

Bruk av tre i svømmehaller

av Håkon Bergsrud og Hans-Kristian Ellingsen

*Et sammendrag av diplomoppgave ved
Norges Tekniske Høgskole utført i samarbeid med
Norsk Treteknisk Institutt*

INNHold

SAMMENDRAG	5
1. Innledning. Kort om trevirkets fuktavhengige egenskaper	7
2. Klimabetingelser i svømmehaller	8
2.1 Teoretiske klimabetingelser	8
2.2 Observerte klimaforhold i svømmehaller	8
3. Bruk av tre i svømmehaller	10
3.1 Generelt	10
3.2 Konstruktive forhold	10
3.2.1 De mest aktuelle bæresystemer	10
3.2.2 Plassering av isolasjonsskiktet	13
3.2.3 Detaljer	14
3.3 Tre i øvrige bygningsdeler	16
3.3.1 Tak	16
3.3.2 Vegger. Bindingsverk i ikke-bærende vegger	17
3.3.3 Tre som platedekkende materiale	18
3.3.4 Vinduer	19
3.3.5 Dører	20
3.4 Hvilken limingsklasse og klimaklasse bør benyttes under prosjektering/produksjon av limtre til bruk i svømmehaller?	20
3.5 Trebeskyttelse	20
3.5.1 Er trykkimpregnering nødvendig?	20
3.5.2 Overflatebehandling	22
3.5.3 Brann	22
LITTERATUR	23

SAMMENDRAG

Dette arbeidet bygger på en diplom utført ved NTI 1977.

Arbeidet besto bl.a. i å registrere klimaet, kartlegge skader på trevirket og vurdere bruk av trevirke i svømmehaller.

Det var forholdsvis nye haller som ble besøkt. De fleste var 1-5 år gamle.

Konklusjonen kan sammenfattes i følgende punkter:

- Den relative fuktigheten i nyere haller med moderne ventilasjonsanlegg er lavere enn ventet, RF 50 - 55%. Noen steder er trevirket opusprukket på grunn av uttørking.
- Lufttemperaturen er for de fleste hallenes vedkommende for lav i forhold til vanntemperaturen. Dette fører til ubehag for de badende. Dessuten blir fordampning fra bassenget stor, noe som igjen fører til unødvendig hard belastning på ventilasjonsanlegget.
- Såkalt kalde tak frarådes sterkt på grunn av vanskelighetene med å få en tett dampsperre.
- Isolasjonsskiktet bør ligge på utsiden av bærekonstruksjonen.
- Trevirke er anvendelig i svømmehaller, men man må legge vekt på spesielle detaljer, slik at fuktighetsinnholdet holdes på et akseptabelt nivå.

1. INNLEDNING. KORT OM TREVIRKETS FUKTAVHENGIGE EGENSKAPER.

Trevirke er hygroskopisk, d.v.s. det opptar vann i dampform. Fuktighetsinnholdet

($f = \frac{\text{vekt av vann i trevirket}}{\text{tørrvekt}} \cdot 100\%$) er avhengig av luftens

relative fuktighet (RF), temperaturen og i noen grad lufttrykket.

Fig. 1 viser forholdet mellom trevirkets likevektsfuktighet, luftens relative fuktighet og luftens temperatur.

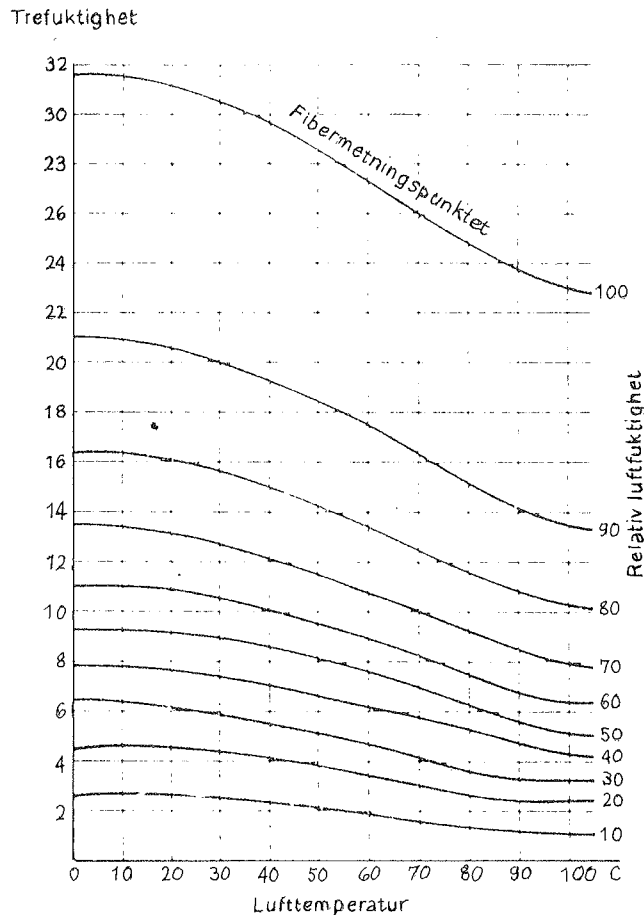


Fig. 1. Likevektsfuktighet for trevirke (gran og furu)
Eks.: RF = 35%, temp. = 20° C, f = 7%.

Endring i fuktighetsinnholdet vil påvirke så og si alle av trevirkets egenskaper. Et økende fuktighetsinnhold vil føre til:

Redusert skjær-, strekk-, trykk- og bøyefasthet, redusert elastisitet- og glidemodul, økt slagfasthet, økt elektrisk ledningsevne, økt varmeledningsevne og økt svelling inntil fibermetningspunktet. Fibermetningspunktet er definert som det fuktighetsinnholdet der celleveggen har opptatt maksimum vannmengde og oppnådd maksimum svelling. Videre opptak av vann skjer i alle hulrom og fører ikke til fortsatt svelling.

I dimensjoneringsstandarden for trevirke (NS 3470) er det tatt hensyn til fuktighetsinnholdets innvirkning på konstruksjonsfasthetene. Ved en RF 85% (dvs. f ca. 20%) skal konstruksjonsfasthetene multipliseres med 0,75.

Den mest iøynefallende konsekvens av et høyt fuktighetsinnhold i trevirke er soppers skadevirkninger. Soppene deles i to grupper:

Fargesoppene og råtesoppene. Fargesoppene (eks. blåvedsopp) influerer lite på trevirkets styrke, mens råtesoppene (eks. ekte hussopp) fører til at trevirket smuldrer opp.

Før en sopp begynner å vokse på eller i trevirke, må temperaturen ligge mellom 0 og 40° C, det må være tilstrekkelig tilgang på oksygen, og fuktighetsinnholdet må være på minst 20%. Det tilsvarer en relativ fuktighet på ca. 85% ved 20° C.

2. KLIMABETINGELSER I SVØMMEHALLER

2.1 Teoretiske klimabetingelser

I en svømmehall har man følgende vannfordunstningskilder: Badevannet, våte (og tørre) mennesker, våte gulvflater (p.g.a. de badende og p.g.a. spyling). Store bidrag fra disse kildene vil gi høy relativ luftfuktighet hvis ventilasjonsanlegget er dårlig. Eksempel på størrelsen er vist i (1).

Det er spesielt viktig at lufttemperaturen er høyere enn badevannstemperaturen for å hindre en stor fordunstning fra bassenet. Fra en vannoverflate vil det alltid finne sted en netto fordampning så lenge damptrykket ved overflaten er høyere enn vanddampens partialtrykk i den omgivende luft. Hvis man ved likevekt øker lufttemperaturen og holder vanntemperaturen konstant, vil RF reduseres. Vanddampens partialtrykk er den samme, men det maksimalt oppnåelige partialtrykk (for RF = 100%) øker med lufttemperaturen, slik at forholdet: $\frac{\text{vanddampens partialtrykk}}{\text{maks partialtrykk}}$

reduseres.

Også sett ut fra behagelighetskrav må lufttemperaturen ligge høyere enn vanntemperaturen. En heving av romtemperaturen behøver nødvendigvis ikke å medføre noen økning i det totale varmebehov. Transmisjonstapet øker riktignok, men ventilasjonstapet kan reduseres (RF holdes konstant). Høy RF i svømmehallen kan føre til:

1. Kondens på vinduene og kalde utevegger
(RF 40%, meget avhengig av utetemperaturen)
2. Korrosjon på stål
(RF 60%)
3. Høyt fuktinnhold i eventuelle trekonstruksjoner og derav råteskader på impregnert virke
(RF 85%)

Det er pkt. 1 som vanligvis stiller de strengeste krav til maks tillatte relativ fuktighet i hallen, spesielt er dette tilfelle vintertid. Man er absolutt avhengig av ventilasjon i svømmehallen for å få vekk vanddampen fra fordunstningskildene. Man bør la relativ fuktighet ligge på ca. 55-60%. Lavere bør man helst ikke gå fordi en badende vil føle det ubehagelig på grunn av stor fordampning fra kroppen.

2.2 Observerte klimaforhold i svømmehaller

Bakgrunnen for dette arbeidet er en undersøkelse foretatt i 12 svømmehaller i Sør-Norge, 5 haller i Bergens-området og 7 på Østlandet (Undersøkelsen pågikk i oktober 1977).

Inneluftens temperatur og RF ble fortløpende registrert ved hjelp av termohygrografer, og fuktigheten i trevirket ble bestemt ved hjelp av elektriske fuktighetsmålere og ved å tørke utlagte treklosser. Disse målingene av klimaet og trevirket viste:

- Det er stor forskjell på klimaet i haller med nye og eldre ventilasjonsanlegg. Haller med eldre anlegg uten hygrostat (hygrostaten styrer luftens RF) har ofte store variasjoner i RF i løpet av dagen. De nye hallene har gjerne ventilasjonsanlegg og reguleringssystemer som muliggjør bedre kontroll med temperatur og relativ fuktighet. Fig. 2 viser utskrifter fra termohygrografer plassert i en ny og en gammel hall.

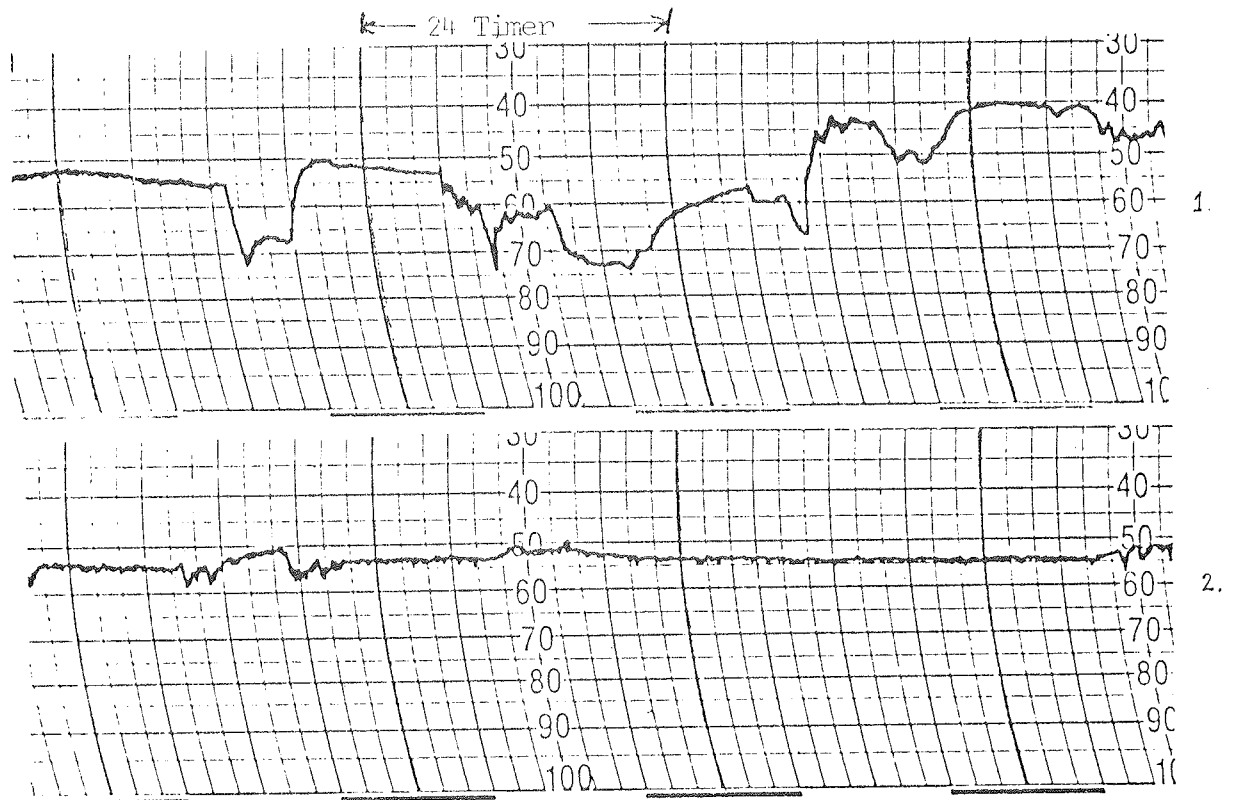


Fig. 2. Typiske variasjoner i RF. 1. Eldre hall der friskluftmengden blir regulert v.h.a. termostat. RF varierer innenfor ganske vide grenser, avhengig av belastningen. 2. Nyere hall med hygroskop som regulerer forholdet mellom omluft og friskluft. RF holdes på en noenlunde konstant verdi.

Det ble registrert at det i mange haller kjøres med lav lufttemperatur (Lav sett ut fra hva de badende oppfattet som behagelig, og lavere enn vanntemperaturen). Vannfordunstningen blir uforholdsmessig stor, slik at ventilasjonsanlegget blir unødige hardt belastet. Anleggets kapasitet kan overskrides, og RF kan bli høyere enn forutsatt av de prosjekterende og dermed påføre skader på bygningskroppen. Generelt sett er påkjenningen p.g.a. høyt fukttinnhold mindre enn ventet. Faktisk er det det motsatte som er oftest tilfelle. Flere steder ble det observert oppsprekking i limtrebjelker. Det bør tilføyes at det var forholdsvis nye haller som ble undersøkt (De fleste 1 - 5 år). I de tilfeller hvor friskluftrister var plassert, slik at en konstruksjonsdel ble direkte utsatt for en luftstrøm, har dette noen steder ført til lokal uttørring og oppsprekking. Fuktighetsinnholdet kunne være langt under 9% som var det laveste målbare fuktighetsinnhold for den elektriske fuktighetsmåleren.

Fig. 3 viser i histogramform fuktighetsinnholdet i limtrebjelker/rammer 3 cm under overflaten. Den gjennomsnittlige likevektsfuktigheten for synlige trekonstruksjoner i hallen ligger i underkant av 11% (Tilsvarende RF 60%).

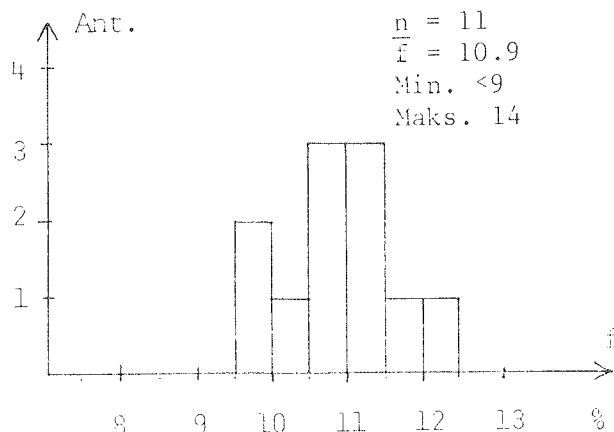


Fig. 3. Fukttinnhold i limtrebjelker 3 cm under overflaten.

Fuktighetsinnholdet i trevirke øker jo nærmere gulvet man kommer. Man kommer nærmere bassenget, og trevirket er mer utsatt for vannsprut (plasking og spyling). Dessuten har man her lavere overflate-temperatur, noe som gir en høyere RF.

3. BRUK AV TRE I SVØMMEHALLER

3.1 Generelt

Under prosjekteringen av en svømmehall der det skal benyttes trevirke, må man hele tiden ha for øye hvordan man skal hindre at trevirket blir fuktskadet. Det er to prinsipielt forskjellige måter å beskytte trevirket på. Det er den konstruktive beskyttelse og den kjemiske beskyttelse.

Med konstruktiv beskyttelse menes tiltak som gjøres for å hindre at trevirket blir utsatt for høyt fuktinnhold, mekaniske påkjenninger og skadelig krymping og svelling. Kjemisk beskyttelse brukes der man ved konstruktive tiltak ikke kan begrense fuktighetsinnholdet i trevirket og dermed unngå råteskader.

3.2 Konstruktive forhold

3.2.1 De mest aktuelle bæresystemer

Det skilles mellom bæresystemer som gir flate tak og bæresystemer som gir skråtak.

Flate tak (Takhelling 4°)

- A) Enkle rette eller saltak-limtrebjelker
- B) Doble rette eller saltak-limtrebjelker
- C) Doble rette primærdragere + rette sekundærdragere

Skråtak

- D) Treleddrammer med rette rigler og buet rammekne
- E) Treleddrammer sammensatt av to rette limtrebjelker opplagt på fast innspenne betongsøyler/vegger

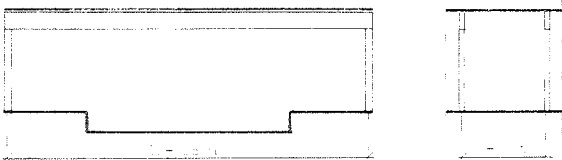
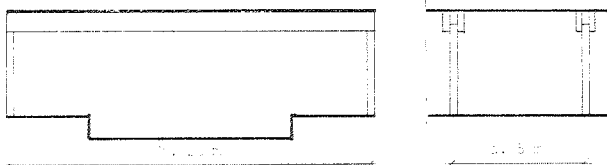
En sammenstilling av disse bæresystemer er vist i tabell 1.

Kommentarer til systemer med flatt tak kontra skrått tak

En konstruksjon med flatt tak vil gi minst hallvolum og dermed mindre oppvarmingskostnader enn en hall med treleddrammer. Den sistnevnte type fører til stor takhøyde midt i hallen for å gi tilstrekkelig høyde ute ved veggene.

I haller der man ønsker stupemuligheter er treleddrammer velegnet, idet man får stor takhøyde over et begrenset område. Et system med treleddrammer forsynt med strekkbånd vil gi stort hallvolum, men begrenser bruken av den ekstra takhøyden til stuping.

Av akustiske hensyn er det en fordel at vegger og tak ikke danner en kube (P.g.a. lydrefleksjoner). Man oppnår bedre akustiske forhold ved bruk av skråtak.

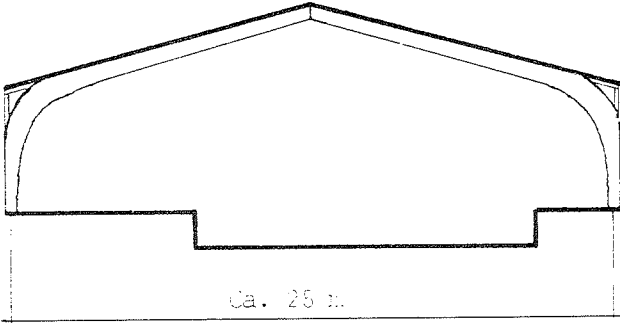
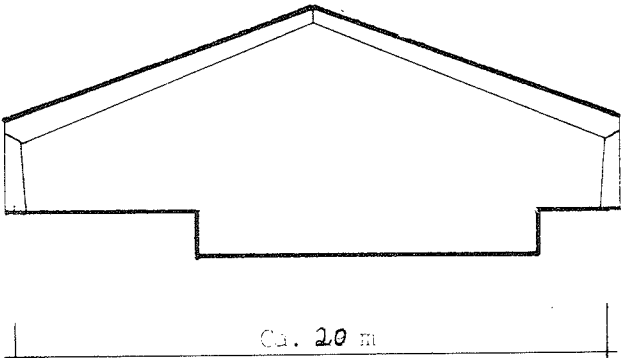
SKISSE	BESKRIVELSE	ULEMPER	FORDELER
	Enkle rette eller saltakslimtrebjelker, spenner på tvers av hallen. Bjelkene opplagt på limtre-/betongsøyler eller bærende betongvegger. På bjelkelaget er det lagt selvbærende korrugerte plater eller vanlig bjelkelag som understøttelse for takhuden. Systemet mest brukt i mindre haller med begrenset spennvidde.	Ved store spenn vil bjelkehøyden bli begrensende.	FLATE TAK
	Doble limtrebjelker (tvillingdragere) spenner på tvers av hallen. Bjelkene er opplagt på limtre-/betongsøyler eller bærende betongvegger. På bjelkene er det lagt selvbærende korrugerte plater eller vanlig bjelkelag.		
	System med primær- og sekundædragere. Sekundædrageren er igjen understøttelser for selvbærende korrugerte stålplater eller vanlig bjelkelag. Betongsøyler eller bærende betong-	Gir stor konstruksjonshøyder opptil 2 m (samlet høyde for primær- og sekundædragere).	

Tillater store spenn. Man kan oppnå redusert konstruksjonshøyde i forhold til system A.

Man kan øke c/c-avstanden for understøttende søyler. Gir muligheter for store sammenhengende vindusflater.

Tabell 1. Oppstilling av aktuelle bæresystemer av limtre.

Fortsettelse av Tab. 1.

SKISSE	BESKRIVELSE	ULEMPER	FORDELER
	Treleddrammer med rette rigler og buede rammeknær. Takhuden av korrugerte stålplater (utenpåliggende fast isolasjon).	For å få tilstrekkelig takhøyde ute ved langveggene blir takhøyden unødvendig stor. Det betyr økte fyringsutgifter.	Tillater store spenn. I haller der man ønsker stupemuligheter, får man øket takhøyde over et begrenset parti.
	Treleddrammer med rette limtrebjelker opplagt på fast innspente betongsøyler. Selvbærende korrugerte stålplater legges direkte på bjelkene	Gir store horisontalkrefter på søylene. Stiller store krav til grunnforholdene.	Gode muligheter for stuping.

SKRÅTAK

3.2.2 Plassering av isolasjonsskiktet

Det er fire mulige plasseringer av isolasjonsskiktet:

- På utsiden av bærekonstruksjonen
- På innsiden av bærekonstruksjonen
- Delvis innenfor og delvis utenfor bærekonstruksjonen (f.eks. utstikkende bjelkeender)
- Mellom bærekonstruksjonen

Den eneste trygge plassering av isolasjonsskiktet er på utsiden av bærekonstruksjonen. Bæresystemet vil på denne måten bli utsatt for tilnærmet konstante klimaforhold (forutsatt et riktig dimensjonert ventilasjonsanlegg). I de tilfeller der bærekonstruksjonen skjærer gjennom isoleringsskiktet, vil limtreet bli utsatt for ulike klimaer og fuktighetsinnhold. Dette kan føre til oppsprekking på de tørre partiene, se fig. 4.

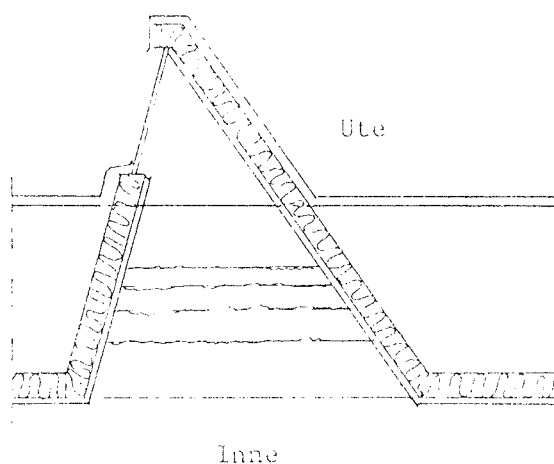


Fig. 4. Oppbygd tak for å gi plass til overlysvinduer. Limtrebjelkene skjærer gjennom isolasjonsskiktet og fører til at dragerne blir utsatt for to forskjellige klimaer. Oppsprekking av resultatet.

Gjennomskjæring av isolasjonsskiktet i såkalte kalde tak er spesielt utsatt. Dette innebærer ofte en effektiv punktering av dampspærren. Store mengder fukt vil da kunne kondensere i isolasjonslaget og medføre råte i ubehandlet trebjelkelag. Man kan få lekkasjer fra isolasjonslaget som etterlater skjemmende striper på bæresystemet og vegger.

I en del nyere haller er limtrebragerne utstikkende, d.v.s. de fortsetter gjennom vegg og ut. Dette har enkelte steder ført til at limtreet er oppsprukket på innsiden av vegg eller vinduer p.g.a. forskjellig likevektsfuktighet i trevirket. Utstikkende ender bør derfor unngås. Dessuten kan det være vanskelig å få det skikkelig tett rundt drageren p.g.a. krymping og svelling.

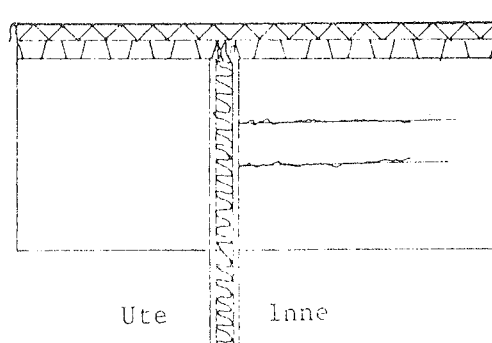


Fig. 5. Utstikkende bjelkeender. Uheldig konstruksjon hvor det lett oppstår sprekker i bjelkene.

Ved å plassere isolasjonsskiktet på utsiden av bæresystemet, vil man lettere kunne oppdage eventuelle skader på bærekonstruksjonen enn når den er helt eller delvis skjult.

3.2.3 Detaljer

i) Beslagsdetaljer

Generelt gjelder at stålbeslag bør utformes slik at vann som måtte komme til, gis en mulighet til å renne vekk. Det er ikke den umiddelbare oppfukting som er farlig, men det forhold at fuktigheten ikke får unnslippe.

Dessuten bør beslaget tillate at treet krymper uten at det sprekker opp. En konsekvens av dette er at avstanden mellom bolter på tvers av fibrebene bør være minst mulig. Bolter plassert etter hverandre i fiberretningen innebærer ikke noen risiko for oppsprekking fordi krymping/svelling i den retningen er meget liten.

Eksempler på noen beslag er vist i figurene 6 - 8.

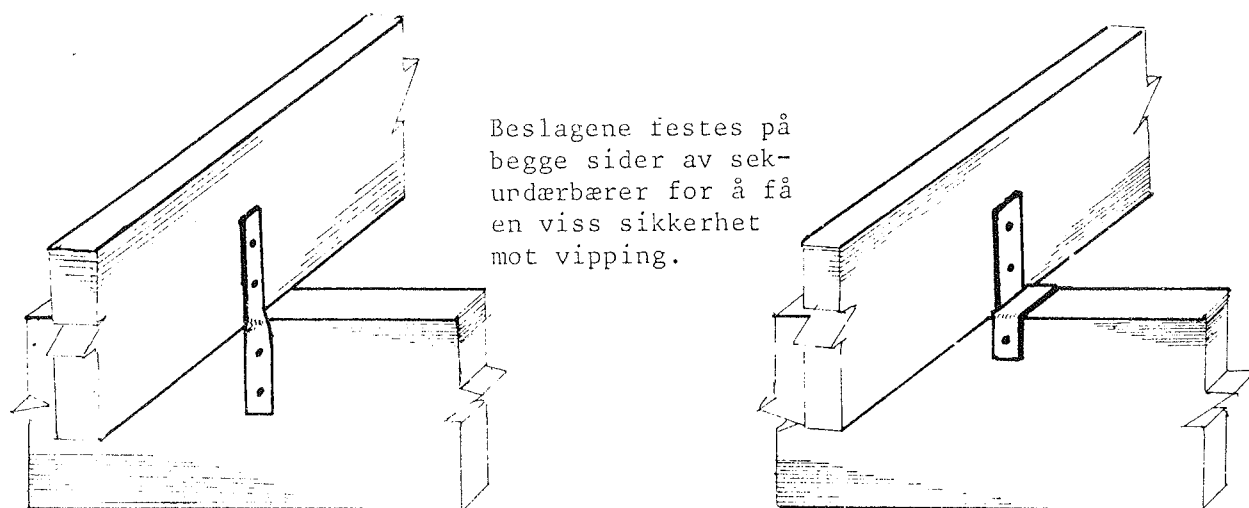


Fig. 6. Foreslåtte beslag og plassering av disse i forbindelsen primærbærer/sekundærbærer. Settes skruer ned på oversiden over primærbærer, vil vann som måtte komme til, samle seg rundt skruen.

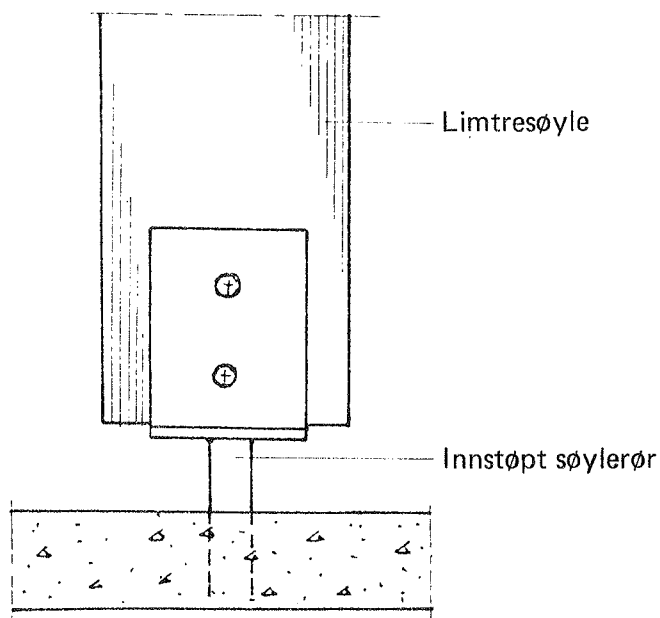


Fig. 7. Fotbeslag for limtresøyle. Boltene er plassert over hverandre i fiberretningen for å tåle fuktvariasjoner bedre. Hele stasen er hevet fra gulvet, det reduserer oppfukting av limtreet ved spyling.

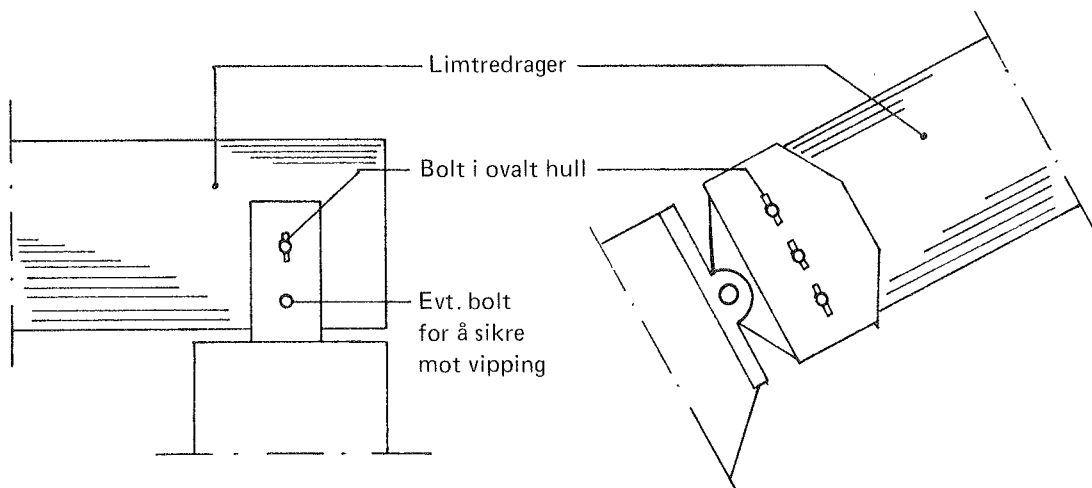


Fig. 8. Eksempel på beslag for opplegg av limtre drager. Hull i beslaget formes ovalt for å tillate krymping av trevirket ved uttørking.

Overflatebehandling av beslag

Den mest effektive beskyttelse av stålbeslag og bolter er varmforzinking. Dette er også den mest brukte beskyttelse av ståldetaljer i svømmehaller. Sanblåsing eller stålborsting og deretter påføring av primer er også brukt endel på mindre utsatte steder. Med mindre utsatte steder menes steder hvor direkte vannsprut fra bassenget sjelden eller aldri vil forekomme. Brukt på slike steder skulle dette være en fullgod beskyttelse.

ii) Krymping/svelling av limtre

Krymping/svelling av høye limtrebjelker kan foruten ved beslag gi problemer:

- Ved tilslutning rundt utstikkende bjelker og ellers der limtre dragere skjærer gjennom isolasjonsskiktet i vegg.

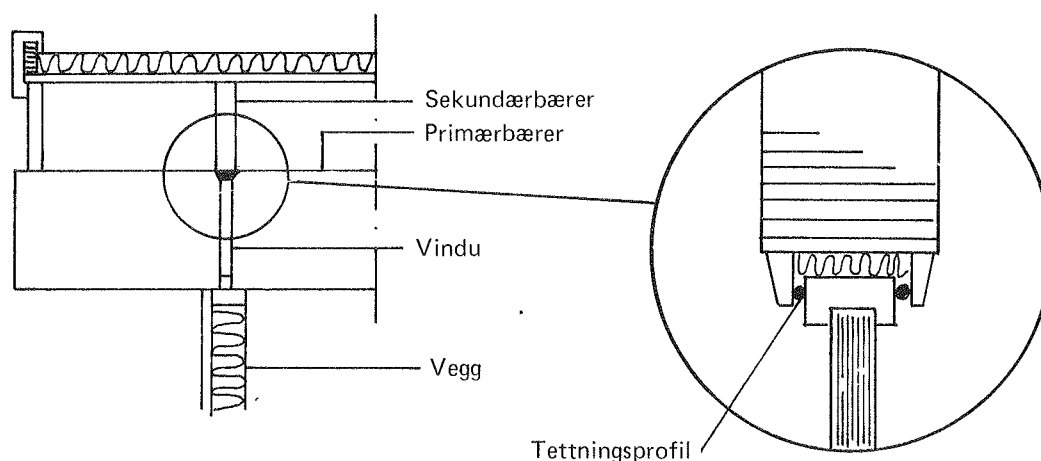


Fig. 9. Detalj av hvordan bevegelsen p.g.a. fuktvariasjoner i primærbærer kan opptas.

- Rammekne. Ved uttørking i en treleddramme vil det kunne oppstå radiale strekkspenninger i rammekneet. I Fig. 10. er det skissert årsaken til de radiale strekkspenningene.

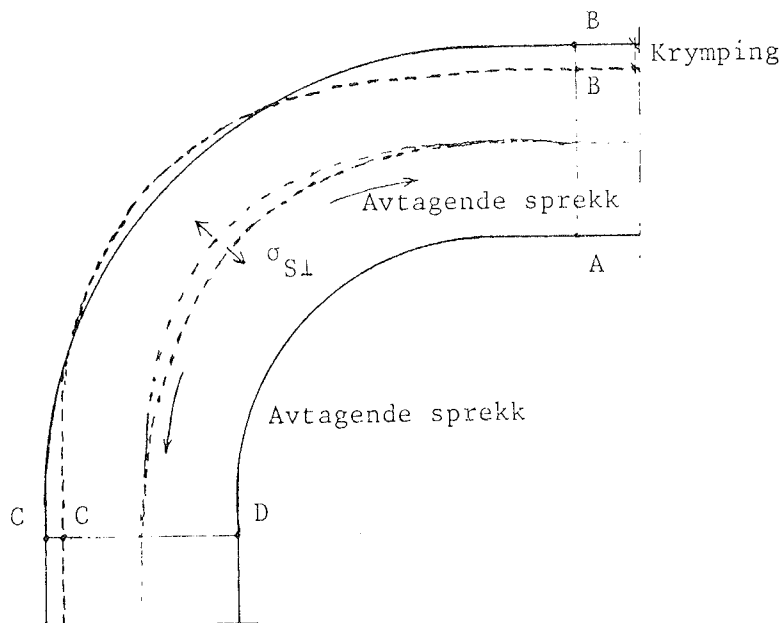


Fig. 10. Oppsprekking av buet rammekne på grunn av uttørking av trevirket.
For enkelhets skyld er samlet oppsprekking tegnet i en sprekk.

Man kan anta at pkt. A og D er fastholdte. Ved uttørking av trevirket vil krympingen på tvers av lamellene bli betydelig større enn den langsmed fibrene. Pkt. B vil bevege seg med pkt. B¹ og C mot C¹, men da krympingen i lengderetningen er liten i forhold til på tvers av lamellene, vil lengdeendringen av de ytterste lamellene bli for liten, og de blir for lange. Det vil oppstå radielle strekkspenninger som vil kunne føre til oppsprekking. For å unngå denne oppsprekkingen, er det viktig med kondisjonering av lamellene før limingen, slik at de har en fuktighet som ligger nærmest mulig det en kan vente i den ferdige konstruksjonen. Forholdet mellom tverrsnittshøyden og radius på buen i rammekneet er av stor betydning for sannsynligheten for oppsprekking. Stor tverrsnittshøyde i forhold til krumningsradien vil lett føre til oppsprekking.

iii) Utstikkende bjelkeender

Der hvor man har utstikkende bjelkeender bør disse kles med f.eks. kobberplater for å hindre at endene trekker vann og blir stygge. Platene må være drenerte for at eventuelt vann som måtte komme til kan renne vekk.

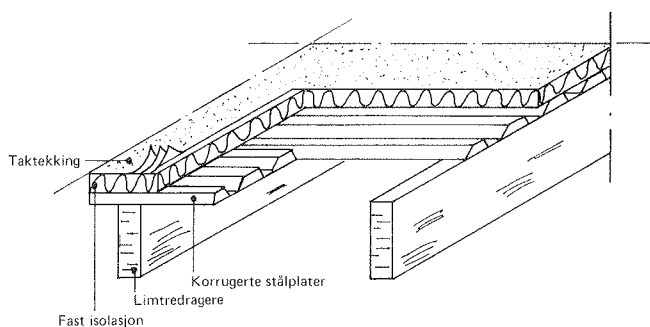
3.3 Tre i øvrige bygningsdeler

3.3.1 Tak

Det kalde taket, der man har utlufting mellom isolasjonslaget og den ytre takkledningen, blir fremdeles benyttet i svømmehaller. Dette er en taktype som ikke er å anbefale i varme eller fuktige rom som svømmehaller. Dampsperran er nemlig umulig å få 100% tett, med det resultat at fukt kondenseres i isolasjonsskiktet i kalde årstider. Man har eksempler på at himlingen har falt ned p.g.a. råteskader i bjelkelaget. Takene har vært så mettet av vann at det har "regnet" i hallen.

I de siste 4 - 5 årene er det bygd en del svømmehaller med såkalt varme tak, hvor man ikke har utlufting mellom isolasjonsskiktet og takkledningen. Disse er i de fleste tilfeller bygget opp av korrugerte stålplater med utenpåliggende fast isolering. Istedenfor korrugerte stålplater er det også benyttet bordkledning på åser.

Varmt tak med korrugerte stålplater



Varmt tak med bordbekledning

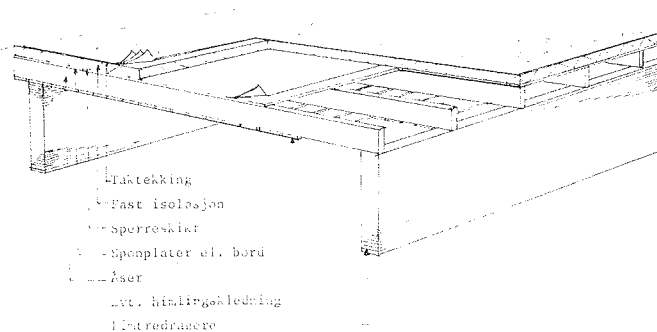


Fig. 11. Eksempler på oppbygging av varme tak.

Disse takene ser ut til å fungere tilfredsstillende og er langt å foretrekke frem for de kalde takene.

3.3.2 Vegger. Bindingsverk i ikke-bærende vegger

Undersøkelsen som dette skrivet bygger på gav ikke et endelig svar på om bindingsverksvegger av tre er brukbare i svømmehaller. Ingen slike vegger ble åpnet og inspisert. Vi tror imidlertid at bruk av slike vegger i svømmehaller lar seg forsvare i motsetning til kalde tak. For sikkerhets skyld bør stendere, sviller, losholter og spikerslag i vegger som skiller uteklime og inneklime, utføres i trykkimpregnert trevirke.

Veggene må plasseres på en sokkel av betong for å hindre at sviller og kledning kommer i stadig kontakt med vann. Det er mange eksempler på at vegger, spesielt innvendige vegger av tre, i løpet av kort tid er blitt sterkt angrepet av råte fordi de er plassert direkte på gulvet.

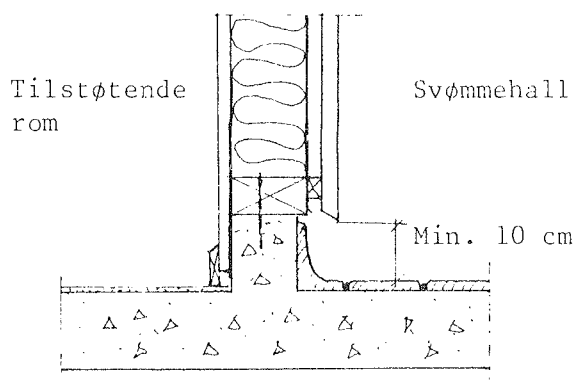


Fig. 12. Innvendig bindingsverksvegg av tre. Bunnsvillen er plassert på en sokkel for å hindre at trevirket kommer i stadig kontakt med vann og dermed bli angrepet av råte.

3.3.3. Tre som flatedekkende materiale

Innvendige kledninger av tre benyttes for å oppnå en tilsiktet arkitektonisk virkning eller for å forbedre de akustiske forholdene i hallen. Spesielt fuktutsatte steder er, som før antydnet, overgangen mellom vegg og gulv, samt veggpartier i umiddelbar nærhet av startpaller.

I overgangen mellom vegg og gulv oppstår det lett misfarging og råte dersom panelet ikke avsluttes et stykke over gulvnivå. Det bør være en klaring på 10 - 15 cm til gulvet. Se Fig. 12.

For å få redusert etterklangstiden og dermed oppnå et mer akseptabelt støynivå der det er betongvegger, benyttes det ofte spaltepanel av tre. Skal lydabsorpsjonen være av noen betydning, må det være et absorberende materiale i hulrommet bak kledningen. F.eks. kan det benyttes mineralull-matter. Man må imidlertid være oppmerksom på mineralullens varmeisolerende evne. Denne utførelsen kan senke temperaturen bak mineralullen så mye at det dannes kondens på bakenforliggende vegg eller dekke. Det må være mulighet for ventilasjon bak mineralullen (absorbenten), eller det må på annen måte sørges for at temperaturen der er høyere enn duggpunkttemperaturen, f.eks. ved bruk av varmekabler. Fig. 13. viser tre forskjellige utførelser for en nedsenket himling. Forslag til spaltepanel med lydabsorberende og ventilert hulrom er vist i Fig. 14.

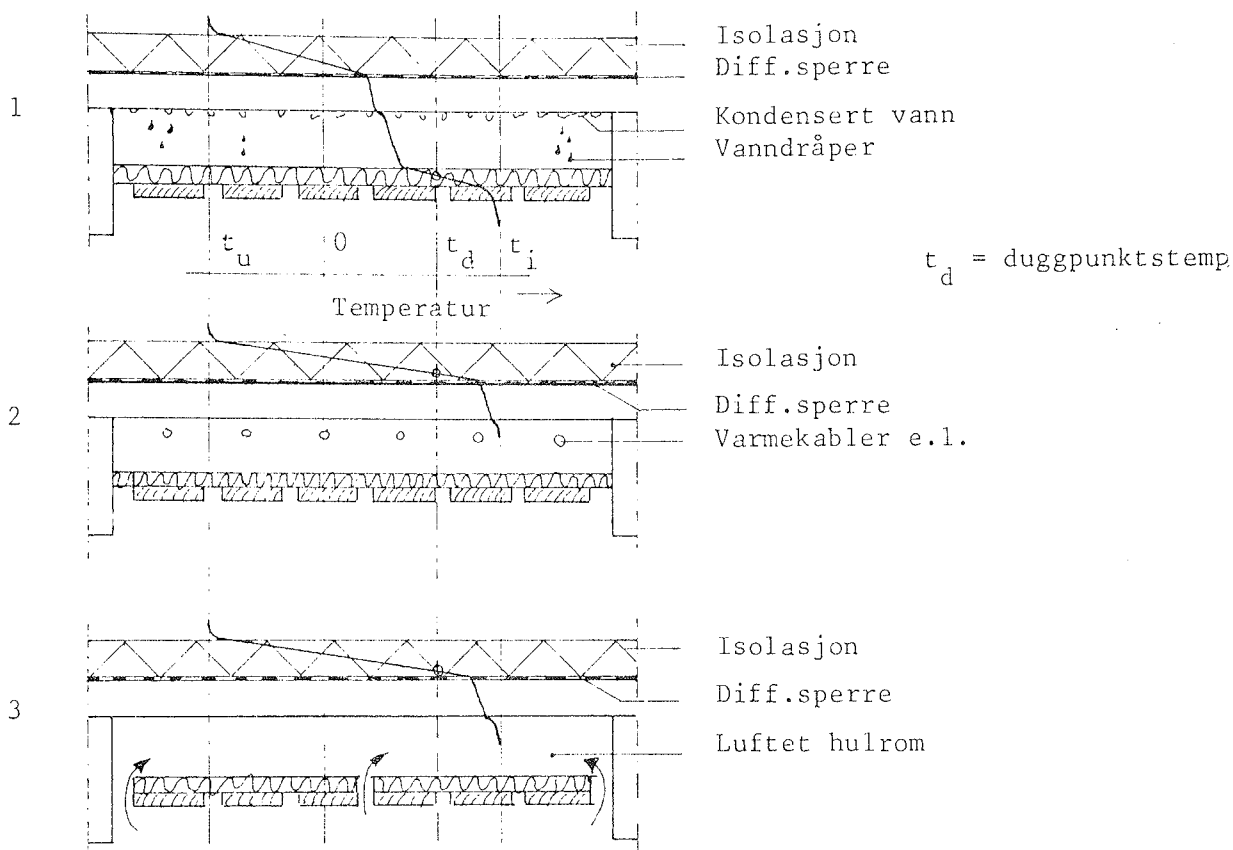


Fig. 13. Nedsenket himling med spaltepanel og mineralull for å senke etterklangstiden i hallen.

Utførelse 1: Ubrukbar. Duggpunkttemperaturen underskrides i hulrommet, og det danner seg kondens.

Utførelse 2: Mulig forbedring for å heve temperaturen i hulrommet. Kostbar løsning.

Utførelse 3: Enkleste og beste løsningen for å få en sikker konstruksjon.

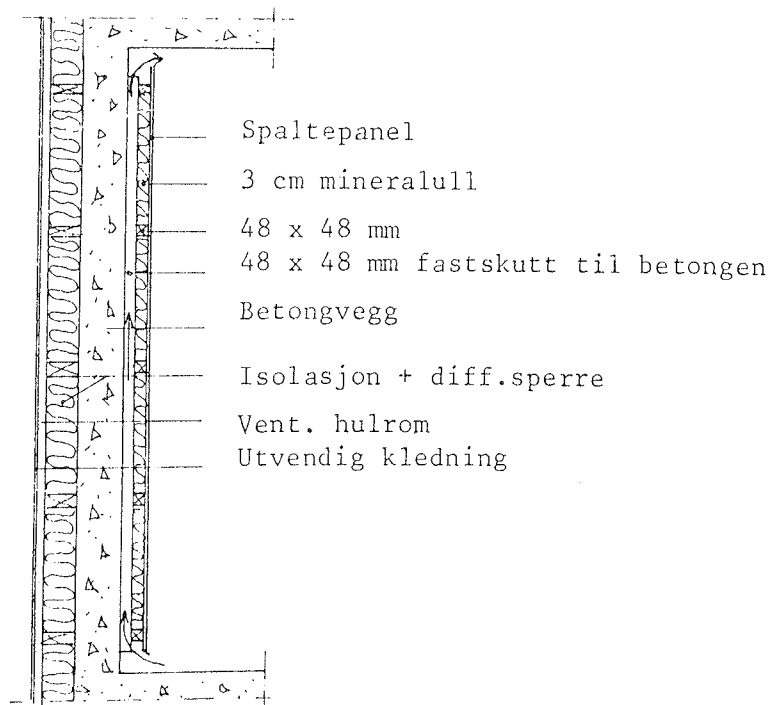


Fig. 14. Forslag til akustisk regulering v.h.a. spaltepanel og bakenforliggende mineralullmatte.

3.3.4 Vinduer

Det går utmerket an å benytte vinduer med karmen og rammer av trykkimpregnert tre. De er å foretrekke fremfor f.eks. uisolerte aluminiumsprofiler som representerer kuldebroer og dermed er kondenskilde.

Under utførelsen av vinduskarmen bør en passe på at rammer som deler en vindusplate horisontalt ikke kommer for langt ut fra glasset fordi dette kan føre til dårlig luftstrømming og derav kondens på glassene ovenfor. Se Fig. 15. Av samme grunn bør ikke vinduene plasseres for langt utenfor innvendige vegglin.

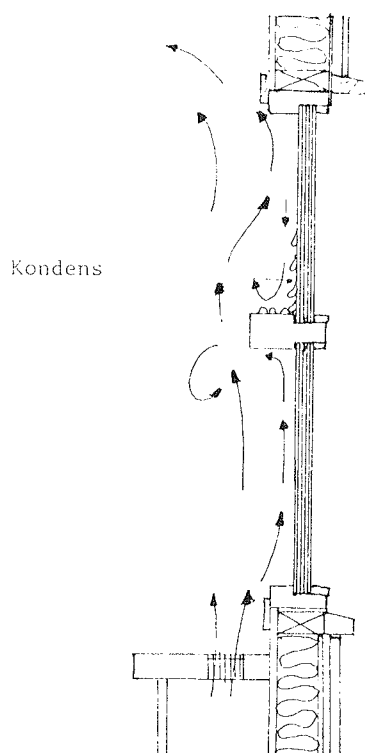


Fig. 15. Utsikende vindusrammer kan føre til dårlige strømningsforhold på ovenforliggende glassruter.

3.3.5 Dører

Råteangrep på dørkarm, dørstokker og gerikter (dørlister) er noe som ofte forekommer i svømmehaller og våtrom i tilknytning til disse. Dørstokken bør fjernes, og døren avsluttes ca. 5 cm over gulv og eventuelt forsynes med slepelist. Dørkarm og gerikter avsluttes 10 - 15 cm over gulvet. En fordel vil være om trevirket er av teak eller trykkimpregnert virke. I det minste bør karm og gerikt få suge opp fortynnet lakk i nedre enden før den endelige behandlingen.

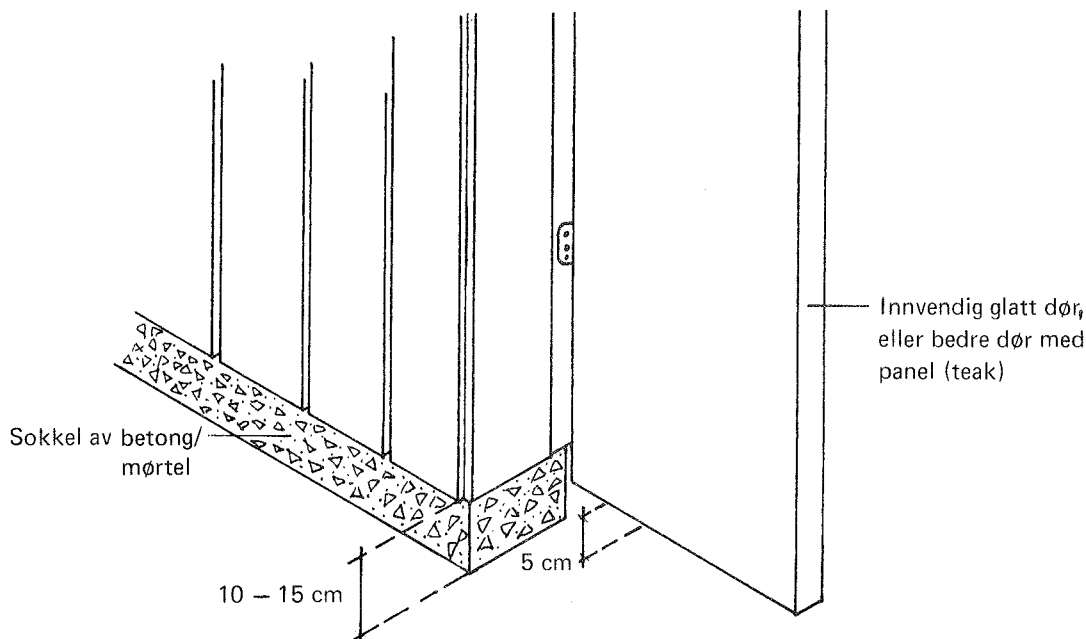


Fig. 16. Karm og gerikten foreslås avsluttet 10 - 15 cm over gulv. Avstanden fra gulv til underkant bør være ca. 5 cm. Istedenfor dørstokk monteres eventuelt en slepelist under døren.

Hvis man av en eller annen grunn må ha dørstokk, må denne plasseres på en sokkel. Ulempen er at dørstokken blir høy.

Innvendige glatte dører blir vanligvis ferdig lakkert fra fabrikk. Man må ved bestilling spesifisere at endene av dørene blir påført rikelig med tynn lakk eller vannavstøtende beis før dørbladet får det endelige strøket med overflatebehandling.

3.4 Hvilken limingsklasse og klimaklasse bør benyttes under prosjektering/produksjon av limtre til bruk i svømmehaller?

Limingsklasse

I Norsk Limtrekontrollers forskrifter opererer man med to limingsklasser:

"Konstruksjonsenhet av type 1 er enheter som i bruk sjelden (i få døgn) vil oppvise fuktighetsinnhold over 18% i trevirket, og hvor konstruksjonen ikke vil utsettes for temperaturer over 40° C (etter NS 3470: Klimaklasse 1 og 2)

og

"Konstruksjonsenhet av typen U er enheter som i bruk sannsynligvis vil oppvise fuktighetsinnhold over 18% i trevirket ved limfugen (etter NS 3470: Klimaklasse 3).

Ved liming av limtre av typen I nyttes vanligvis kaseinlim eller resorcinollim. Resorcinollim brukes også til limtre av typen U.

Kaseinlim anses tilstrekkelig fuktbestandig opp til en trefuktighet på 18% som tilsvarer ca. 85% RF ved 20° C.

Målinger av fuktighetsinnholdet i trevirket i haller med moderne ventilasjonsanlegg viser at fuktighetsinnholdet i de aller fleste tilfeller ligger under 12%, som etter NS 3470 er øvre fuktgrense for klimaklasse 1.

På bakgrunn av dette, konkluderes det med at det skulle være forsvarlig å benytte kaseinlim i limtrebjelker i svømmehaller forutsatt at de ikke har utstikkende ender, at de ligger åpne i hallen (isolasjonsskiktet må ligge utenfor bærekonstruksjonen) og at ventilasjonsanlegget er tilstrekkelig dimensjonert (limtreklasse I). I motsatt fall benyttes værbestandig lim (limingsklasse U). (Kaseinlim brukes kun i meget beskjeden grad i dag).

Klimaklasse

I følge det som er nevnt ovenfor, er det tilstrekkelig å regne limtrekonstruksjonen som ligger åpne i hallen i klimaklasse 1 eller 2. I NS 3470 tilsvarer det en klimafaktor $f_k = 1,0$. For innkledt (helt eller delvis) limtre anbefales benyttet klimaklasse 3 og derav klimafaktor $f_k = 0,75$.

Under produksjon av limtre til bruk i svømmehaller bør fuktighetsinnholdet i trevirket ligge på 10 - 11% (tilsvarer ca. 55% RF). Man bør for sikkerhets skyld konsultere VVS-konsulenten og benytte diagram i Fig 1.

3.5 Trebeskyttelse

I det foregående er det lagt vekt på konstruktive tiltak for å hindre råteangrep i trevirke. Dette er ikke alltid tilstrekkelig. Man må da beskytte trevirket ad kjemisk vei. De beskyttelsesmåter som kommer på taler er:

- Påstryking eller dypping
- Vakuumimpregnering (klasse B)
- Trykkimpregnering (klasse A og M)

Klassebetegnelse A, B og M finnes gjengitt i NS 3190. Klasse A betegner vanlig trykkimpregnering og anvendes for tre i kontakt med jord eller hvor råterisikoen ellers er stor. Klasse B betegner en behandling med noe redusert inntregning, og hvor materialene tenkes nyttet f.eks. til vinduer og utvendige dører. Klasse M er spesiellbehandling for virke som kan bli utsatt for marine borere eller for virke som en ønsker gitt en ekstra lang levetid.

3.5.1 Er trykkimpregnering nødvendig?

Minimumsfuktigheten for soppangrep ligger på ca. 20%. På bakgrunn av dette og av målinger av klima og trevirkets fuktighet, kan en slutte følgende:

Limtre

Trykkimpregnering av limtre i svømmehaller er ikke nødvendig. Forutsetningen er at limtreet ikke er innkledd på noen måte eller har utstikkende bjelkeender.

Vegg og tak

I bindingsverkvegger i tre som skiller fuktig inneklime med uteklime, anbefales det at stendere, sviller, losholter og spikerslag blir utført i trykkimpregnert materialer (klasse A) p.g.a. faren for utett dampsperre. I vegger mellom svømmehall og oppvarmet naborom skulle det

ikke være nødvendig med trykkimpregnerte materialer. I kalde tak, som absolutt ikke er å anbefale, må trykkimpregnerte materialer benyttes (klasse A).

Kledning

Kledning i himling og kledning på øvre del av vegg er lite utsatt for fukt. Noe mer usikkert er nedre del av vegg. Hallene blir spylt ofte to ganger pr. dag med høytrykkspyler, og nederste $\frac{1}{2}$ meter av veggkledningen vil komme i direkte kontakt med vann. Under stuping vil veggene kunne bli utsatt for sprut på de nedre 1,5 - 2 meter hvis avstanden fra vegg til basseng er liten. Man er på den sikre siden hvis man setter opp den nedre halvdelen av en eventuell trekledning i trykkimpregert furu (klasse A eller B).

Sittebenker i tre

Dersom disse ofte blir brukt av de badende, bør de trykkimpregneres (klasse A eller B). Hvis man i tillegg ikke ønsker at de skal trekke vann, påføres de vannavstøtende beis.

Vindusrammer/karmer

Der det er plassert frisklufttrister under vinduene, og der fuktluftanlegget er tilstrekkelig dimensjonert, er det ikke nødvendig å benytte trykkimpregnert virke i vinduene. I noen haller er det ikke rister under vinduene, kun konvektører, radiatorer som sjelden blir brukt. Det skal da ikke mye til før det kondenseres på vinduene. For sikkerhets skyld bør man bruke trykkimpregnert virke i vindusrammer/karmer (klasse B).

Dører

Se 3.3.5

Konklusjon:

Skjult trevirke i området mellom fuktig inneklima og kaldt uteklima bør trykkimpregneres. Det samme gjelder trevirke som kommer i direkte kontakt med vann f.eks. sittebenker, vinduskarmer, dørkarmer og dørgerikter.

3.5.2 Overflatebehandling

Limtrebjelker/søyler eller trevirke med stort tverrsnitt bør påføres et skikt som hindrer hurtig uttørring av trevirket og derav sprekker. Når det gjelder trevirket ellers i svømmehaller, trenger ikke trykkimpregnerte deler noen overflatebehandling, men det bør på utsatte steder påføres vannavstøtende beis eller lakk for å hindre at overflaten blir stygg og skitten. Beis vil muligens gi lettere vedlikehold enn lakk.

3.5.3 Brann

Når det gjelder brannstatistikken, er det ingen betenkeligheter med å anbefale limtre. Brannstabiliteten er vesentlig bedre enn for stål. Tre er en dårlig varmeleder, og forbrennings- (inntregnings-)hastigheten i limtre er liten. Tallrike forsøk viser at inntregningshastigheten ligger mellom 0,5 og 0,6 mm pr. minutt.

På markedet finnes det midler til å trykkimpregnere trevirke mot brann (Celcure F og Pyrolit). Disse midlene kan redusere trevirkets styrke ganske betydelig. Likeledes vil trevirkets hygroskopiske tendens øke. Noen fare for utvasking av stoffene er det ikke.

Forøvrig er brannbelastningen i en svømmehall forholdsvis liten.

Litteratur

- (1) "Bruk av TRE i svømmehaller",
av Hans Kristian Ellingsen og Håkon Bergsrud. Diplomarbeide ved
Institutt for Husbyggingsteknikk, NTH, 1977.

Rapporter fra Norsk Treteknisk Institutt

1. Energisparing og energiøkonomisering ved trelasttørring. Magnar Eikerol, 1981.
2. Oppvarming og rengjøring av skurtømmer før barking del II. Erfaringer og anbefalinger ved bruk av bløtebasseng. Per Skogstad og Sverre Tronstad, 1982.
3. Betydningen av å kappe skurtømmeret etter kvalitet. Bjørn Lier, 1982.
4. NTI's simuleringsprogram for skur. Andreas J. Garnæs, 1982.
5. Metalldetektorer. En orientering om utstyr og om erfaringer fra praktisk bruk. Bjørn Lier, 1983.
6. Bruk av tre i svømmehaller. Håkon Bergsrud og Hans-Kristian Ellingsen, 1983.