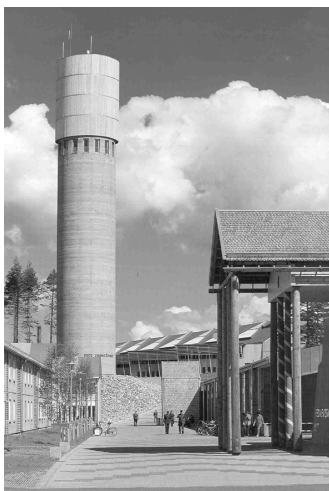


Frode Fjærtøft, Trond Bøhlerengen og
Håkon Einstabland

Trebruk ved Rena Leir

En erfaringsrapport



Prosjektrapport 353
Frode Fjærtøft, Trond Bøhlerengen og Håkon Einstabland
Trebruk ved Rena Leir
En erfaringsrapport

Emneord:
tak, yttervegg, beslag, utvendig kledning, tre, taktekning

ISSN 0801-6461
ISBN 82-536-0806-3

300 eks. trykt av
S.E. Thoresen as
Innmat: 100 g Kymultra
Omslag: 200 g Cyclus

© Copyright Norges byggforskningsinstitutt 2003

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndverkslovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med Norges byggforskningsinstitutt 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 123 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 55
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

Forord

Forsvarsbygg har ansvaret for helhetlig forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av Forsvarets samlede eiendomsmasse, og står i de nærmeste årene overfor tre store hovedutfordringer:

- etablere en helhetlig forvaltning for Forsvarets samlede eiendomsmasse
- nybygging og ombygging knyttet til Forsvarets omstilling og konsentrasjon av virksomheten
- avhending av de eiendommer, bygg og anlegg som det nye Forsvaret ikke lenger trenger for sin virksomhet.

Både samlet og hver for seg er dette betydelige utfordringer. Byggingen for Forsvaret får et stort omfang over en kort tidsperiode (2002 – 2005). I kraftsamlingsområdene (Indre Troms, Bodø og Ørland, Stavanger, Østerdalen, Oslo-området og Romerike) er byggingen organisert som et utbyggingsprosjekt. Utbyggingsprosjektet har ansvaret for helhetsplanlegging og bygging i kraftsamlingsområdene. Prosjektene vil i all hovedsak være utbygging av nye forlegninger, kontor- og undervisningsbygg, og renovering av eksisterende bygg. På grunn av tidspress, geografisk spredning over hele landet og størrelsen på utbyggingsprogrammet, blir prosjektet ett av de mest krevende utbyggingsprosjektene på land i moderne tid.

Det er et overordnet mål å planlegge Utbyggingsprosjektet slik at Forsvarets omstilling kan gjennomføres på en effektiv måte. Det er et uttrykt mål for Forsvarsbygg og Utbyggingsprosjektet å sikre kvalitet og kompetanseutvikling gjennom systematisk utnyttelse av erfaringer fra de enkelte utbyggingsprosjektene – både under selve prosjektgjennomføringen og etter at prosjektene er avsluttet.

Denne rapporten presenterer positive erfaringer med bruk av ubehandlet trevirke i Rena Leir. Hensikten med rapporten er å bidra til at erfaringer fra byggingen av Rena Leir blir utnyttet i nye prosjekter i regi av Utbyggingsprosjektet. Rena Leir er forøvrig også den eneste leiren som Forsvaret har bygd opp fra grunnen av i nyere tid. Det har vært stor fokus på materialbruk ved byggingen av denne leiren. De materialene som særlig har vært benyttet er betong, ulike metaller og ubehandlet trevirke.

Arbeidet med denne rapporten er gjennomført av Norges byggforskningsinstitutt (NBI) i samarbeid med Forsvarsbygg Utbyggingsprosjektet (FBU) og Silvinova AS.

En spesiell takk til Arne O. Moen (leder for Arkitekturrådet i Utbyggingsprosjektet), Stein Mortensen (Forsvarsbygg Utbyggingsprosjektet) og Kim Robert Lisø (NBI) for verdifulle innspill under arbeidet med rapporten.

Oslo, september 2003

Johan H. Gåsbak
Prosjektleder
Norges byggforskningsinstitutt

Håkon Einstabland
Hovedforfatter
Norges byggforskningsinstitutt

Sammendrag

Hensikten med denne rapporten er å presentere endel erfaringer som har fremkommet under byggingen av Rena Leir, spesielt knyttet til materialvalg og bruk av ubehandlet trevirke.

Rapporten tar utgangspunkt i Silvinova AS sin rapport vedrørende trebruk i Rena Leir [1]. En befaring ble gjennomført av en gruppe med bred fagkompetanse. Viktige innspill er også kommet fra brukerne av leiren. Det er også medtatt enkelte erfaringer som fremkom under et seminar om materialbruk ved Rena Leir i juni 2003. En bearbeidet versjon av dette arbeidet presenteres i denne rapporten, med hensikt å bidra til at kunnskapene og erfaringene som er fremkommet gjennom oppføringen av Rena Leir gjøres tilgjengelig for et større publikum.

Seks år etter ferdigstillelse er det få naturforårsakede skader av alvorlig karakter på ubehandlet trevirke i Rena Leir. Tidligere vollmester i leiren opplyser at de utskiftninger av trevirke som er gjennomført skyldes skader som er menneskepåført, som f. eks påkjørsler under snøbrøyting og lignende. De feilene som er påvist skyldes i hovedsak;

- mangelfullt utførte beslag
- mangelfull drenering av kledning på prefabrikkerte veggelementer.

Erfaringene tilsier at ubehandlet trevirke er et godt egnet fasademateriale i områder med moderate klimapåkjenninger. I områder med mer nedbør i form av regn enn Rena må det i større grad fokuseres på konstruktiv trebeskyttelse og gode byggetekniske løsninger. Følgende momenter bør være sentrale i eventuelle nye prosjekter;

- riktig materialkvalitet
- kravspesifikasjoner som er objektive og operative
- leveransene må kvalitetssikres opp mot kravspesifikasjonene
- høy byggeteknisk- og materialteknisk kompetanse
- riktig materiale på rett sted
- vurdere bruk av konstruktiv trebeskyttelse i hele prosessen fra planfase til ferdigstillelse.

Gipsplater har i flere av Forsvarets leire vært benyttet som underlag for fliser i våtrom. Mangelfulle tekniske løsninger i våtrom har skapt endel fuktproblemer ved Rena Leir. NBI mener likevel det ikke bør være problematisk å benytte gipsplater, selv i våtrom. En må imidlertid sikre at alle detaljer utføres nøyaktig.

Det har også vært problemer knyttet til utførelsen av en del flate folietekkede takkonstruksjoner ved Rena Leir.

Det er viktig at den kunnskap som presenteres i denne og liknende erfaringsrapporter blir videreført i nye prosjekter. Som en av landets største bygningsforvalter har Forsvarsbygg en unik mulighet til å systematisere erfaringer som har blitt gjort på ulike prosjekter. Denne rapporten er et ledd i dette arbeidet.

Mange byggskaader kan relateres tilbake til for dårlig utført håndverk eller at de utførende ikke behersker de materialer de arbeider med. FBU har satset på materialer og løsninger som er velutprøvde, og som har dokumentert lang levetid og tåler tøff belastning, både ytre miljøpåkjenninger og fra daglige bruk.

Innhold

FORORD.....	3
SAMMENDRAG	4
INNHold.....	5
1 INNLEDNING	6
2 RESULTATER OG ERFARINGER.....	7
2.1 GENERELT	7
2.2 LUFTED KLEDNINGER	9
2.3 UBEHANDLET TRE VIRKE	11
2.4 LÅVEKLEDNING	11
2.5 VESTLANDSKLEDNING OG SJALUSIER	15
2.6 SPONTEKNING.....	16
2.7 BESLAG FOR AVSKJERMING MOT NEDBØR	17
2.8 ARKITEKTUR OG FORMSPRÅK	19
2.9 ØVRIGE ERFARINGER.....	19
3 REFERANSER.....	23
VEDLEGG A - UNDERSØKTE BYGNINGER	25

1 Innledning

Denne rapporten er en videreføring av en erfaringsrapport som ble utarbeidet av Silvinova AS m.fl. i 2002 [1]. Hensikten med rapporten er å bidra til at erfaringer fra utbyggingen av Rena Leir blir utnyttet i nye prosjekter i regi av Utbyggingsprosjektet.

Rena Leir ble oppført som følge av stortingsvedtaket i oktober 1992 om å bygge ny hovedflyplass på Gardermoen. Dermed måtte en rekke forsvarsaktiviteter flyttes, mange av disse til Rena i Åmot kommune i Østerdalen. Leiren er bygd opp helt fra grunnen av, og ble tatt i bruk i 1997.

LPO arkitektur & design vant arkitektkonkurransen med sitt forslag "Cavalleria Rusticana". Utgangspunktet for arkitektene var å få til en kompakt leir med en klar inndeling, samtidig som den best mulig skulle tilpasses det eksisterende terreng og miljø. Leiren er utviklet i tett samarbeid med brukerne av leiren.

Arkitektene har arbeidet etter 4 hovedprinsipper underveis i utviklingen av leiren;

- bygningene skal representere Forsvaret i form og materialbruk
- bygningene skal oppfylle spesifikke krav
- materialer og arkitektur skal gjenspeile en helhet, samtidig som variasjon skal være synlig
- stedlige forhold; bygningene må gjenspeile at de hører til i Østerdalen.

Arkitektens fokus har hele tiden vært å holde seg til de normale lokale byggeskikkene i området. Tre er derfor et gjennomgangsmateriale for denne leiren. Som taktekning er det enten benyttet trefliser eller folietekning. Som utvendig kledning har man i tillegg til spon brukt vestlandspanel og låvepanel.

2 Resultater og erfaringer

2.1 Generelt

Kledningstypene som er valgt i Rena Leir er låvepanel og liggende kledning med rektangulært tverrsnitt ("vestlandskledning"). I tillegg er det også anvendt mye sponkledning på taket.

Treslaget som er brukt er furu. Det er lange tradisjoner for å benytte ubehandlet trevirke i dette området, lokale tradisjoner som man har forsøkt å gjenspeile ved oppføring av leiren.

Ved byggingen av Rena Leir ønsket arkitektene å holde seg til en "klar materialvalgstrategi". Det medførte at man har konsentrert seg om enkelte materialer, og disse har man holdt seg til. I tillegg til eksponert ubehandlet trevirke er det også benyttet mye synlig betong i fasader. Det meste av betongen er produsert på stedet, og tilslaget er fra stedlige masser. Veggforskalingen er utført som bordforskaling, nettopp for å få frem noe av uttrykket som ligger i trevirket. Det er også benyttet mye betong på bakkenivå i denne leiren. For kjøreområder som er beregnet for stridsvogner er det lagt 20 cm tykk betong. På ekserserplasser er det lagt belegningsstein i betong. Et slikt underlag har gode drenerende egenskaper samt at det gir et tiltalende mønster. Dersom enkelte stein går i stykker kan disse erstattes av nye uten store problemer.

Ett av byggene ved Rena Leir, Forvaltningsbygget, er i sin helhet bygd i tre. Det er massivtre i gulv, tak og vegger (se figur 2.1). Massive treelementer er lameller (bord eller plank) sammenføyd til elementer med spiker, skruer, tredybler, lim eller strekkstag, som benyttes som plane bygnings- eller konstruksjonsdeler. Elementene som er benyttet i Rena Leir er dyblet med tredybler. Det er ikke separat isolasjon i gulvet i Forvaltningsbygget, men det ligger både elektrisk- og vannbåren varme der.

Vanligvis benyttes det 15 cm tilleggsisolasjon både i gulv og tak ved denne byggemetoden, men dette bygget er et påbygg som er montert opp på et oppvarmet betongbygg, og gulvisolasjon ble derfor sløyyet. Massivtre-elementene har innslissede spor for å bedre isolasjonsevnen. Trevirke har omtrent ti ganger bedre varmeisoleringssevne enn betong, men isoleringsevnen er likevel ikke god nok til at klimaskjermen for oppvarmede bygninger kan bygges opp kun av massive treelementer med normal tykkelse, dvs. tykkelse som følger av statisk beregning. Massivtre-elementer kan klare spennlengder på godt over 6 meter, avhengig av tykkelsen til elementet. Slike elementer er hensiktsmessige for gjeldende brannkrav, og fleretasjes hus kan oppføres uten sprinklingsanlegg.

**Figur 2.1**

Forvaltningsbygget under oppføring (foto: Silvinova AS).

Alle innervegger er også av tre, og er hvittet for å gi en lys farge. Selv om dette er et kontorbygg hvor folk delvis sitter i kontorlandskap og delvis i cellekontor, så kan hver enkelt arbeidsplass regulere sin ventilasjon, enten ved å åpne vinduet, eller regulere en miljøvifte som er plassert på hver arbeidsplass. Miljøviften har aluminiumsfolie innvendig hvor all luft passerer på vei ut eller inn. På den måten oppnås en varmeveksling siden viften veksler i blåseretning. Man har målt en varmegjenvinning på over 70 %.

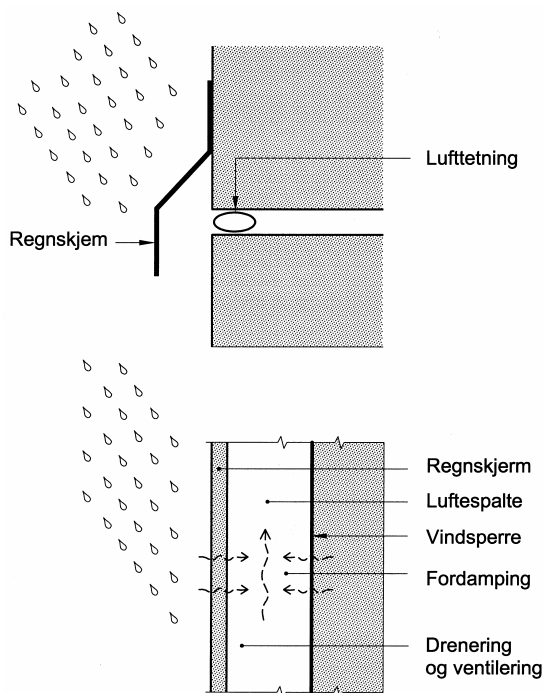
Miljøaspektet ved å benytte massivtre er et stort poeng. Tre er en fornybar ressurs og det kan utnyttes lavkvalitets-virke i massivtre konstruksjoner. I tillegg har massivtre lav vekt sammenliknet med f. eks betong og det trengs færre sjikt i bygningsdelen, og dette letter arbeidet ved en ev. riving av bygget. Bygninger oppført i massivtre har en stor evne til å jevne ut døgnvariasjoner for temperatur og luftfuktighet [4].

Belysningen er også ulik for de ulike områdene, mens den i gangområdene er lav og enkel så er den litt kraftigere i kjøreområdene. Forsvaret kan opplyse at belysningstyper og energibruk ligger kostnadmessig betydelig lavere enn offentlige anbefalinger.

En annen måte å tenke miljøvennlig på er å redusere arealbruken. Da Rena Leir ble planlagt la man inn et utvidelsespotensiale på 40 % uten at infrastrukturen i leiren måtte endres eller at yttergrensene måtte revideres. Pr. i dag er det utvidet mer enn disse 40 %, og det er fortsatt rom for mer fortetting ifølge arkitekt Lars Haukeland. Ved å redusere arealene sparer man naturen for inngrep, og man reduserer investeringskostnadene og driftskostnadene.

2.2 Luftede kledninger

Med luftede kledninger menes yttervegger som er kledd med et fasademateriale som har en tilsiktet ventilert og drenert luftespalte mellom vindspærren (bakveggen) og kledningsmaterialet. For å gi et effektivt vern mot slagregn har NBI i en årrekke anbefalt at tetting av fasader skjer i to trinn. I en såkalt totrinns tetning utgjør fasadematerialet (kledningen) regnskjermen og vindspærren utgjør luft-/vindtetningen, (se figur 2.2). NBIs erfaringer og anbefalinger er nærmere beskrevet i [11].



Figur 2.2

Prinsskisse av totrinns tetning av horisontal fuge og fasade med en ventilert luftespalte [11].

Kledningen skal;

- fungere som regnskjerm slik at minst mulig nedbør kommer inn til vindspærresjiktet
- fungere som mekanisk vern av bakveggen
- tåle de klimatiske og mekaniske påkjenninger de blir utsatte for
- gi bygningen ønsket estetisk kvalitet.

Vindspærren i en totrinns tetning utgjør;

- vindtetningen. Dvs. den hindrer at kald uteluft strømmer gjennom varmeisolasjonslaget og forringer isolasjonsevnen.
- lufttetning. Dvs. som supplement til innvendig dampspærre hindrer den luftlekkasjer gjennom ytterveggen slik at veggkonstruksjonen ikke blir oppfuktet av varm inneluft som lekker ut, samt sjenerende trekk fra kald uteluft.
- underkledning for vann som trenger inn bak kledningen i den ferdige konstruksjonen. Dvs. den skal sikre at vann ikke trenger inn i bakveggen, men dreneres ned i luftespalten.
- eventuell midlertidig "kledning" i byggeperioden. Dvs. i perioden frem til permanent kledning blir montert.

For at en tottrinns tetning skal fungere må det være en luftespalte mellom regnskjermer og vindsperren. Denne luftespalten må være ventilert¹ og drenert.

Luftespalten mellom regnskjermer og vindsperren skal;

- skille regnskjermer fra vindsperren slik at slagregn ikke blir transportert kapillært eller renner inn i veggen bak
- drenere bort og lede ut vann som trenger gjennom regnskjermer
- slippe ut eventuell fuktighet fra indre deler av veggen
- tillate fuktighet å tørke ut fra baksiden av kledningen
- bidra til å jevne ut lufttrykket mellom uteluft og luften i luftespalten, slik at vann på regnskjermer ikke blir sugd inn gjennom fuger i regnskjermer.

Siden fasader blir utsatt for store temperatur- og fuktsvingninger må de utformes slik at kledningen eller bakveggen ikke påføres skader på grunn av fukt- og temperaturbevegelser (se figur 2.3 for eksempel på manglende lufting). Murte forblendinger og ulike platekledninger må derfor deles opp i tilstrekkelige store felter med bevegelsesfuger. Bevegelsesfugene skal oppta fukt- og temperaturbevegelser og hindre oppsprekking eventuelt utbuling. For plater løses dette i praksis ved at platene alltid monteres med vertikale og horisontale fuger mellom platene for å gi rom for termiske bevegelser samt bevegelser som skyldes endringer i fuktforhold i materialene [11].



Figur 2.3

Bildet viser stående kledning på horisontale lekter. Det er ikke montert sløyfer som ville sikret drenering og lufting av kledningen. Slike mangler kan føre til uakseptabel risiko for utvikling av fuktskader både for kledningen og for den bakenforliggende veggen (foto: Silvinova AS).

¹ En *luftespalte* har luftgjennomstrømning. Dette er en forutsetning for å sikre uttørking. Et *luftrom* (hulrom) derimot trenger ikke være ventilert. Mange misforståelser beror på uklarheter i begrepene *luftrom* kontra *luftespalte*. Det er derfor avgjørende å presisere at det her er snakk om en *ventilert luftespalte*.

2.3 Ubehandlet trevirke

Rena Leir ligger midt i store skogområder på Hedmarken, et område med mye seinvokst og kvaeholdig furuskog. Området som leiren ligger i er ifølge Forsvarsbygg en klimasone som er gunstig for bygningsdeler i ubehandlet trevirke, fordi det er relativt lite vind og nedbør i form av regn i dette området.

Ubehandlet kledning blir utsatt for helt andre nedbrytningsprosesser enn behandlet kledning. Sollys kombinert med fuktighet pga. regn eller kondens (dugg) bryter ned overflaten på ubeskyttet trevirke. Sollys bryter ned limstoffene i veden (ligninet) slik at overflaten erroderer via en oksidasjonsprosess. Den naturlige gråningen/bruningen som kommer skyldes en svertesopp som lever i overflaten, men er ufarlig for trevirket. Prosessen gir kledningen en relieffvirkning. Oppfukting av trevirket med etterfølgende uttørking medfører dessuten at trevirket sveller og krymper, noe som med tiden fører til deformasjoner og sprekkdannelser.

Ved bruk av trekledning generelt og ubehandlet tre spesielt, er det svært viktig at bordene monteres rett vei for å få en formstabil og holdbar kledning. For kledningsbord gjelder enkelte forholdsregler. Årringene bør være mest mulig stående når man ser enden av bordet, da får man minimalt med kuving av bordet. Det er også viktig at man får plassert margsidene ut mot vær og vind. Desto mer margnære deler av furustokken man benytter, desto bedre er holdbarheten til trevirket. Den margnære siden har større flate med kjerneved, og er dermed mer holdbar mot klimatiske påkjenninger. Samtidig bør man ikke bruke bord som har synlig marg i seg, disse vil lett kunne sprekke opp.

Det er imidlertid et ufravikelig krav at man ved bruk av ubehandlet trevirke må ta hensyn til lokale klimaforhold. I værharde strøk bør de økte påkjenningene kompenseres med økt beskyttelse av trevirket, for eksempel i form av konstruktiv beskyttelse. Gode takutstikk, tilstrekkelig avstand til terreng, og korrekt utforming av beslag og andre konstruksjonsdetaljer som begrenser fuktopptaket er viktig for å redusere påkjenningene på kledningen.

Erfaringene så langt fra Rena Leir er at Forsvaret er godt fornøyd med den ubehandlete kledningen. Den gir lave vedlikeholdskostnader og har et spennende utseende ifølge brukerne av leiren. Det har kun vært mindre reparasjoner av skader i tilknytning til utvendig kledning, og de fleste skadene skyldes påkjørsler under snøbrøyting osv. Generelt kan man også si at kvaliteten på det trevirke som har blitt benyttet har holdt mål.

2.4 Låvekledning

Låvekledning er en type stående kledning som har lange tradisjoner i innlandet. Bordene spikres opp side om side med en liten glippe imellom. Sprekkene mellom bordene vil variere med variasjon i bordenes fuktighetsinnhold. Låvekledning bør kun benyttes i områder der det er lite slagregn. Det bør også benyttes vindtetting som er robust nok til å tåle at det kommer stikk el. gjennom glipene i bordene.

Låvekledningen bør monteres med margsidene ut. Bordene vil da ligge mest stabilt på veggen samtidig som margsidene vil ha et større kjernevedareal enn ytesiden. Ved Rena Leir er de fleste kledningsbordene montert med margsidene ut, slik det bør gjøres. Det bør heller ikke brukes bredere bord enn 7" (ca 175 mm) når det er låvekledning, bredere bord kan vil lettere få kuving og sprekker [8].

Veggene med låvekledning i Rena Leir er montert på to ulike vindsperre, GU plate (gips) og myk vindsperre (diffusjonsåpen duk, rullprodukt). Gipsplate er benyttet på de plassbygde veggene, mens myk vindsperre er benyttet på de prefabrikkerte veggene. Vindsperre av gipsplate har dårlig bestandighet mot vedvarende vann-/fuktpåkjenninger. I strøk med slagregn eller på fasader orientert mot den mest dominerende slagregnetningen på stedet, må gipsplatene

beskyttes av et fuktbestandig diffusjonsåpent sjikt, som for eksempel en vindsperreduk av rulleprodukt med dokumenterte egenskaper. Et alternativ kan også være økt luftespalte bak kledningen.

De prefabrikkerte elementveggene mangler sløyfer mellom lekt og vindsperre. Vann som trenger inn på baksiden av kledningen og inn på vindsperren vil således renne ned på den nærmeste horisontale lekten slik at denne blir oppfuktet, med påfølgende fare for råteskade. Dersom vindsperren legger seg helt ut til baksiden av kledningen (direkte kontakt med vindsperre/kledning) kan det være fare for at det kan oppstå "teltvirkning" med mulighet for kapillærtransport av fukt inn gjennom vindsperren og inn på bakveggen. Dette kan medføre fare for fuktskader i veggen innenfor. Utviklingen av disse veggene bør holdes under oppsikt.

Nederst avsluttes kledningen med skråskjæring slik at vann lettere drypper av uten å trenge opp i endeveden. Skråskjæringen gjør at vann drypper av i forkant [8]. Dette er det blitt gjort de stedene som ble observert ved Rena Leir (se figur 2.4).



Figur 2.4

Nedre ende av stående kledning. Enden er skrå-kuttet slik at vannet som renner nedover kledningen vil dryppe av på ytersiden. Ellers ser vi også at kledningen er luftet i bakkant, og har en glippe på noen millimeter mellom hvert bord (foto: NBI).

I enkelte tilfeller er kledningen trukket for langt ned mot bakken slik at vannsprut fra bakken fukter kledningen (se figur 2.5). Generelt bør trekledning alltid avsluttes i en avstand til terreng på minimum 300 mm. For trevirke uten overflatebehandling eller endeforsegling av veden er dette særdeles viktig i forhold til påkjenninger både fra nedbør (regn) og snø som ligger inntil veggen vinterstid (se figur 2.6).



Figur 2.5

Kledning avsluttet nær utstikkende betongkant/sokkel. Avstanden mellom kant/kledning burde vært større, helt 30 cm. I tillegg burde beslaget/folien vært ført helt ut over kantene (foto: NBI).



Figur 2.6

Kledning som går for langt ned mot bakken medfører fare for oppfukting av endeveden. All trekledning bør avsluttes minimum 30 cm fra bakken. Her må man ev. skifte hele bordene om de blir råtne i enden, mens hadde man hatt liggende kledning ville det vært tilstrekkelig å skifte ut bare de nederste bordene. (foto: Silvinova AS).

Sannsynligvis har spikerpistolene som er brukt under monteringen av kledning ved Rena Leir, hatt litt for høyt trykk slik at spikerhodene er skutt noe langt inn i veden. Det kan medføre at spikeren dras ut av bordet over tid. NBI anbefaler at spikeren ikke bør ha mer enn 2 mm innslagsdybde når det maskinspikres. Et alternativ til å maskinspikre kledning er å håndspikre eller å benytte skruer. Det siste gjelder særlig for kledningsbord som er brede og tykke, og som lett kan vri og kuve seg. En annen fordel ved å bruke skruer er at det er enkelt å bytte ut enkeltbord ved behov. Uansett om man bruker skruer eller spiker må disse være varmfor-sinkede eller ha annen tilfredsstillende korrosjonsbeskyttelse.



Figur 2.7

Her vises forskjeller mellom stående og liggende kledning på kasernene ved Rena Leir. Det later til å være noe vannlekkasje i nedløpsrøret siden veggen er veldig svartet i bakkant i dette området. Det er verdt å legge merke til at det ved Rena Leir i ettertid ble montert på ekstra store hetter over luftinntakene for å hindre snøinndrev. (foto: NBI).

2.5 Vestlandskledning og sjalusier

Det er også anvendt en enklere variant av den såkalte weatherbord-kledningen ved Rena Leir. Denne typen kledning blir ofte omtalt som Vestlandskledning, fordi den var vanlig i kyststrøk i tidligere tider (se bla. figur 2.7 og 2.8). Det er kledning hvor ufalsete bord ligger skrått over hverandre, og på den måten dekker innerkanten av bordet under seg. Ved Rena Leir er vestlandskledningen riktig utført og montert med margsiden ut. Også her virker det som om spikerpistoltrykket har vært noe høyt.

På de prefabrikkerte veggelementer med liggende kledning mangler det drenering i bakkant (ikke sløyfer under lektene). For å unngå endevipp og sterk kuving i forbindelse med skjøter på vestlandskledningen hadde det vært tilrådelig å skru skjøtene i stedet for å spikre.

Også her gjelder de samme kravene til innfesting som ved stående kledning. En trekledning er i stadig bevegelse og må derfor festes slik at den kan bevege seg mest mulig fritt. Faren for

sprekker er minst når man bruker ett festemiddel (spiker/skrue) pr. lekt i hvert bord. Ved ender bør man likevel benytte to festemidler i spikerslaget. Når kledningsbordene overlapper hverandre, bør spikeren aldri gå gjennom begge bordene fordi dette hindrer fuktbevegelsene til bordene.



Figur 2.8

Dette bildet er av Forvaltningsbygget. Her ser vi Vestlandskledning brukt som sjalusi. (foto: NBI).

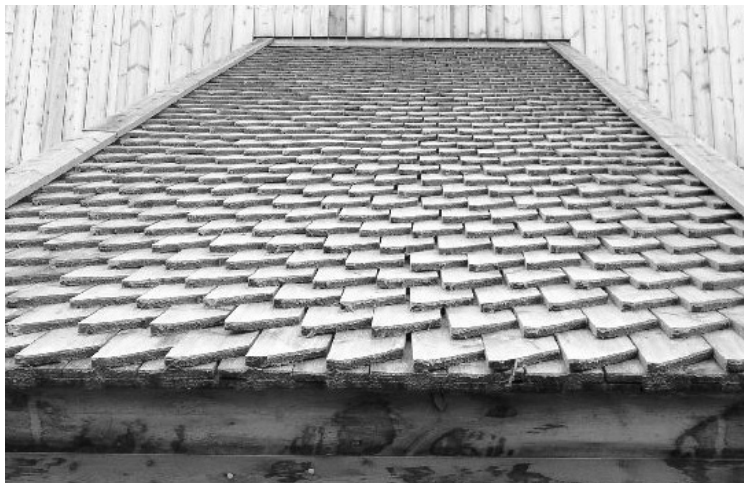
2.6 Spontekning

Vaktbygget og inngangspartiene på kasernene har spontekning på taket. I utlandet kalles denne typen tekning for treshingel. Det er benyttet en spesiell variant av sponen i Rena Leir. Sponen har en asymmetrisk form slik at vannet på en spon renner ned på midten av den nedenfor (se figur 2.9).

Det bør være min. 6 mm mellomrom sideveis slik at fuktbevegelser kan tas opp. Man begynner monteringen av spon fra nederst på taket. Forkant av neste rekke plasseres 1/3 lengde bak. Man får dermed tre lag tekning. Det er praktisk å bruke et bord/spon med bredde lik 1/3 av lengden. Hver takspan festes med en spiker [9].

Erfaringene så langt fra Rena Leir er at takene med denne typen tekning har vært tette.

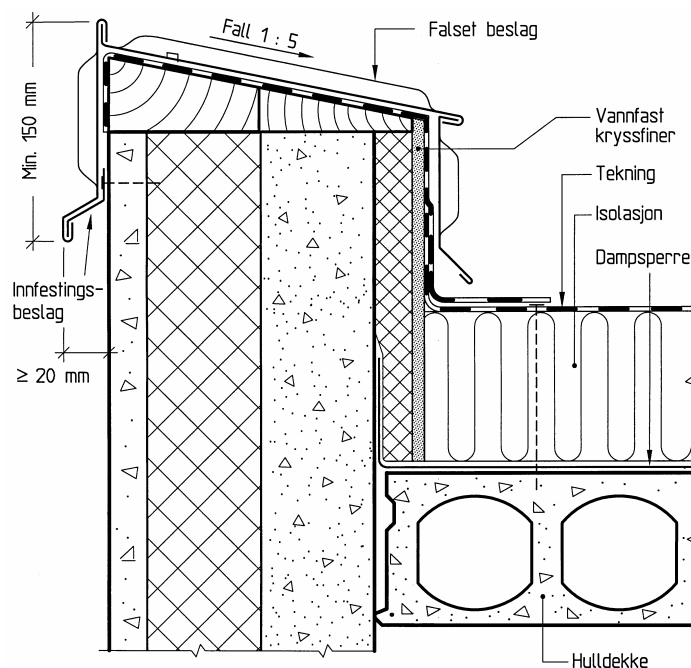
Også for denne typen tak er det viktig at man har et godt undertak som kan ta hånd om den vannmengden som ev. kan komme ned under tekningen. Undertaket kan være av underpanel, fuktbestandige sponplater eller kryssfiner. I tillegg til selve undertaket må man også bruke asfalt underlagsbelegg med uorganisk stamme, helst polyesterstamme, eller annet produkt med tilsvarende egenskaper.

**Figur 2.9**

Spontekket tak. Legg merke til den spesielle "Rena cuten". Vannet på overliggende spon renner ned på midten av neste. (foto: NBI).

2.7 Beslag for avskjerming mot nedbør

De flate takene er tekket med folie. Ved parapetene er det benyttet sinkbeslag som går over kanten og noe ned på veggen. NBI anbefaler forøvrig at all taktekning føres over parapet, og at beslaget går minimum 150-200 mm ned på veggen, og avsluttes med en knekk som leder vannet ut fra veggflaten, helst minimum 20 mm (se figur 2.10). Det er også viktig at beslagene har fall innover på taket og ikke ut over veggen. Fall innover reduserer faren for at snø og is raser ned fra gesimsen.

**Figur 2.10**

Eksempel på prinsipiell utforming av falset gesimsbeslag for vegger av betongelementer. Legg merke til at tekningen føres over gesimskant og at beslaget har godt fall innover mot taket. I tillegg er det verdt å merke seg at beslaget skal gå minst 150 mm ned på vegg og avsluttes med en god dryppkant som går 20 mm utfra vegg [2].

En stor andel av de skadene NBI har registrert skriver seg fra vannlekkasjer, og mange av disse igjen er knyttet til beslagløsninger. En faktor som ofte blir glemt når det monteres gesimsbeslag er at gesimsen er utsatt for vindkrefter. Også ved Rena Leir har man erfart dette ved at enkelte beslag har blåst ned flere ganger. Dette kan skyldes flere årsaker, enten for snaue beslag, temperaturbevegelser, dårlig innfesting, eller kombinasjon av disse forhold.



Figur 2.11

Uheldig utformet beslagløsning har medført ujevn fuktbelastning på veggen og dermed fargeskjolder. Mørke partier har blitt mest belastet av fukt. De nesten hvite partiene av kledningen er områder som har hatt meget høy fuktbelastning og her er trevirket nesten helt utvasket. (foto: NBI).

Ved bruk av beslag som skal lede vann ut fra en ubehandlet trefasade er det viktig å tenke på at fasaden får skjolder dersom vannpåvirkningen ikke er jevnt fordelt over hele flaten. Vann som renner på et beslag vil gjerne renne av beslaget i forbindelse med en beslagsskjøt eller en annen ujevnhet på beslaget. Dette er spesielt viktig på ubehandlede trevegger som på grunn av sin overflatestruktur lett misfarges av konsentrerte strømmer av regnvann (se figur 2.11 og 2.12).



Figur 2.12

Her ser vi også fargeforskjellene som kan opptre som følge av ulik fuktbelastning på kledningen, dels som følge av litt uheldige beslagsløsninger og dels som følge av litt mer utstikk på høyre side enn på venstre side av hjørnet. (foto: NBI).

2.8 Arkitektur og formspråk

Generelt er det valgt et minimalistisk formspråk med svært små (ingen) takutstikk i Rena Leir. Dette medfører at veggene ikke får noen konstruktiv beskyttelse, og derfor er svært eksponerte for vannpåkjenninger. Trevirke tåler å bli vått forutsatt at det får tørke opp igjen, og alt tyder på at denne viktige forutsetningen er oppfylt i Rena Leir, unntatt for de prefabrikkerte veggene der det mangler lufting og drenasje.

2.9 Øvrige erfaringer

Mange av de undersøkte bygningene har flate tak, og tidligere vollmester ved Rena Leir kan opplyse at flere av disse har hatt lekkasjer. NBI mener at flate tak teknisk sett ikke er dårligere enn skråtak, men at det er viktig at det fokuseres på detaljløsninger og utførelse. Kunnskapen omkring flate tak er også mye bedre i dag enn tidligere, og det er i dag færre skader på flate tak enn det var for et par tiår tilbake.

På flate tak er det viktig at man foretar en jevnlig kontroll av takflaten, minst 2 ganger årlig. I tillegg til at sluket må ligge på det laveste punktet må det også være mulighet for overløp i tilfelle tett nedløp. Nedløp bør være innvendige og varme [5].

Et annet aspekt ved flate tak er at det benyttes tekningsmaterialer som er godkjente til den bruken de skal utsettes for. NBI tester ut ulike produkter, og utsteder teknisk godkjenning. Godkjenninger fra andre land kan også gi tilfredsstillende dokumentasjon av egenskaper, men man bør sjekke hvilke egenskaper som er kontrollert, og sammenlikne mot norske forhold.

Generelt er det viktig å beskytte endeved gjennom konstruktiv trebeskyttelse. Dette gjelder også for limtre. I Rena Leir er det mye limtre med synlig tverrved som burde vært forblendet med tre, beslag eller ved forsegling med overflatebehandling som en forsikring mot delaminering (se figur 2.13 og 2.14).



Figur 2.13

Limtreprofiler brukt som solavskjerming. Disse blir stående som seil i vinden og får stor belastning fra vær og vind. Endeveden burde absolutt hatt en eller annen form for beskyttelse, enten kjemisk (maling) eller mekanisk (beslag). (foto: NBI).

Man kunne også montert enkelte sponbiter bare for å beskytte endeveden. Disse sponene kan fungere som ”offerved”, og kan byttes ut med jevne mellomrom, etterhvert som de har utført sin oppgave.

En annen type skade som har blitt oppdaget ved Rena Leir er fukt i våtrom. Det er flislagte gulv og vegger i disse rommene. På gulvene løsner flisene, og alle gulv må skiftes. Skadene her kan skyldes at det er for tynt lag med påstrykningsmembran, iallfall til den ekstreme bruken som disse våtrommene utsettes for til tider. Det blir ofte slurvet i utførelsen av påstrykningsmembraner. Det er viktig at anbefalingene fra leverandøren følges nøye i disse tilfellene, og at man kun bruker de angitte komponentene [6].



Figur 2.14

Ubeskyttet endeved av limtre. Man kan tydelig se at nedre del av enden har fått stor fuktbelastning og er i ferd med å delaminere seg noe. Ellers kan man også se de hvite flekkene på de horisontale vindskibordene over. Dette skyldes mye vann som renner av beslagene, særlig i skjøtene (foto: NBI).

Gulv i våtrom skal være vanntette. Gulvet må derfor alltid ha et vanntett sjikt (membran) som skal hindre vannlekkasjer og fuktskader på underliggende og tilstøtende konstruksjoner. Bruk kun membraner med dokumenterte egenskaper, se NBI Teknisk godkjenning på: <http://www.byggforsk.no>. En kan f.eks. ikke gå ut fra at betong alene tilfredsstiller dette funksjonskravet. Alle membraner på gulv i våtrom må tetthetsprøves på stedet. Kontrollen gjøres ved vanntryksprøving. Sluket blokkeres slik at både membranen og membranens overgang mot sluk testes.

I bad og andre våtrom er hele gulvet definert som våtsone. Gulvet inklusive overganger mot tilstøtende vegger skal tilfredsstille krav til vanntetthet, og gulvflaten skal ha fall til sluk. Dette gjelder også gulv på grunnen. I våtrom som utsettes for tøffe belastninger, både fuktteknisk og mekanisk, bør veggkonstruksjoner bygges opp med robuste materialer. Eksempler på dette er "tunge" veggkonstruksjoner av støpt betong eller mur, kledd med egnet vanntett sjikt og renholdsvennlig overflate. På lettvegger er som nevnt over, sveiset vinyl eksempel på en slik overflate som samtidig er en membran, og egnet underlag for ev. keramiske fliser.

NBI foreslår at en i rom med tøff bruk og samtidig meget høy fuktbelastning for eksempel legger vinyl på gulv og vegger, og så kan en ev. legge fliser over om det er ønskelig. Vinyl er en kostbar membran på kort sikt, men kan være egnet grunnlag å legge fliser på. Det kan være fuktteknisk fordel at tettesjiktet legges nærmest mulig den våte overflaten, slik at andelen oppfuktet materiale reduseres.

NBI anbefaler fall mot sluk i hele rommet for å hindre at vann blir liggende på gulvet. Fall på minst 1:50 anbefales for gulv i nedslagsfelt for vann, dvs. i dusjoner, mens gulvet i resten av rommet bør ha fall på minst 1:100. Maksimalt fall på gulvet bør ikke være større enn 1:25.

Endel ytterdører har også fått ekstra beslag på seg for å stå i mot spark og slag, og på den måten har man sannsynligvis forlenget levetiden til døra (se figur 2.15).



Figur 2.15

Ekstra beslag på dører og karmen for å øke levetiden. (foto: NBI).

I en militærleir medfører bruken hard og tøff belastning for materialene og bygningsdelene. I enkelte trappeoppganger ved Rena Leir har en benyttet gipsplater på vegger for å ivareta brannkrav, men disse er dekket til på utsiden av kryssfinerplater for å beskytte mot røff behandling. Forsvaret har mange negative erfaringer med bruk av gipsplater, og ønsket derfor å minimere bruken av dette ved Rena Leir.

3 Referanser

- [1] Fjærtøft, F., Bøhlerengen, T., 2002
Evaluering av trebruk i Rena Leir. Silvinova AS, Elverum
- [2] Kvande, T., Lisø, K. R., 2002:
Beslag mot nedbør, Anvisning 38, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo
- [3] Edvardsen, K., I., Torjussen, L., 1997
Trehus, Håndbok 45, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo
- [4] Byggdetaljer 520.205:
Massive treelementer. Typer og bruksområder. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 520.205, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2000
- [5] Byggdetaljer 525.207:
Kompakte tak. Del 1 og 2. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 525.207, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2000
- [6] Byggdetaljer 541.805:
Gulv i bad og andre våtrom. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 541.805, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 2000
- [7] Byggdetaljer 542.003:
Luftede kledninger og fuger. Påkjenninger, prinsipper og virkemåte. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 542.003, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1989
- [8] Byggdetaljer 542.101:
Stående kledning. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 542.101, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1998
- [9] Byggdetaljer 544.107:
Tekking med trykkimpregnert treshingel/takspon. *Byggforskserien*
Byggdetaljer 544.107, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1986
- [10] Byggdetaljer 725.118:
Skader i kompakte tak. Årsaker og utbedringer. *Byggforskserien*
Byggforvaltning 725.118, Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1996
- [11] Kvande, T., Lisø, K. R., Time, B., 2003:
Luftede kledninger. Klimapåkjenninger, erfaringer og anbefalinger, Rapport 115,
Norges byggforskningsinstitutt, Oslo

Vedlegg A - Undersøkte bygninger

Vedlegget presenterer erfaringer beskrevet i [11].

Vollmesterbygget - 0007

Et godt fungerende bygg. Noe manglende utlufning mellom nederste bord/beslag enkelte plasser på skråvegg med liggende kledning kan utgjøre en råtefare. Dekkbord bør løftes ut og sløyfer/kiler monteres. Panelskjøter som geiper bør skrus. Da bør spiker dras ut og gammelt spikerhull benyttes for skruen. Spiker er generelt skutt for langt inn slik at bordene jobber seg gjennom spikeren.

Forvaltningsbygget - 0006

Fargeskjolder som en følge av ulike fuktighetsforhold, spesielt på vestre kortvegg. Kunne trolig vært unngått ved å benytte takbeslag med dryppkant. Nå ledes vannet til beslagsskjøter og renner av konsentrert på noen få steder.

Messe - 0003

Snaue beslag og dyp spikring. Noe dårlig detaljutforming i overgang mellom betong, panel og limtre i s-v hjørne. Limtrestender bør kasses inn med beslag for å beskyttes mot fuktighet.

Regimentsbygg - 0002

Det er eller har vært noe lekkasjer i sponklede tak. Spontekningen er lagt på lektet bordtak, men i alle fall den nederste flisrekka får dårlig lufting i og med at denne ikke ligger på ei lekt med sløyfer under.

Velferdsbygg - 0005

Sløyfer mangler stedvis under nederste lekt på låvekledning. Låvekledningen er stedvis også dratt for langt ned mot bakken slik at vann spruter opp på tverrveden. Rundt inngangspartiet er trevirke stedvis ført helt i bakken, og vil råtne. En stolpe i overbygget må skiftes da den er råtten. Hvorfor denne har råtnet er vanskelig å forstå, men trolig må skadeforløpet ha startet før stolpen ble satt opp.

Dryppnese mangler på underbeslag, men er utformet på overbeslag. Dette medfører at vannet renner konsentrert av beslagene i beslagsskjøtene.

Et takbeslag har blåst av på idrettshallen mot messa.



Figur A.1

Bildet viser en stolpe som har råtnet i bunnen (foto: Silvinova AS).

Trandum - 0016

Bygget har myk, diffusjonsåpen vindsperre, og kledningen er spikret i ei 20 mm lekt som er slått direkte på vindspærren uten underliggende sløyfer. NBI anbefaler at det lektes ut minimum 36 mm når det ikke er losholt bak [8]. Vann som driver inn mellom bordene i låvekledningen renner således rett ned på den underliggende lekta. Det er fare for teltvirkning med mulighet for kapillær transport av vann inn i bakveggen da avstanden mellom kledningen og den myke vindspærren er liten. Dette kan oppstå dersom isolasjonen presser den myke vindspærren ut på kledningen slik at det blir kontakt mellom disse. Den valgte løsningen er uheldig, og det anbefales å inspisere veggens tilstand ved å stedvis rive av noen bord og foreta fuktmålinger i stenderverk og isolasjon.

Vindusbeslagene er loddet og generelt er løsningene angående innfesting av beslag gode.

Vannbord mangler over vindskie på spontak.

Bardufoss - 0018

Også her mangler det sløyfer under lektene. På den østre delen av bygningen er det ubehandlet Leca-mur under låvekledningen. Denne vil det kunne blåse gjennom, men det er uvisst hva slags rom det er på baksiden.

Trøndelag - 0023

Sløyfer mangler under lektene. Vindusbeslag er løse.

Oppland - 0024

Sløyfer mangler under lektene på låvekledning. Veranda har mye eksponert limtre som bør kles med beslag, spesielt tverrved. Vindusbeslagene er bare klemt på plass av kledningen, og sitter derfor dårlig.

Undervisningsbygg med kontorer og forlegning - 0035

Beslagsskjøter på nedre takbeslag er utette. Grunnmuren stikker utenfor treveggen, og beslag burde vært dratt over kanten, ikke bare til midt ut på grunnmuren. Grunnmurbeslagene er for snaue, og på det ene hjørne er beslaget så snaut at vann renner inn i bygningskroppen. Over vinduene er det for lang avstand fra kledningsenden til spikerslag slik at kledningen får endebøy ut fra vinduet. Endeved på limtresjalusier bør beskyttes. På forlegningsdelen er en del beslag løsrevet/ødelagt som en følge av evakuering av personell gjennom vindu.

Skytehall - 0037

Takbeslagene er utette i skjøtene. En takplate er skadet.