt	Tetting rundt vindu
1	Asfaltimpregnert trefiberplate <sup>1)*)</sup>	Butt i butt Lekt spikret c/c 250 mm	Ingen skjøt	Vindsperrere mse klemt mot plate Lekt mot vinduskarm spikret c/c 150 mm
2	Asfaltimpregnert trefiberplate <sup>1)*)</sup>	Butt i butt Lekt spikret c/c 250 mm	Ingen skjøt	Bunnfyllingslist Fugemasse (Acryl)
3	Asfaltimpregnert trefiberplate <sup>1)</sup>	Butt i butt Ingen lekt	Vindsperrere mse Lekt spikret c/c 200 mm	Vindsperrere mse klemt inn under plate Lekt mot vinduskarm spikret c/c 150 mm
4	Asfaltimpregnert trefiberplate <sup>1)</sup>	Butt i butt Lekt spikret c/c 250 mm	Vindsperrere mse Lekt spikret c/c 200 mm	Tape Ingen lekt mot vinduskarm
5	GU utvendig gipsplate <sup>2)</sup>	Butt i butt Ingen lekt	Vindsperrere mse Lekt spikret c/c 200 mm	Vindsperrere mse klemt inn under plate Lekt mot vinduskarm spikret c/c 150 mm
6	GU utvendig gipsplate <sup>2)</sup>	Butt i butt Lekt spikret c/c 500 mm	Skjøtelist i plast H-profil	Bunnfyllingslist Fugemasse (Acryl)
7	GU utvendig gipsplate <sup>2)</sup>	Butt i butt Lekt spikret c/c 250 mm	Skjøtelist i plast H-profil	Tape Ingen lekt mot vinduskarm
8	Rullprodukt av polyetylenfibre <sup>3)</sup>	100 mm omlegg Lekt spikret c/c 500 mm	Omlegg klemt med lekt	Vindsperrere mse klemt mot vindsperre Lekt mot vinduskarm spikret c/c 150 mm
9	Rullprodukt av polyetylenfibre <sup>3)</sup>	100 mm omlegg Lekt spikret c/c 250 mm	Omlegg klemt med lekt	Tape Ingen lekt mot vinduskarm

<sup>1)</sup> Asfaltimpregnert trefiberplate spikret c/c 100 mm i platekant og c/c 250 mm inne på platen

<sup>2)</sup> GU-plate skrudd c/c 150 mm i platekant og c/c 300 mm inne på platen

<sup>3)</sup> Vindsperre på rull festet med stiftekramper

<sup>\*)</sup> Ved disse to prøvene var vindusutsparingen 10 mm mindre både i bredde og i høyde. Prøvingen ble gjennomført med 5 minutter på hver trykkforskjell mot 10 minutter på prøvene 3 til 9.

### 3.3 Prøvefelt 1 - Asfaltimpregnert trefiberplate

#### *Festing av plater*

- Spikret c/c 100 mm langs platekant og c/c 250 mm inne på platen med skiferspiker 2,8-48 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Vindsperreremse lagt utenpå vindsperreplate og klemt med lekter
- Lekter 23 x 36 mm mot vegg spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lekter 11 x 36 mm mot vinduskarm (underkant bunnkarm 11 x 20 mm) skrudd c/c 150 mm med skruer 3,5-35 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt med ca. 2 mm spalte
- Lekter 23 x 36 mm over skjøt spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Øvrige vertikale lekter 23 x 36 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøt*

- Ingen horisontalskjøt
- Lekt 11 x 36 mm mot bunnsvill spikret c/c ca. 200 mm med maskinspiker 2,8-75 mm



Figur 3.3.1. Vindsperreremse lagt utenpå vindsperreplate rundt vindusutsparing



Figur 3.3.2. Vindsperreremse klemt med lekter mot vinduskarm



Figur 3.3.3. Prøvefeltet under slagregnsprøvingen



Figur 3.3.4. Vannlekkasje i underkant vindu

### 3.4 Prøvefelt 2 - Asfaltimpregnert trefiberplate

#### *Festing av plater*

- Spikret c/c 100 mm langs platekant og c/c 250 mm inne på platen med skiferspiker 2,8-48 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Fugemasse av akryl mot bunnfyllingslist.
- Midlere fugebredde 11 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt med ca. 2 mm spalte
- Lekter 23 x 36 mm over skjøt spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Øvrige vertikale lekter 23 x 36 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøt*

- Ingen horisontalskjøt
- Lekt 11 x 36 mm mot bunnsvill spikret c/c ca. 200 mm med maskinspiker 2,8-75 mm



Figur 3.4.1. Fugemasse mot bunnfyllingslist



Figur 3.4.2. Ved fugging mellom vinduskarm og stender blir platekanten åpen bak regnskjermen



Figur 3.4.3. Bunnfyllingslist sett innenfra, lekkasje i underkant vindu



Figur 3.4.4. Når bunnfyllingslisten ble fjernet kunne en se at fugemassen ikke hadde fylt ut i hele fugen

### 3.5 Prøvefelt 3 - Asfaltimpregnert trefiberplate

#### *Festing av plater*

- Spikret c/c 100 mm langs platekant og c/c 250 mm inne på platen med skiferspiker 2,8-48 mm

#### *Tetting rundt vindu*

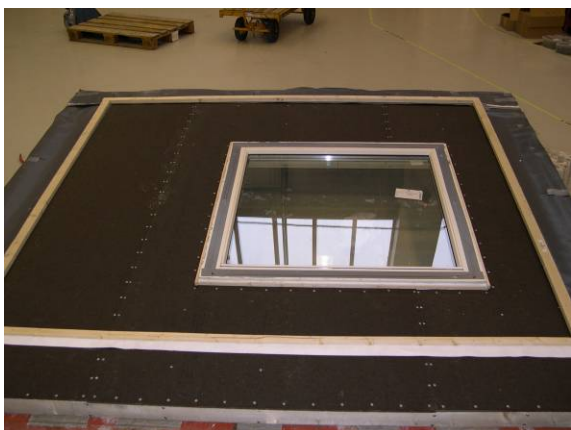
- Vindsperreremse lagt innunder vindsperreplate
- Ingen lekter mot vindsperreplate på vegg
- Lekter 11 x 20 mm mot vinduskarm skrudd c/c 150 mm med skruer 3,5-35 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt med ca. 2 mm spalte
- Ingen vertikale lekter

#### *Horisontal skjøt*

- Én horisontal skjøt med vindsperreremse lagt under platen over og utenpå platen under
- Horisontalskjøt klemt med lekt 11 x 36 mm spikret c/c 200 mm med håndspiker 2,0-50 mm
- Ingen horisontal lekt mot bunnsvill



Figur 3.5.1. Vindsperreremse lagt innunder plate. Vindsperreremse i horisontal plateskjøt



Figur 3.5.2. Prøvefelt under slagregnsprøvingen. Ingen vertikale lekter



Figur 3.5.3. Vannlekkasjer ved hjørne og i underkant vindu



Figur 3.5.4. Tetting i vindsperrsjiktet forstyrres ikke av justeringshylsene

### 3.6 Prøvefelt 4 - Asfaltimpregnert trefiberplate

#### *Festing av plater*

- Spikret c/c 100 mm langs platekant og c/c 250 mm inne på platen med skiferspiker 2,8-48 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Tape mot vindsperreplate og inn på siden av vinduskarm
- Lekter mot vindsperre på vegg 23 x 48 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lekter 11 x 20 mm mot vinduskarm skrudd c/c 150 mm med skruer 3,5-35 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt med ca. 2 mm spalte
- Lekter 23 x 48 mm over skjøt spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Øvrige vertikale lekter 23 x 48 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøt*

- Én horisontal skjøt med vindsperreremse lagt under platen over og utenpå platen under
- Horisontalskjøt klemt med lekt 11 x 36 mm spikret c/c 200 mm med håndspiker 2,0-50 mm
- Ingen horisontal lekt mot bunnsvill



Figur 3.6

Tetting rundt vindu utført med tape som ble klebet mot plate og karm. Horisontalskjøt utført med vindsperreremse lagt innunder plate i overkant og utenpå plate i underkant

### 3.7 Prøvefelt 5 - GU utvendig gipsplate

#### *Festing av plater*

- Skrudd c/c 150 mm langs platekant og c/c 300 mm inne på platen med gipsskruer 3,1-30 mm

#### *Tetting rundt vindu*

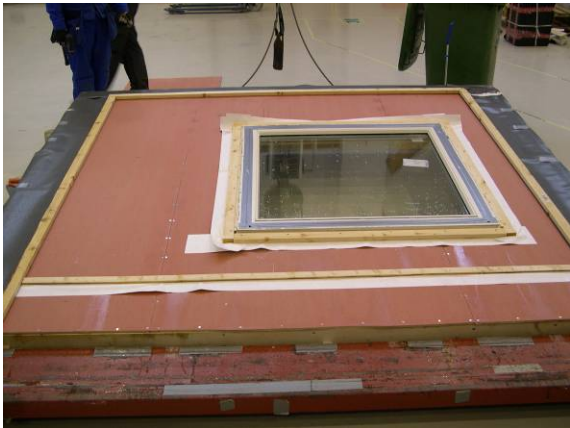
- Vindsperreremse lagt utenpå vindsperreplate og klemt med lekter
- Lekter 23 x 48 mm mot vindsperre på vegg spikret c/c 200 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lekter 11 x 20 mm mot vinduskarm spikret c/c 200 mm med maskinspiker 1,4/1,6-40 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt butt i butt
- Ingen vertikale lekter

#### *Horisontal skjøt*

- Vindsperreremse lagt innunder plate i overkant skjøt og utenpå plate i underkant skjøt
- Lekt 11 x 36 mm utenpå horisontalskjøt spikret c/c 250 mm med 2,0-50 mm
- Ingen øvrige horisontale lekter



Figur 3.7.1. Vindsperreremse i horisontal plateskjøt



Figur 3.7.2. Vindsperreremse lagt utenpå plate



Figur 3.7.3. Prøvefeltet under slagregnsprøvingen



Figur 3.7.4. Vann renner via plateskjøt og inn mellom vindsperreremse og plate over vindu

### 3.8 Prøvefelt 6 - GU utvendig gipsplate

#### *Festing av plater*

- Skrudd c/c 150 mm langs platekant og c/c 300 mm inne på platen med gipsskruer 3,1-30 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Fugemasse av akryl mot 20 mm bunnfyllingslist. Midlere fugebredde 16 mm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt butt i butt
- Lekter 23 x 48 mm over skjøt spikret c/c 500 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøt*

- Spesielle skjøtelister av plast (H-profil). Ingen kubbing bak skjøteprofiler
- Lekter 11 x 36 mm mot bunnsvill spikret c/c ca. 200 mm med håndspiker 2,0-55 mm



Figur 3.8.1. Prøvefeltet under slagregnsprøvingen



Figur 3.8.2. Fugemasse mot bunnfyllingslist



Figur 3.8.3. Anlegg for vindu og justeringshylser gjør det vanskelig å fuge mellom stender og vinduskarm



Figur 3.8.4. Vann trenger inn i horisontal plateskjøt med skjøtelist av plast



### 3.9 Prøvefelt 7 - GU utvendig gipsplate

#### *Festing av plater*

- Skrudd c/c 150 mm langs platekant og c/c 300 mm inne på platen med gipsskruer 3,1-30 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Tape mot vindsperreplate og inn på siden av vinduskarm
- Lekter 23 x 48 mm mot vindsperre på vegg spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Ingen lekter mot vindsperre over og under vindu
- Ingen klelekt mot vinduskarm

#### *Vertikale skjøter og lekter*

- To vertikale skjøter der platene ble lagt butt i butt
- Lekter 23 x 48 mm over skjøt spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lektene ble utskjært for horisontal skjøtelist, slik at lektene sluttet helt inntil gipsplatene

#### *Horisontal skjøt*

- Spesielle skjøtelist av plast (H-profil). Ingen kubbing bak skjøteprofiler
- Ingen øvrige horisontale lekter



Figur 3.9

Tetting rundt vindu utført med tape som ble klebet mot plate og karm. Horisontalskjøt utført med spesielle skjøteprofiler av plast

### 3.10 Prøvefelt 8 - Vindsperre på rull av polyetylenfibre

#### *Festing av vindsperre*

- Festet med kramper med stifteavstand ca. 150 mm

#### *Tetting rundt vindu*

- Vindsperreremse lagt innunder vindsperre på vegg og klemt med lekter
- Lekter 23 x 48 mm mot vindsperre på vegg spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lekter mot vinduskarm 11 x 20 mm skrudd c/c 150 mm med 3,5-35 mm

#### *Vertikale skjøter og vertikale lekter*

- To vertikale skjøter der vindsperreduk ble lagt med omlegg
- Omleggskjøt klemt med lekter 23 x 48 mm spikret c/c 500 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Øvrige vertikale lekter 23 x 48 mm spikret c/c 500 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøt*

- Én horisontal skjøt der vindsperreduk er lagt med omlegg
- Omleggskjøt klemt med lekter 18 x 48 mm spikret c/c 500 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Lekter mot bunnsvill 18 x 48 mm spikret c/c ca. 500 mm med maskinspiker 2,8-75 mm



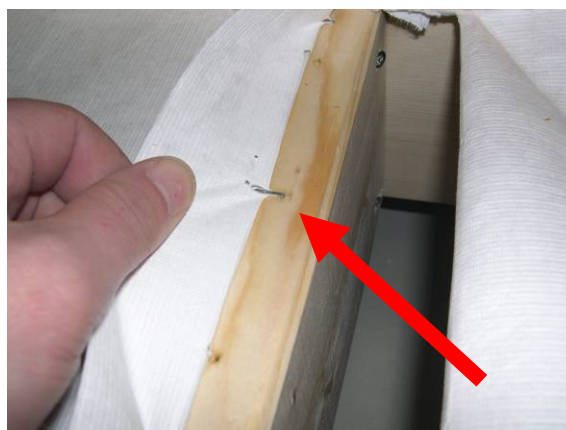
Figur 3.10.1. Detalj fra lekter over vertikal og horisontal skjøt samt lekt ved avslutning på bunnsvill



Figur 3.10.2. Klemming av vindsperreremse under vindsperre på vegg og mot vinduskarm



Figur 3.10.3. Utfresing av spor for vannbrettbeslag gir liten plass for lekt underkant vinduskarm



Figur 3.10.4. Kramper på vindsperre i horisontalskjøt var årsak til tidlig lekkasje

### 3.11 Prøvefelt 9 - Vindsperre på rull av polyetylenfibre

#### *Festing av vindsperre*

- Festet med kramper med stifteavstand ca. 150 mm
- Ingen stifter i horisontal omleggskjøl

#### *Tetting rundt vindu*

- Tape mot vindsperre på vegg og inn på sidekant av vinduskarm
- Lekter 23 x 48 mm mot vindsperre på vegg spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Ingen klelekt mot vinduskarm

#### *Vertikale skjøter og vertikale lekter*

- To vertikale skjøter der vindsperreduk ble lagt med omlegg
- Omleggskjøl klemt med lekter 23 x 48 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm
- Øvrige vertikale lekter 23 x 48 mm spikret c/c 250 mm med maskinspiker 2,8-75 mm

#### *Horisontal skjøl*

- Én horisontal skjøl der vindsperreduk er lagt med omlegg
- Omleggskjøl klemt med lekter 11 x 36 mm spikret c/c 200 mm med maskinspiker 2,0-50 mm
- Lekter 11 x 36 mm mot bunnsvill spikret c/c ca. 200 mm med maskinspiker 2,0-50 mm



Figur 3.11.1. Detaljer fra montering av tape som tetting rundt vindu



Figur 3.11.2. Prøvefeltet under slagregnsprøvingen



Figur 3.11.3. Observering av vannlekkasjer ved prøving i slagregnskap

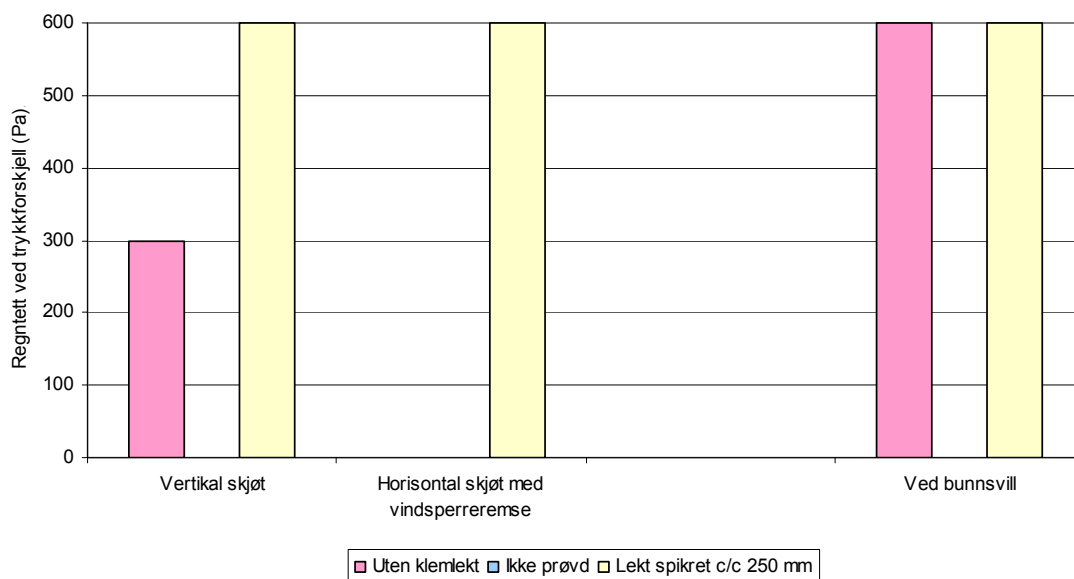


Figur 3.11.4. Vanninntregning ved tape i vindushjørne renner ned på losholt ved horisontalskjøl

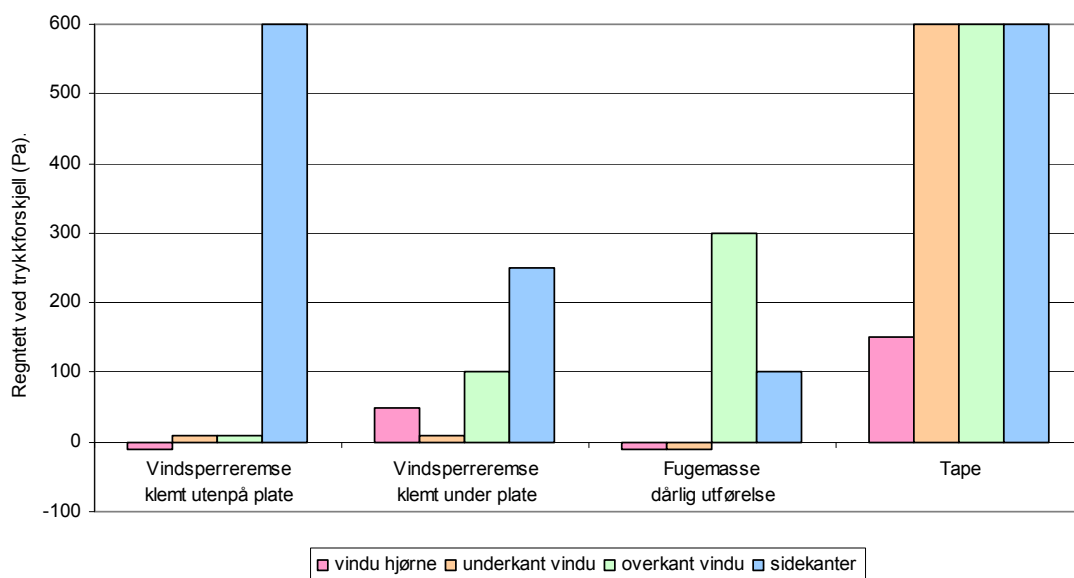
## 4 Resultater

### 4.1 Asfaltimpregnerte trefiberplater

Fire ulike veggfelter med asfaltimpregnerte trefiberplater ble prøvet i slagregnskap. Oppbygning av prøvefeltene er beskrevet i kapittel 3.3 til 3.6. Resultatene fra prøvingen er vist i figurene 4.1.1 og 4.1.2. Søylediagrammene angir ved hvilken trykkforskjell prøven er vanntett.



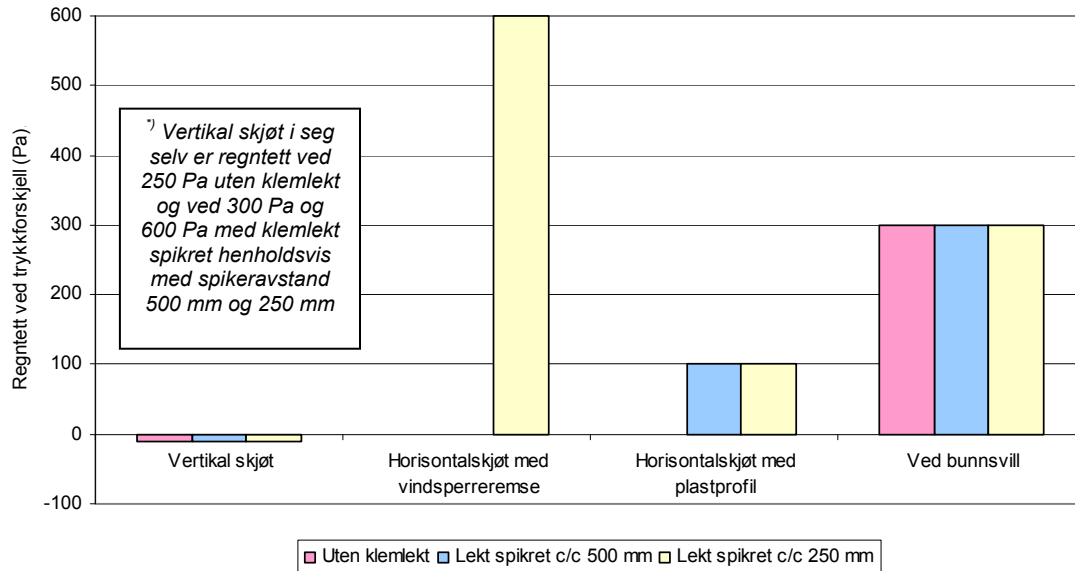
Figur 4.1.1  
Regntetthet for vindsperre av asfaltimpregnert trefiberplate. Regntettheten er prøvd både i vertikalskjøt, horontalskjøt og nede ved bunnsvill



Figur 4.1.2  
Regntetthet for ulike tettelsesninger rundt vindu for vindsperre av asfaltimpregnert trefiberplate. Lekkasje som oppstod allerede ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt under 0-aksen. Prøve som var regntett ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt over 0-aksen.

## 4.2 GU utvendig gipsplate

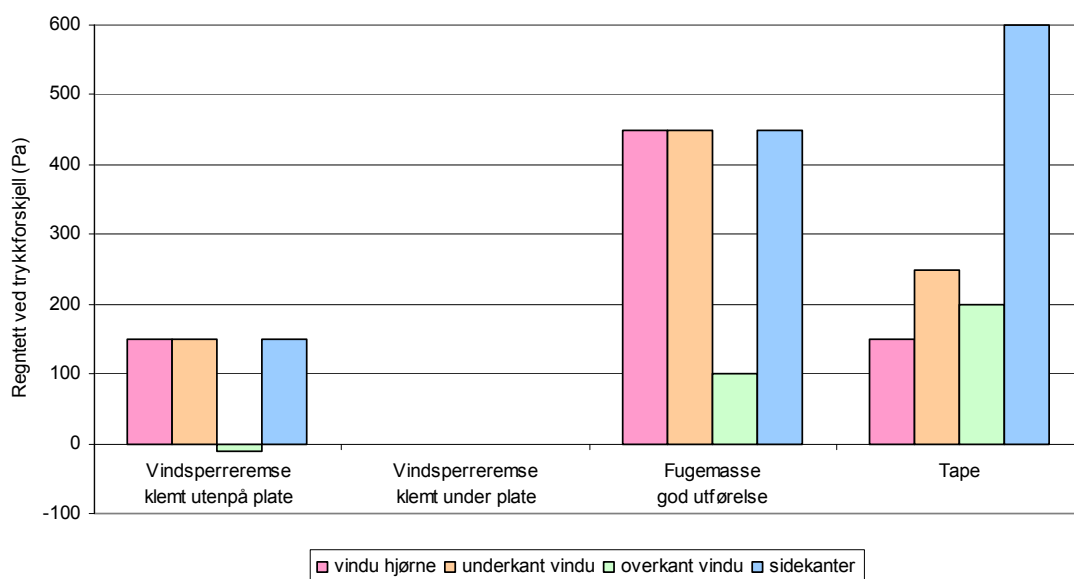
Tre ulike veggfelter med GU utvendig gipsplater ble prøvet i slagregnskap. Oppbygning av prøvefeltene er beskrevet i kapittel 3.7 til 3.9. Resultatene fra prøvingen er vist i figurene 4.2.1 og 4.2.2. Søylediagrammene angir ved hvilken trykkforskjell prøven er vanttett.



Figur 4.2.1

Regntetthet for vindsperre av GU utvendig gipsplate. Regntettheten er prøvd både i vertikalskjõt, i to ulike utforminger av horizontalskjõt og nede ved bunnsvill. Lekkasje som oppstod allerede ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt under 0-aksen.

<sup>1)</sup> Vertikal skjõt ga lekkasje allerede ved nedsil ved overgang mot vindu og horisontal skjõt. Dette skyldes vann som trengte mellom lekt og plate og rant ned langs spalten i plateskjõtten ned til vindu eller horisontal skjõt.

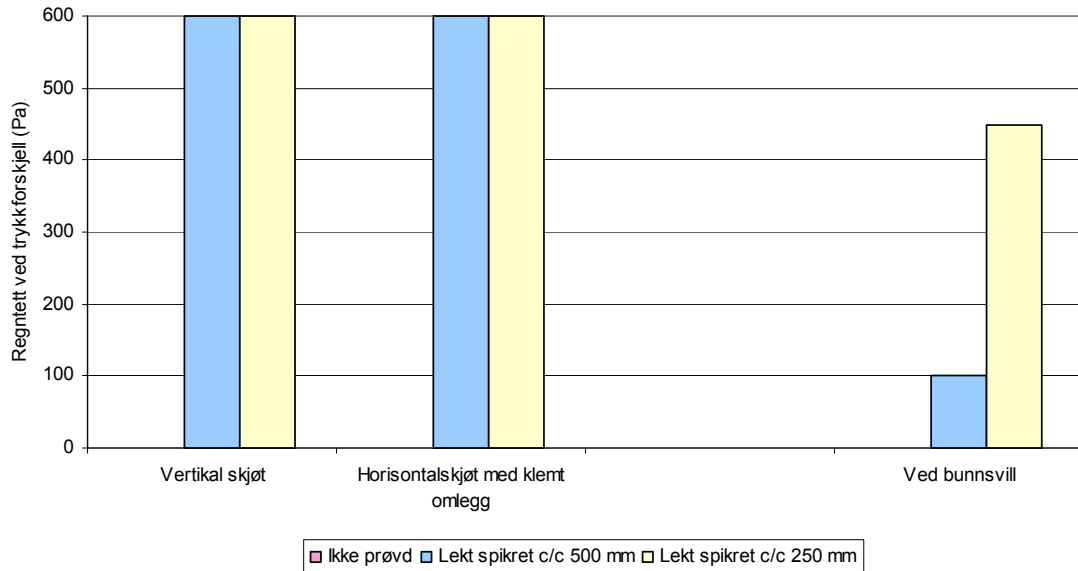


Figur 4.2.2

Regntetthet for ulike tetteløsninger rundt vindu for vindsperre av GU utvendig gipsplate. Lekkasje som oppstod allerede ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt under 0-aksen.

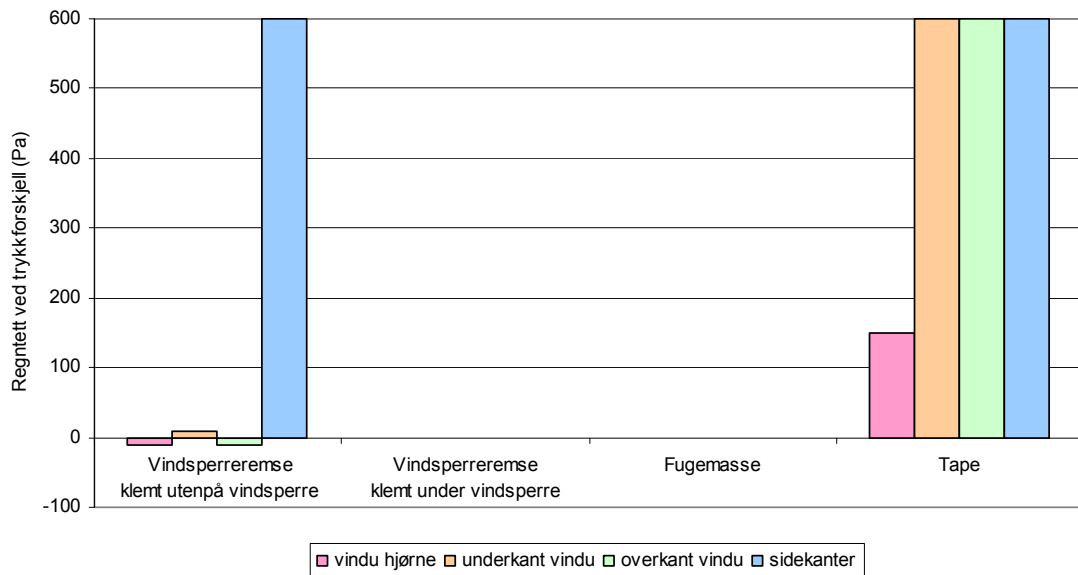
### 4.3 Vindsperre på rull av polyetylenfibre

To ulike veggfelter med vindsperre på rull av polyetylenfibre ble prøvet i slagregnskap. Oppbygning av prøvefeltene er beskrevet i kapittel 3.10 til 3.11. Resultatene fra prøvingen er vist i figurene 4.3.1 og 4.3.2. Søylediagrammene angir ved hvilken trykkforskjell prøven er vanntett.



Figur 4.3.1

Regntetthet for vindsperre av polyetylenfibre. Regntettheten er prøvd både i vertikalskjøt, horizontalskjøt og nede ved bunnsvill



Figur 4.3.2

Regntetthet for ulike tettelsesninger rundt vindu for vindsperre på rull av polyetylenfibre. Lekkasje som oppstod allerede ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt under 0-aksen. Prøve som var regntett ved nedsil uten trykkforskjell er indikert med stolpe som stikker litt over 0-aksen.

## 5 Vurdering og oppsummering

Regntetthetsprøvingen ga interessante resultater og gir et grunnlag for å vurdere regntettheten til ulike vindsperrmaterialer og detaljløsninger. Prøveresultatene må imidlertid sees på som retningsgivende. Prøveoppstillingen i laboratoriet er ideell og gjenspeiler ikke den variasjonen en vil få ved reell utførelse på byggeplass. Prøvingen viste at kvister og andre virkesfeil samt uheldig plassering av spiker, skruer og kramper kan gi tidlige lekkasjer som ved økende trykkforskjell kan medføre forholdsvis store vannmengder.

Det var ikke mulig å tallfeste hvor store vannlekkasjene var. Enkelte lekkasjer var svært små, og enkelte lekkasjepunkter så ut til å tettes i løpet av prøvingen, trolig fordi trevirket svellet. De fleste lekkasjene økte imidlertid og vannet spredte seg raskt utover på stendere, losholter og sviller. Etter hvert som det ble mye vann, ble det også vanskelig å påvise nye lekkasjepunkter på prøvefeltet.

Alle lekkasjene ble forsøkt registrert ved den trykkforskjellen som de først oppstod ved, uavhengig av hvor store lekkasjene var. Svært små lekkasjer, noen få dråper, som tydelig avtok og ble tette senere under prøvingen ble imidlertid ikke tatt hensyn til.

Prøvingen ble gjennomført med regnbelastningen direkte mot vindsperrsjiktet. Slike forhold oppstår i byggeperioden før veggene kles utvendig. På ferdige bygg vil en regnskjerm i form av kledning og beslag gjøre at kun kraftig slagregn vil trenge inn på vindsperrsjiktet. Kraftig slagregn kan imidlertid også i praksis gi tilstrekkelig mengde vann inn på vindsperrsjiktet til å gi tilsvarende lekkasjer som under prøvingen.

### 5.1 Vindsperre av asfaltimpregnerte trefiberplater

Prøvingen omfattet tradisjonell bruk av asfaltimpregnerte trefiberplater. Vertikalskjøtene og avslutning nede ved bunnsvill ble prøvd med og uten klelekt. Horisontalskjøt ble prøvd med klelekt og vindsperrremse.

Samlet sett var prøvefeltet med asfaltimpregnerte trefiberplater med klelekter spikret med spikeravstand 250 mm regntett ved 600 Pa.

### 5.2 Vindsperre av GU utvendig gipsplate

Prøvingen omfattet tradisjonell bruk av GU utvendig gipsplate. Vertikalskjøtene og avslutning nede ved bunnsvill ble prøvd med og uten klelekt. Vertikalskjøter med klelekter spikret med spikeravstand 250 mm var regntett ved 600 Pa. Prøvefeltet ga imidlertid lekkasjer allerede ved nedsil der vertikalskjøt munnet ut i vindu eller horisontalskjøt. Dette skyldtes at vann trengte inn mellom lekt og plate og rant ned langs spalten i plateskjøten og inn i prøvefeltet ved vindu og horisontalskjøt. En mulig årsak til at gipsplatene var mer utsatt for en slik lekkasje enn trefiberplatene, kan være at trefiberplatene er mykere slik at god klem på lektene gir bedre tetting mot trefiberplatene.

Horisontalskjøt ble prøvd med klelekt og vindsperrremse samt med skjøtelist av plast. Horisontalskjøt med vindsperrremse var regntett ved 600 Pa. Horisontalskjøt med skjøtelister i plast var regntett ved 100 Pa.

Samlet sett var prøvefeltet med GU utvendig gipsplate ikke regntett og ga lekkasjer ved nedsil uten trykkforskjell.

### **5.3 Vindsperre på rull av polyetylenfibre**

Prøvingen omfattet tradisjonell bruk av vindsperre på rull. Vertikalskjøt, horisontalskjøt og avslutning nede ved bunnsvill ble prøvd med klemlekter spikret med spikeravstand 250 mm og 500 mm. Vertikal- og horisontalskjøt var regntett ved 600 Pa. Avslutningen nede ved bunnsvill var regntett ved 100 Pa med klemlekter spikret med spikeravstand 500 mm og ved 450 Pa med klemlekter spikret med spikeravstand 250 mm.

Samlet sett var prøvefeltet med vindsperre av polyetylenfibre og klemlekter med spikeravstand 250 mm regntett ved 450 Pa.

### **5.4 Tetting rundt vindu**

#### **5.4.1 Vindsperrereemse og lekter**

Vindsperrereemse klemt med lekter mot vinduskarm har vært vanlig brukt i flere tiår. Løsningen fungerer tilfredsstillende i praksis og blir fortsatt anbefalt i Byggforskserien. Ved prøvingen ga imidlertid løsningen tidlige lekkasjer. Vinduskarmene har tappesforbindelser og innfreste spor som gjør det vanskelig å oppnå god tetting ved bruk av vindsperrereemse som klemmes mot vinduskarmen med lekter. Sålebensbeslaget som skal felles opp i et spor ca. 14 mm inn på bunnkarm gir svært liten plass for klemlekt mot underkant vindu.

Tetting rundt vindu med vindsperrereemse klemt utenpå asfaltimpregnert trefiberplate ga lekkasje allerede ved nedsil uten trykkforskjell over prøvefeltet. Tilsvarende løsning der vindsperrereemsen er klemt inn under trefiberplaten var tett ved nedsil, men ga lekkasjer straks det ble trykkforskjell over prøvefeltet.

Tetting rundt vindu med vindsperrereemse klemt utenpå GU gipsplate ga noe mindre lekkasjer. Løsningen var regntett ved 150 Pa langs sidekanter og i underkant av vindu. Det ble imidlertid lekkasjer ved overkant vindu allerede ved nedsil uten trykkforskjell. Denne lekkasjen må sees i sammenheng med lekkasjen i vertikal plateskjøt.

Samlet sett var tetting rundt vindu med vindsperrereemse klemt utenpå vindsperre på rull ikke regntett og ga lekkasje allerede ved nedsil uten trykkforskjell over prøvefeltet.

#### **5.4.2 Fugemasse mot bunnfyllingslist**

Tetting rundt vindu med fugemasse er mye benyttet og anbefales i Byggforskserien. Tetting med fugemasse ble prøvd på to prøvefelter. Legging av fugemasse i spalten mellom vinduskarm og bindingsverk er krevende. På det ene prøvefeltet var utsparingen i bindingsverket tilpasset en gjennomsnittlig spalte mellom karm og bindingsverk på 11 mm. I praksis kan denne spalten bli smalere enkelte steder. Med en vindsperreplate med tykkelse 12 mm blir det smalt og dypt inn til fugestrengen, og det kan bli vanskelig å legge fugen med riktig geometri slik at den fyller godt ut og hefter mot vinduskarm og bindingsverk. Det første prøvefeltet med fugemasse ga lekkasje allerede ved nedsil uten trykkforskjell over prøvefeltet. Underveis i prøvingen kunne en tydelig se feil i fugingen. Det andre prøvefeltet hadde en gjennomsnittlig spalte på 16 mm mellom karm og bindingsverk, og fugemassen ble forsøkt lagt så nøyaktig som mulig. Det andre prøvefeltet var regntett ved 100 Pa. Lekkasjene var mindre enn tilfellet var med tetting med vindsperrereemse.

Samlet sett var tetting rundt vindu med fugemasse regntett ved 100 Pa.

#### **5.4.3 Tape**

Tetting rundt vindu med tape har ikke vært anbefalt av SINTEF Byggforsk tidligere. Årsaken til dette er at vi ikke har hatt tape med dokumentert varig heft. Klebefeltet på tradisjonell tape har tørket ut slik at tapen har løsnet etter en tid. Nå er det etter hvert kommet flere taper på markedet



som skal ha gode langtids egenskaper. Tapen som ble prøvd i dette prosjektet har SINTEF Teknisk Godkjenning og har tilfredsstillende langtids egenskaper for å brukes som tetting rundt vindu. Tetting med tape ble prøvd på tre ulike prøvefelt med vindsperre av asfaltimpregnert vindsperre, GU utvendig gipsplate og vindsperre på rull av polyetylenfibre. Det var krevende å montere tapen slik at den tetter godt, særlig mot hjørnene på vinduskarmen. Ved god montering var tape mot side, topp og bunnkarm regntett ved 600 Pa. I hjørnene var tapeløsningen regntett ved 150 Pa.

Samlet sett var tetting rundt vindu med tape regntett ved 150 Pa.

## 6 Videre arbeid

Prøvingen gir grunnlag for å vurdere hvor regntett ulike vindsperrerløsninger er. Denne kunnskapen er viktig for å kunne anbefale riktige bruk av vindsperrer og er et underlag for anbefalingene i Byggforskserien. For å kunne gi enda bedre anbefalinger, er det behov for å undersøke flere tettemetoder rundt vindu.

Varmeteknisk er det mer gunstig å plassere vinduene lengre inn i veggen. Ved en slik vindusplassering er faren for at vann trenger inn og skader konstruksjonen større, og flere av de tradisjonelle tetteløsningene kan ikke benyttes. Som ekstra sikkerhet kan en montere en membran under vindu slik at eventuelle vannlekkasjer rundt vindu kan dreneres ut av konstruksjonen. Regntetthetsprøving er viktig for å utvikle gode tetteløsninger og dokumentere ytelsen til disse.

Tetting rundt vindu er arbeidskrevende. Flere vindusprodusenter arbeider med å utvikle karm-løsninger som gir god tetting og som er rask å montere. Helt nye løsninger bør prøves for regntetthet for å utvikle dem videre og dokumentere ytelsen.

Etter en kritisk gjennomgang av regntetthetsprøvingen som er gjennomført, bør det også vurderes om andre varianter av kjente løsninger skulle vært prøvd.

## Referanser

Kvande, T., Waldum A.M. (2002)

*Erfaringar med puss som vern ved regnpåkjønning*, Prosjektrapport 320, Norges byggforskningsinstitutt

Kvande, T., Lisø, K.R., Time, B. (2007):

*Luftede kledninger. Klimapåkjønninger, erfaringer og anbefalinger*, Rapport 2, SINTEF Byggforsk, Oslo

Pedersen T.E., Bakken N., Time B. (2008)

*Regntetthet for kombinerte undertak og vindsperrer på rull*, Prosjektrapport 23, SINTEF Byggforsk, Trondheim

NS-EN 1027, Norsk Standard (2000)

*Vinduer og dører, Regntetthet, Prøvingsmetode*, Standard Norge

Byggdetaljer 523.701 Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2002

Byggdetaljer 523.702 Innsetting av vindu i mur- og betongvegger, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2002

Byggdetaljer 573.121 Materialer til luft- og damptetting, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2003

Byggdetaljer 542.003 Totrinnetting mot slagregn på fasader. Luftede kledninger og fuger, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2007

Byggdetaljer 523.255 Bindingsverk av tre. Varmeisolering og tetting, *Byggforskserien*, SINTEF Byggforsk, Oslo, 2007

**SINTEF** er Skandinavias største forskningskonsern. Vår visjon er «Teknologi for et bedre samfunn». Vi skal bidra til økt verdiskapning, økt livskvalitet og en bærekraftig utvikling. SINTEF selger forskningsbasert kunnskap og tilhørende tjenester basert på dyp innsikt i teknologi, naturvitenskap, medisin og samfunnsvitenskap.

**SINTEF Byggforsk** er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt og Norges viktigste formidler av forskningsbasert kunnskap til bygge- og anleggsnæringen. Vi skaper verdier for våre kunder og for samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling. Våre publikasjoner omfatter Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm, håndbøker, rapporter, faktabøker og beregnings- og planleggingsverktøy.