

TOR EVEN PEDERSEN, BERIT TIME OG ELLEN M. DEVOLD

Kledning med trespon – eksperimentelle laboratorie- undersøkelser og tidligere tiders erfaringer

Prosjektrapport 47

2009



SINTEF Byggforsk

Tor Even Pedersen, Berit Time og Ellen M. Devold

**Kledning med trespon
– eksperimentelle laboratorieundersøkelser og
tidligere tiders erfaringer**

Prosjektrapport 47 – 2009

Prosjektrapport nr. 47

Tor Even Pedersen, Berit Time og Ellen M. Devold

Kledning med trespon

- eksperimentelle laboratorieundersøkelser og tidligere tiders erfaringer

Emneord:

Tre, spon, kledning, fukt og slagregn

Prosjektnr: 3D0292

ISSN 1504-6958

ISBN 978-82-536-1115-0 (pdf)

© 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

Forord

Denne rapporten omhandler eksperimentelle undersøkelser av klimapåkjenning på trekledning av spon samt erfaringer med kledninger av spon fra tidligere tider. To typer sponkledninger og dobbelfalset liggende kledning er undersøkt i laboratoriet. Hensikten med forsøket har vært å sammenligne de tre kledningsvariantene i forhold til regntetthet, oppfukning på grunn av regn, samt uttørkingsevne.

Dette arbeidet er en del av FoU-prosjektet *Moderne miljø- og kostnadseffektive trefasader* som arkitektkontoret Studio Ludo AS i Stavanger er ansvarlig for. Prosjektet er støttet av Innovasjon Norge. Et av temaene vi jobber med er klimapåkjenninger på spon som fasadekledning. I den anledning har vi gjennomført ett storskala laboratorieforsøk med formål å studere regntetthet og uttørkingsforløp for to ulike fasadeløsninger med sponkledning sammenlignet med en tradisjonell fasadeløsning med dobbeltfalset liggende kledning.

I arbeidet med rapporten og utførelse av prøvingen har våre kolleger i SINTEF Byggforsk Sivert Uvsløkk, Stig Geving, John Nygaard, Øystein Holmberget, Kjell Arne Thorvaldsen og Einar Bergheim gitt viktige innspill og vært til god hjelp. Det har også samarbeidspartnerne i Studio Ludo ved Agnes Selheim og Atle Lenschow og produsent av sponkledning Norsk Spon ved Per Havdal. Vi ønsker også å rette en stor takk til Innovasjon Norge for finansiering av prosjektet.

Tor Even Pedersen og Berit Time er ansatt i SINTEF Byggforsk. Ellen M. Devold er ansatt i NAL, Ecobox.

Trondheim, september 2009

Berit Time
SINTEF Byggforsk
Prosjektleder

Innhold

Forord	3
Innhold	4
1. Innledning	5
2. Spon som tekking og kledning - erfaringer fra tidligere tider	7
3. Laboratorieforsøk	9
3.1. Hensikt	9
3.2. Prøveobjektene.....	9
3.3. Oppbygning av veggfelt.....	11
3.4. Prøvemethoder	13
3.4.1. Generelt.....	13
3.4.2. Delforsøk 1- Regntetthet uten vindtrykk – kapillæroppsug.....	13
3.4.3. Delforsøk 2 - Regntetthet med vindtrykkforskjell over vindsperren	14
3.4.4. Delforsøk 3 - Regntetthet med vindtrykkforskjell over utvendig kledning	14
3.4.5. Måling av regngjennomgang	14
3.4.6. Trefuktighetsmåling ved hjelp av fastmonterte elektroder	15
3.4.7. Trefuktighetsmåling ved hjelp av mobile elektroder	16
3.4.8. Generelt om trefuktighetsmåling	17
4. Resultater	19
4.1. Observasjoner av regnlekkasjer	19
4.1.1. Delforsøk 1 - Nedsilende regn uten vindtrykk.....	19
4.1.2. Delforsøk 2 - Slagregn med liten vindtrykkforskjell over kledningen.....	19
4.1.3. Delforsøk 3 - Slagregn med stor vindtrykkforskjell over kledningen.....	20
4.2. Målt trefuktighet	21
4.2.1. Trefuktighetsmåling ved hjelp av fastmonterte elektroder	21
4.2.2. Trefuktighetsmåling ved hjelp av mobile elektroder	23
4.2.3. Kommentarer til resultatene.....	26
5. Vurderinger og anbefalinger	27
5.1 Klimapåkjenning og regntetthet for fasader med spon	27
5.2 Uttørkingsevne.....	27
5.3 Konklusjon og anbefalinger	28
Referanser	29

1. Innledning

Bruk av ubehandlet trekledning har de senere årene blitt mer aktuelt. Bakgrunnen for dette har i hovedsak vært ønsker i forhold til arkitektur, design, miljøforhold og ønske om lite vedlikehold. Trematerialer med spesielle egenskaper har blitt etterspurt og tradisjonsbåren kunnskap har igjen blitt aktualisert. Økt etterspørsel fra arkitekter og byggherrer har gjort at mange produksjonsbedrifter og leverandører nå tilbyr ulike typer og kvaliteter kledningsprodukter og andre produkter basert på tidligere tiders kunnskap. Kledninger av spon er en type trekledning som har fått ny interesse de senere årene, se Figur 1.1 og Figur 1.2.



Figur 1.1
Enebolig med kledning av sagd spon oppført i Stavanger-området.

Arkitekt: Hoem og Folstad

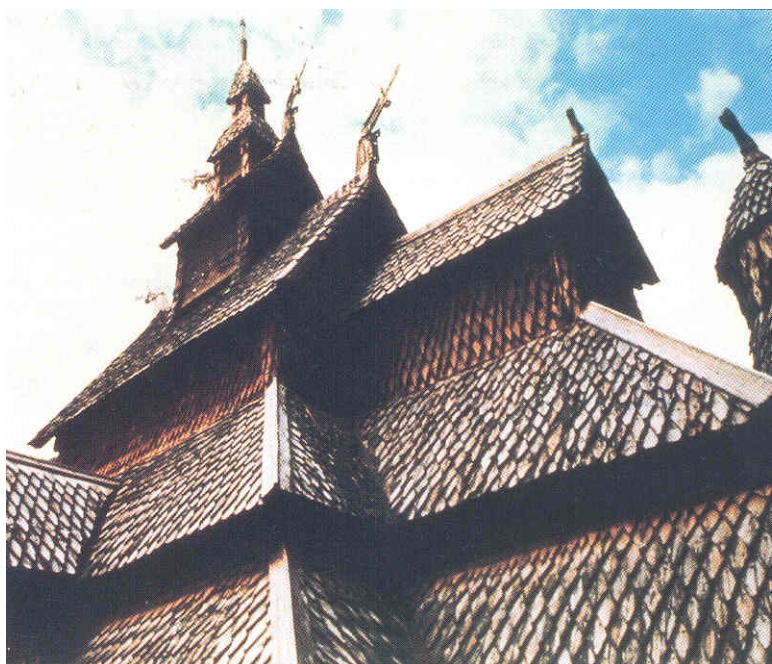


Figur 1.2
Enebolig med kledning av kløyvd spon oppført i Østerrike. Kledningen er i tidligfasen av gråningsprosessen.
Arkitekt: Walter Unterrainer.

Det har blitt stilt en del spørsmål knyttet til sponkledningers beskyttende evne /evne til å motstå klimapåkjenninger i værutsatte strøk. I dette prosjektet, *Moderne, miljø- og kostnadseffektive trefasader*, har vi sett nærmere på sponkledde fasaders regntetthetsegenskaper og uttørkingsevne gjennom en større laboratorieundersøkelse. To svært ulike typer sponkledning er blitt undersøkt, analysert og sammenlignet opp mot/med en tradisjonell liggende dobbelfalset kledning. Undersøkelsen er gjort rede for i sin helhet i kapitel 3 i denne rapporten.

2. Spon som tekking og kledning - erfaringer fra tidligere tider

Spon ble i Norge historisk først og fremst brukt som taktekking og i noe mindre grad som veggkledning. Spontekking er en fellesbetegnelse for flere typer av taktekkinger, og i mindre grad veggkledninger, som alle består av korte trestykker som er lagt delvis over hverandre på en måte som gir et skjullet utseende. På tak har tradisjonen vært at tekkingen kommer i tillegg til et underliggende bordtak og fungerer dermed som en ytre tekking. Konstruksjonen er fleksibel på den måten at mindre deler av tekkingen i mange tilfeller kan byttes ut for seg. Leggemåten for spon har variert med type spon, detaljene i utformingen og de klimatiske forholdene på stedet. Tynne spon dvs. flis har også vært mye brukt som undertak under tegl.



Figur 2.1

På stavkirkene er gjerne takene tekket med spon, en del av dem har også sponkledde veggpartier. Foto fra Godal (1994).

Spon som tekking og kledning deles ofte i undertyper. Slike kan være kirkespon, stikker, fliser, bræder og skingel. De ulike undertypene kjennetegnes videre ved måten de er framstilt og lagt på. Fra gammelt av var det vanligst å framstille spon ved kløyving. Kirkespon og stikker er kløyvd og bearbeidet med øks (telgjet), mens skingel er en betegnelse på spon som normalt er sagd. Fra gammelt av ble all spon kløyvd og telgjet, mens sagd spon ble tatt i bruk på et senere tidspunkt.

Tradisjonelt ble virke til sponen tatt fra nedre del av stammen på tettvokst og rettvokst furu. For å finne egnet virke så en, i alle fall på Østlandet, etter "skjellbark" og ikke etter bark som ser ut som høydekoter på et kart. Stokken ble kappet i de lengder en ønsket mellom 35 og 60 cm. 40-50 cm var mest vanlig på det som nå ligger på middelalderkirkene i Norge. Stokkene ble deretter kløyvd i fire og deretter i flere slik at sponen fikk stående årringer. Det har vært diskusjon om det har betydning om overflaten står med kløyvd overflate, eller om den er telgjet. Dette er vanskelig å se på gamle spon selvfølgelig, men Riksantikvaren mener nå at den godt kan telgjes og at den har blitt det også tidligere, men da selvfølgelig slik at hakkene etter øksa vender ned når sponen er lagt. Erfaring fra de siste 15 års restaureringsprosjekter har også vist at det har betydning at sponen legges luftig. Ujevnhetene som en kløyvd og telgjet spon får bidrar til at sponene ikke ligger helt

tett på hverandre noe som gjør at sponen ligger mer luftig og får bedre uttørkingsevne. Dette er en fordel når en vil unngå råte.

Festemetode og festemiddel er et viktig tema for sponkledde fasader. Det naturlige i dag vil logisk nok være å ha skjult spikring/skruing for å unngå vanninntregning. Men med hensyn til utskiftning av enkeltspen er det imidlertid ikke så praktisk verken nå eller tidligere. I alle de eldste eksemplene som er bevart fra middelalderkirker i Sverige og Norge er sponen festet med spiker som ikke er skjult under neste spon¹. På den måten er det lett å skifte spon. Vanninntregning (kapillært sug) ved spikeren har ikke vært et problem som har gitt skader, dette fordi smidd spiker har et stort hode som beskytter. Spon ble også i mange tilfeller festet med treplugger. Hva som er hensiktsmessig i dag må vurderes. Hvor god innfesting som er nødvendig er et annet tema avhengig av blant annet klimatiske forhold. Er spikeren for glatt beveger sponen seg mye. Kun ett feste i hver spon er en selvfølge for spon som har ligget lenge, med flere festepunkter sprekker den lettere.

Det er gjort mye grundig registrerings- og analysearbeid i forbindelse med bevaringen av middelalderkirker og andre bygninger og det finnes relativt mye litteratur innenfor tema relatert til bygningsvern og bevaring. Håndverksregisteret/Norsk håndverksutvikling på Maihaugen, Norsk Institutt for kulturminneforskning og Riksantikvaren har arbeidet med tema spon i flere prosjekter i nyere tid (blant annet i prosjektet *Tre i tiden 2004-2005*, *Middelalderprosjektet* og *Stavkirkeprogrammet*). Jon B. Godal har også stor kunnskap om tema og har utgitt flere publikasjoner. Se referanselista.

¹ Opplysning fra håndverker Hans Marumrud som har studert temaet som stipendiat ved Norsk Håndverksutvikling og senere i Riksantikvarens Stavkirkeprogram.

3. Laboratorieforsøk

3.1. Hensikt

Fasadekledninger av spon har overlapper og skjøter som skiller seg fra mer vanlige trekledninger som f.eks tømmermannspanel og dobbeltfalset liggende kledning. Det har derfor vært en del usikkerhet knyttet til slike kledningers regntetthet og uttørkingsevne etter oppfukning av nedbør.

Kunnskap om regntetthetsevne og uttørkingsevne for en fasadekledning i tre må kartlegges fordi;

- Kravet til kvalitet og oppbygging av vindsperresjiktet (bakveggen) avhenger av fasadens tetthet mot regn.
- Bestandigheten til en trekledning avhenger i stor grad av fuktnivået i kledningen over tid. Dette er bakgrunnen for at en har fokus på at konstruksjonene skal ha god uttørkingsevne. Dette øker bestandigheten og levetiden.

Formålet med de eksperimentelle laboratorieundersøkelsene er derfor å undersøke ulike sponkledningers regntetthets- og uttørkingsevne for å kunne si noe om krav til vindsperresjikt og sannsynlighet for god bestandighet.

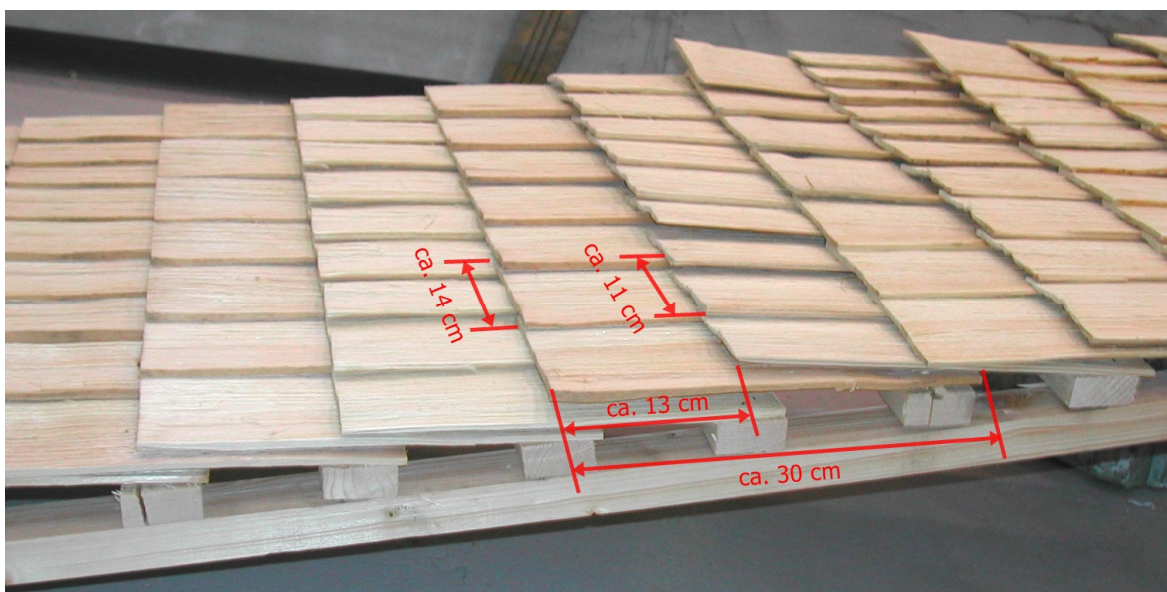
3.2. Prøveobjektene

Trekledningsvariantene som ble testet i forsøket var:

- Kløyvd sponkledning
- Sagd sponkledning
- Dobbeltfalset liggende kledning

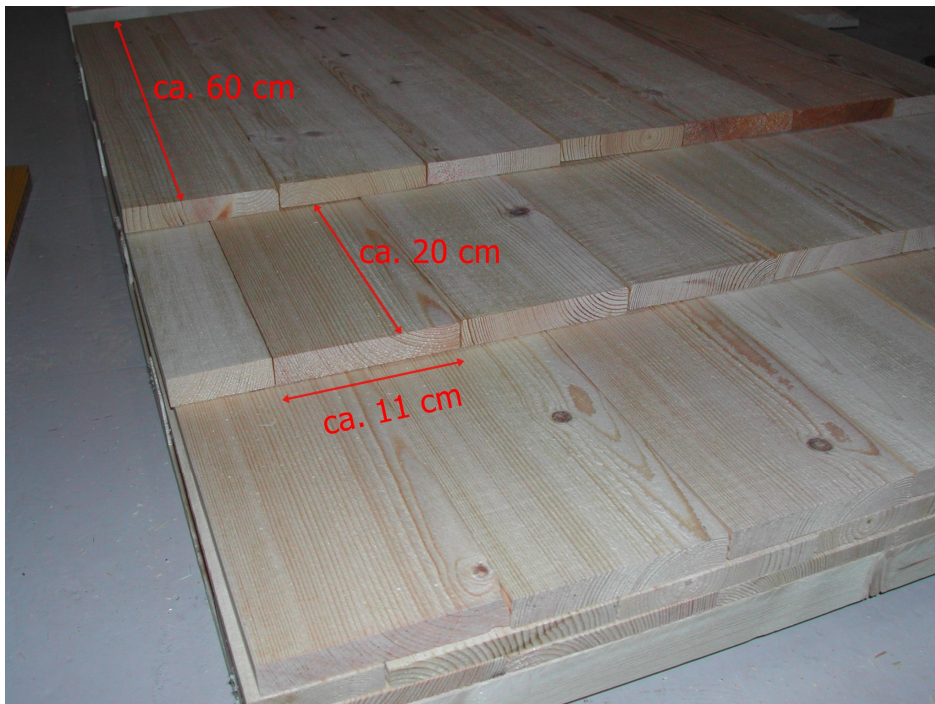
Sponkledningene som er undersøkt og studert er kommersielt tilgjengelige produkter. Sagd spon er levert av Materialbanken og kløyvd spon er levert av Per Havdal.

Kløyvd spon som ble brukt i forsøket var tatt ut fra furu, både yteved og kjerneved. Sponen, stikkene, blir kløyvd ut fra stokken med kniv eller annet egnet verktøy. Se Figur 3.1.



Figur 3.1
Kløyvd spon, stikker

Sagd spon som ble brukt i forsøket var tatt ut fra malmfuru, både flaskskåret (tangentielt) og kantskåret (radielt). Sagd spon, skingel, er som navnet sier fremstilt ved saging. Se Figur 3.2.



Figur 3.2
Sagd spon, skingel

Dobbelfalset liggende kledning som ble brukt i forsøket var av gran. Se Figur 3.3.



Figur 3.3
Alle de tre kledningsfeltene. Kløyvd spon til venstre, dobbelfalset kledning i midten og sagd spon til høyre.

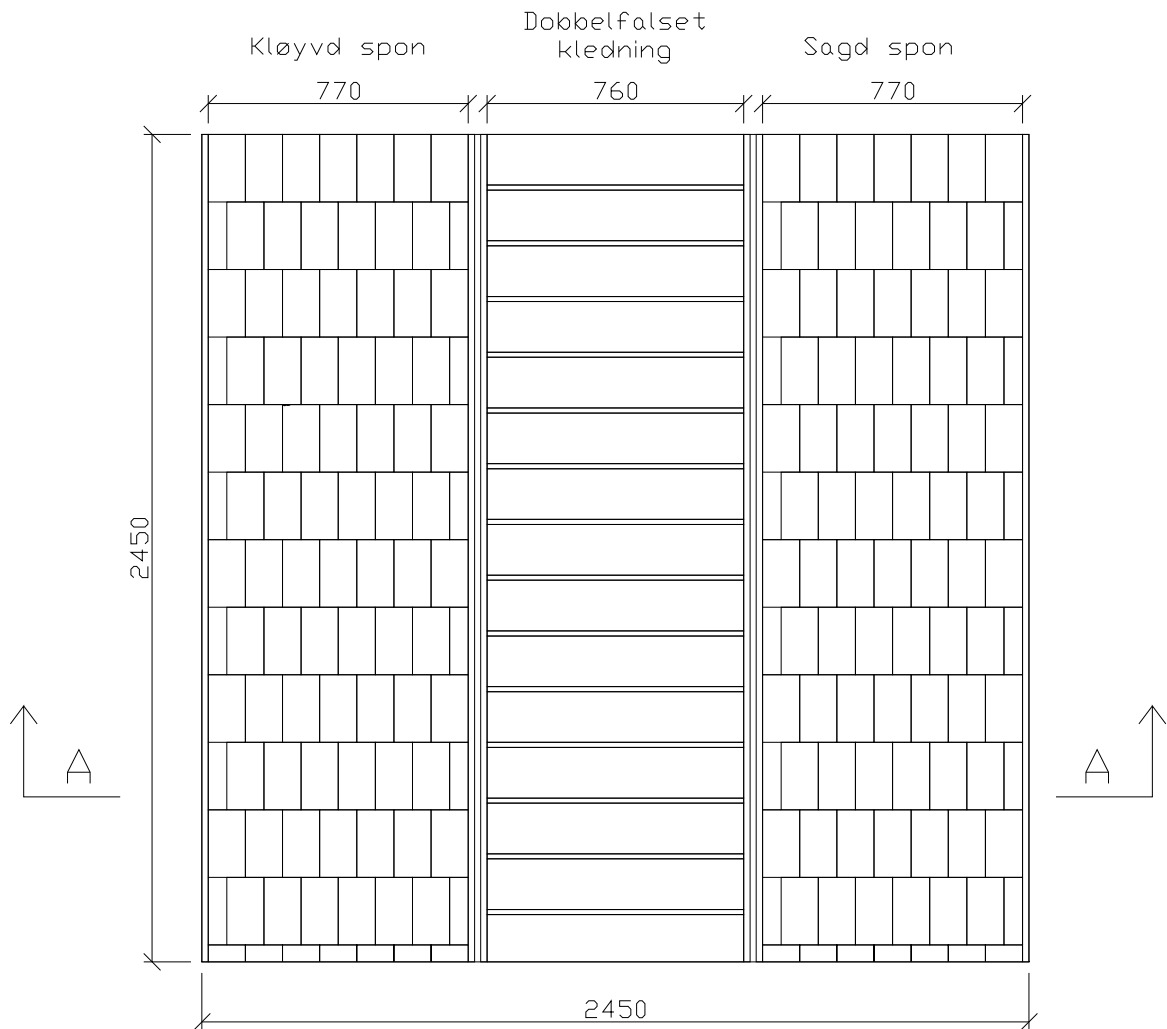
Ingen av kledningsfeltene hadde noen form for overflatebehandling. Montering av kledningene ble gjort i henhold til produsentenes leggeanvisninger og Byggforskseriens anvisninger. Feltet med sagd spon ble montert med både flaskskåret og kantskåret spon. Det ble lagt flaskskåret spon på ene halvdel av feltet og kantskåret på andre halvdel (vertikal delt). Feltet med kløyvd spon fikk SINTEF Byggforsk levert ferdig montert fra produsent (Norsk Spon.no).

3.3. Oppbygning av veggfelt

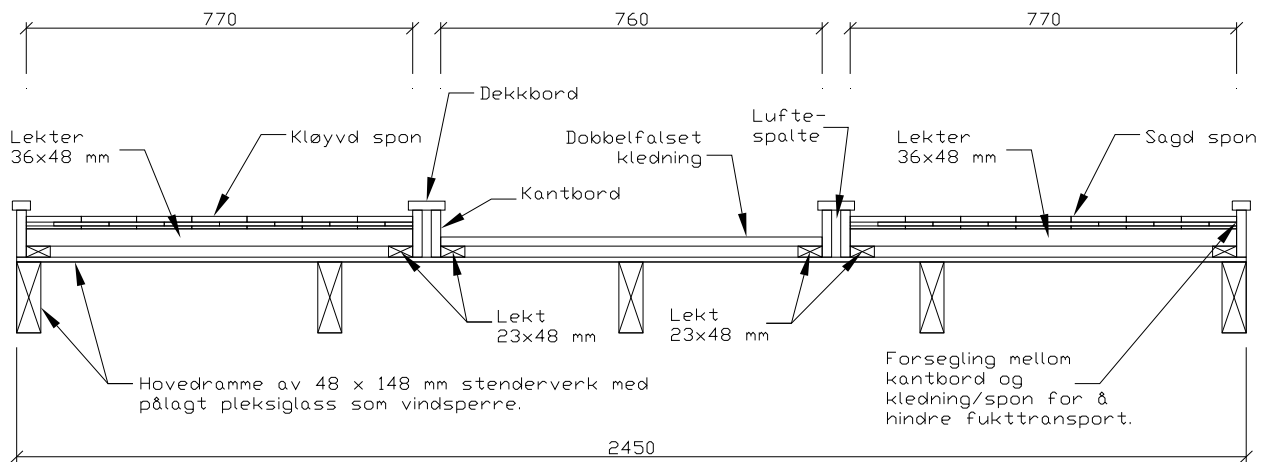
Alle tre kledningsfeltene ble montert på ett og samme veggfelt i SINTEF Byggforsks laboratorium av personale fra SINTEF. Veggfeltet hadde ytre mål på 2,45 m x 2,45 m. Se Figur 3.4. og Figur 3.5. for tegninger som viser oppbygningen av veggfeltet.

Kledningsflakene ble beskyttet mot direkte regn ved øvre kant og ved alle sidekantene ved hjelp av fugemasse, dekkbord og remser av takfolie. Folieremsene ble klemt mot utvendig side av kledningene ved hjelp av lekter og skruer. Se Figur 3.6.

Veggfeltet hadde gjennomsiktig ”vindsperre” av leksanplater slik at en kunne observere om det kom vann gjennom kledningen samtidig som forsøkene pågikk. Se Figur 3.7.



Figur 3.4
Veggfelt sett forfra



Figur 3.5
Snitt A-A



Figur 3.6
Veggfelt montert i ramme og klar til innheising i RAWI-boks

3.4. Prøvemethoder

3.4.1. Generelt

Regntetthetsprøvingen ble gjennomført i SINTEF Byggforsks RAWI-boks (turnable box for RAin and WInd tightness testing) hvor veggfeltet ble utsatt for ønskede kombinasjoner av regn og vindtrykk. Prøvingen ble gjennomført tilsvarende NT Build 116, men med visse tillempninger. Regntetthetsprøvingen ble delt i tre deler:

Delforsøk 1: bare nedsil, uten vindtrykk

Delforsøk 2: med nedsil og slagregn, vindtrykk mot feltet, men med minimal trykkforskjell over utvendig kledning

Delforsøk 3: med nedsil og slagregn, vindtrykk mot feltet og stor trykkforskjell over kledningen

3.4.2. Delforsøk 1- Regntetthet uten vindtrykk – kapillæroppsug

Under delforsøk 1 ble prøvelfeltet utsatt for bare vann og ikke noe vindtrykk. Feltet ble utsatt for vannpåsprøyting fra en dyserekke litt ovenfor toppen av feltet (nedsil). Dysene var flyttet litt ut fra veggen slik at de sprøytet vann inn på øvre del av feltet. Veggfeltet ble utsatt for en vannmengde på 1,7 l/(m minutt) i ca. 5,5 timer. Prøvelfeltet ble skråstilt noen grader under vannpåføringen slik at en sikret at vannet rant langsmed overflaten. Hensikten med denne prøvingen var å undersøke kapillæregenskaper på de tre kledningsvariantene. Under forsøket ble det observert om det var synlig fukt på baksiden av kledningsbordene. I tillegg ble fuktinnholdet målt gjentatte ganger ved hjelp av fastmonterte elektroder for hver av de tre kledningsvariantene. Se Figur 3.7.



Figur 3.7
Måling av fuktinnhold ved hjelp av fastmonterte elektroder

3.4.3. Delforsøk 2 - Regntetthet med vindtrykkforskjell over vindspærren

Delforsøk 2 av regntetthetsprøvingen ble gjennomført på samme prøvelfelt som for delforsøk 1, men etter at prøvelfeltet hadde får tørke i ca. 20 timer i RAWI-boks. Feltet ble så utsatt for regn både fra dyserekkene oppe, som ved første forsøk, og fra regn som ble blåst mot prøvelfeltet ved hjelp av luftdysere (slagregn). Luftdysene er festet til en horisontal bom som beveger seg vertikalt under prøvingen slik at hele prøvelfeltet ble utsatt for slagregn under forsøket. Avstanden fra luftdysåpningene og til kledningen på prøvelfeltet var 0,6 m. Under prøvingen ble lufttrykket i skapet og lufthastigheten ut av dysene økt trinnvis slik det framgår av Tabell 2. Under dette regntetthetsforsøket var "vindspærresjiktet" av leksan-plater kontinuerlig og derfor forholdsvis lufttett, mens dreng- og luftspaltene nede var åpne. Det medførte at det aller meste av vindtrykkforskjellen ble over "vindspærresjiktet", mens det ble liten trykkforskjell over den utvendige kledningen.

3.4.4. Delforsøk 3 - Regntetthet med vindtrykkforskjell over utvendig kledning

Forut for dette forsøket ble deler av "vindspærresjiktet" demontert ved at to leksanplater ble tatt ut slik at det ble to store åpninger, hver på 0,8 m x 0,4 m. Se Figur 3.8. Dette ble gjort for å få en ekstra stor påkjenning med tilnærmet hele vindtrykkforskjellen over kledningen. Dette tilsvarer en "ekstrem situasjon" for en trekledning som er montert på en uisolert vegg, for eksempel en garasje, uten vindspærre eller andre tettende sjikt innenfor den utvendige kledningen. For resultater, se Tabell 3. For øvrig ble dette forsøket gjennomført tilsvarende regntetthetsprøving i delforsøk 2.



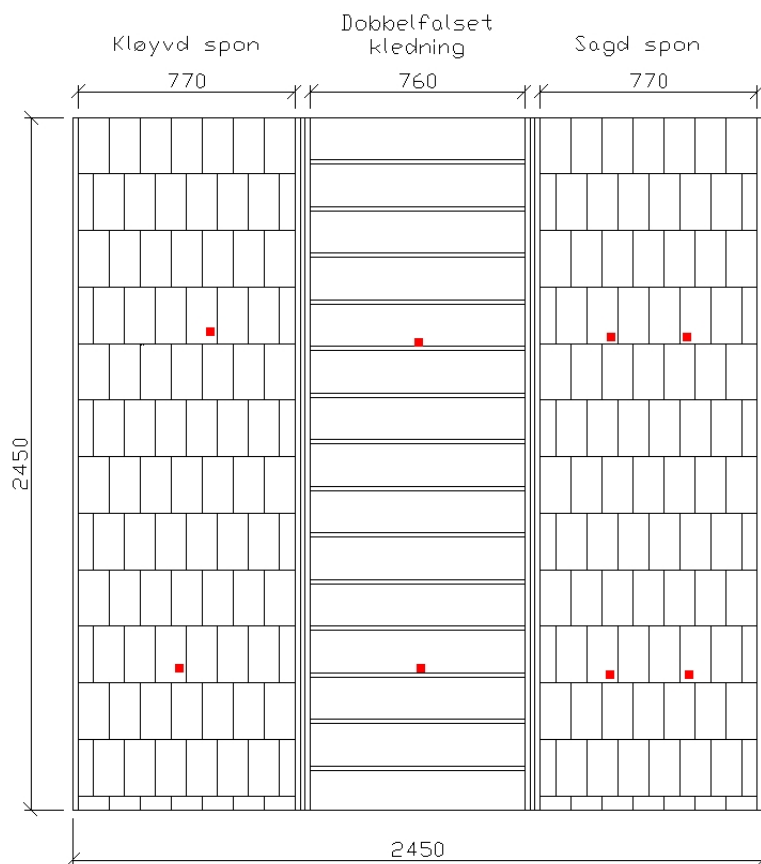
Figur 3.8
Deler av "vindspærresjiktet" er demontert ved at to leksanplater er tatt ut.

3.4.5. Måling av regngjennomgang

For å måle mengden av eventuelt vann som kom gjennom kledningene ble det for hver av kledningsvariantene montert en oppsamler for vannet som rant ned langs etter vindspærren. Vannet ble ledet via plastslanger til målekolber slik at oppsamlet vannmengde pr. tid kunne beregnes. På grunn av ujevne overflater ble det ikke montert vannsamlere for vannet som rant ned langs etter kledningens bakside.

3.4.6. Trefuktighetsmåling ved hjelp av fastmonterte elektroder

For å kunne følge oppfuktings- og uttørkingsforløpet over tid ble det montert inn elektroder i de forskjellige kledningsvariantene. To elektrodepar ble montert i feltet med kløyvd spon og dobbelfalset kledning, mens det i feltet med sagd spon ble montert fire elektrodepar. Som elektroder ble det brukt treskruer som ble skrudd inn fra baksiden av kledningsvariantene, se Figur 3.10. Elektrodene ble plassert ca. 70 cm fra overkant av feltene og ca. 40 cm fra underkant av feltene. Se Figur 3.9 for plassering av elektroder. For kløyvd spon ble elektrodene montert gjennom bakerste spon og inn i neste spon, se Figur 3.11 og Figur 3.12 for nærmere beskrivelse. For dobbelfalset kledning ble elektrodene montert i falsen slik at skruen gikk gjennom overliggende fals og inn i underliggende fals av kledning, se Figur 3.13. For sagd spon ble det montert to elektroder i flaskskåret spon (en oppe og en nede av feltet) og to elektroder i kantskåret spon (en oppe og en nede av feltet). Disse ble montert med isolator på bakerste del av skruen, slik at fuktmålingsområde ble mellom fremste og andre sponlag, se Figur 3.14. Trefuktigheten ble målt før prøvingen startet, under prøvingen og flere ganger når prøvelfeltet stod til tork i RAWI-boksen. Målingene ble gjort med en trefuktighetsmåler av typen FME Moisture Meter fra AB Brookhuis, se Figur 3.18.



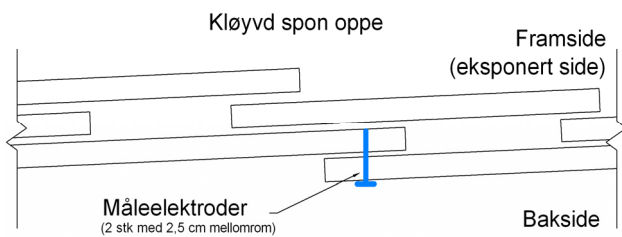
Figur 3.9

Ca. plassering av fastmonterte elektroder. Elektrodene ble montert fra baksiden av feltene og gikk ikke igjennom yttersjiktet.

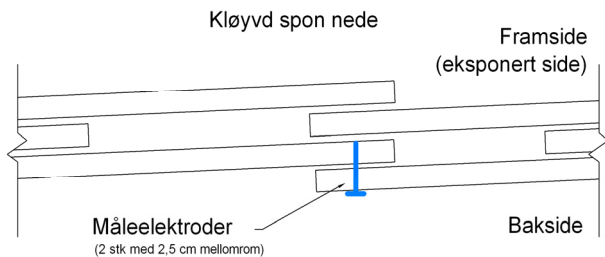


Figur 3.10

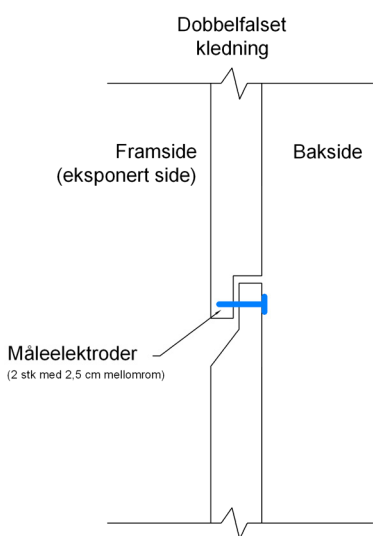
Monterte elektroder i kløyvd spon



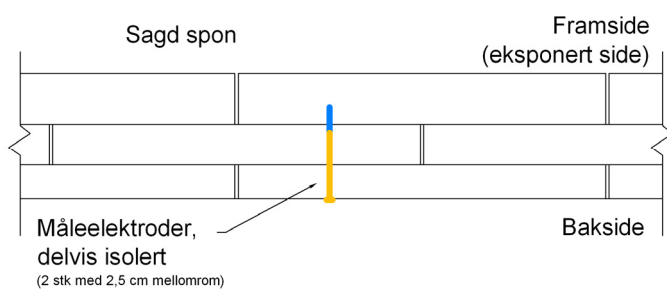
Figur 3.11
Horisontalsnitt som viser plassering av fastmonterte elektroder oppe på feltet med kløyvd spon. Elektroden bryter akkurat igjennom spon nr. 2, men går ikke inn i spon nr. 3 regnet fra baksiden. Fra baksida ved elektrode: Første lag kjerneved, andre lag kjerneved.



Figur 3.12
Horisontalsnitt som viser plassering av fastmonterte elektroder nede på feltet med kløyvd spon. Elektroden bryter akkurat igjennom spon nr. 2, men går ikke inn i spon nr. 3 regnet fra baksiden. Fra baksida ved elektrode: Første lag kjerneved, andre lag kjerne-lyteved.



Figur 3.13
Vertikalsnitt som viser plassering av fastmonterte elektroder i dobbelfalset kledning



Figur 3.14
Horisontalsnitt som viser plassering av fastmonterte elektroder i sagd spon. Elektroden er uisolert i grensesnittet mellom fremste og midterste bord.

Fra baksida ved elektroder:

- Flaskskåret oppe, alle tre lag kjerneved
- Kantskåret oppe, alle tre lag kjerneved
- Flaskskåret nede, lag 1 og lag 2 kjerneved, lag 3 yte-/kjerneved
- Kantskåret nede, alle tre lag kjerneved

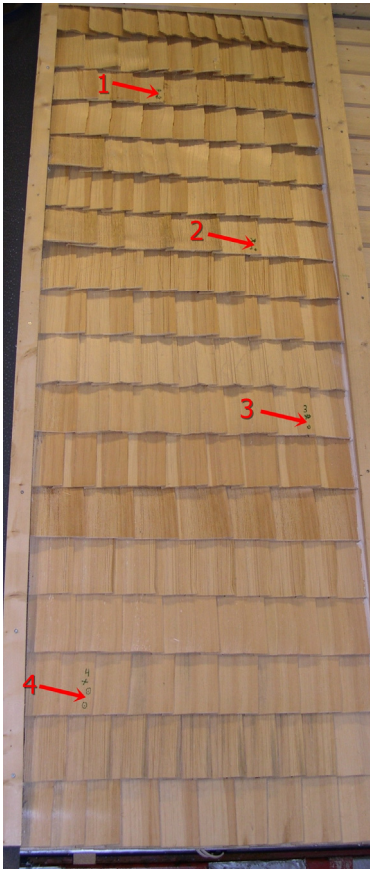
3.4.7. Trefuktighetsmåling ved hjelp av mobile elektroder

Trefuktigheten ble også målt flere ganger ved å bruke mobile elektroder. Disse målingene ble utført mens kledningsfeltene stod til tork i RAWI-boksen etter at siste regntetthetsforsøk var avsluttet. For hver av kledningsvariantene ble trefuktigheten målt på fire steder. Se Figur 3.15, Figur 3.16 og Figur 3.17 for plassering av målepunkter. Målingene ble gjort på fremsida (eksponert side) av kledningsvariantene. For kløyvd spon ble måleelektroden slått igjennom første spon og inn i bakenforliggende spon, se Figur 3.18 og Figur 3.19. For dobbelfalset kledning ble måleelektroden slått igjennom helt i nedkant av kledningen og inn i falsen på bakenforliggende kledning, se Figur 3.20 og Figur 3.21. For sagd spon ble måleelektroden slått inn mellom fremste sponlag og videre inn i andre sponlag, se Figur 3.22 og Figur 3.23. Måleelektroden er isolert frem mot spissen av elektrodene, slik at det er kun i de fremste 7 mm at fuktigheten blir målt.

Målingene ble gjort med trefuktighetsmålere av typen FME Moisture Meter fra AB Brookhuis med slaghammer-elektroder (se fig. 3.18). Elektrodene er isolerte med unntak av på tuppen, slik at man kan måle i spesifiserte dybder i treverket. Det ble brukt to avleserinstrument på grunn av at vi målte på to forskjellige trefuktighetstyper, gran og furu. Disse to avleserinstrumentene ble kontrollert opp mot hverandre for å sikre at de ga samme resultater.

3.4.8. Generelt om trefuktighetsmåling

Verdiene for måling av trefuktighet er mest riktig i intervallet fra 10 - 25 vekt-%. Målte verdier som er utenfor dette intervallet har en forholdsvis stor usikkerhet.



Figur 3.15
Målepunkter for trefuktighet i feltet med kløyvd spon

Målepunkt 1: Fremste spon yteved, spon bakom kjerneved
Målepunkt 2: Fremste spon kjerneved, spon bakom yteved
Målepunkt 3: Fremste spon kjerneved, spon bakom yteved
Målepunkt 4: Blanding mellom kjerne og yte på fremste og bakenforliggende spon

Trefuktigheten ble hovedsakelig målt i andre sponlag, samt mellom første og andre sponlag, se Figur 3.19.



Figur 3.16
Målepunkter for trefuktighet i feltet med liggende dobbelfalset kledning



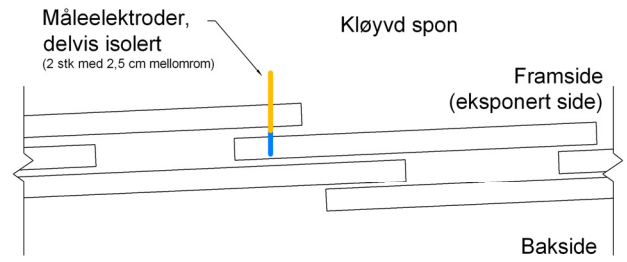
Figur 3.17
Målepunkter for trefuktighet i feltet med sagd spon

Målepunkt 1: I ytterkant av kjerneved
Målepunkt 2: Kjerneved
Målepunkt 3: Kjerneved
Målepunkt 4: I ytterkant av kjerneved

Trefuktigheten ble målt i andre sponlag, se Figur 3.23.



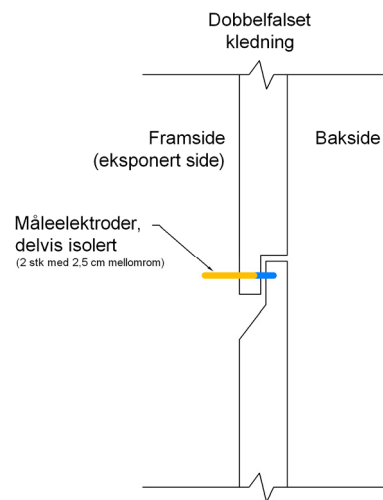
Figur 3.18
Måling av trefuktighet ved mobile elektroder i kløyvd spon



Figur 3.19
Horisontalsnitt som viser plassering av mobile elektroder i kløyvd spon



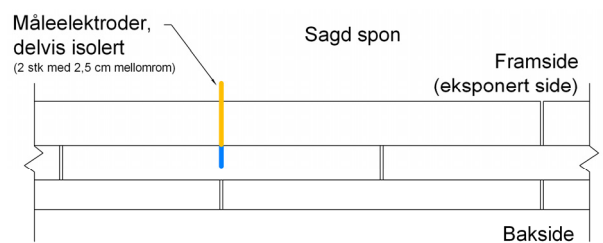
Figur 3.20
Måling av trefuktighet ved mobile elektroder i dobbelfalset kledning



Figur 3.21
Vertikalsnitt som viser plassering av mobile elektroder i dobbelfalset kledning



Figur 3.22
Måling av trefuktighet ved mobile elektroder i sagd spon



Figur 3.23
Horisontalsnitt som viser plassering av mobile elektroder i sagd spon

4. Resultater

4.1. Observasjoner av regnlekkasjer

4.1.1. Delforsøk 1 - Nedsilende regn uten vindtrykk

Regntetthetsprøving for delforsøk 1 ble utført uten vindtrykk. Prøvefeltet hadde tett vindspærresjikt og vannpåsprøyting kom kun fra dyserekkene ved øvre kant av prøvefeltet (nedsil). Nedsil startet kl. 10.30 og stoppet kl. 16.00 samme dag. Observasjoner gjort under forsøket er vist i Tabell 1. Trefukttinnholdet ble målt hver halvtime mens forsøket pågikk, se Figur 4.1. Det ble ingen målbare mengder med vann i oppsamlingssylindrene.

Tabell 1
Observasjoner under forsøk for regntetthet uten vindtrykk (nedsil)

Tid etter start [t]	Nedsil	Slagregn	Vindhast. dyser [m/s]	Trykkforskjell over kledning [Pa]	Observasjoner Kløyvd spon	Observasjoner dobbelfalset kledning	Observasjoner Sagd spon
2	Ja	Nei	0	0	Ingen lekkasjer observert	Ingen lekkasjer observert	Ingen lekkasjer observert
3	Ja	Nei	0	0		Liten lekkasje i kvisthull	
4	Ja	Nei	0	0		Liten lekkasje i kvisthull	
5	Ja	Nei	0	0		Liten lekkasje i kvisthull (avtatt noe)	
5,5	Ja	Nei	0	0			

4.1.2. Delforsøk 2 - Slagregn med liten vindtrykkforskjell over kledningen

Regntetthetsprøving for delforsøk 2 ble utført med vindtrykkforskjell over vindspærresjiktet. Prøvefeltet hadde stått og tørket i ca. 20 timer i RAWI-boks før denne andre regntetthetsprøvingen startet. Vannpåsprøyting ble gjennomført både fra dyserekkene ved øvre kant av prøvefeltet (nedsil) og ved vanndråper som ble blåst mot prøvefeltet ved hjelp av luftdyser (slagregn). Venstre kolonne angir hvor mange minutter de enkelte prøveperiodene varte. Forsøket ble gjennomført den 11. februar. Observasjoner gjort under forsøket er vist i Tabell 2. Det ble ingen målbare mengder med vann i oppsamlingssylindrene.

Tabell 2
Observasjoner under forsøket for regntetthet med vindtrykk over vindspærren

Varighet [min]	Nedsil	Slagregn	Vindhast. dyser [m/s]	Trykkforskjell over kledning [Pa]	Observasjoner Kløyvd spon	Observasjoner dobbelfalset kledning	Observasjoner Sagd spon
20	Ja	Ja	0	0	Ingen lekkasjer observert	Ingen lekkasjer observert	Ingen lekkasjer observert
15	Ja	Ja	18	200			
15	Ja	Ja	21	300	Noen få vanndråper kan sees på pleksiglass	Lekkasje i kvisthull	
15	Ja	Ja	26	400			
15	Ja	Ja	30	600			

4.1.3. Delforsøk 3 - Slagregn med stor vindtrykkforskjell over kledningen

Regntetthetsprøving for delforsøk 3 ble utført med vindtrykkforskjell hovedsakelig over kledningen. Samme prøvefelt som tidligere ble benyttet, men med delvis demontert vindsperrsjikt slik at tilnærmet hele trykkforskjellen ble over kledningen. Vannpåsprøyting ble gjennomført både fra dyserekkene ved øvre kant av prøvefeltet (nedsil) og ved vanndråper som ble blåst mot prøvefeltet ved hjelp av luftdyser (slagregn). Venstre kolonne angir hvor mange minutter de enkelte prøveperiodene varte. Forsøket ble gjennomført den 11. februar. Observasjoner gjort under forsøket er vist Tabell 3. Det ble målt litt vann i oppsamlingssylindrene for kløyvd spon og dobbelfalset kledning, men det var så små mengder at vi har valgt å se bort i fra dette. Siden kløyvd sponkledning er såpass lite lufttett var det umulig å oppnå de samme høye trykkforskjellene som når vindsperrsjiktet var intakt.

Tabell 3
Observasjoner under forsøket for regntetthet med vindtrykkforskjell over kledningene

Varighet [min]	Nedsil	Slagregn	Vindhast. dyser [m/s]	Trykkforskjell over kledning [Pa]	Observasjoner Kløyvd spon	Observasjoner dobbelfalset kledning	Observasjoner Sagd spon
15	Ja	Ja	8	40	Noen få dråper kommer ut av åpningen i vindsperreren	Lekkasje i kvisthull	Ingen lekkasjer observert
15	Ja	Ja	10	60	Samme	Samme	Samme
15	Ja	Ja	11	70	Samme, men flere dråper	Lekkasje i nytt kvisthull	Samme
15	Ja	Ja	13	100	Mange dråper viser på vindsperreren og på baksiden av spona	Lekkasje flere plasser. Kommer inn gjennom falser og kvisthull og renner ned bak kledningen	Noen få dråper viser på vindsperreren og på baksiden av spona
15	Ja	Ja	15	130	Samme, men enda flere dråper	Flere og større lekkasjer	Samme, men noen flere dråper

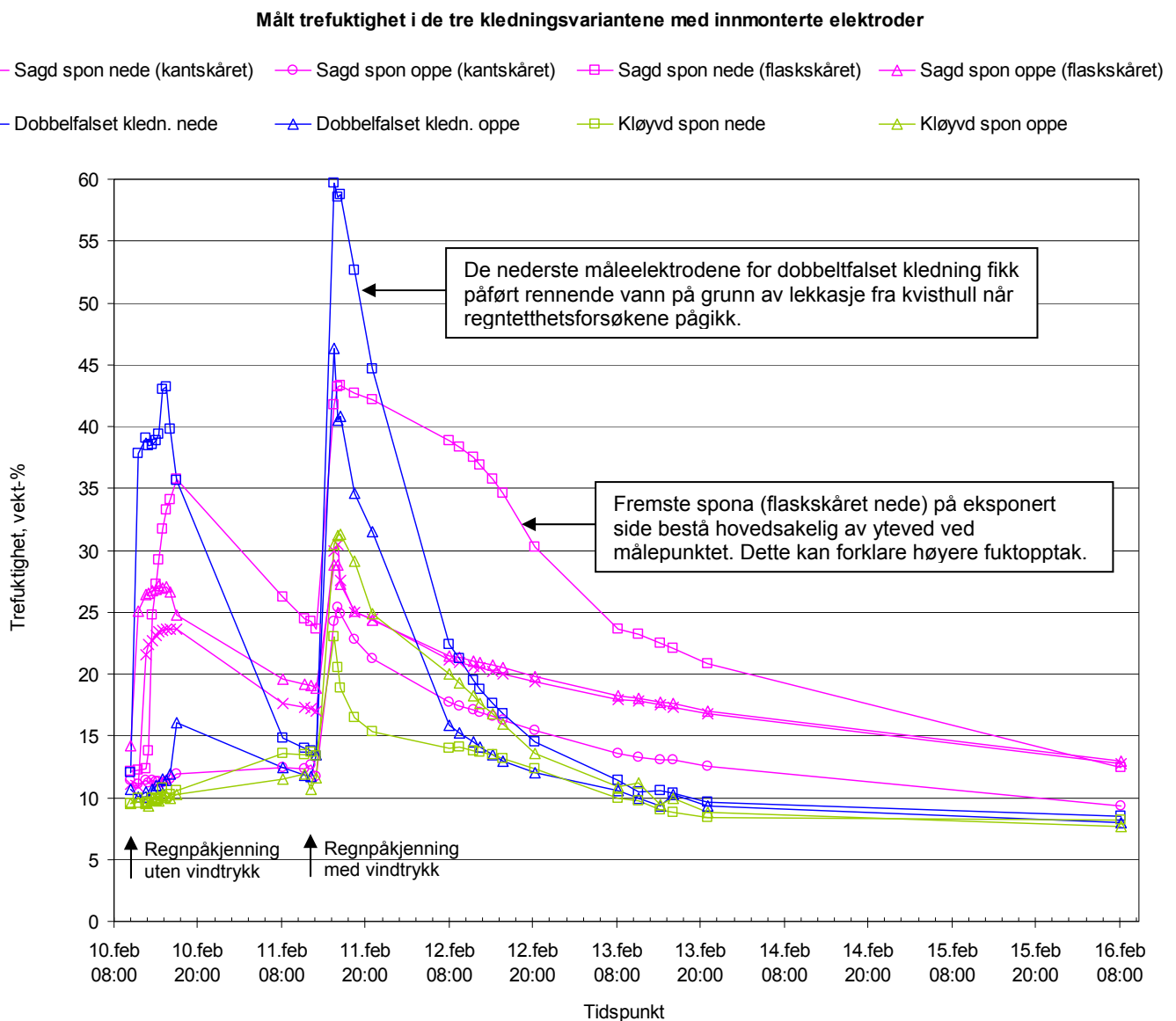
4.2. Målt trefuktighet

4.2.1. Trefuktighetsmåling ved hjelp av fastmonterte elektroder

Figur 4.1 viser målt trefuktighet i de tre kledningsvariantene, med fastmonterte elektroder, i løpet av hele prøvingsperioden. Verdier helt til venstre i diagrammet er fra første regntetthetsprøvingen den 10. feb. uten vindtrykk. Fra den 10. feb. ser vi oppfuktingsforløpet og deretter uttørkningsperioden frem til andre regntetthetsprøvingen startet den 11. feb. Vi får så en ny oppfuktingsperiode når de to siste regntetthetsprøvingene blir kjørt etterfulgt av en ny uttørkningsperiode.

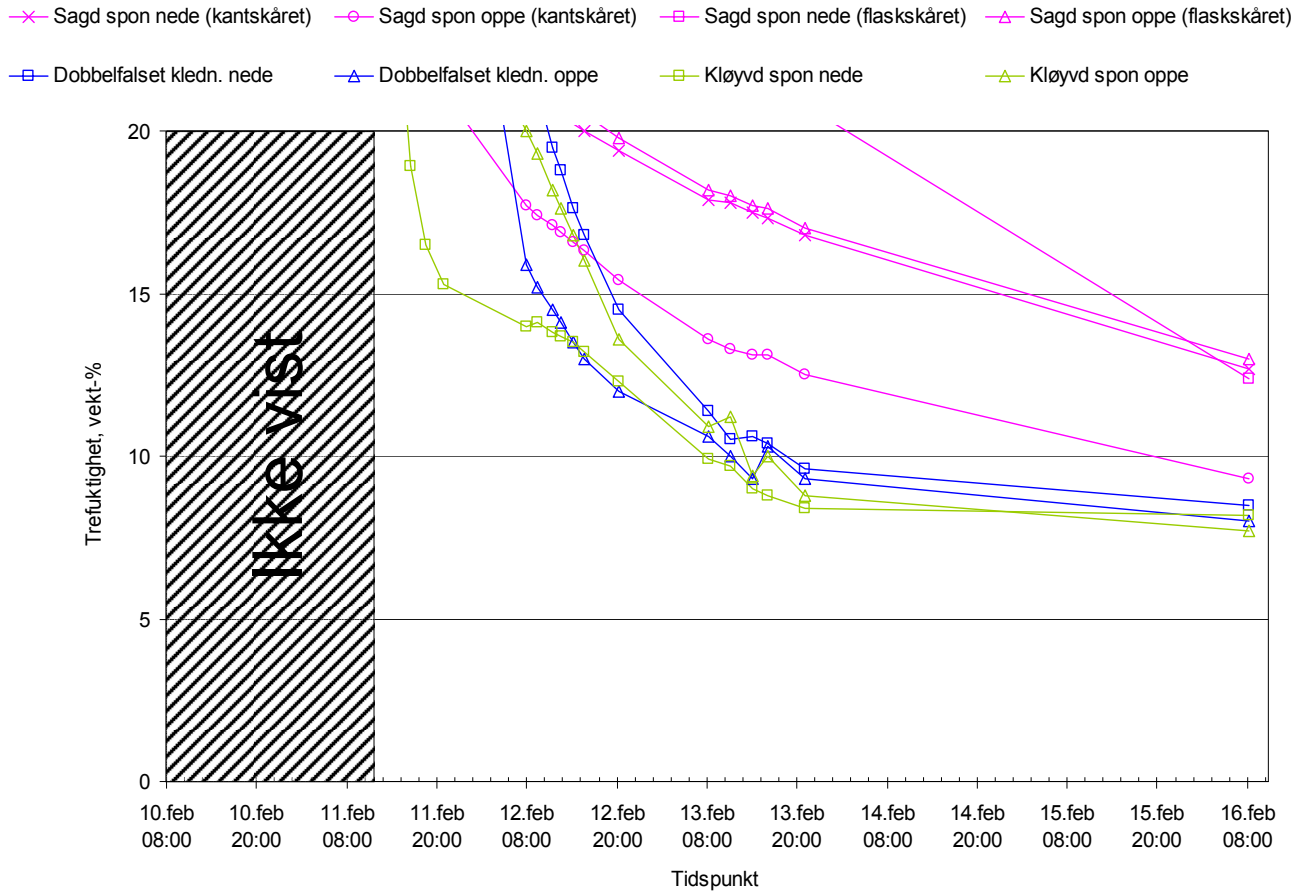
Figur 4.2 viser målt trefuktighet i de tre kledningsvariantene, med fastmonterte elektroder, når fuktinnholdet var kommet under 20 vekt-% etter at slagregnsprøving var avsluttet.

Figur 4.3 viser hvilken relativ fuktighet (RF) og temperatur det var inne i RAWI-boksen under siste uttørkningsperiode.



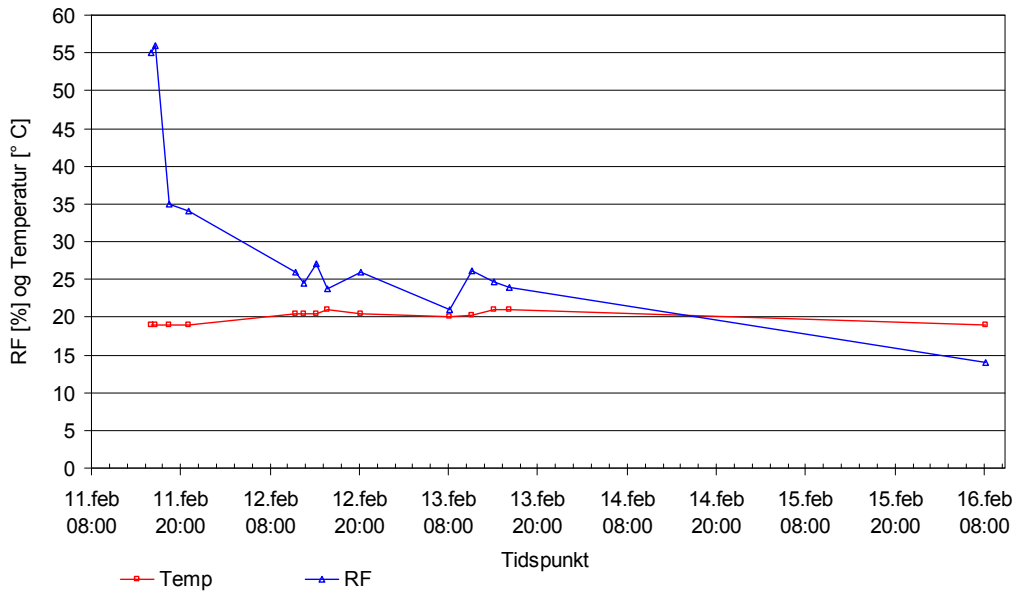
Figur 4.1
Målt trefuktighet i de tre kledningsvariantene med innmonterte elektroder

Målt trefuktighet i de tre kledningsvariantene med innmonterte elektroder



Figur 4.2
Målt trefuktighet i de tre kledningsvariantene med innmonterte elektroder. Diagrammet viser når fuktinnholdet kom under 20 vekt-% etter at slagregnsprøving var avsluttet.

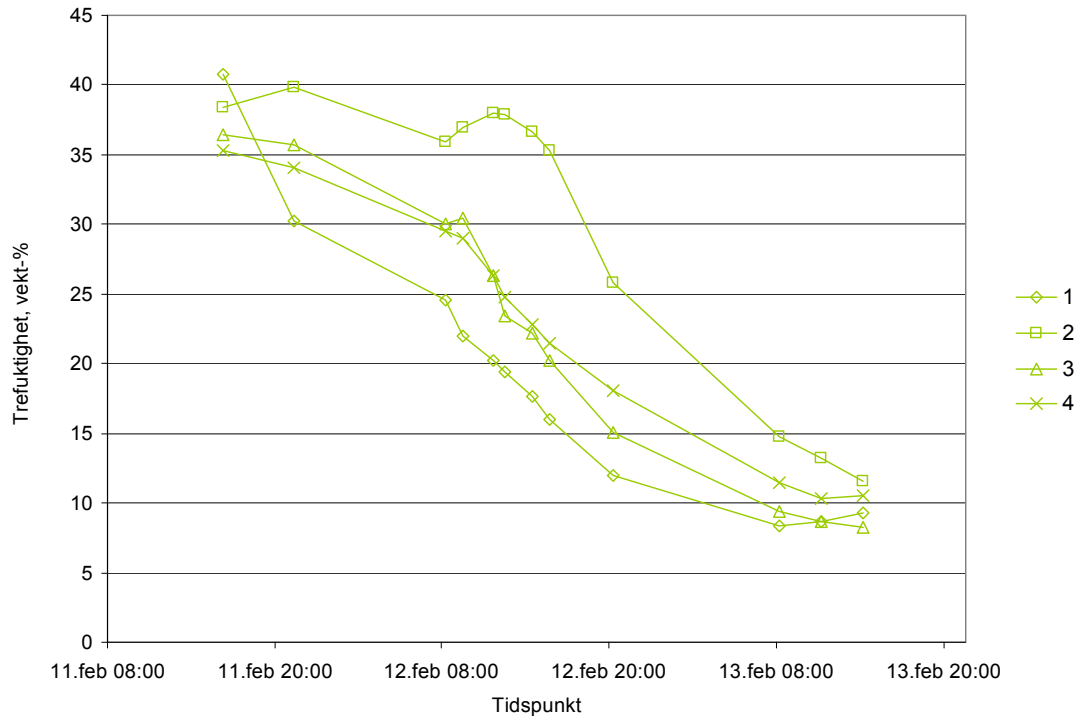
RF og temperatur målt inne i RAWI-boks under tørkeperiode



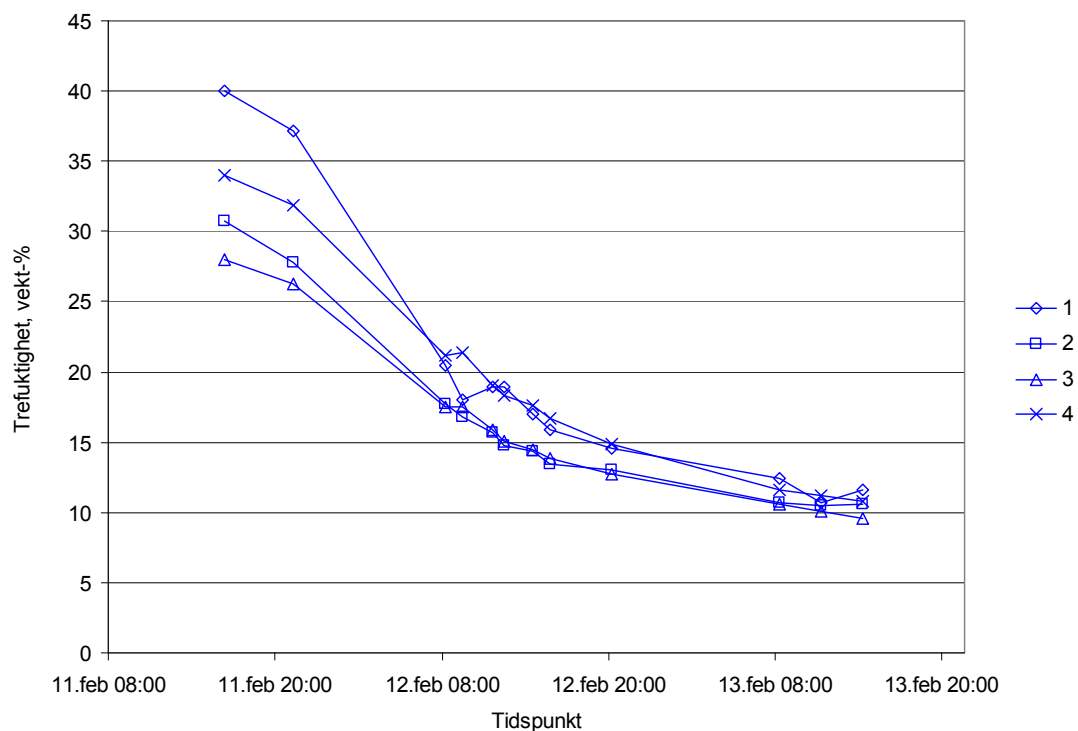
Figur 4.3
Målt RF og temperatur inne i RAWI-boks under tørkeperioden

4.2.2. Trefuktighetsmåling ved hjelp av mobile elektroder

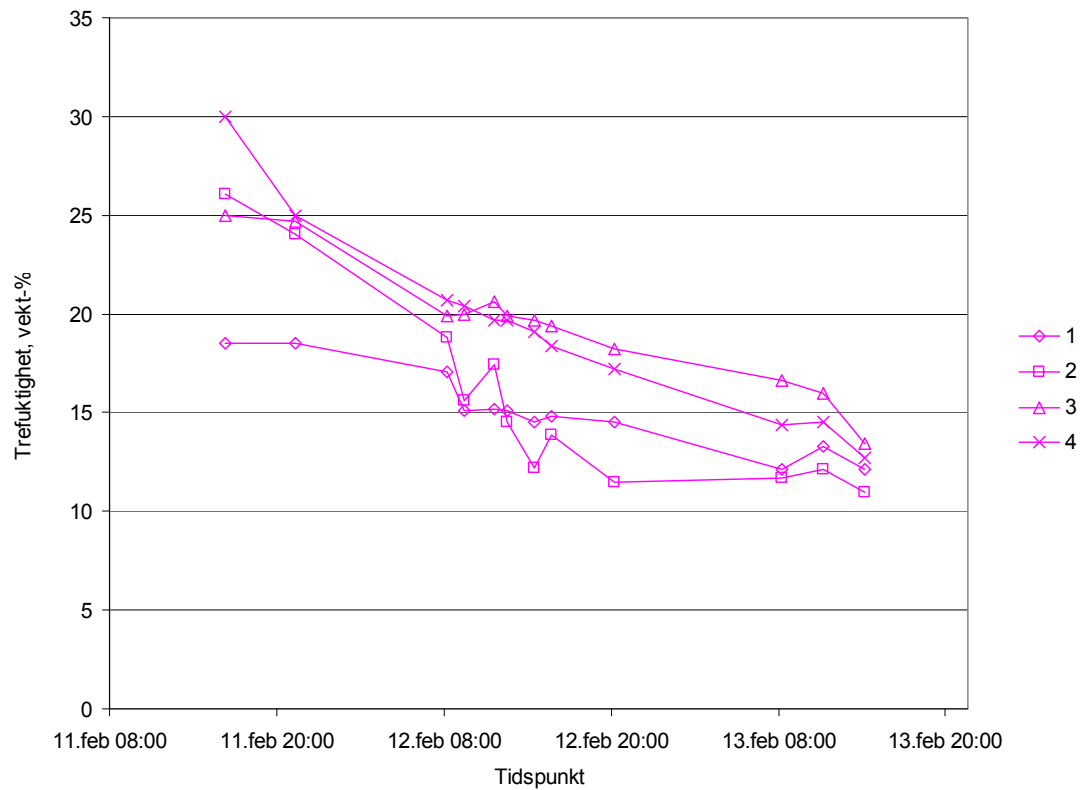
Figur 4.4, Figur 4.5 og Figur 4.6 viser målt trefuktighet for hver av de tre kledningsvariantene, med mobile elektroder, etter at siste regntetthetsforsøk var avsluttet. Hvert diagram inneholder fire grafer for en kledningstype. Målepunkt nr. 1 er øverste målepunkt på feltene og nr. 4 er nederste målepunkt. Figur 4.3 viser hvilken relativ fuktighet (RF) og temperatur det var inne i RAWI-boksen under uttørkningsperioden.



Figur 4.4
Målt trefuktighet for kløyd spon i fire forskjellige målepunkt. Målepunkt 1 starter øverst på feltet, se Figur 3.15. For målepunkt 2 lå sponlagene meget tett sammen, dette kan forklare høyere verdier for dette punktet.

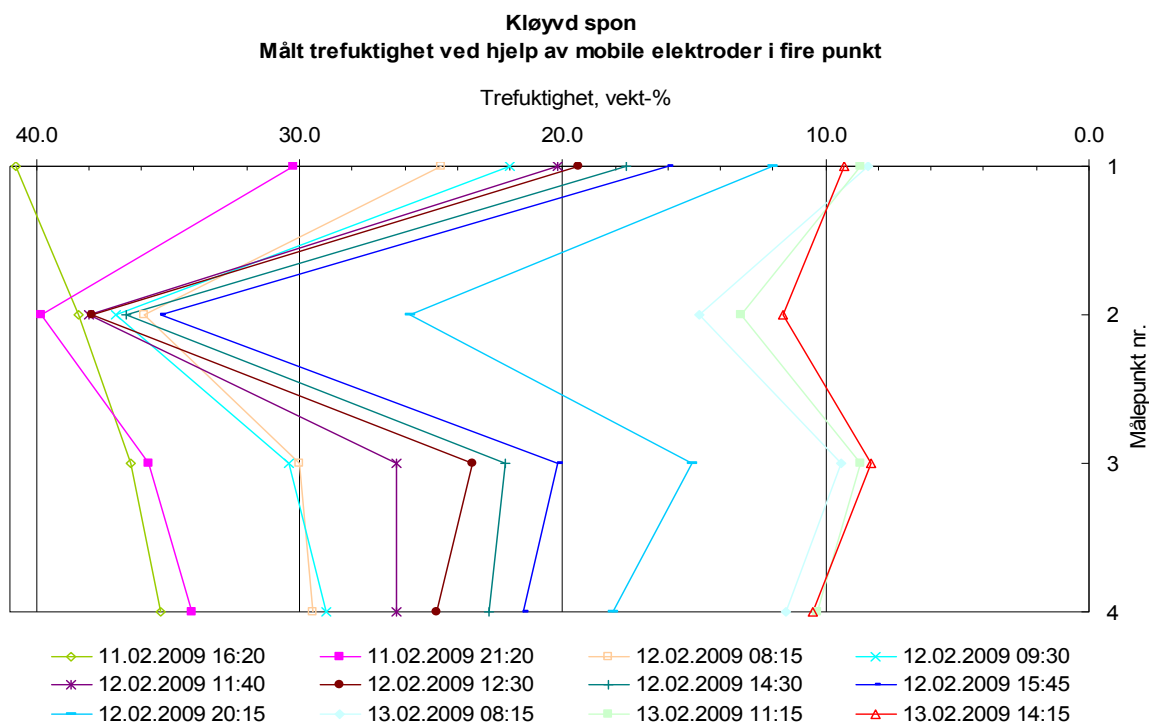


Figur 4.5
Målt trefuktighet for dobbelfalset kledning i fire forskjellige målepunkt. Målepunkt 1 starter øverst på feltet, se Figur 3.16.

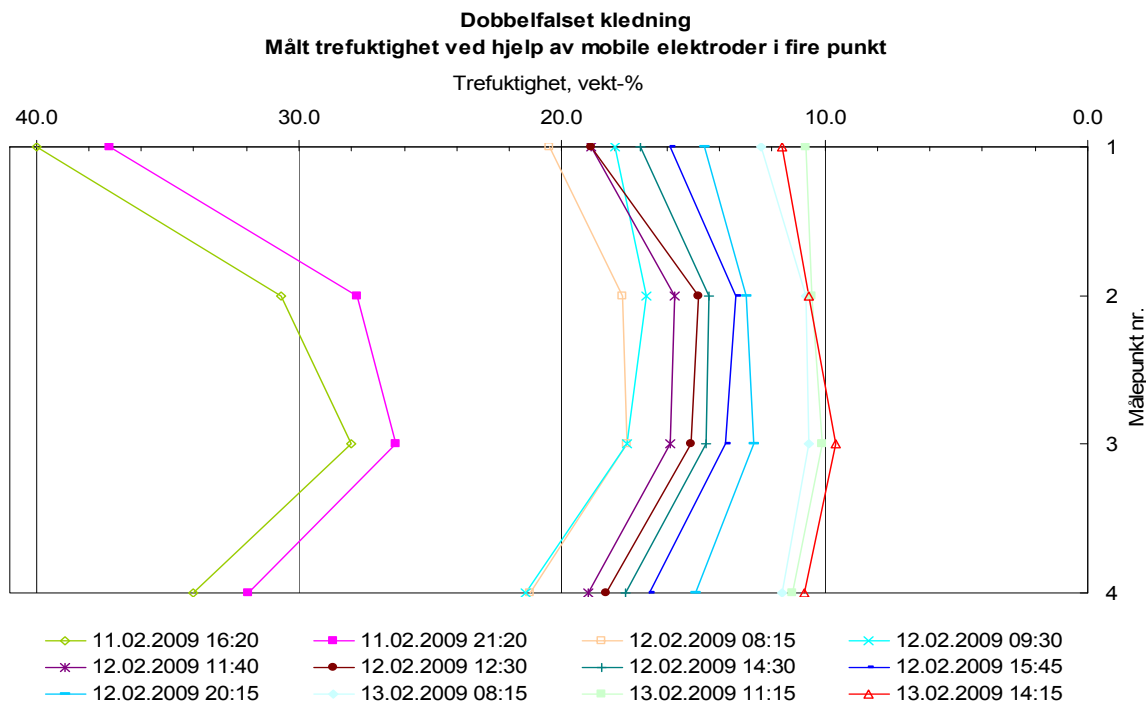


Figur 4.6
Målt trefuktighet for sagd spon i fire forskjellige målepunkt. Målepunkt 1 starter øverst på feltet, se Figur 3.17.

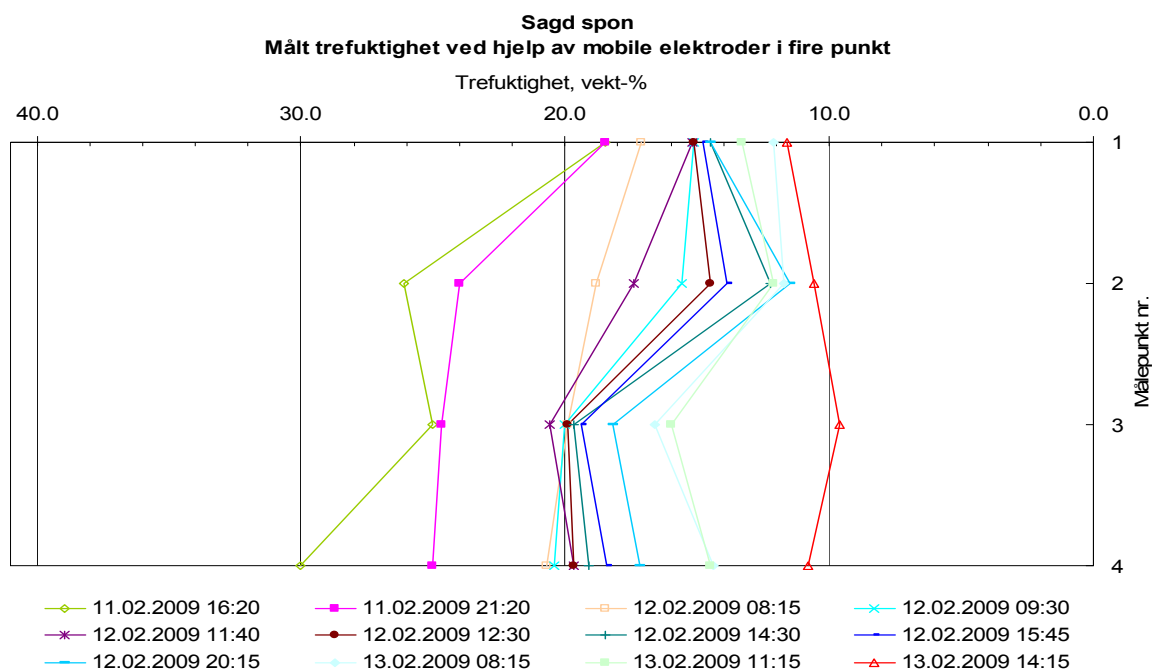
Figur 4.7, Figur 4.8 og Figur 4.9 viser målt trefuktighet, med mobile elektroder, for hver av kledningsvariantene under uttørkningsperioden etter at regntetthetsprøving var avsluttet. Alle fire målepunktene og hele uttørkningsperioden er tatt med i samme diagram. Målepunkt nr. 1 er øverste målepunkt og nr. 4 er nederste målepunkt. Se for øvrig Figur 3.15, Figur 3.16 og Figur 3.17 for plassering av målepunkter.



Figur 4.7
Målt trefuktighet i uttøringsperioden etter avsluttet slagregnsprøving for kløyvd spon. For målepunkt 2 lå sponlagene meget tett sammen, dette kan forklare høyere verdier for dette punktet.



Figur 4.8
Målt trefuktighet i uttøringsperioden etter avsluttet slagregnsprøving for dobbelfalset kledning



Figur 4.9
Målt trefuktighet i uttørkningsperioden etter avsluttet slagregnsprøving for sagd spon

4.2.3. Kommentarer til resultatene

Hvis vi sammenligner fuktmålingene for de fastmonterte elektrodene og de mobile elektrodene, så ser vi at det er forholdsvis store forskjeller i fuktinnhold for både kløyvd og sagd spon. Hovedgrunnen til dette er mest sannsynlig plassering og dybde til måleelektrodene. De fastmonterte elektrodene ble montert fra feltets bakside, mens de mobile elektrodene ble slått inn fra feltets eksponerte side. For nærmer detaljer om plassering av elektroder se figurer i kapittel 3.4.6 og 3.4.7.

Når vi ser på uttørkningsforløpet for de forskjellige kledningsvariantene, så ser vi at kløyvd spon og dobbelfalset kledning har en raskere uttørkningshastighet enn sagd spon. Dette er som forventet da den sagde sponkledningen ligger tettere og i flere lag enn de to andre kledningsvariantene.

Når det gjelder regntetthet, så er det kledningsvarianten sagd spon som er tettest, men både dobbelfalset kledning og kløyvd spon klarte seg bra under regntetthetsprøvingen.

Trefuktmåling basert på prinsippet som er benyttet her (motstandsmåling) viser mest pålitelige resultater i måleområdet 7 – 25 vekt % trefuktighet. Utenfor dette området vurderer vi resultatet som ”lavt fuktinnhold” eller ”høyt fuktinnhold”, absoluttverdiene er mer usikre.

5. Vurderinger og anbefalinger

5.1 Klimapåkjønning og regntetthet for fasader med spon

Hovedfunksjonen til en sponkledning er å danne et estetisk ytre samt beskytte veggkjernen mot klimapåvirkninger og mekaniske skader. Generelt bør man uansett kledningstype bruke en utlektet, luftet og drenert kledning som gjør det mulig å oppnå tottrinns tetting av veggen. Vann som driver inn bak kledningen, blir drenert ned og kledningen tørker raskt ut pga. luftsirkulasjonen i luftespalten. I en slik vegg fungerer kledningen som en regnskjerm, mens det bakenforliggende tettesjiktet fungerer som vindsperre. Kravet til kvalitet på og oppbygging av vindsperreren avhenger mye av kledningens evne til å motstå klimapåkjønninger. Derfor er det viktig å undersøke og dokumentere kledningers regntetthet og motstand mot for klimapåkjønninger.

Som et ledd i arbeidet med energieffektivisering i byggsektoren er blant annet kravet til en bygnings lufttetthet betydelig skjerpet siste åra. Dette innebærer at det legges mer vekt på arbeidet med å ivareta lufttettheten til vindsperrersjiktet. En har også rettet mer fokus mot vindsperrers regntetthet og det er nylig gitt ut en prosjektrapport på dette tema, se Skogstad et al. 2009.

I laboratorieforsøket gjennomført i dette prosjektet viste vi en oppstilling med to ulike typer sponkledning samt et felt med liggende dobbelfalset kledning montert slik de ville blitt gjort på en virkelig bygning inkludert en tett vindsperre bak. Hensikten med dette er å etterligne de forholdene en vil få i praksis, der trykkfallet over en yttervegg primært vil skje over vindsperrersjiktet. Disse forsøkene viste at selv ved store slagregnsmengder (sterk storm, 29-32 m/s) kom det lite vann/regn gjennom sponkledningene og dobbelfalskledningen. Dobbelfalskledningen og sponfeltet med sagd spon antok vi ville være relativt tette, og det bekrefter forsøkene. Mer overraskende var det at også feltet med kløyvd spon som en antok en ville få en del regnvann gjennom viste liten regngjennomgang.

For å simulere en ekstremisituasjon der trykkfallet over en yttervegg skjer over kledningen (dvs. uten en tett vindsperre) ble det ”tatt hull på vindsperreren” ved at et felt i vindsperrersjiktet ble åpnet. En slik situasjon illustrerer en spesielt lite lufttett bygning. Med en slik ekstremisituasjon tillater ikke prøveriggen samme ekstreme værbelastning som for undersøkelsene med tett vindsperre, men det ble likevel prøvd med klimapåkjønninger tilsvarende liten til stiv kuling (12-15 m/s) og alle kledningsfeltene viste påfallende stor motstand mot regn-/vanngjennomtrengning.

5.2 Uttørkingsevne

En treklednings bestandighet er avhengig av flere forhold, hvor det viktigste er materialenes og konstruksjonens evne til å tørke ut etter en oppfuktingsperiode. Eldre trekonstruksjoner som har vart lenge har normalt det til felles at de er utført på en byggeteknisk god måte som sikrer hurtig uttørking, hindrer stort fuktoptak og det er brukt materialer med høy kvalitet.

Begge de prøvde sponfeltene består av både kjerne- og yteved. Av produksjonsmessige årsaker leverer produsenten av kløyvd spon begge deler i samme felt. Også den sagde sponen som var levert som kjerneved har noe innslag av yteved. Resultatene fra disse forsøkene viser ingen tydelige forskjeller mellom kjerne- og yteved.

De to prøvde sponkledningene viser ulik karakter når det gjelder oppfukning og uttørking. For feltet med den kløyvde spona viser resultatene at en markert oppfukning skjer i forbindelse med slagregn, og at uttørking tilbake til normalnivå skjer relativt hurtig. For feltet med den sagde spona viser resultatene at vi får en oppfukning både i forbindelse med regn uten vindtrykk og slagregn.

Uttørkingen starter umiddelbart etter at regnet opphører. Forløpet går som forventet saktere for sagd spon enn for den mer luftig lagte kløyvde sponen og den dobbelfalset kledningen. Det er dessuten større interne variasjoner mellom målepunktene for sagd spon. Resultatene viser at i løpet av 1 – 2 døgn er trefuktigheten nede under 20 vekt % også for dette panelet. (20 vekt % brukes ofte som en kritisk grense i forhold til råtefare). De relativt store omleggene som innebærer at sponen til dels ligger i 3 lag gjør at uttørkingsforløpet for det sagde sponfeltet går saktere. Med tanke på resultatet fra regntetthetsprøvingen som viser stor grad av regntetthet, viser uttørkingsforløpet at en leggeteknikk som ikke gir omlegg med så mange lag treverk ville ut fra et fuktteknisk synspunkt vært bedre i en fasade med kledning av sagd spon.

5.3 Konklusjon og anbefalinger

I laboratorieforsøket gjennomført i dette prosjektet har fasadefelt av to ulike typer sponkledning og liggende dobbelfalset kledning blitt undersøkt for oppfukning ved regnpåkjønning og uttørking. Forsøkene viste at selv ved store slagregnsmengder kom det lite vann/regn gjennom alle kledningene. De to prøvde sponkledningene viser ulik karakter når det gjelder oppfukning og uttørking. Uttørkingsforløpet går som forventet saktere for sagd spon enn for den mer luftig lagte kløyvde sponen og den dobbelfalset kledningen. Resultatene viser at i løpet av 1 – 2 døgn er trefuktigheten nede under 20 vekt % for alle de prøvde kledningsfeltene. Forsøkene viser at det ut fra et fuktteknisk synspunkt er viktig å fokusere på en god leggemetode som gir tilstrekkelig omlegg som sikrer tetthet mot inndrev av regn på den ene siden, men som samtidig ikke innebærer for mange og tette lag med treverk, noe som er mer kritisk med tanke på uttørking.

Praktiske anbefalinger når det gjelder sponkledninger er som for trekledninger for øvrig:

- Kledningen bør monteres slik at regn som trenger inn i luftespalten blir drenert ut. Drensåpningen i bunn av kledningen bør være minimum 5 mm bred.
- Kledningen må monteres med en luftespalte bak og en åpning for lufta å strømme inn og ut i bunn og topp av veggen
- Produsenter av sponkledninger må utarbeide tydelige monteringsanvisninger med illustrasjoner og dokumentasjon på egnethet i bruk

Se for øvrig anbefalinger i Geving et al. (2006), Kvande et al. (2007) samt anvising 542.645 *Kledninger av ubehandlet tre* i Byggforskserien

Innfesting og motstand mot hærverk og mekaniske skader på fasade og vindsperre er ikke vurdert i denne rapporten. Det er heller ikke de forskjellige spontypenes bestandighet.

Referanser

NT Build 116 - Nordtest Method, Approved 1980-03 - "Windows, Window-Doors, External Doors, Facades: Pulsating air pressure test"

Flæte, P.O, Alfredsen, G., 2004

Gran som ubehandlet utvendig kledning, Glimt fra skogforskningen nr. 8, Norsk institutt for skogforskning, NLH Institutt for naturforvaltning.

Trefokus 2007

Fokus på tre nr. 42 Tradisjonsbaserte byggemetoder, Norsk Treteknisk Institutt/Trefokus 2007

Geving S., Erichsen T.H, Nore K., Time B., 2006

Hygrothermal conditions in wooden claddings – Test house measurements, Prosjekt rapport 407, SINTEF Byggforsk, Oslo.

Godal, J.B, 1994

Tre til tekking og kledning – frå den elder materialforståinga, Landbruksforlaget.

Hakonsen, F., Larsen, K.E, 2008

Kledd i tre – tre som fasademateriale, Gaidaros Forlag, Oslo

Kvande, T., Lisø K.R, Time B., 2007

Luftede kledninger – klimapåkjenninger, erfaringer og anbefalinger, Rapport 2, SINTEF Byggforsk, Oslo.

Anvisninger i Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

542.102 Liggende trekledning (2000)

542.101 Stående trekledning (1998)

542.645 Kledninger av ubehandlet tre (2008)

544.106 Tekking av tak med bord (2004)

520.415 Beslag mot nedbør (2004)

Skogstad, H.B, Pedersen, T.E og Holmberget, Ø. 2009

Regntetthet til vindspærre og tettemetoder rundt vindu, Prosjektrapport 41, SINTEF Byggforsk, Oslo.

Winther-Larsen, C., 2002

Stikketak på sommerstua fra kilde, prosjektoppgave ved høgskolen i Sør-Trøndelag, Norsk Folkemuseum

Riksantikvaren

<http://www.riksantikvaren.no/>

NIKU – Norsk institutt for kulturminneforskning

<http://www.niku.no/>

Wedman, Stina, 2001

Stickspån – Pärt, spiller, spilkspån, Riksantikvarieämbete forlag, Borås, ISBN 91-7209-131-2

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.