

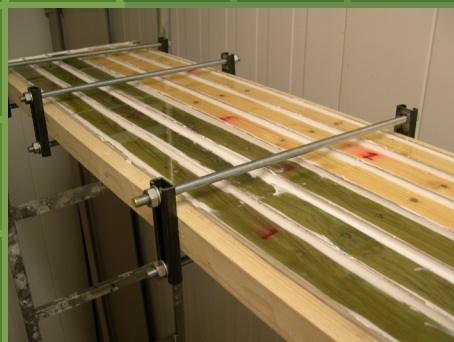
TOR EVEN PEDERSEN, NORALF BAKKEN OG BERIT TIME

# Regntetthet for kombinerte undertak og vindsperrer på rull

En laboratorieundersøkelse knyttet til perioden fra montering av undertak til taktekingen er på plass

Prosjektrapport 23

2008



SINTEF Byggforsk

Tor Even Pedersen, Noralf Bakken og Berit Time

## **Regntetthet for kombinerte undertak og vindsperrer på rull**

En laboratorieundersøkelse knyttet til perioden fra montering av  
undertak til taktekningen er på plass

Prosjektrapport nr. 23

Tor Even Pedersen, Noralf Bakken , Berit Time

### **Regntetthet for kombinerte undertak og vindsperrer på rull**

En laboratorieundersøkelse knyttet til perioden fra montering av undertak til taktekingen er på plass

Emneord:

Fukt, undertak, regntetthet, klima

ISSN 1504-6958

ISBN 978-82-536-1028-3

Prosjektnr: B21750.03

50 eks. trykt av AIT AS e-dit

Innmat: 100 g scandia

Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF Byggforsk 2008

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

Arbeidet i denne prosjektrapporten er utført som en aktivitet i det strategiske forskningsprosjektet *Climate Adapted Buildings (CAB)*. Prosjektets overordnede målsetning er gjennom forskning og utvikling å

- Videreutvikle metoder for planlegging og design av bygningskroppen relatert til ytre klimapåvirkning
- Utvikle mer klimatilpassede, energi- og kostnadseffektive bygningskropper
- Utvikle mer nyanserte og klimatilpassede retningslinjer og prinsippløsninger

Målsetningen med laboratorieundersøkelsen har vært å avdekke hvorvidt nedbør kan gi lekkasjer i tilknytning til sløfene for ferdig monterte undertak av typen kombinert undertak og vindsperre på rull i byggeperioden. I denne undersøkelsen har en studert noen parametre som kan påvirke regntettheten i denne perioden. Problemstillingen er aktuell i byggeperioden før taktekning blir montert.

I arbeidet med rapporten og utførelse av prøvingen har våre kolleger John Nygård, Øystein Holmberget, Einar Bergheim, Sivert Uvsløkk, Knut Noreng, Hans Boye Skogstad og Svein Terje Kolstad gitt viktige innspill og vært til god hjelp. Vi ønsker også å rette en stor takk til Norges forskningsråd for finansiering av prosjektet.

Trondheim, september 2008

Berit Time  
SINTEF Byggforsk  
Prosjektleder *Climate Adapted Buildings*

# Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	<b>5</b>
1.1 Formål og omfang .....	5
1.2 Bakgrunn .....	5
<b>2 Laboratorieforsøk</b> .....	<b>7</b>
2.1 Lekkasjeveier og drivkrefter .....	7
2.2 Gjennomføring av laboratorieforsøk .....	7
2.3 Laboratorieforsøk – Fase 1 .....	9
2.3.1 Gjennomføring av forsøk - metode .....	9
2.3.2 Observasjoner og resultater .....	11
2.3.3 Vurdering av laboratorieforsøk .....	14
2.4 Laboratorieforsøk – Fase 2 .....	15
2.4.1 Prøveobjekt .....	15
2.4.2 Prøvemetode .....	15
2.4.3 Gjennomføring av forsøk .....	15
2.4.4 Observasjoner og resultater .....	17
2.4.5 Vurdering av laboratorieforsøk .....	18
<b>3. Vurderinger, oppsummering og konklusjon</b> .....	<b>20</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>21</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Formål og omfang

Målsetningen med laboratorieundersøkelsen har vært å avdekke hvorvidt nedbør kan gi lekkasjer i tilknytning til sløyfene for ferdig monterte undertak av typen kombinert undertak og vindsperre på rull. Problemstillingen er aktuell både før og etter at taktekning er montert. I denne undersøkelsen har en studert noen parametre som kan påvirke regntettheten i byggeperioden før taktekningen er montert. Disse er:

- håndspikring av sløyfer kontra maskinspikring eller skruing
- gjentakende oppfukning og uttørring av ferdig montert undertak med sløyfer
- utvidelse av hull i undertaks materialet rundt spiker forårsaket av blafring
- bruk av butyl tettestreng

Prosjektet ble delt inn i to faser. Første fase hadde til hensikt å undersøke i hvilket omfang kapillært sug gjennom spikerhull kunne forekomme og hvorvidt dette kunne være en forklaring på lekkasjer gjennom undertak i byggeperioden. Denne prøvingen ble gjennomført ved at en vannfilm ble etablert på oversiden av sløyfer hvor det var montert både maskinspiker og håndspiker. Andre fase omfattet regntetthetsprøving av et ferdig montert undertak i RAWI-boks (Rain and Wind Box).

Studiet er gjennomført ved SINTEF Byggforsk.

## 1.2 Bakgrunn

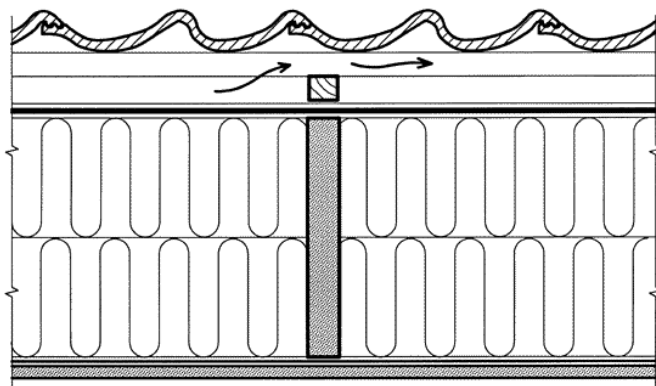
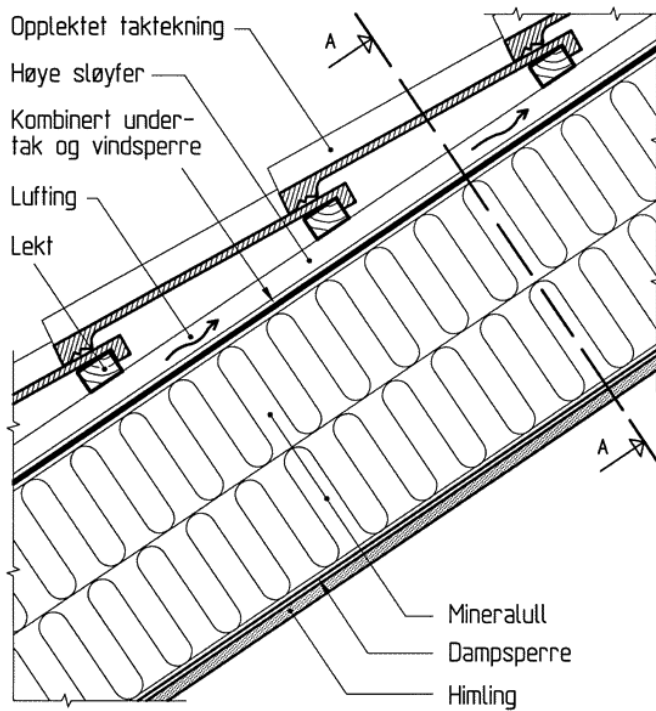
Aktører i byggenæringen har erfaringer som tilsier at undertak av typen kombinerte undertak og vindsperrer på rull kan lekke vann i byggeperioden i perioder med stor nedbørsbelastning, før primærtekningen er montert. Det har hersket tvil om årsakene til disse lekkasjene og hvilke forhold som kan ha betydning. SINTEF Byggforsk har gjennom laboratorieforsøket undersøkt disse forholdene og i hvilken grad de kan være et problem.

Et undertak under en opplektet taktekning skal fange opp og drenere ut nedbør som trenger inn under tekningen samt kondensdrypp fra undersiden av tekningen. Alle typer undertaks materialer skal være vanntette. SINTEF Byggforsk anbefaler at alle undertaks materialer skal være vanntette for trykk  $\geq 2$  kPa (200 mm vannsøyle) ved prøving i henhold til NS-EN 13859-1:2005.

Omleggsskjøter, gjennomføringer og perforeringer på grunn av festemidler må være tilstrekkelig tette for å kunne motstå inndrev av nedbør. SINTEF Byggforsk anbefaler at regntettheten til ferdig montert undertak blir prøvd i henhold til NT Build 421.

Ved bruk av kombinert undertak og vindsperre anbefaler SINTEF Byggforsk at taktekningen bør legges så raskt som mulig etter at det kombinerte undertaket og vindsperran er montert. Det er imidlertid ikke uvanlig at undertaket kan ligge eksponert for vær og vind opptil flere måneder før den endelige taktekningen blir montert. Det er derfor viktig å ta forholdsregler ved å avvente montering av varmeisolasjon, dampsperre og himling til etter at taktekningen er lagt.

En typisk oppbygging av en takkonstruksjon hvor kombinert undertak og vindsperre blir benyttet er vist i Figur 1.



Snitt A - A

Figur 1  
 Typisk oppbygning av skrått tretak med kombinert undertak og vindsperre. Figuren er hentet fra anvisning 525.102 *Isolerte skrå tretak med kombinert undertak og vindsperre* i Byggforskserien

## 2 Laboratorieforsøk

### 2.1 Lekkasjeveier og drivkrefter

Målet med laboratorieforsøkene var, som tidligere nevnt, å avdekke i hvor stor grad kombinerte undertak og vindsperrer slipper gjennom vann i byggeperioden inntil taktekning er montert og i hvilken grad regntettheten påvirkes av ulike parametre.

Tabell 1 viser mulige lekkasjeveier, drivkrefter og parametre av betydning ved de forskjellige lekkasjeveiene.

Tabell 1.

Teoretisk mulige lekkasjeveier, drivkrefter og parametre av betydning for regnlekkasje i forbindelse med klemte skjøter for ferdig monterte undertak på rull

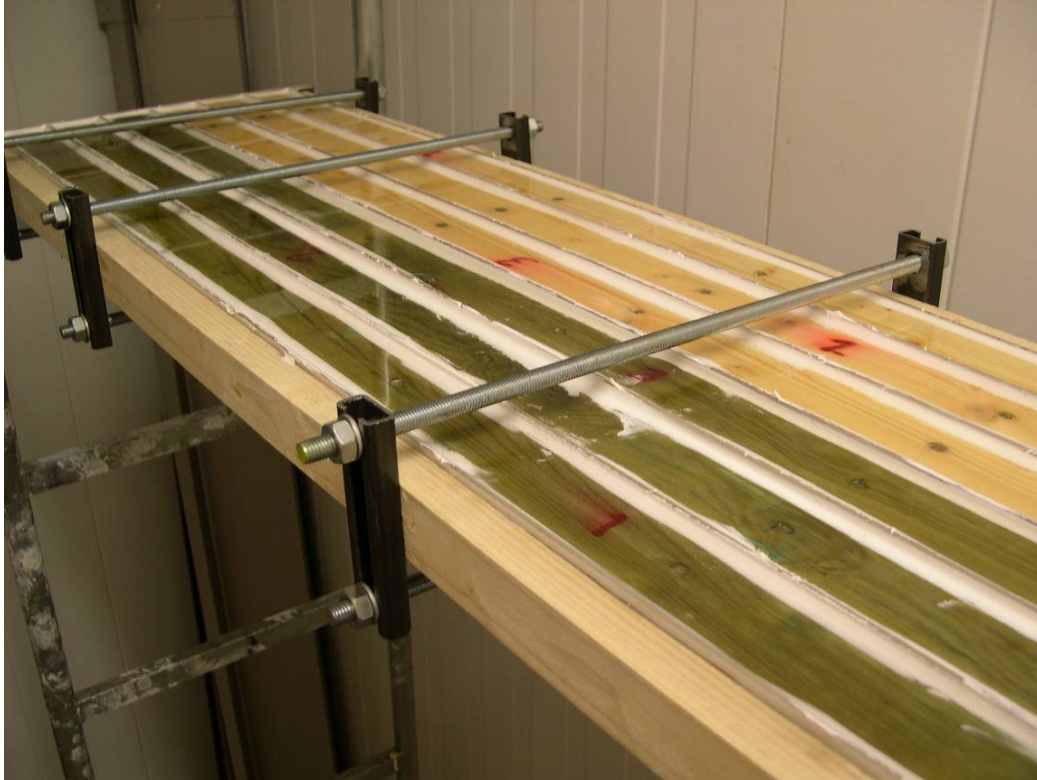
Mulige lekkasjeveier	Drivkraft	Parametre som kan være av betydning
Spikerhull langs spiker/skrue (gjennomgående spiker gjennom sløyfe)	Kapillærkraft Tyngdekraft Vindtrykkforskjell	Type festemiddel Grad av dukking av spikerhode
Gjennom selve sløyfen	Kapillærkraft Tyngdekraft	Trekvalitet Feil som sprekker, kvister og vridning
Mellom sløyfe og undertaksbelegg	Kapillærkraft Tyngdekraft Vindtrykkforskjell	Klemvirkning mellom sløyfe og undertaksbelegg - Type festemiddel - Utførelse (håndspikring versus maskinspikring) - Fuktinnhold i sløyfe og sperre ved montering - Fuktinnhold i sløyfe og sperre ved lekkasjens begynnelse - Antall oppfuktinger og uttørkinger av undertaket - Vindpåkjenning

### 2.2 Gjennomføring av laboratorieforsøk

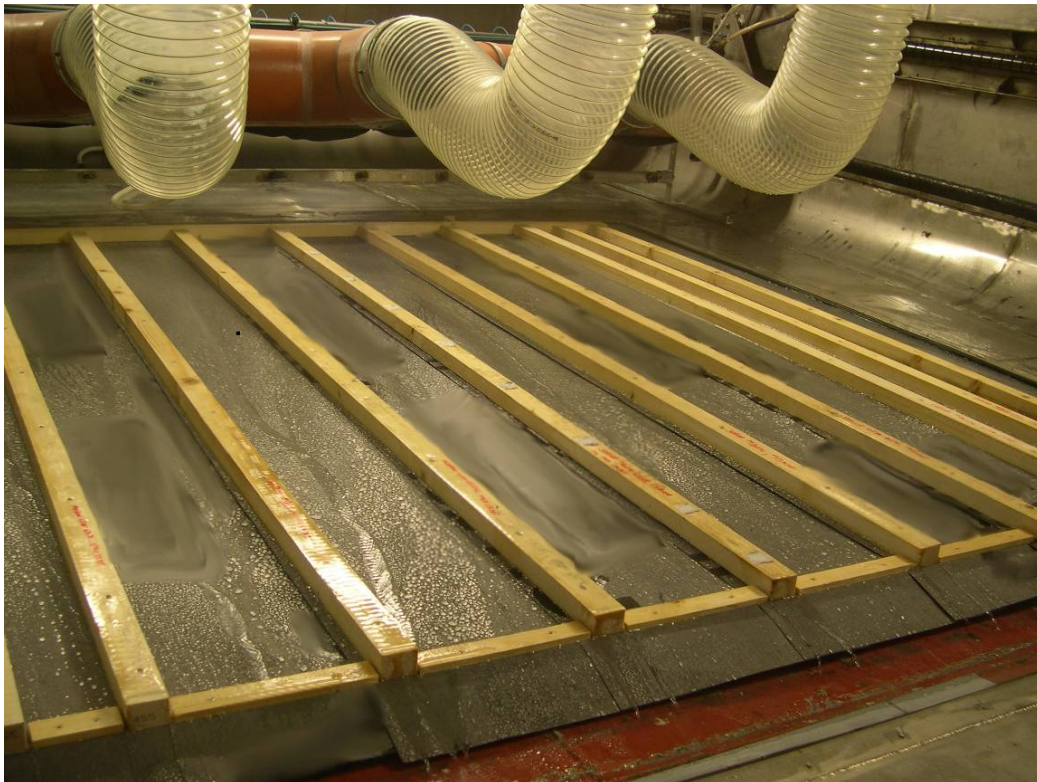
Laboratorieforsøket ble delt opp i to faser. Første fase omfattet undersøkelser av kapillært sug i tilknytning til spikerhull (gjennomgående spiker gjennom sløyfe) på horisontale lekter med ca. 3 mm stående vanntrykk ved en og flere gangers oppfukting, se Figur 2. Andre fase omhandlet regntetthetsprøving av undertak i RAWI-boks (turnable box for RAin and WInd tightness testing of sloping building surfaces). Et ferdig montert undertak, inkludert skjøter og med bruk av forskjellige festemidler for sløyfene, ble montert med takvinkel 15° og 30° og utsatt for regn og vind, se Figur 3.

Gjennomføring av prøvingen i fase 1 ble startet 13. november 2007 og pågikk til 11. januar 2008. For fase 2 ble prøvingen startet 28. januar 2008 og pågikk til 14. mars 2008.





Figur 2  
Fase 1, prøving av vanngjennomgang i sløyfer ved spikerplassering. Seks sløyfer montert sammen med pleksiglass i mellom og med en vannfilm etablert på oversiden av sløyfene.

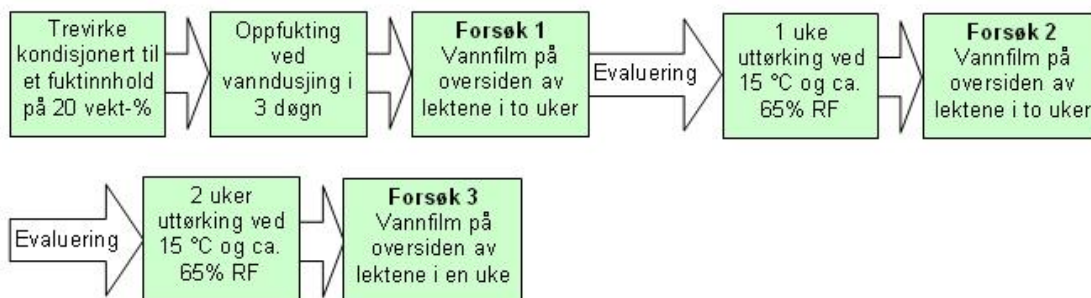


Figur 3  
Fase 2, prøving av undertaksfelt i RAWI-boks

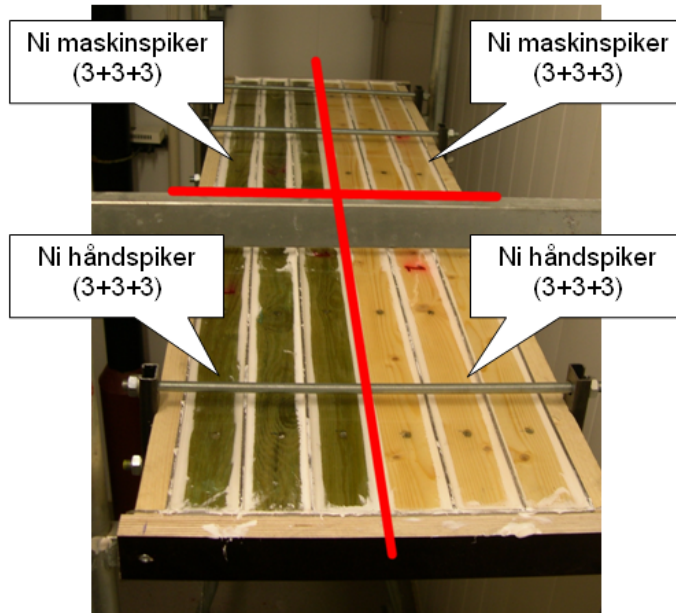
## 2.3 Laborieforsøk – Fase 1

### 2.3.1 Gjennomføring av forsøk - metode

- Tre lekter av trykkimpregnert material (klasse AB) med dimensjon 36x48 mm og tre lekter av ubehandlet justert trevirke (gran) med dimensjon 36x48 mm ble kappet i en lengde på 1,2 m.
- Lektene ble kondisjonert til et fuktinnhold på ca. 20 vekt-%.
- Det ble så spikret 3 håndspiker (varmforsinket skarpkant spiker 3,4 x 95 mm) og 3 maskinspiker (bandet varmgalvanisert/FZV kammet spiker 3,1 x 90 mm) i hver lekt med senteravstand mellom spikrene c/c 200 mm. Håndspikrene ble slått inn med hammer, og maskinspikrene ble skutt inn med spikerpistol. Maskinspikrene ble skutt ca. 3 mm inn i trevirket mens håndspikrene ble slått inn slik at spikerhodeoverflaten lå jevnt med overkanten av lektene. Totalt gav dette ni håndspiker og ni maskinspiker i ubehandlet trevirke og trykkimpregnert trevirke, se Figur 5 for illustrasjon.
- Lektene ble deretter lagt til oppfukning ved vandusjing i 3 døgn.
- Lektene ble montert sammen med pleksiglass mellom som vist på Figur 6. Kantene rundt pleksiglasset på oversiden av lektene ble forsegleet med fugemasse, se Figur 7.
- Braketten med lekter ble plassert i et rom med ca. 65 % RF og 20 °C, og en vannfilm på ca. 3 mm ble etablert på oversiden av lektene, se Figur 8.
- Daglig inspeksjon og påfylling av vann ble utført de neste to ukene (forsøk 1).
- Lektene ble så lagt til en ukes tørking ved klima 15 °C og ca. 65 % RF.
- Etter en evaluering ble det gjennomført en ny runde (forsøk 2) med vannfilm på overflaten av lektene. Forsøk 2 pågikk i to uker.
- Etter to uker med uttørring og en ny evaluering ble enda en runde (forsøk 3) med vannfilm på overflaten gjennomført over en uke. Se Figur 4 for skjematisk fremstilling av gjennomføringen av forsøk i fase 1.
- Underveis i forsøk 1 og 2 ble det gjort målinger på hvor store vannmengder som kom igjennom ved enkelte spikerplasseringer for trykkimpregnert materiale, se Figur 9, Figur 13 og Tabell 2. Spikerplassering i ubehandlet trevirke hadde for liten vanngjennomgang til å gjennomføre måling av vannmengde.



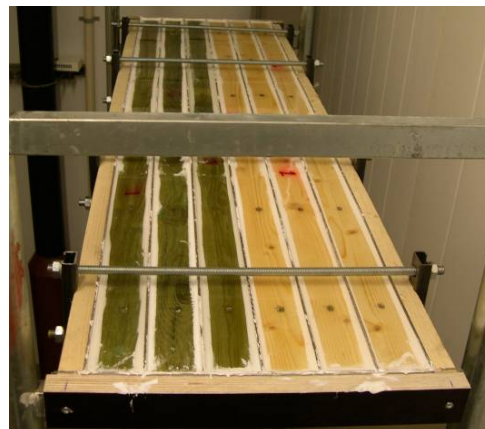
Figur 4  
Gjennomføring av fase 1 skjematisk fremstilt



Figur 5  
 Illustrasjon over antall håndspiker og maskinspiker i ubehandlet trevirke og trykkimpregnert trevirke



Figur 6  
 Lekter montert sammen til en brakett, sett nedenfra. Lektene er adskilt med pleksiglass.



Figur 7  
 Fugene mellom lektene og pleksiglasset er forseglet med fugemasse.



Figur 8  
 Vannfilm på ca. 3 mm på overflaten av lektene.

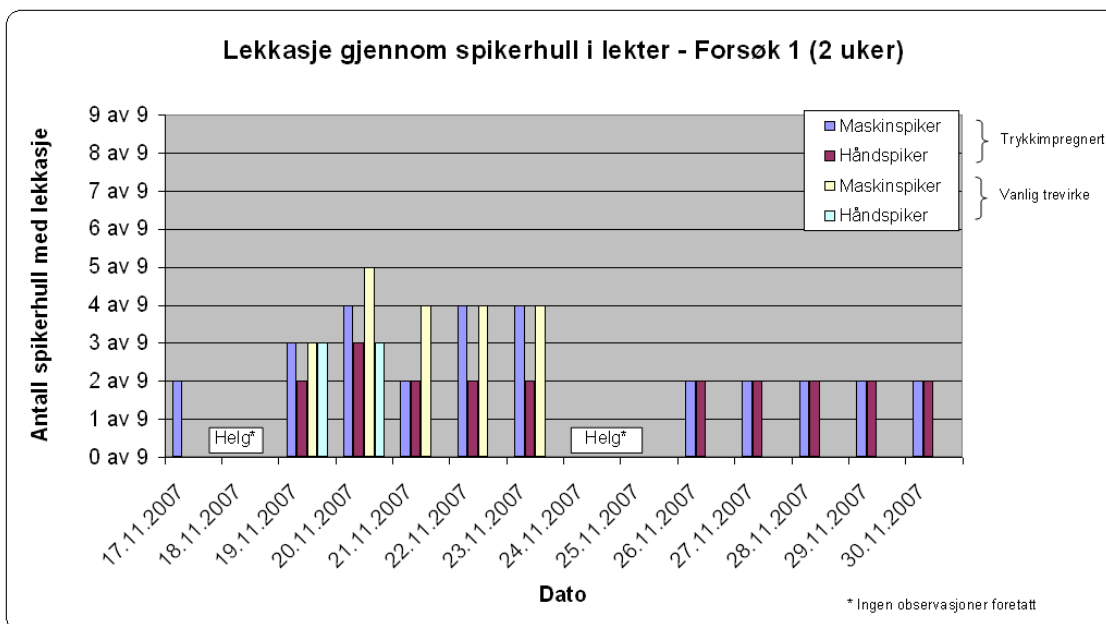


Figur 9  
 Oppsamling av vann i bokser under prøvene

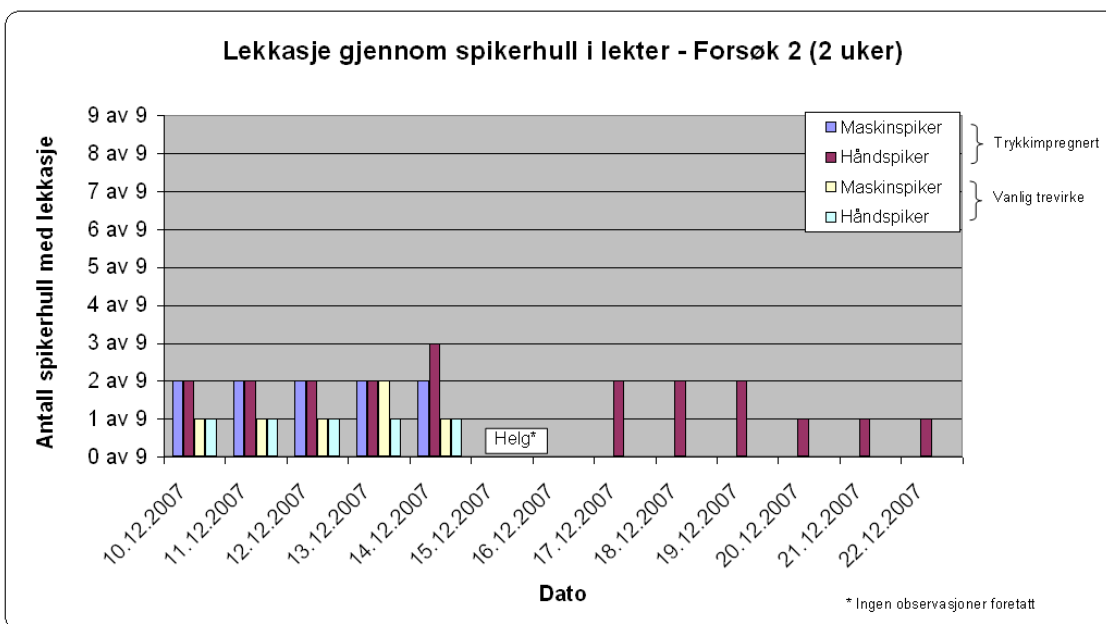


### 2.3.2 Observasjoner og resultater

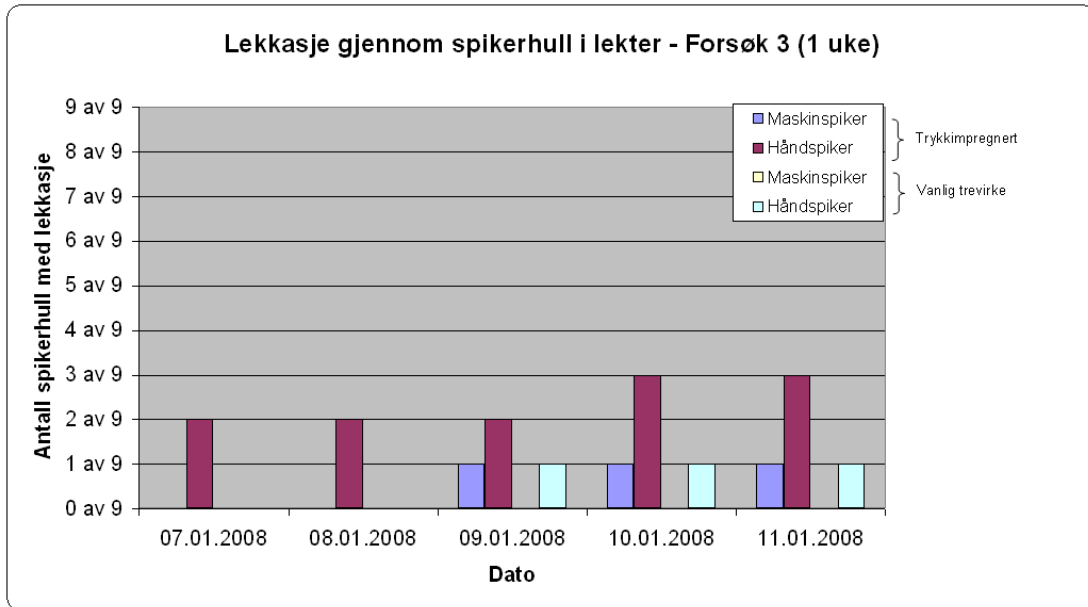
Tydelige fuktflekker ble observert på undersiden av sløyfene ved festemidlene for alle typer spiker og lekter den første uken for de tre forsøksrundene (forsøk 1, 2 og 3). Andre uken avtok fuktflekkene, spesielt for ubehandlet trevirke. Se Figur 10, Figur 11 og Figur 12 for prøveresultater. Forsøkene viste videre at trykkimpregnert trevirke har vesentlig mer vanngjennomgang gjennom spikerhull enn ubehandlet trevirke. For ubehandlet trevirke var lekkasjepunktene kun synlige som fukt i trevirket, se Figur 15 og Figur 17, mens det for trykkimpregnert trevirke ble observert vanngjennomgang i form av vandrdåper, se Figur 19. Tabell 2 og Figur 13 gir et inntrykk av hvor mye vann som kom igjennom spikerhull for trykkimpregnert materiale i løpet av ett døgn. Et utvalg byggetreprenerer SINTEF Byggforsk har vært i kontakt med bekrefter at sløyfer av ubehandlet trevirke blir mest benyttet ute i markedet.



Figur 10, Lekkasje gjennom spikerhull i lekter – Forsøk 1 (2 uker)



Figur 11, Lekkasje gjennom spikerhull i lekter – Forsøk 2 (2 uker)



Figur 12, Lekkasje gjennom spikerhull i lekter – Forsøk 3 (1 uke)

Tabell 2

Målt vanngjennomgang gjennom spikerhull i trykkimpregnert materiale (målt vannmengde i løpet av 24 timer)

Håndspiker nr. 1 og nr. 8	Forsøk 1	Forsøk 2			
	Spiker nr. 8 28.-29.nov.	Spiker nr. 8 12.-13.des.	Spiker nr. 8 13.-14.des.	Spiker nr. 1 11.-12.des.	Spiker nr. 1 13.-14.des.
Vannmengde	24,7 g 0,25 dl	62,4 g 0,62 dl	29,7 g 0,30 dl	58,1 g 0,58 dl	35,9 g 0,36 dl
Per time:	0,010 dl	0,026 dl	0,012 dl	0,024 dl	0,015 dl

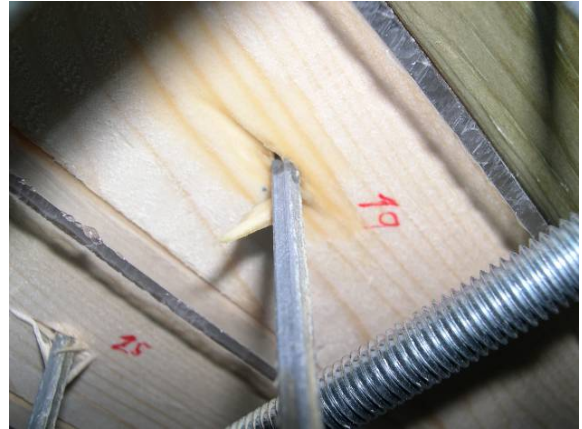


Figur 13

Figuren viser hvordan en vannlekkasje på 0,5 dl vil se ut på et betonggulv. Det er en liten vannmengde, men likevel godt synlig.



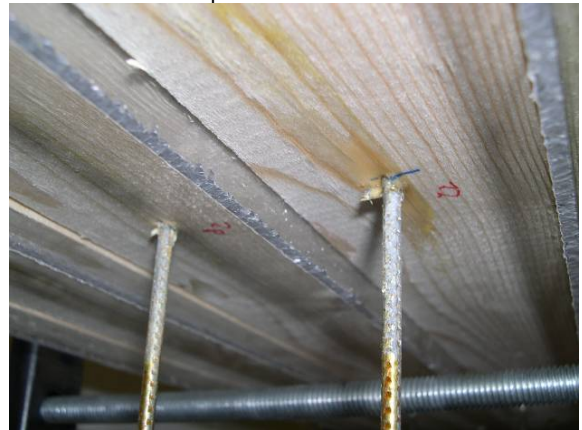
Figur 14  
Fuktflakk ved håndspiker i trykkimpregnert materiale



Figur 15  
Fuktflakk ved håndspiker i ubehandlet trevirke



Figur 16  
Fuktflakk ved håndspiker i trykkimpregnert materiale



Figur 17  
Fuktflakk ved maskinspiker i ubehandlet trevirke



Figur 18  
Fuktflakker i trykkimpregnert og ubehandlet trevirke



Figur 19  
Vanndråper ved maskinspiker i trykkimpregnert materiale

### **2.3.3 Vurdering av laboratorieforsøk**

SINTEF Byggforsk sin vurdering av resultatene fra forsøket i fase 1 er som følger:

- Det er sannsynlig at vann kan trenge gjennom spikerhull (gjennomgående spiker gjennom sløyfe) ved store nedbørmengder.
- Det kommer mer vann gjennom spikerhull i impregnert trevirke i forhold til ubehandlet trevirke.
- Vannlekkasjer gjennom spikerhull i ubehandlet trevirke avtar over tid og opphører etter omtrent en uke.
- Når det gjelder forskjell mellom maskinspiker og håndspiker kan vi ikke ut i fra forsøkene konkludere med at den ene typen er å foretrekke fremfor den andre med tanke på vanngjennomgang gjennom spikerhull.

## 2.4 Laborieforsøk – Fase 2

### 2.4.1 Prøveobjekt

Til prøvingen ble det bygget et takfelt på 2,45 m x 2,45 m bestående av 48 mm x 148 mm trevirke. Inn i takfeltet (rammen) ble det montert ni bjelker (48 mm x 148 mm) som Figur 21 viser, og prøvefeltet ble deretter tekket med forenklet undertak og vindsperre med innlagte vertikale klemte skjøter. Undertaket som ble benyttet i forsøket var av typen kombinert undertak og vindsperre på rull. Sløyfer av ubehandlet trevirke med dimensjon 36 mm x 48 mm ble festet i bjelkene med skruer (5,0 x 80 mm, 30 mm glatt stamme nærmest hode) og maskinspiker (bandet varmgalvanisert/FZV kammet spiker 3,1 x 90 mm). For noen skjøter ble det benyttet butyl tettebånd mellom sløyfe og undertak, mens det for en skjøt ble benyttet lapper av butyl tettebånd over skruer, se Figur 24. Tabell 3 angir plassering av undertaksskjøter på rammefeltet, hvor maskinspikrer/skruer er benyttet og hvor butyl tettebånd er benyttet. Spiker og skruer ble plassert med innbyrdes avstand c/c 300 mm. Tettestrekk ble lagt mellom sløyfe og undertak for bjelker som ikke har skjøt i undertaket, og i omlegget for bjelker som har skjøt i undertaket.

### 2.4.2 Prøvemethode

Prøvingen i fase 2 ble gjennomført i SINTEF Byggforsk sin RAWI-boks (turnable box for Rain and Wind tightness testing of sloping building surfaces). Prøvefelt montert med 15° takvinkel i RAWI-boks er vist i Figur 22. Prøvingen er gjennomført etter prinsippene i prøvemethodene NT Build 421 og NS-EN 12865:2001. Vann er påført som nedsilende vann, 1,7 l/(m·min), fra toppen av prøvefeltet og som slagregn, 0,3 l/(m<sup>2</sup>·min), over hele prøveflaten. Vindbelastning, pulserende lufttrykk, består av flere lasttrinn normalt med 10 minutters varighet for hvert trinn. Under prøvingen blir eventuelle lekkasjepunkt registrert og ved hvilken belastning (lasttrinn) disse oppstår.

### 2.4.3 Gjennomføring av forsøk

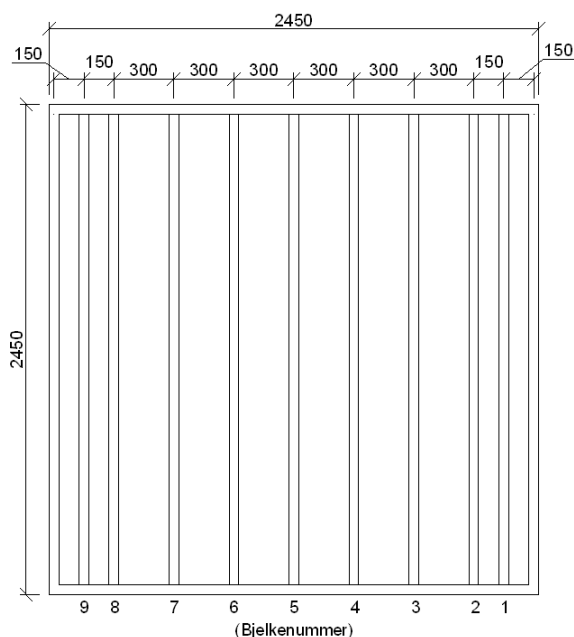
Fase 2 av forsøket ble gjennomført som beskrevet under. En skjematisk fremstilling av gjennomføringen er vist i Figur 20 og Tabell 4.

- Rammefeltet ble plassert i RAWI-boks med takvinkel 15° og utsatt for nedsilende vann uten vindtrykk. Nedsilende vann består av rennende vann, 1,7 l/(m·min), fra dyser i overkant av rammefeltet.
- Første runde i RAWI-boks ble startet tirsdag 29. jan. 2008 og bestod av kun nedsilende vann over en periode på tre uker. Lekkasjer ble observert på undersiden av undertaket under prøvingen, se Figur 23.
- Rammefeltet ble deretter tatt ut av RAWI-boks og satt til tørking ved ca. 20 °C og 10-20% RF i 14 dager. Trefuktighet ble målt i bjelker før og etter tørkeperioden.
- Andre runde i RAWI-boks ble startet 4. mars 2008. Feltet ble utsatt for kun nedsilende vann over en periode på 8 dager.
- Etter 8 dager med kun nedsilende vann ble det satt i gang pulserende lufttrykk med 300 Pa overtrykk i tillegg til nedsil. Dette for, om mulig, å fremprovosere lekkasjer rundt eventuelle utvidede spikerhull gjennom undertaket.
- Pulserende lufttrykk sammen med nedsilende vann ble kjørt på dagtid frem til kl. 16.00, mens prøvefeltet kun ble utsatt for vannpåføring alene om natta. Samme prosedyre ble gjennomført de to neste dagene. Takvinkel 30° ble benyttet etter at pulserende lufttrykk ble satt i gang.
- På dag nummer tre med pulserende lufttrykk (300 Pa) ble det på slutten av dagen gjennomført kjøring i RAWI-boks med flere pulserende lufttrykktrinn. De pulserende trinnene som ble testet var 450 Pa, 600 Pa og 750 Pa. Se Tabell 4 for mer informasjon.



Figur 20 Gjennomføring av fase 2 skjematisk fremstilt





Figur 21  
Rammefeltet (takfeltet) sett fra undersiden (alle mål i mm)

Tabell 3

Oversikt over festemidler, skjøter og bruken av butyl tettestreif for rammefelt med forenklet undertak

Bjelke nr	Skjøt i undertak	Type festemiddel	Butyl tettestreif	Kommentar
1	Nei	Maskinspiker	Ja	
2	Nei	Maskinspiker		
3	Ja	Maskinspiker	Ja	
4	Ja	Maskinspiker		
5	Ja	Skruer		Lapper med butyl tettestreif over skruehoder, se Figur 24.
6	Ja	Skruer	Ja	
7	Ja	Skruer		
8	Nei	Skruer	Ja	
9	Nei	Skruer		

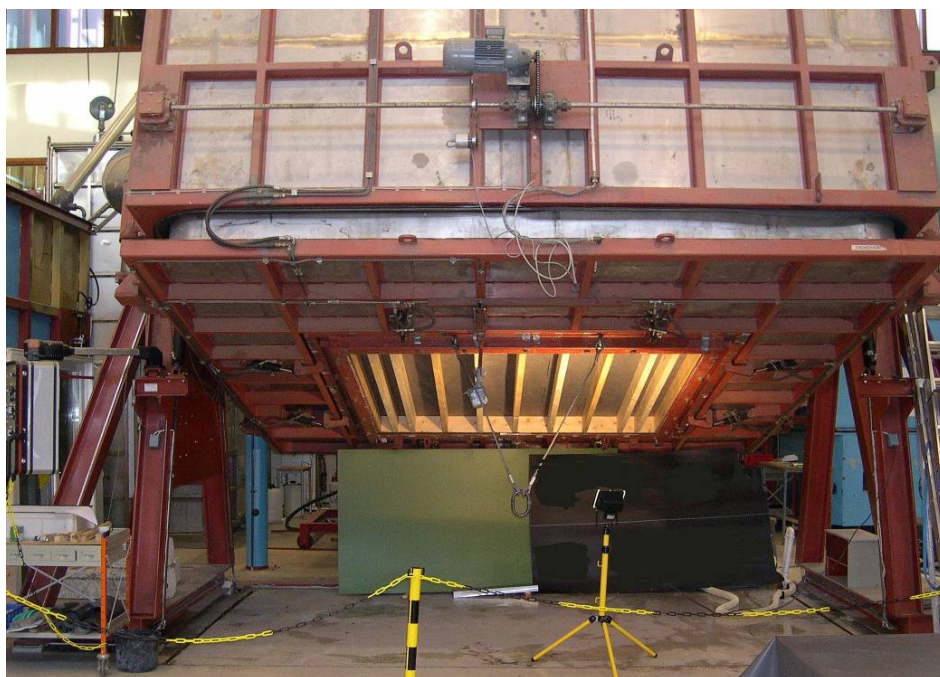
Tabell 4

Oversikt over prøving i RAWI-boks

Last-trinn	Tak-vinkel	Trykkforskjell over prøvefeltet <sup>1)</sup> [Pa]	Vindhastighet <sup>2)</sup> [m/s]	Vindstyrke Beaufort-skalaen	Tid fra start til avsluttet prøvetrinn	Nedsil	Slagregn	Kommentar
0	15°	0	0	Stille	3 uker	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
0	15°	0	0	Stille	8 dager	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	30°	0 til 300	22,3	Liten storm	8 timer x 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Slagregn kjørt i 1 time i starten på hver 8 timers periode
3	30°	0 til 450	27,3	Full storm	10 min.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	30°	0 til 600	31,6	Sterk storm	10 min.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	30°	0 til 750	35,3	Orkan	15 min.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

<sup>1)</sup> Overtrykk inne i RAWI-boksen i forhold til laboratoriet rundt.

<sup>2)</sup> Vindhastighet som gir same dynamiske vindtrykk som maksimal trykkforskjell.



Figur 22  
Prøving av undertaksfelt i RAWI-boks



Figur 23  
Undertaksfelt sett fra undersiden.

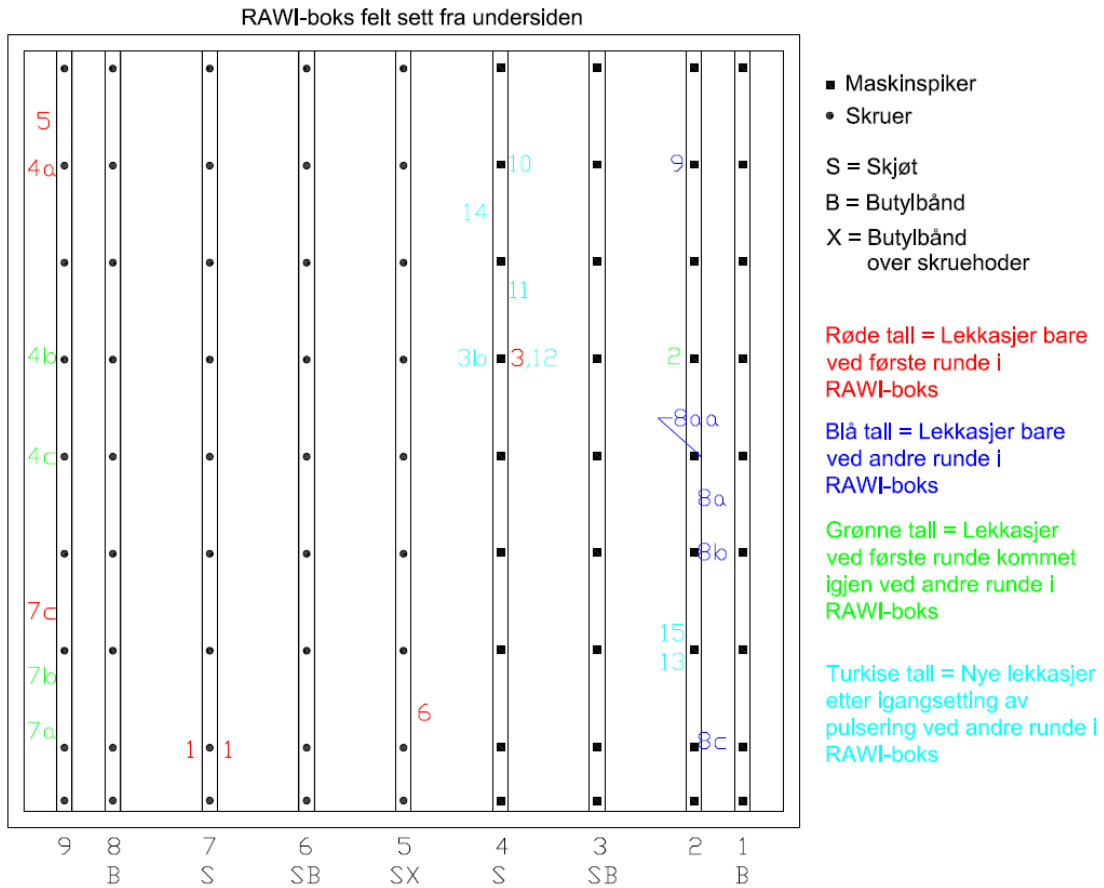


Figur 24  
Sløyfe med butyl lapper over skruerhoder

#### 2.4.4 Observasjoner og resultater

Lekkasjer som ble observert under prøving i RAWI-boks er markert i Figur 25. Alle lekkasjene var forholdsvis små og var hovedsakelig synlige som fuktmerker på bjelkene, se Figur 26 til Figur 29. Noen steder ble vandrdåper observert ved lekkasjepunkt, men dette var først etter at pulserende lufttrykk ble kjørt i tillegg til nedsilende vann, se Figur 30 og Figur 31. De fleste observerte lekkasjer var ved spiker-/skruer plassering, se Figur 25. Ingen lekkasjer ble observert ved bjelker hvor butylbånd ble benyttet.

Etter første runde med nedsilende vann i RAWI-boks ble trefuktigheten målt i bjelker og sløyfer før undertaksfeltet ble satt til tørking. Trefuktigheten i bjelkene hadde en snittverdi på 15 vekt-% for overkant av bjelkene (nærmest undertaket) og 11 vekt-% for underkant av bjelkene. Sløyfene hadde en trefuktighet på ca. 30 vekt-%. Etter to ukers tørking av undertaksfeltet var trefuktigheten for bjelker og sløyfer ca. 10 vekt-%.



Figur 25  
Oversikt over observerte lekkasjer for undertaksfelt

### 2.4.5 Vurdering av laboratorieforsøk

SINTEF Byggforsk sin vurdering av resultatene fra forsøket i fase 2 er som følger:

- Regnvann kan trenge igjennom ved spiker-/skruer i sløyfer.
- Bruk av butyl tettestreif under sløyfer gir økt sikkerhet mot lekkasjer.
- Det er små mengder vann som kommer igjennom ved riktig monterings god klemming.
- Når det gjelder forskjell mellom maskinspiker og skruer kan vi ikke ut i fra forsøkene konkludere med at den ene typen er å foretrekke fremfor den andre med tanke på vanngjennomgang ved spiker-/skruer plassering.



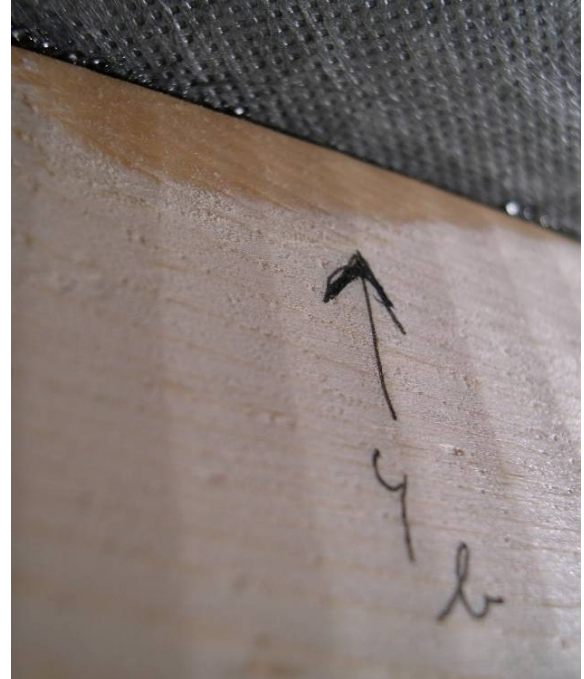
Figur 26  
Lekkasje nr. 1 under første runde med nedsilende vann



Figur 27  
Lekkasje nr. 2 under første runde med nedsilende vann



Figur 28  
Lekkasje nr. 3 under første runde med nedsilende vann



Figur 29  
Lekkasje nr. 4 under første runde med nedsilende vann



Figur 30  
Lekkasje nr. 8a og 8b under kjøring med nedsilende vann og pulserende lufttrykk



Figur 31  
Lekkasje nr. 14 under kjøring med nedsilende vann og pulserende lufttrykk



### 3. Vurderinger, oppsummering og konklusjon

De gjennomførte laboratorieforsøkene viser at det er sannsynlig at regnvann kan trenge igjennom ved spiker-/skrueplassering i sløyfer ved langvarig nedbør i byggeperioden før taktekning er montert. Forsøkene viser at bruk av butyl tettebånd mellom sløyfer og undertak eller i omleggsskjøt gir økt sikkerhet mot slike lekkasjer. Undersøkelsene viser at det er små mengder vann som kommer igjennom ved riktig monterte sløyfer med god klem. SINTEF Byggforsk vurderer at denne typen lekkasjer normalt ikke er et varig problem etter at taktekningen er montert så lenge takkonstruksjonen har god uttørkingsevne. Riktig utførte takkonstruksjoner med denne typen undertak har god uttørkingsevne.

SINTEF Byggforsk presiserer i sine anbefalinger at varmeisolasjon, dampsperre og himling ikke skal monteres før taktekningen er lagt for å ha kontroll med eventuelle utettheter og lekkasjer. Likeledes anbefales det at perioden fra undertaket er montert til taktekning kommer på plass blir kortest mulig. Resultatene fra denne undersøkelsen støtter opp under disse anbefalingene.

Forsøkene har vist at mer regnvann kan trenge igjennom ved spiker-/skrueplassering i sløyfer når det benyttes impregnert trevirke enn ved bruk av ubehandlet trevirke. Sløyfer av trykkimpregnert virke kan imidlertid være å anbefale i enkelte tilfeller med hensyn til sløyfenes, og dermed takets, bestandighet. Sløyfer i trykkimpregnert virke har normalt lenger levetid enn ubehandlet trevirke. Ønsker man å øke sikkerheten mot lekkasjer før taktekning kommer på plass, anbefales det at butyl tettebånd benyttes i omleggene under sløyfene. Det er også, som tidligere nevnt, viktig å presisere at god klemming av skjøter i undertaket er en vesentlig faktor for å få et tett undertak.

Når det gjelder forskjell mellom maskinspiker, håndspiker og skruer kan vi ikke ut i fra forsøkene konkludere med at den ene typen er å foretrekke fremfor den andre med tanke på vanngjennomgang ved spiker-/skrueplassering. Ved gjentatt oppfukning og uttørking av sløyfer viser forsøkene at vanngjennomgangen i sløyfene avtar over tid. Vindpåkjenning som gir blafring i undertaket kan være med på å øke faren for lekkasjer, men resultatene fra forsøket i RAWI-boks viser at det skal store påkjenninger til før at dette blir et problem.

# Referanser

- NT Build 421
  - Nordtest Method, Approved 1993-05 – *ROOFS: Watertightness under pulsating air pressure*
- NS-EN 12865:2001
  - *Bygningskomponenters og bygningsdelers hygrottermiske egenskaper - Bestemmelse av ytterveggsystemers motstand mot slagregn under pulserende lufttrykk*
- Byggforskserien
  - Byggdetalj 525.866 – *Undertak*
  - Byggdetalj 525.102 – *Isolerte skrå tretak med kombinert undertak og vindsperre*

**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 det tredje største byggforskningsinstituttet i Europa. Vi har rom både for store forskningssatsinger og for tett oppfølging av de mange små bedriftene. Vårt mål er bedre produktivitet og økt kvalitet i det bygde miljø.

**SINTEF Byggforsk** er Norges ledende formidler av forskningsbasert kunnskap til byggenæringen. Våre publikasjoner inneholder tilrettelagte erfaringer og resultater fra praksis og forskning. Vi utgir Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm, håndbøker, rapporter, faktabøker og beregnings- og planleggingsverktøy.