

Hovedkontor
 Forskningsveien 3b
 Postboks 123 Blindern
 0314 OSLO
 Telefon 22 96 55 55
 Telefaks 22 69 94 38

Avdelingskontor
 Høgskoleringen 7b
 7491 TRONDHEIM
 Telefon 73 59 33 90
 Telefaks 73 59 33 80

E-mail firmapost@byggforsk.no
 Internett www.byggforsk.no
 Foretaksnr. NO 943 813 361 MVA

Oppdragsgiver
 Byggmester Magne Bjørnstad

Oppdragsgivers adresse
 Adolph Tidemandsgt. 10
 4514 MANDAL

Oppdragsgivers referanse
 Magne Bjørnstad

Prosjektnr./arkivnr. O20038	Dato 13.12.2004	Rev.dato	Antall sider 23	Antall vedlegg	Gradering Lukket	Forfatter(e) Sivert Uvsløkk Berit Time
Prosjektleder Berit Time	Sign.	Ansvarlig linjeleder Terje Jacobsen	Sign.	Kvalitetssikrer Sivert Uvsløkk	Sign.	

Oppdragsrapport

Regntetthetsprøving av Bjørnstad - kledning

Kort sammendrag

Konstruksjon

Liggende, utvendig trekledning med spesiell utforming ved at det er minimal kontaktflate mellom bordene i horisontalfugene. Denne løsningen er sammenlignet med vanlig dobbeltfalset, liggende kledning.

Prøvemethoder

Begge kledningstypene ble montert på et veggfelt som ble prøvd i NBIs RAWI-BOX etter NT Build 116, men med visse tillempninger. Veggfeltet ble først utsatt for regn uten vindtrykk og deretter slagregn og samtidig vindtrykk mot veggen. Vannlekkasjer gjennom kledningene ble påvist ved observasjon gjennom en gjennomsynlig "vindspærre", samt ved måling av vanngjennomgangen ved hjelp av vannoppsamlere nederst i veggfeltet. Fukttinnholdet i utvalgte punkter i trekledningen ble målt ved hjelp av elektroder og en trefuktighetsmåler. I tillegg ble kledningene veid noen ganger før oppfuktingen og mens den stod og tørket noen dager etter regntetthetsprøvingen.

Resultater

Bjørnstad-kledningen med spesiell utforming av horisontalfugene ble mindre oppfuktet ved kapillært opptrekk i horisontalfugene enn vanlig dobbeltfalset kledning. Bjørnstad-kledningen var også klart tettere mot slagregn enn vanlig dobbeltfalset kledning.

Byggverkets adresse			Byggeår
	Metode Laboratorieundersøkelse	Emneord Yttervegg, Utvendig kledning, Tre, Drenering, Fukt	Filnavn O 20083 Bjørnstad rapport kledning.doc

Utdragsvis eller forkortet gjengivelse av rapporten er ikke tillatt uten NBIs spesielle godkjenning.

Hvis rapporten skal oversettes, forbeholder NBI seg retten til å godkjenne oversettelsen. Kostnader belastes oppdragsgiver.

1 Innledning

Denne rapporten omhandler laboratorieprøving av to varianter liggende trekledning. En kledning utviklet av Byggmester Magne Bjørnstad er sammenlignet med vanlig dobbelfalset, liggende trekledning. Hensikten med forsøkene har vært å sammenligne de to kledningsvariantene når det gjelder regntetthet, oppfukning på grunn av regn, samt kledningenes uttørkingsevne.

2 Beskrivelse av trekledningene

Bjørnstads kledning avviker fra vanlig dobbelfalset kledning ved at det er minimal kontaktflate mellom to bord i horisontalfugene. Se tegninger i vedlegg 1 og bilder i vedlegg 2.

Hensikten med minimal kontaktflate er dels å redusere faren for at regnvann skal trekke kapillært opp i fugen og dels at eventuell fukt skal tørke fortere ut sammenlignet med vanlig dobbelfalset kledning.

Begge typer kledningsbord var høvlet av furu av samme materialkvalitet og ble levert ferdig oppkappet og overflatebehandlet av oppdragsgiver. Etter avtale med Norges byggforskningsinstitutt, NBI, var bordene overflatebehandlet med en oljebasert grunning i begge ender og på den delen av framsiden som er synlig etter montering. Det var ikke påført overflatebehandling på den øverste delen av bordet som blir dekket av overliggende bord, se bilde 2 i vedlegg 2. Dette ble gjort slik for å etterligne en vanlig situasjon der bordkledningen får første overflatebehandling etter at kledningen er montert.

Prøvingen er gjennomført som fullskalaforsøk på et veggfelt i Norges byggforskningsinstituts laboratorium i Trondheim. Begge kledningstypene ble montert på ett og samme veggfelt i NBIs laboratorium av oppdragsgiver i samarbeid med personale fra NBI. Feltet hadde ytre mål på 2,45 m x 2,45 m. Venstre halvdel, sett fra utsiden, ble kledd med vanlig dobbelfalset kledning, mens høyre halvdel ble kledd med Bjørnstad-kledning. Kledningsbordene ble festet med skruer i vertikale sløyfer med tverrmål 48 mm x 36 mm. Deretter ble kledningene feste s til bindingsverksfeltet som to flak ved hjelp av gjennomgående treskruer slik at de enkelt kunne monteres av og på for veiing før og under forsøket.

Kledningsflakene ble beskyttet mot direkte regn ved øvre kant og ved alle sidekantene ved hjelp av gummipakninger og remser av takfolie. Folieremsene ble klemt mot utvendig side av kledningene ved hjelp av lekter og skruer. Se fbilde 5 og 6 i vedlegg 2.

Veggfeltet hadde gjennomsliktig "vindsperre" av leksan-plater slik at en kunne observere om det kom vann gjennom kledningen samtidig som forsøkene pågikk.

3 Prøvemethoder

3.1 Generelt

Regntetthetsprøvingen ble gjennomført i NBIs RAWI-BOX 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:

- bare nedsil, uten vindtrykk
- med nedsil og slagregn, vindtrykk mot feltet, men med minimal trykkforskjell over utvendig kledning
- med nedsil og slagregn, vindtrykk mot feltet og stor trykkforskjell over kledningen

3.2 Regntetthet uten vindtrykk – kapillæropp sug

Under første del ble prøvefeltet utsatt for bare vann og ikke noe vindtrykk. Prøvefeltet ble skråstilt noen grader under vannpåføringen slik at en sikret at vannet rann langsmed overflaten helt inn til omleggene i horisontalfugene. Hensikten med denne prøvingen var å undersøke hvorvidt Bjørnstads løsning hadde andre kapillæregenskaper enn referansefeltet.

Ved prøvingen uten vindtrykk ble feltet 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 timer.

Under forsøket ble det observert om det var synlig fukt på baksiden av kledningsbordene. I tillegg ble fukttinnholdet målt gjentatte ganger ved hjelp av fastmonterte elektroder i tre kledningsbord for hver av de to kledningsvariantene. Se bilde 8 i vedlegg 2.

3.3 Regntetthet med vindtrykkforskjell over vindspærren

Del to av regntetthetsprøvingen ble gjennomført på samme prøvefelt som for del en, men etter at prøvefeltet hadde fått tørke i ca. 18 timer. Feltet ble så utsatt for regn både fra dyserekkene oppe, som ved første forsøk, og fra regn som ble blåst mot prøvefeltet ved hjelp av luftdyser (slagregn). Luftdysene er festet til en horisontal bom som beveger vertikalt under prøvingen slik at hele prøvefeltet ble utsatt for slagregn under forsøket. Avstanden fra luftdyseåpningene og til kledningen på prøvefeltet var 0,6 m. Under prøvingen ble lufttrykket i skapet og lufthastigheten ut av dysene økt trinnvis slik det framgår av tabell 2 i kapittel 4 Resultater. Under dette regntetthetsforsøket var ”vindspærresjiktet” av leksan-plater kontinuerlig og derfor forholdsvis lufttett, mens drenerings- og luftespalte nede var åpen. Det medførte at det aller meste av vindtrykkforskjellen ble over ”vindspærresjiktet”, mens det ble liten trykkforskjell over den utvendige kledningen.

3.4 Regntetthet med vindtrykkforskjell over utvendig kledning

Forut for dette forsøket ble deler av ”vindspærresjiktet” demontert ved at to leksan-plater ble tatt ut slik at det ble to store åpninger, hver på 0,81 m x 0,81 m (disse platene var satt inn i to tidligere vindusmyg forut for prøvingen med trekledningene). Dette ble gjort for å få en ekstra stor påkjenning med tilnærmet hele vindtrykkforskjellen over kledningen. Det tilsvarer en ”ekstremsituasjon” for en trekledning som montert på en uisolert vegg, for eksempel en garasje, uten vindspærre eller andre tettende sjikt innvendig for den utvendige kledningen. Ved denne prøvingen kom det vann gjennom kledningsflakene. Vann som lakk ble samlet opp og målt som forklart nedenfor. For øvrig ble dette forsøket gjennomført tilsvarende regntetthetsprøving nummer to.

3.5 Måling av regngjennomgang

For å måle mengden av eventuelt vann som kom gjennom kledningene ble det montert fire vannoppsamlere i luftespalten mellom kledning og vindspærre. For hvert av de to kledningsflakene ble det montert én oppsamlere for vannet som rant ned på baksiden av kledningen og en som samlet opp vannet som rant ned etter vindspærren. Vannet som ble samlet opp ble ledet via plastslanger til målekolber slik at oppsamlet vannmengde pr. tid kunne beregnes. Se bilde 5, 10 og 12 i vedlegg 2.

3.6 Trefuktighetsmåling ved hjelp av elektroder

For å kunne følge oppfuktings- og uttørkingsforløpet over tid ble det montert inn elektroder i seks kledningsbord, tre for hver kledningstype. Som elektroder ble det brukt treskruer. De ble skrudd inn i kledningsbordene ca. 5 mm fra øvre kant. Det ble montert elektroder i bord nr. 3, 12 og 21 regnet nedenfra. Trefuktigheten ble målt før prøvingen startet, under prøvingen og noen ganger etter at paneelflakene var tatt av prøvefeltet og stod til tørk i prøvehallen. Målingene ble gjort med en trefuktighetsmåler av typen FME Moisture Meter fra AB Brookhuis. Se bilde 8 og 14 i vedlegg 2.

Trefuktigheten ble også målt noen ganger i alle kledningsbordene, 5 mm fra øvre kant samt i den horisontale delen av horisontalfugen med mobile elektroder. Disse målingene ble gjennomført like etter at kledningsflakene var tatt av etter første del av regntetthetsforsøkene, uten vindtrykk, samt to ganger mens kledningsflakene stod til tørk i prøvehallen etter siste regntetthetsforsøk.

3.7 Veiging

Panelflakene, inkludert vannoppsamler og ledninger ble veid før regntetthetsprøvingen startet, samt noen ganger mens panelflakene var tatt av prøvefeltet og stod til tørk i prøvehallen. Veiingen ble gjennomført ved at panelflakene ble satt på en elektronisk vekt og ballansert med minimal støtte under avlesningen. Se bilde 14 i vedlegg 2.

4 Resultater

Resultatene er gitt i form av tabeller og diagrammer.

4.1 Regntetthet uten vindtrykk

Tabell 1

Regntetthetsprøving uten vindtrykk. Prøvefelt med tett "vindsperre", vannpåsprøyting bare fra dyserekkene ved øvre kant av prøvefeltet (nedsil)

Tid etter start t.min	Ned-sil	Slag-regn	Vind-hast. dyser m/s	Trykk-forskjell over kledning Pa	Observasjoner Bjørnstad-kledning	Observasjoner vanlig kledning
45	ja	nei	0	0	Ingen synlig fukt på baksiden av kledningen	Synlig fukt på baksiden av kledningsbordene langs midtre lekt og ved noen av fugene mellom klednings-bordene Se bilde 10
1.00	ja	nei	0	0	Synlig fukt bak på ett bord, ved tverrved	Samme, men økende tendens
4.55	ja	nei	0	0	Oppfuktingsforsøket stoppet Se målt fuktinnhold i figur 2 og 3	Oppfuktingsforsøket stoppet Se målt fuktinnhold i figur 2 og 3

4.2 Regntetthet med vindtrykk over vindsperren

Tabell 2

Regntetthetsprøving med vindtrykk forskjell over ”vindsperren”, samme prøvefelt som for tabell 1.

Feltet hadde stått og tørket i ca. 18 timer før denne andre regntetthetsprøvingen startet.

Vannpåsprøyting både fra dyserekken ved øvre kant av prøvefeltet (nedsil) og ved vannråper som ble blåst mot prøvefeltet ved hjelp av luftdyser (slagregn). Venstre kolonne angir hvor mange minutter de enkelte prøveperiodene varte.

Varighet min	Nedsil	Slagregn	Vindhast. dyser m/s	Trykk- forskjell over vindsperren Pa	Observasjoner Bjørnstad-kledning	Observasjoner vanlig kledning
21	ja	ja	0	0		
15	ja	ja	18	200	Ingen synlig fukt	Synlig fuktgjennomtrekk langs en fuge + noen flekker
15	ja	ja	21	300	samme	samme
15	ja	ja	26	400	samme	samme, økende fuktinnhold i målepunkt V3, se figur 2
15	ja	ja	30	600	samme	samme
18					Pause for å forsterke feltet	
18	ja	ja	37	800	samme	samme
8	ja	ja	41	920	samme, se for øvrig figur 2	samme, se for øvrig figur 2

4.3 Regntetthet med vindtrykkforskjell over kledningen

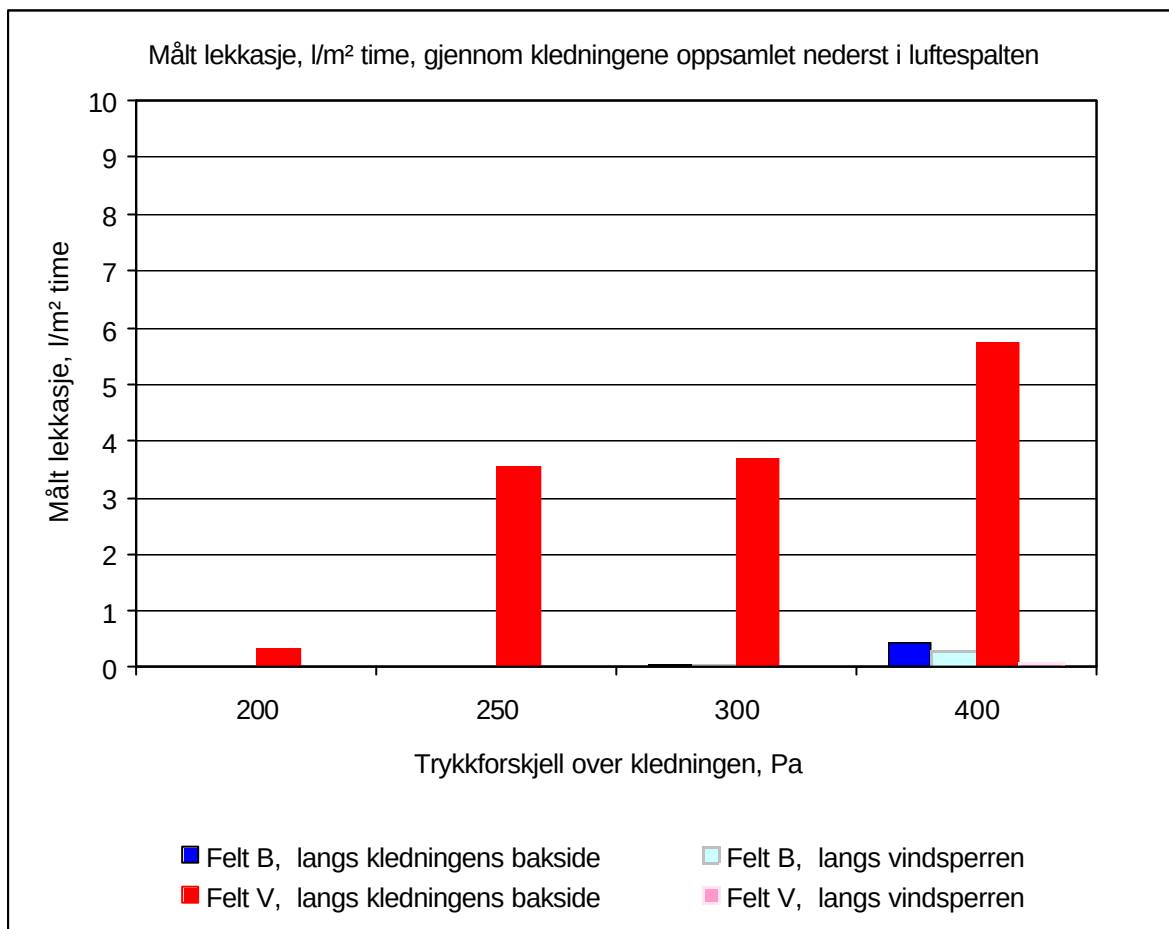
Tabell 3

Regntetthetsprøving med vindtrykk. Samme prøvefelt som for tabell 1 og 2, men med delvis demontert "vindsperre" slik at tilnærmet hele trykkforskjellen ble over kledningen.

Vannpåsprøyting 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.

Varighet min	Nedsil	Slagregn	Vindhast. dyser m/s	Trykkforskjell over kledning Pa	Observasjoner Bjørnstad-kledning	Observasjoner vanlig kledning
29	ja	ja	18	200	Ingen vannlekkasje. Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,0 l/m ² h på vindsperren 0,0 l/m ² h	Det kom vann gjennom horisontalfugene flere steder. Alt vannet rant ned på baksiden av kledningen. Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,0 l/m ² h på vindsperren 0,0 l/m ² h
22	ja	ja	21	250	Vannlekkasje i en fuge, men vannet ble drenert ut igjen i de tre nedenforliggende fugene Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,0 l/m ² h på vindsperren 0,0 l/m ² h	Samme, men økende Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,34 l/m ² h på vindsperren 0,0 l/m ² h
21	ja	ja	26	300	Lekkasje i to fuger Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,04 l/m ² h på vindsperren 0,03 l/m ² h	Lekkasje i flere fuger Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 3,7 l/m ² h på vindsperren 0,0 l/m ² h
29	ja	ja	30	400	Lekkasje i flere fuger Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 0,43 l/m ² h på vindsperren 0,29 l/m ² h	Lekkasje i mange fuger Målt vanngjennomgang: på kledningens bakside 5,8 l/m ² h på vindsperren 0,08 l/m ² h

4.4 Målt regngjennomgang



Figur 1

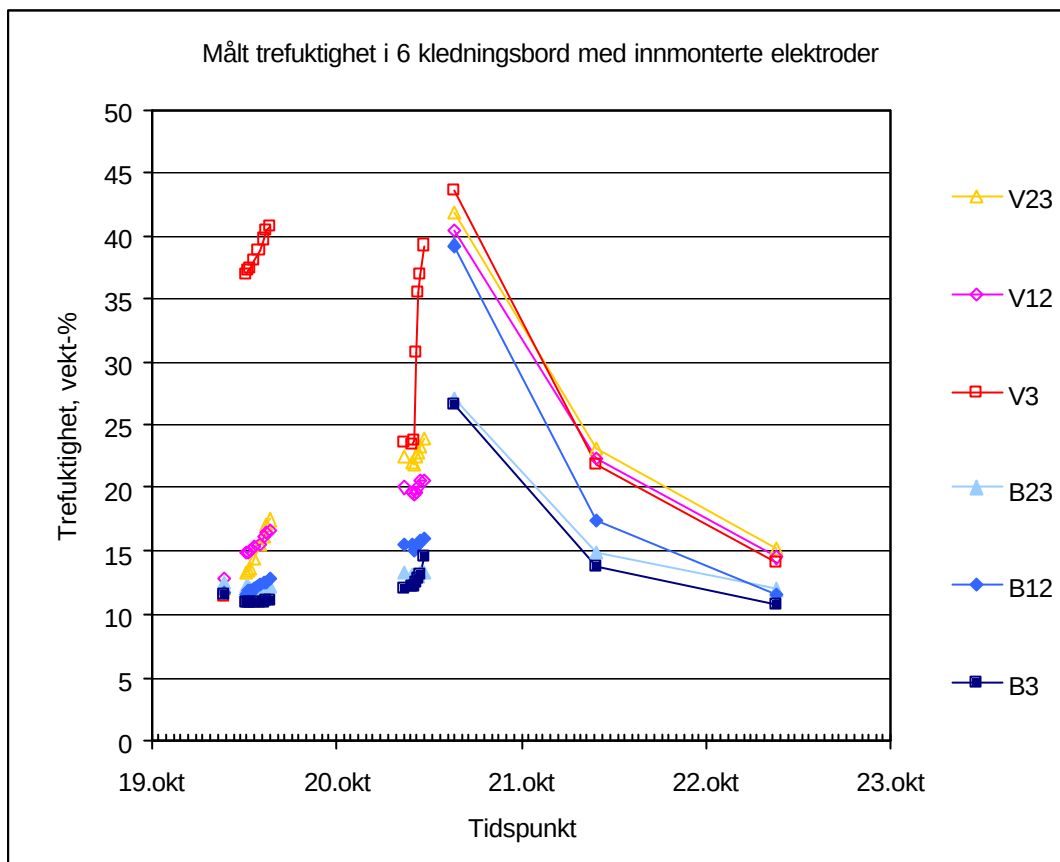
Diagrammet viser oppsamlet lekkasjevann pr. tidsenhet og pr. areal kledning ved. Resultatene gjelder for regntetthetsprøving 3 med delvis demontert vindspærre og tilnærmet hele vindtrykket over utvendig kledning. Felt B hadde Bjørnstad-kledning og felt V hadde vanlig dobbelfalset kledning.

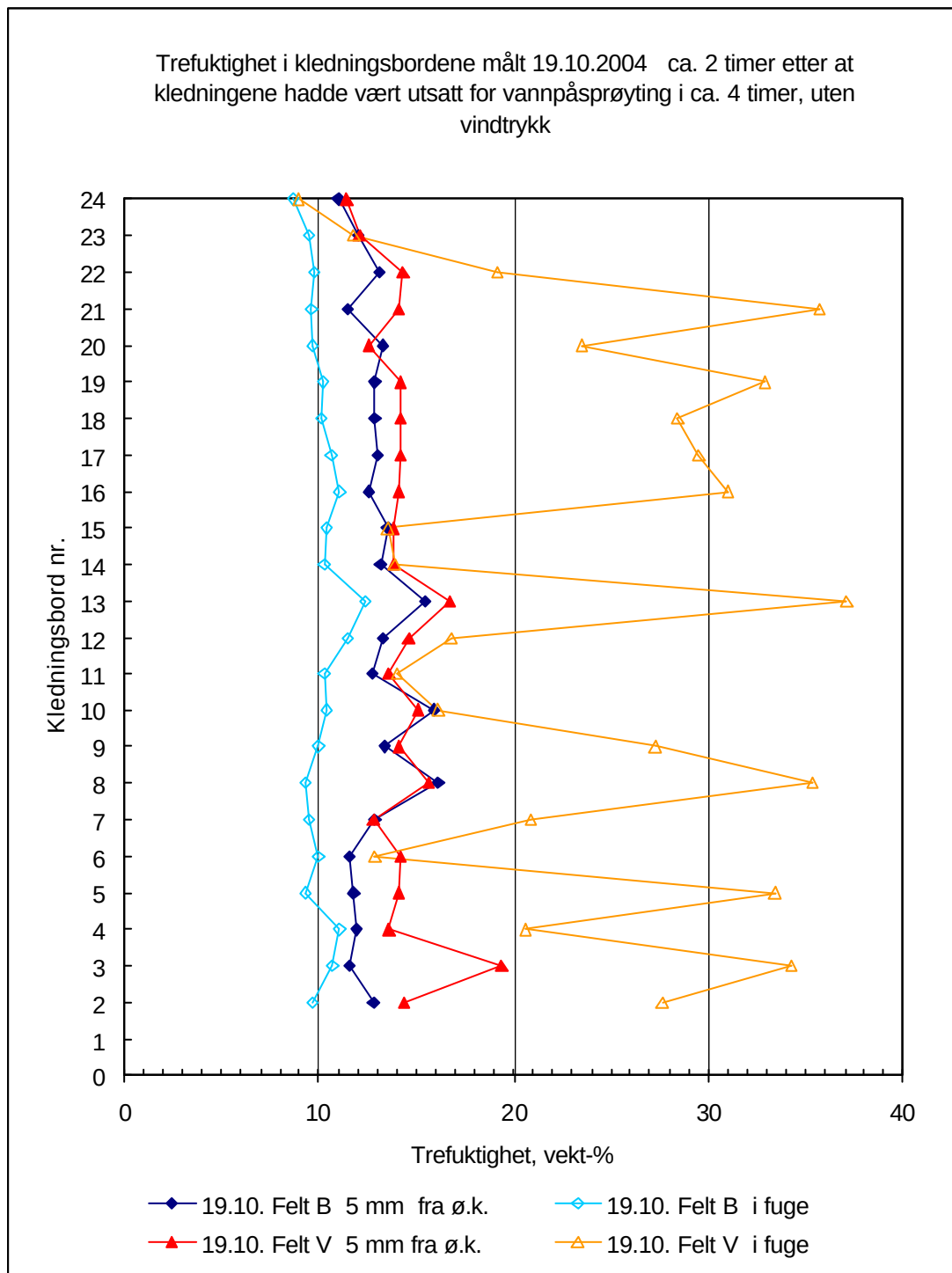
Kommentar

Som diagrammet viser var felt V, som var vanlig dobbelfalset kledning, klart mer utett mot slagregn enn Bjørnstad-kledningen. Ved trykkforskjeller opp til 300 Pa rant alt lekkasjevannet ned på baksiden av kledningen. Ved 400 Pa trykkforskjell kom det litt vann også inn på vindspærren.

For felt B, Bjørnstad-kledningen, var det litt lekkasje ved 300 Pa og litt mer ved 400 Pa trykkforskjell over kledningen. Av lekkasjevannet var det omtrent like mye som rant ned på baksiden av kledningen som det som sprutet helt inn på vindspærren. At andelen lekkasjevann som kom helt inn på vindspærren var større for Bjørnstad-kledningen enn for vanlig dobbelfalset kledning kan skyldes at Bjørnstad-kledningen har mindre kontaktflate mellom bordene enn vanlig dobbelfalset kledning. Det kan medføre mindre friksjonstap i lekkasjepunktene noe som gir større lufthastighet slik at flere vanndråper spruter gjennom fugen og helt inn på vindspærren.

4.5 Målt trefuktighet

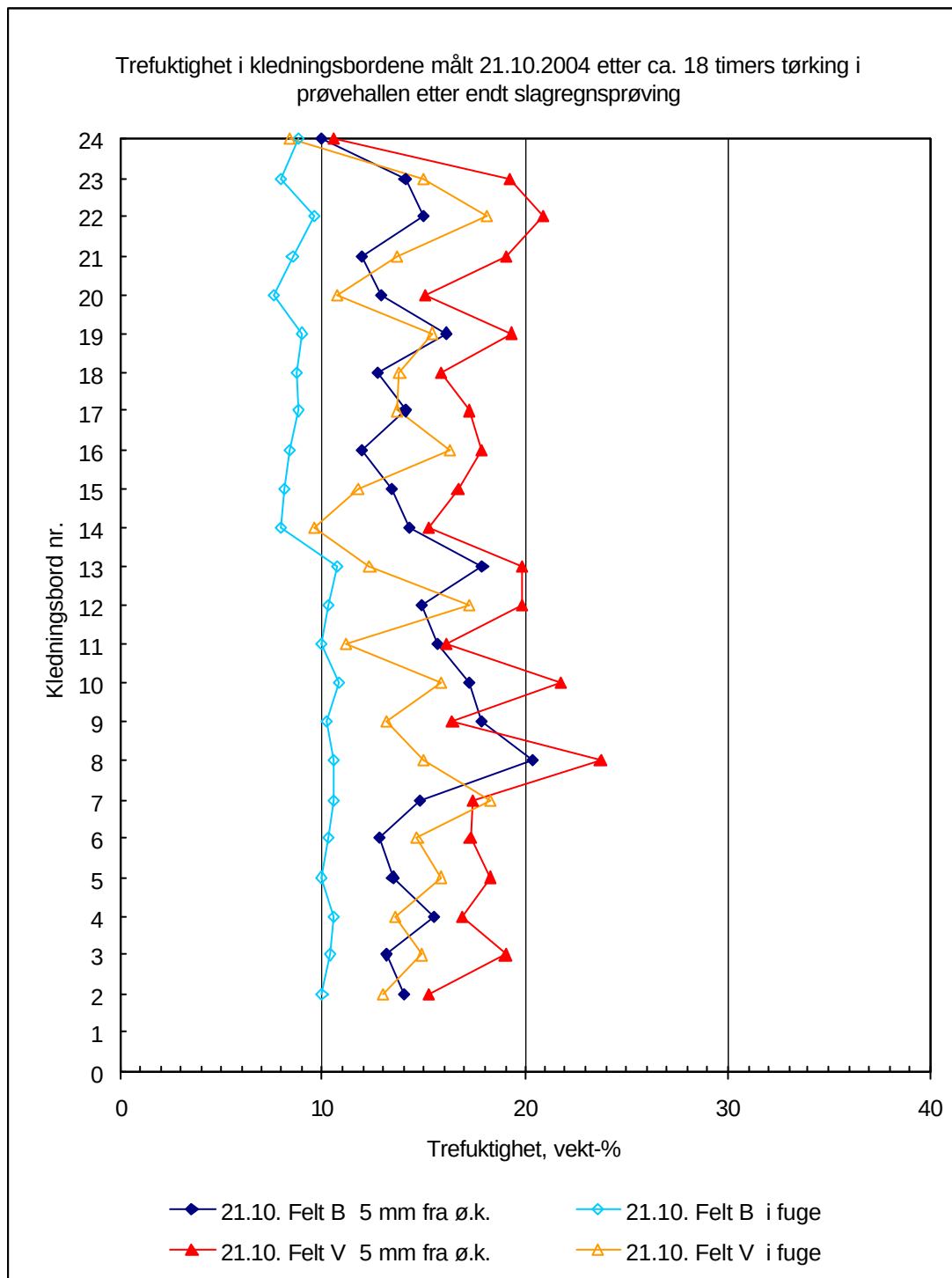


**Figur 3**

Diagrammet viser målt fuktinnhold i alle kledningsbordene etter første regntetthetsprøving, uten vindtrykk.

Kommentar

Kurvene viser at fuktinnholdet inne i toppen av bordene fortsatt er lavt og forholdsvis likt for de to kledningstypene kort tid (ca. 2 timer) etter at vannpåføringen er avsluttet. Det er imidlertid vesentlig mer fuktig i fugene i felt V enn for felt B, noe som viser at kapillært opptrekk av vann er klart mindre for Bjørnstad-kledningen enn for vanlig dobbeltfalset kledning.

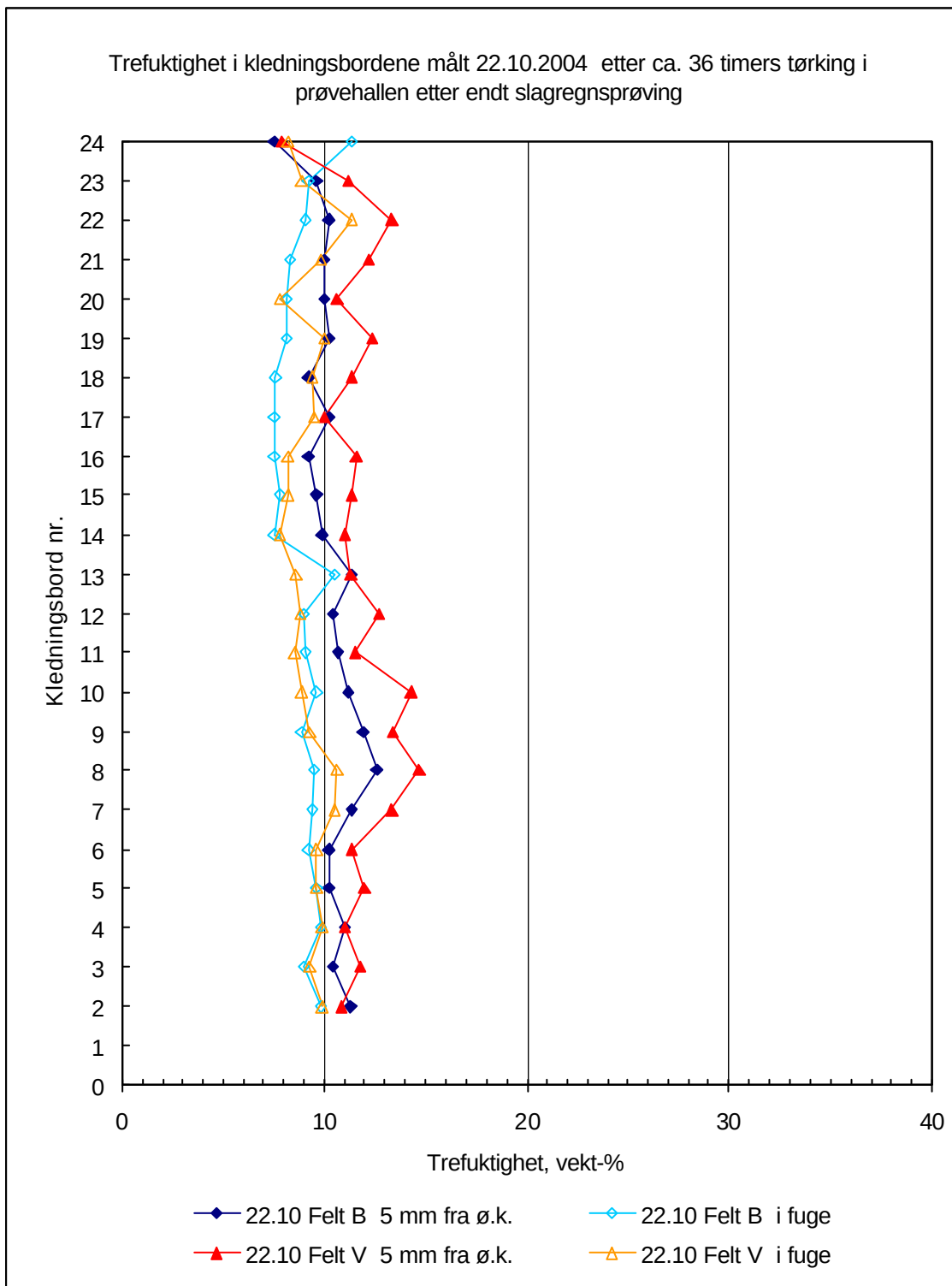
**Figur 4**

Diagrammet viser målt fukttinnhold i alle kledningsbordene ca. 18 timer etter siste regntetthetsprøving.

Kommentar

Fukttinnholdet i Bjørnstad-kledningen (felt B) er lavere enn i den vanlige kledningen (felt V).

Fukttinnholdet er lavere i fugene enn inne i toppen av bordene noe som viser at fugene tørker ut raskere enn toppen av kledningsbordene for begge typer kledning.

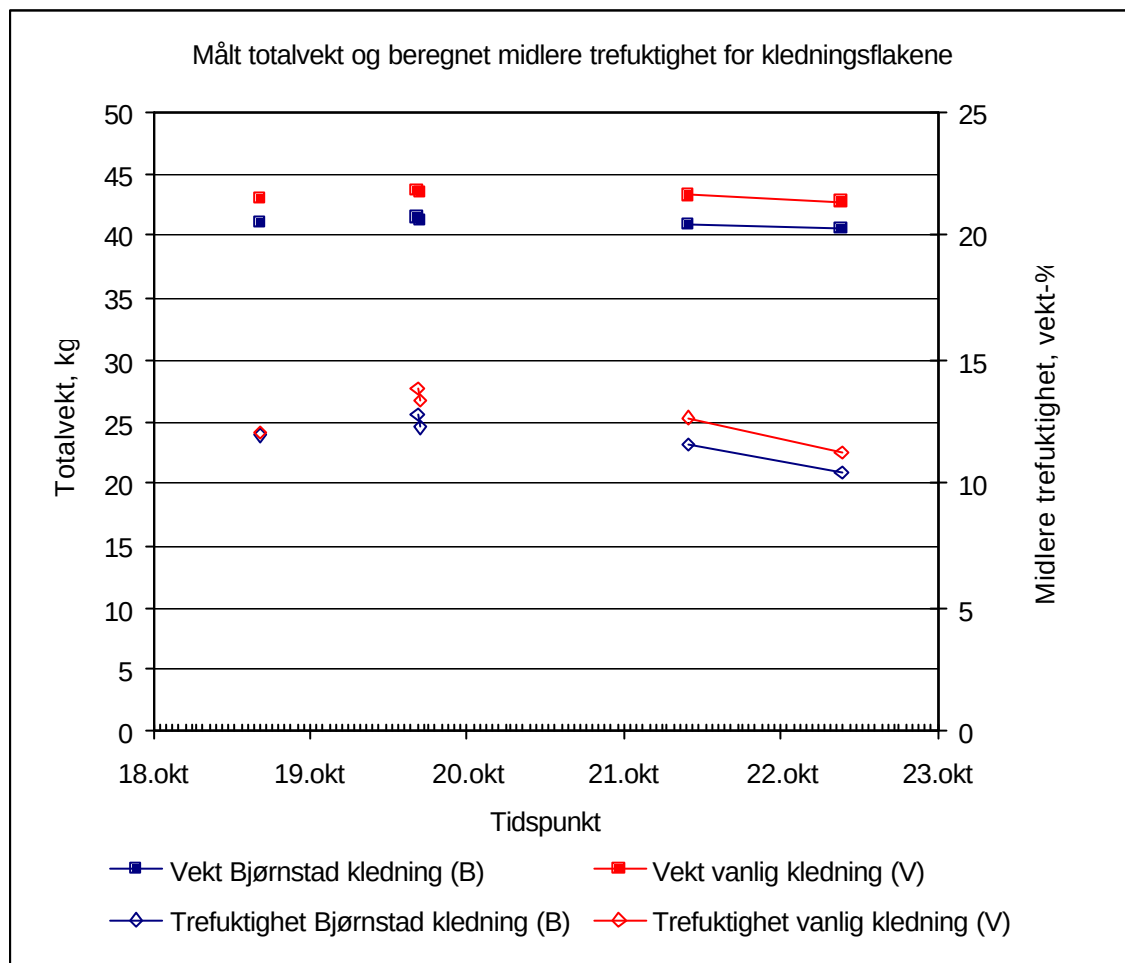
**Figur 5**

Diagrammet viser målt fuktnnhold i alle kledningsbordene ca. 36 timer etter siste regntetthetsprøving.

Kommentar

Etter ett og et halvt døgn med gunstige uttørkingsforhold er fuktnnholdet i begge typene kledning kommet under 15 vekt-% som er godt under faregrensen for soppvekst.

4.6 Vektendring



Figur 6

Diagrammet viser totalvekt for de to kledningsflakene ved 5 tidspunkter. På grunnlag av totalvekt og målt fukttinnhold i de faste målepunktene har vi også beregnet midlere trefuktighet for feltet ved de forskjellige veietidspunktene. Den 19. oktober ble kledningsflakene veid to ganger, før og etter at vanndråpene var tørket av ved hjelp av tørkepapir.

Kommentar

Vekt endringen for de to kledningstypene er i samsvar med målt trefuktighet vist i de tidligere diagrammen og viser at midlere trefuktighet ble noe høyere for vanlig kledning enn for Bjørnstad-kledningen.

5 Konklusjon

Regntetthetsforsøkene viser at Bjørnstad-kledningen tar opp mindre fuktighet ved kapillæroppslag i horisontalfugene enn vanlig, dobbeltfalset liggende trekledning. Bjørnstad-kledningen er også tettere mot slagregn enn vanlig, dobbeltfalset trekledning. Disse egenskapene gjør at Bjørnstad-kledningen under ellers like forhold vil ha lavere fuktinnhold og derfor være mindre utsatt for malingsavflassing og soppvekst enn vanlig, dobbeltfalset trekledning.

Trondheim, 13.12.04
for Norges byggforsknings institutt

Sivert Uvsløkk

Berit Time

Vedlegg

- 1 Tegninger av Bjørnstad-kledning
- 2 Bilder

Vedlegg 1a

Figurforklaring til tegninger av Bjørnstad-kledning

1. vegg
2. grunnmur
- 3.
4. reisverk
- 5.
6. isolasjonsmateriale
- 7.
8. vindsperre
- 9.
10. lekter
- 11.
12. kledningsbord
- 13.
14. utlektet rom
- 15.
16. første utsparing
- 17.
18. nedre innovervennende anleggsflate
- 19.
20. kledningsbordets 12 nedre sidekant
- 21.
22. vulst
- 23.
24. øvre utovervennende anleggsflate
- 25.
26. andre utsparing
- 27.
28. kledningsbordets 12 nedovervennende anleggsflate
- 29.
30. kledningsbordets 12 øvre anleggsflate
- 31.
32. gjennomgående åpning
- 33.
34. .

Magnus Bjørnstad

Vedlegg 1b

Tegning av Bjørnstad-kledning

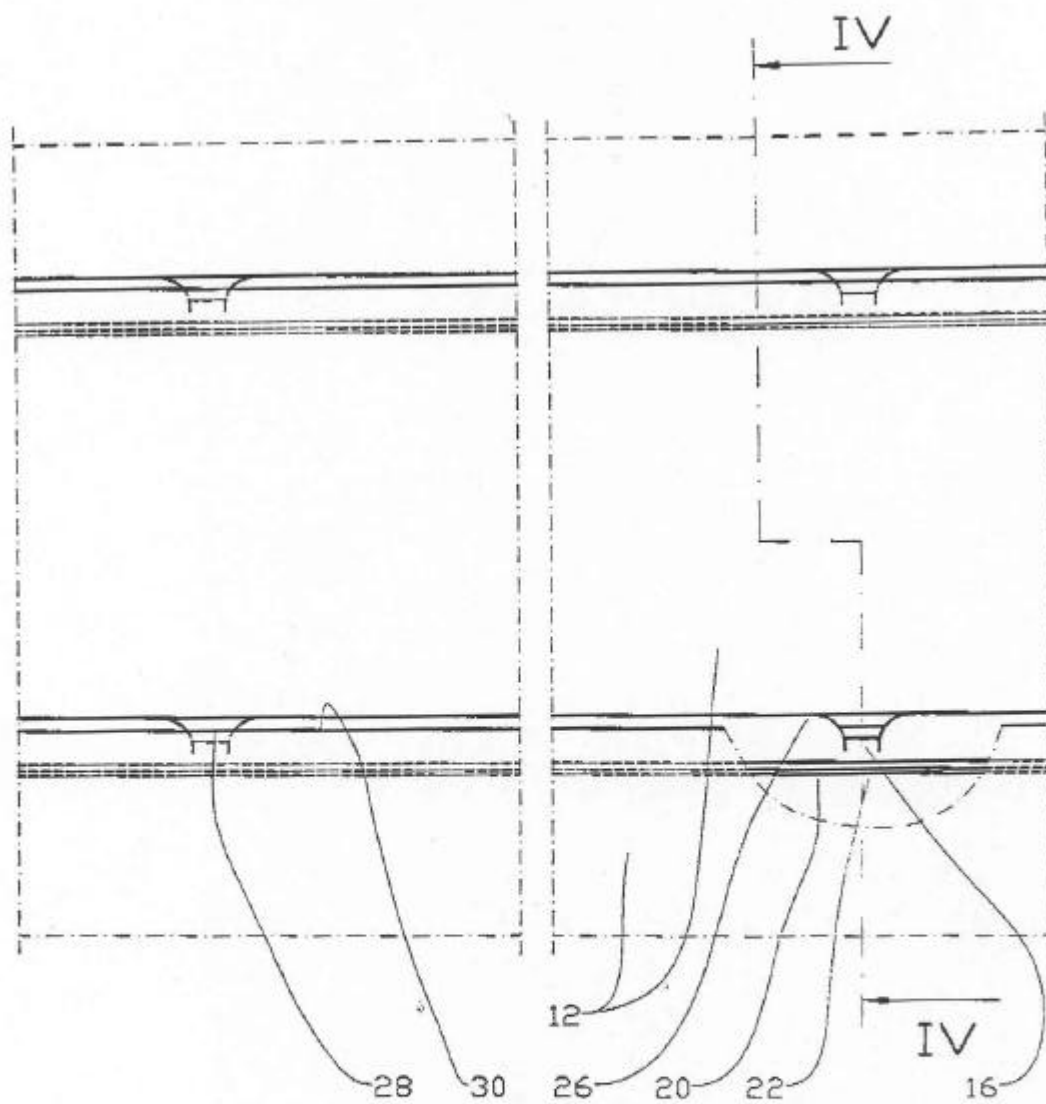
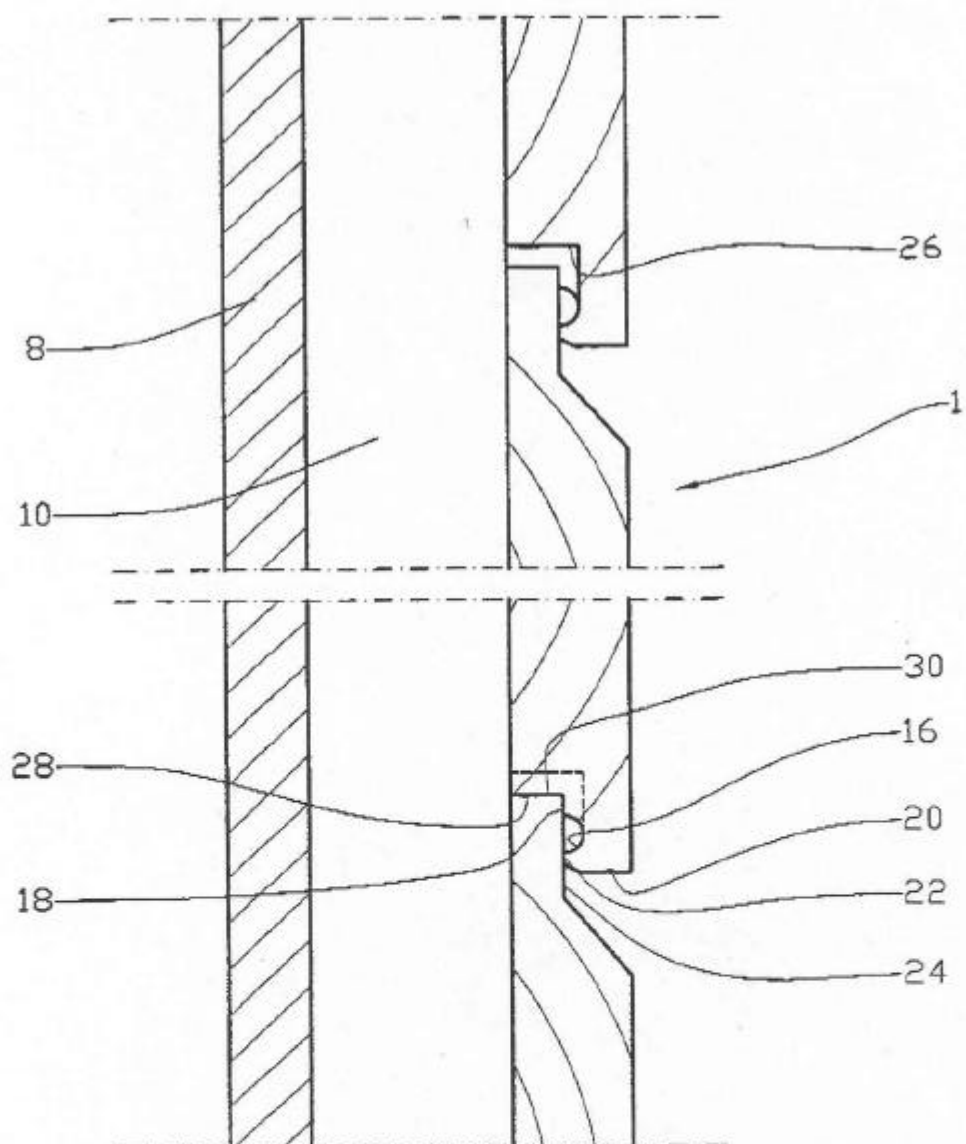


Fig. 4

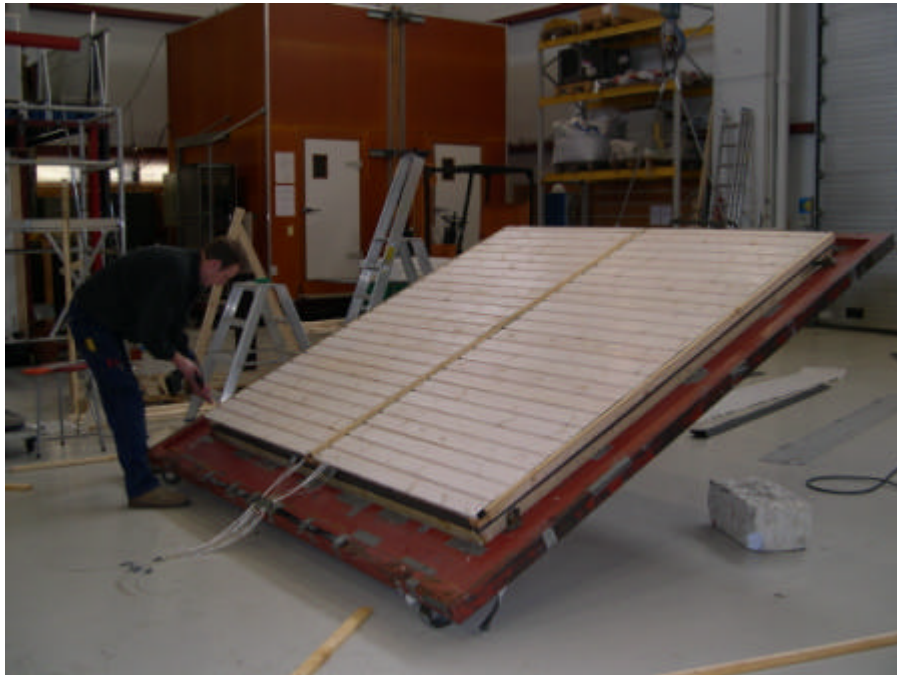
Magne Bjørnstad

Vedlegg 1c
Snittegning av Bjørnstad-kledning



11/12/10 Bjørnstad

Vedlegg 2 Bilder



Bilde 1
Prøvefeltet før innmontering i Rawi-Box.



Bilde 2
Den hvite streken på bildet markerer den delen av utvendig overflate som var påført overflatebehandling. Det tilsvarer den delen av overflaten som normalt blir behandlet når overflatebehandlingen gjøres etter at bordene er montert på veggen.



Bilde 3
Feltet med Bjørnstad-kledning sett fra siden.



Bilde 4
Feltet med vanlig dobbelfalset kledning sett fra siden.



Bilde 5

Øverste kant og alle sidekantene ble dekket med takfolie før regntetthetsprøvingen.



Bilde 6

Nedre, venstre hjørne av prøvefeltet.



Bilde 7

Prøvefeltet sett fra innsiden av slagregnskapet, Rawi-Box, under første del av prøvingen. Det blir sprøytet vann inn mot prøvefeltet fra dyserekken i overkant av feltet.



Bilde 8

Måling av trefuktighet på baksiden av Bjørnstad-kledningen. Trefuktigheten ble målt både ved hjelp av noen fastmonterte elektroder, skruer, med tilkoplede ledninger og ved hjelp av et håndholdt måleinstrument. Trefuktigheten ble målt i toppen av hvert bord, ca. 5 mm fra øvre kant og i horisontalfugen som vist på dette bildet.



Bilde 9

Renner av aluminiumsfolie for oppsamling av lekkasjevann på baksiden av Bjørnstad-kledningen. Det ble montert to oppsamlingsrenner for hver kledningstype. En renne samlet vannet som rant ned på baksiden av kledningen og en samlet vannet som rant nedover vindspærren. For å kunne observere regnlekkasjene brukte vi i dette forsøket en vindspærre av gjennomsynlige plastplater.



Bilde 10

Tilsvarende oppsamlingsrenne nederst på feltet med vanlig dobbeltfalset kledning. Her ser en fuktmerker etter vann som har kommet inn ved den vertikale sløyfen.



Bilde 11

Oversiktsbilde som viser at det renner vann nedover på baksiden av kledningen på den delen av feltet som har vanlig dobbelfalset kledning (til høyre), mens halvdelen som har Bjørnstad-kledning (til venstre) fortsatt er tørr.



Bilde 12

Oversiktsbilde ved slutten av prøvingen. Deler av vindspærreplatene av plast er tatt bort slik at det er tilnærmet fullt vindtrykk over kledningen. Her kommer det også noe vann gjennom Bjørnstad-kledningen, men vesentlig mindre enn gjennom delen med vanlig dobbelfalset kledning.



Bilde 13

Baksiden av Bjørnstad-kledningen under prøvingen med tilnærmet fullt vindtrykk over kledningen. Enkelte steder hvor det lakk vann gjennom horisontalfugene rant vannet ned på baksiden av kledningen og ut igjen via de nærmeste horisontalfugene nedenfor lekkasjestedet. En kan se at den øverste fugen på bildet er fylt med vann som renner mot høyre og ut igjen, mens resten forsvinner ut via den nederste fugen.



Bilde 14

Kledningsflakene oppstilt for uttørring i NBIs forsøkshall etter endt regntetthetsprøving.