

6 / 00



# Rapport

fra skogforskningen

Norsk institutt for skogforskning, Høgskolevn. 12, 1432 Ås  
Institutt for skogfag, NLH, Postboks 5044, 1432 Ås

## Osp som byggemateriale



Per Otto Flæte og Birger Eikenes

## Rapport fra skogforskningen

- ✓ **Rapport fra skogforskningen** inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (NISK) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for skogfag, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på NISK. Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til NISK.

Redaktør for serien er forskningsdirektør Bjørn R. Langerud, NISK

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng, NISK

ISBN 82-7169-932-6  
ISSN 0803-2858

Norsk institutt for skogforskning (NISK)  
Høgskoleveien 12,  
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00  
Fax: 64 94 29 80  
E-post: [nisk@nisk.no](mailto:nisk@nisk.no)  
Internett: <http://www.nisk.no/>

*Forsidebilde:* Jærmuseet  
*Foto:* Jærmuseet

# Osp som byggemateriale

Per Otto Flæte og Birger Eikenes



## Forord

Prosjekt "Osp som byggemateriale" er gjennomført som et samarbeid mellom prosjektet "Lauvtre på Agder", prosjektet "Lauvtrevirke Telemark Vestfold Buskerud", Foreningen Norske Lauvtrebruk, Agder Tresenter, Norsk institutt for skogforskning og Institutt for skogfag, NLH. De ovenfor nevnte har bidratt både med egeninnsats og pengebeløp gjennom prosjektperioden.

Landbruksdepartementets utviklingsprogram Trevirke og Treindustri - Verdiskaping og Foredling (TTVF), Statens nærings- og distriktsutviklingsfond, Borregaards forskningsfond og Skogtiltaksfondet har bistått med hovedfinansieringen av prosjektet.

Prosjektet ble utformet av Aasmund Bunkholt (tidligere ansatt ved Norsk institutt for skogforskning), Ragnar M. Næss (fylkesskogmester i Aust-Agder) og Ole Svenneby (Foreningen Norske Lauvtrebruk). Frode Fjærtøft (tidligere ansatt ved Norsk institutt for skogforskning) har deltatt i gjennomføringen av prosjektet. Olav A. Høibø (Norges landbrukshøgskole) og Halvor Solheim (Norsk institutt for skogforskning) har stått for forsøksplanlegging og bidratt ved gjennomføring av forsøkene. Ett av forsøkene ble gjennomført ved SINTEF i Trondheim.

Takk til alle som har bidratt ved gjennomføringen av prosjektet.

Ås, februar 2000

*Birger Eikenes*

*Per Otto Flåte*

## Innhold

1 Innledning.....	6
2 Byggematerialer av osp.....	6
2.1 Utvendig kledning.....	7
2.2 Konstruksjonsvirke.....	7
2.2.1 Styrkeegenskaper.....	8
3 Finér.....	8
4 Trebaserte kompositter.....	9
5 Møbler.....	9
6 Ospevirkets biologiske holdbarhet.....	10
6.1 Holdbarhet mot råtesopper.....	11
6.1.1 Holdbarhet i jordkontakt.....	11
6.1.2 Holdbarhet over bakken uten jordkontakt.....	11
6.1.2.1 Laboratorieundersøkelse av holdbarhet hos virke av osp, gran og furu mot sopper isolert fra ubehandlet utvendig kledning av osp .....	12
6.1.2.2 Værgråning.....	14
6.1.2.3 Laboratorieundersøkelse av effekten av en farge- skadesopp forbundet med værgråning på ned- brytning forårsaket av råtesopper.....	16
6.1.2.4 Værerosjon.....	18
6.1.2.5 Sprekkdannelser.....	19
6.1.2.5.1 Akselerert klimaforsøk.....	20
6.1.2.6 Vannopptak i veden.....	21
6.1.2.7 Erfaringer fra gamle bygg i osp.....	22
6.2 Holdbarhet mot husbukk.....	22
6.3 Holdbarhet mot pælemark.....	23
6.3.1 Ulike treslags resistens mot pælemark.....	25
7 Litteratur.....	26

## Sammendrag

FLÆTE, P.O. OG B. EIKENES. 2000. Osp som byggemateriale. Rapport fra skogforskningen 6/00:1-29.

Osp er vårt nest vanligste lauvtreslag, men har vært lite utnyttet som råstoff av trebearbeidende industri de senere årene. Treslaget finnes over hele landet, det har ofte en rettvekst stamme og kan produsere dimensjoner som egner seg for trelastproduksjon.

Hensikten med prosjektet "Osp som byggemateriale" er å gi grunnlag for økt verdiskaping i skogbruk og industri gjennom bedre utnyttelse av osp som byggemateriale innenfor tradisjonelle og nye anvendelsesområder. Målet er å øke kunnskapen om osp som byggemateriale. Dette er konkretisert gjennom egne undersøkelser og gjennomgang av eksisterende kunnskap og dokumentasjon om bruk av osp som byggemateriale.

Ospevirke benyttes til innvendige paneler og listverk og er særlig egnet i himlinger på grunn av den lyse veden. Osp er ettertraktet til paneler og innredninger i badstuer. Virket egner seg også til innredninger i kjølerom fordi det ikke setter smak på matvarer. Osp ble tidligere benyttet som spilltauplanker i staller fordi veden er myk å stå på, i tillegg til at veden ikke fliser seg opp. Den forholdsvis myke veden gjør ospevirke mindre egnet som golvmateriale på flater hvor det kreves stor slitastyrke.

Overflatebehandlet ospevirke egner seg godt som utvendig kledning. I de senere årene har interessen for å benytte ubehandlet utvendig kledning av osp økt. Tidligere ble ubehandlet osp benyttet som utvendig kledning og laftetømmer i uthus og naust. Slikt virke får etter hvert en sølvgrå farge når virket eksponeres for uteklimaet, og dette gir bygningene et værslitt preg.

Værgråningen kommer i stand når virket utsettes for sol og regn. Gråningen skyldes kjemiske prosesser i virket og/eller vekst av fargeskade- og muggsopper. I en laboratorietest ble det funnet at en sopp som er assosiert med gråning av ospevirke ikke hadde noen hemmende effekt på et utvalg av råtesopper.

En undersøkelse av konstruksjonsvirke av osp viser at det undersøkte materialet hadde en styrke og densitet som gjør virket godt egnet som konstruksjonsvirke i vanlige standarddimensjoner. Det ble også funnet at man med god sikkerhetsmargin kunne benytte NS 3080 til visuell styrkesortering av virket.

Osp egner seg godt som finér til ulike formål, blant annet i møbler. Heltre av osp brukes også noe i møbler.

I Nord-Amerika er osp et viktig råstoff til produksjon av trebaserte kompositter.

I jordkontakt regnes ospevirke for ikke å være holdbart. Det er imidlertid mange eksempler på at ospevirke har hatt lang levetid i nedgravd tilstand. I slike tilfeller er det mangel på oksygen som gjør at nedbrytningen går sakte.

Når virket benyttes over bakken uten jordkontakt vil nedbrytning forårsaket av råtesopper generelt gå saktere enn i jordkontakt med tilgang på oksygen. Over bakken påvirkes nedbrytningen av en rekke faktorer, slik som bygningsteknikk, behandling av virket, klima, vedlikehold og trevirkets holdbarhetsegenskaper.

Det finnes for tiden ikke tilfredsstillende metoder for prognostisering av råteresistens til trevirke ved bruk over bakken. Det er derfor vanskelig å gi eksakte anbefalinger med hensyn på bruk av ospevirke over bakken i forhold til soppnedbrytning.

Mål for råteresistens er ofte basert på akselererte klimatester og virkesegenskaper som indirekte kan ha betydning for trevirkets råteresistens. Fuktighetsopptaket i veden er en egenskap som har stor betydning for trevirke som brukes utendørs fordi høy trefuktighet er gunstig for råtesopper. Yteved av osp er lett å impregnere, og den vil derfor absorbere fuktighet raskt. Ospevirke må derfor antas å ha lav holdbarhet når det utsettes for høy fuktighet. Man bør derfor være restriktiv med å bruke ubehandlet osp i konstruksjoner hvor råterisikoen er stor. Det samme gjelder bruk av ubehandlet utvendig kledning i områder med mye nedbør. Det må tilføyes at erfaringene med bruk av ubehandlet osp i mange eldre bygninger er gode.

En annen egenskap som kan ha betydning for råteresistensen i praktisk bruk er virkets motstand mot sprekkdannelser. Et akselerert klimaforsøk viste at ospevirke hadde minst like gode egenskaper som gran når det gjelder sprekkskader.

Ospevirke blir ikke angrepet av husbukk. At osp i tillegg egner seg som konstruksjonsvirke burde gjøre dette treslaget aktuelt som alternativ til bartrevirke i distrikter med husbukkangrep.

Undersøkelser har vist at barked ospevirke blir angrepet av pælemark i likhet med barked virke av andre norske treslag.

*Nøkkelord: Osp, byggemateriale, styrke, biologisk holdbarhet*

## 1 Innledning

Stående volum av osp i norske skoger er beregnet til omlag 11,5 mill m<sup>3</sup> u.b. (NIJOS 1996), og osp er således det nest mest vanlige lauvtreslaget i Norge etter bjørk. Treslaget er utbredt over hele landet, men de største osperessursene finnes på Sørlandet og Østlandet. Osp karakteriseres ved at den i de fleste tilfeller har en utpreget rettvokst stamme, og at den kan gi store tømmerdimensjoner på næringsrik jord med frisk fuktighet. Dette er egenskaper som er fordelaktige for virke som benyttes til trelastproduksjon. Osp var råstoff for de første tresliperiene som ble etablert her til lands, og var således det første treslaget som ble tatt i bruk i norsk treforedlingsindustri. Ospevirke av høy kvalitet har i mer enn 100 år vært råstoff for norsk fyrstikkindustri. Denne produksjonen opphørte i Norge på begynnelsen av 1980-tallet, og etter dette ble utnyttelsen av dette treslaget til industrielle formål redusert.

I dag skjæres osp på noen små sagbruk og utnyttes innenfor en rekke bruksområder. Hovedvekten ligger på paneler og listverk, i tillegg til en del spesielle bestillinger i forbindelse med ulike prosjekter. Til tross for at det er en begrenset andel av ospevirket som egner seg som sagtømmer (Vadla 1987), ligger utnyttelsesgraden av denne ressursen langt under det som er mulig i dag. I tillegg vil andelen lauvtrevirke øke i norske skoger i fremtiden.

Hensikten med prosjekt "Osp som byggemateriale" er å gi grunnlag for økt verdiskaping i skogbruk og industri gjennom bedre utnyttelse av osp som byggemateriale innenfor tradisjonelle og nye anvendelsesområder. Målet er å øke kunnskapen om osp som byggemateriale. Dette er konkretisert gjennom egne undersøkelser og gjennomgang av eksisterende kunnskap og dokumentasjon om bruk av osp som byggemateriale. Det er særlig fokusert på bruk av osp til ubehandlet utvendig kledning og i konstruksjoner. Dokumentasjon av styrkeegenskaper og resistens mot nedbrytning forårsaket av råtesopper, husbukk og pælemark har vært en viktig del av arbeidet. Bruk av osp i produkter som er lite vanlige i vårt land er også behandlet.

Ospas virkesegenskaper er beskrevet av flere forfattere, blant annet Nagoda (1981a, b), Ekström (1989) og Kucera & Myhra (1996). I publikasjonen "Osp i husbyggingen" (Frivold 1988), er det listet opp omlag 140 ulike bruksområder for osp. I tillegg er bruken av ospevirke i tidligere tider behandlet i boken "Ospa" (Børset & Haugberg 1960).

Denne rapporten gir en oppsummering av erfaringer fra prosjektet og er basert på utdrag fra rapporter som er utarbeidet i forbindelse med prosjektet, i tillegg til resultater fra andre relevante undersøkelser.

## 2 Byggematerialer av osp

I husbyggingen benyttes det lyse ospevirket blant annet som listverk og innvendige paneler i vegger og himlinger. Osp er særlig populært til paneler og innredninger i badstuer. Dette skyldes blant annet at ospevirket ikke svetter kvae når det varmes opp, noe som kan være et problem hos en del bartrær. Virket er velegnet i kjølerom og andre steder hvor matvarer oppbevares fordi veden ikke setter smak. Osp har vært mye anvendt i stallinnredninger. Spilltauplanker av osp er myke å stå på, og



veden slites jevnt og fliser seg ikke opp. Virke av osp har også blitt benyttet til takspån og som laftetømmer og utvendig kledning i uthus og naust, i mange tilfeller uten noen form for overflatebehandling. Osp benyttes i et visst omfang til golv. Virkets hardhet klassifiseres som liten (ligger omtrent på samme nivå som gran og furu). Med hardhet forstås trevirkets evne til å yte motstand mot inntrenging av et hardt legeme. Hardheten er av avgjørende betydning der det kreves stor slitasjestyrke. Osp benyttes derfor lite i golv hvor slitasjebelastningen er stor, men virket kan for eksempel egne seg til soveromsgolv fordi det har en myk og behagelig overflate.

## **2.1 Utvendig kledning**

Ospevirket er stort sett lett å overflatebehandle, og som utvendig kledning vil ospevirke som er riktig overflatebehandlet ha en holdbarhet som kan sammenlignes med overflatebehandlet kledning av bartrær (Feist 1994).

I de senere årene har interessen for å bruke osp som ubehandlet utvendig kledning i husbyggingen økt. Ubehandlet kledning av osp får etter hvert en karakteristisk sølvgrå farge når den eksponeres for uteklimaet. Denne værgråningen gir bygningene et særegent og værslitt preg.

En utvendig kledning skal, i tillegg til å gi en bygning et estetisk preg, også verne innenforliggende byggematerialer mot å komme ut av stilling, mekaniske påkjenninger og biotisk/abiotisk påvirkning (mikroorganismer/klima). For å oppfylle disse funksjonene er det avgjørende at kledningens holdbarhet er god. Værgrånet kledning av osp kan under gode forhold vare i mange årtier. Når det gjelder holdbarhet vil dette bli nærmere behandlet i kap. 6.

## **2.2 Konstruksjonsvirke**

I en del tilfeller blir trevirke brukt i synlige konstruksjoner hvor de estetiske aspektene vektlegges mye. Vanligvis brukes gran og furu her til lands, men etter hvert har interessen for bruk av andre treslag økt. Et problem i den sammenheng er at undersøkelser av styrkeegenskaper til de fleste andre norske treslag kun er utført på små, feilfrie prøver og ikke på bruksdimensjoner. Ved saging av osp vil det dessuten ofte være en del av tømmeret som ikke er egnet til produksjon av panel og kledning fordi den visuelle trelastkvaliteten blir for dårlig. Dette skyldes vesentlig tørrkvist og råtekvist. Slikt virke kan tenkes anvendt i skjulte konstruksjoner. Tilsvarende kvaliteter av gran og furu benyttes ofte til konstruksjonsvirke sortert etter NS 3080 (Norges Standardiseringsforbund 1988). For osp finnes det ikke noe tilsvarende sorteringsreglement.

Det ble derfor gjennomført en undersøkelse for å studere styrkeegenskaper til konstruksjonsvirke av osp og for å finne ut om NS 3080 også kan benyttes for osp. En del av resultatene fra denne undersøkelsen presenteres nedenfor. Undersøkelsen er fullstendig beskrevet av Fjærtøft *et al.* (1998). Trelast fra 119 stokker av osp fra et sagbruk i Østfold inngikk i undersøkelsen. Trelasten ble produsert i tre standard konstruksjonsdimensjoner: 48x98 mm, 48x148 mm og 48x198 mm.

### 2.2.1 Styrkeegenskaper

Trelasten ble sortert visuelt i styrkeklassene T12, T18, T24 og T30 etter NS 3080. Resultatene viste at all trelast hadde en bøyefasthet som lå over minimumskravet innen hver styrkeklasse.

I Tabell 1 er basisdensitet og undersøkte styrkeegenskaper for de tre konstruksjonsdimensjonene av osp presentert.

Tabell 1. Gjennomsnittlig basisdensitet, elastisitetsmodul ved statisk bøyning og statisk bøyefasthet for hele konstruksjonsdimensjoner.

Trelastdim. (mm)	Antall	Basisdensitet ( $\rho_{12}$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	E-modul ( $E_{12}$ ) (GPa)	Bøyefasthet ( $\sigma_{12}$ ) (MPa)
48x98	55	399	13,0	54,8
48x148	142	408	12,8	53,5
48x198	26	407	12,8	46,5
Alle	223	406	12,8	53,0

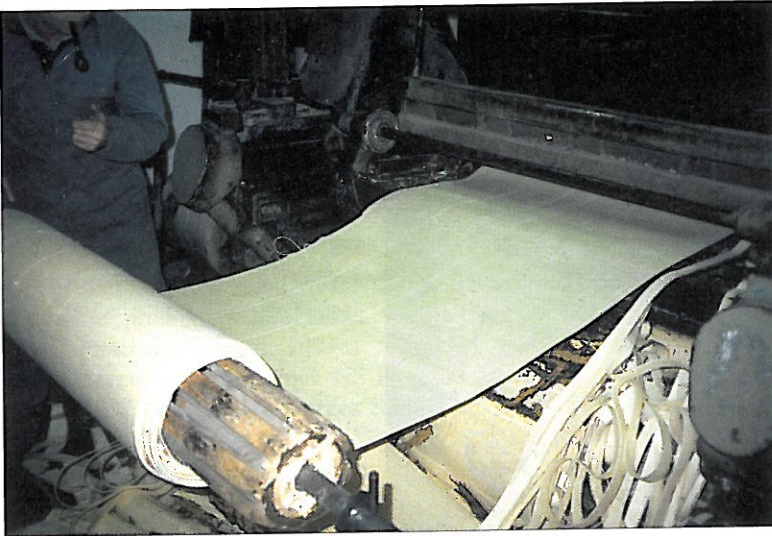
Resultatene viser at virket har en densitet, E-modul og bøyefasthet som ligger over det som er funnet i undersøkelser av norsk gran fra kulturbestand (Eikenes 1991, Høibø 1991, Høibø & Eikenes 1991, Flæte & Kucera 1999). Densiteten er en av de viktigste egenskapene hos trevirke. Den gir som regel en god karakteristikk av virkets styrkeegenskaper. Osp er et spredtporet treslag. Hos disse er det liten sammenheng mellom årringbredde og densitet. Dette betyr at rasktvokst ospevirke kan ha høy styrke så sant det ikke inneholder for mye virkesfeil. Hos våre bartrær fører derimot økt veksthastighet til at årringbredden øker og virkets styrke reduseres. Dette er noe man bør ha i tankene når man skal vurdere treslagsvalg ved forynging av skogsmark med høy bonitet.

Undersøkelsen viser at ospevirket har god styrke, og egner seg godt til konstruksjonsvirke. NS 3080 kan benyttes med god sikkerhetsmargin ved sortering av konstruksjonsvirke av osp. Det er imidlertid grunn til å understreke at materialet i undersøkelsen stammer fra et begrenset geografisk område.

## 3 Finér

Osp egner seg godt til både skrellet og knivskåren finér (Wagenführ & Scheiber 1985).

Dette skyldes særlig vedens jevne farge og oppbygning. Osp har vært mye brukt som blindtre i kryssfinér, i limet parkett og i møbelplater. Ospefinér er også benyttet til emballasje, og særlig til matvarer fordi veden er fri for smak og lukt. I Norge har man lange tradisjoner med skrelling av finér av osp til fyrstikkproduksjon. Den første norske fyrstikkfabrikken ble startet opp i 1838 (Wibstad & Maartmann 1961), og det ble produsert fyrstikker utelukkende med osp som råstoff ved norske fyrstikkfabrikker frem til den siste ble nedlagt på 1980-tallet.



*BILDE 1: Skrelling av ospefinér fra stammekvistet osp i et forsøk under ledelse av Kjell Vadla ved NISK.*

Foto: Per Otto Flæte

#### 4 Trebaserte kompositter

Kompositter defineres som en kombinasjon av materialer der materialene beholder sin identitet på makronivå, det vil si at de ikke løser seg opp eller flyter sammen fullstendig, men de virker sammen.

Trebaserte kompositter består av tre som hovedråstoff, gjerne sammen med en mindre andel syntetiske polyméer.

Eksempel på noen trebaserte kompositter er limtre, kryssfinér eller kompositter der treet består av homogenisert tre, trespon eller flis der treet's variasjon i egenskaper utjevnes. Eksempel på den sistnevnte typen er sponplater, trefiberplater, Oriented Strand Board (OSB), Laminated Strand Lumber (LSL), Parallel Strand Lumber (PSL) og Laminated Veneer Lumber (LVL).

I Nord-Amerika er osp et ettertraktet råstoff til OSB, PSL, LSL og LVL. Disse komposittene er beskrevet i en egen rapport (Flæte 1997). Det er dessuten nylig gjennomført en utredning av mulighetene for produksjon av OSB basert på norsk virke (Vestøl & Fløtaker 1999).

#### 5 Møbler

Som ovenfor nevnt er osp brukt som blindved i møbelplater og i kryssfinér. Osp benyttes også mye i badstueinnredninger. I den senere tid har interessen for bruk av heltre osp i møbler økt. Nye produksjonsmetoder for å øke trevirket's hardhet, for eksempel impregnering med syntetiske polyméer og pressing av virket, kan kanskje bidra til å øke bruken av osp i møbler.



BILDE 2: *Ospeskap.*  
Foto: Per Otto Flåte

## 6 Ospevirkets biologiske holdbarhet

Trevirkets biologiske holdbarhet vil være bestemmende for virkets bruksområde. Med biologisk holdbarhet menes virkets motstand mot nedbrytning forårsaket av organismer som sopper, bakterier, insekter og marine treborere.

I de fleste tilfeller er råteangrep viktigste årsak til at trevirke brytes ned. Råte er en nedbrytning av trevirket forårsaket av råtesopper. Nedbrytningen foregår gjerne suksessivt, der bakterier, muggsopper og fargeskadesopper deltar i en tidlig fase av nedbrytningen, mens råtesopper overtar på et senere stadium. Det er vanlig å klassifisere råtesoppene i tre kategorier, avhengig av hvilken råte de forårsaker; brunråte, hvitråte og gråråte (soft rot). Disse vednedbryterne krever at virket er fuktig for å kunne utvikle seg. Andre faktorer som påvirker deres aktivitet er tilgangen på oksygen, temperaturen og tilgangen på næringsstoffer.

Betydningen av de ovennevnte faktorer for virkets holdbarhet beror på miljøet virket er utsatt for. Trevirke anvendes i akvatiske miljøer, i jordkontakt og over bakken uten jordkontakt. I vann er det som regel liten tilgang på oksygen og råteutviklingen går langsomt. I marine miljøer spiller marine treborere en viktig rolle for trevirkets holdbarhet. Over bakken råtner virket raskere, og her er nedbrytningshastigheten særlig relatert til temperatur og fuktighetsinnholdet i veden. Det mest ekstreme miljøet forekommer når trevirket er i jordkontakt. I et slikt miljø er virket

fuktig nesten hele tiden, og i tillegg er det stadig omgitt av råtesopper som kan angripe virket. Enkelte insekter kan skade trevirke i bruk. Av disse regnes husbukk (*Hylotrupes bajulus* L.) for å være det insektet som kan gjøre mest omfattende skader i bygninger.

## 6.1 Holdbarhet mot råtesopper

### 6.1.1 Holdbarhet i jordkontakt

Det er utarbeidet en standard for testing av trevirkets naturlige holdbarhet: "Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Holdbarhet av heltre", NS-EN 350-1 (Norges Standardiseringsforbund 1994a). Når det gjelder testing av holdbarheten mot treødeleggende sopper angir NS-EN 350-1 at denne kan testes i laboratorium i henhold til NS-EN 113 (Norges Standardiseringsforbund 1997) eller i feltforsøk i henhold til NS-EN 252 (Norges Standardiseringsforbund 1989)

Holdbarhetsdata for de vanligste treslagene i Europa finnes i NS-EN 350-2 (Norges Standardiseringsforbund 1994b). Dataene bygger på informasjon som er hentet fra ulike kilder, innbefattet historiske registre, praktisk erfaring, laboratorieprøvinger og andre data.

Trevirkets holdbarhet mot soppangrep klassifiseres i fem klasser:

1. Meget holdbar
2. Holdbar
3. Middels holdbar
4. Lite holdbar
5. Ikke holdbar

I følge standarden gir klassifiseringen en indikasjon på yteevnen til trevirke i jordkontakt. Holdbarheten mot soppangrep er hos lauvtrær et uttrykk for trevirkets relative holdbarhet i forhold til yteved av bøk (*Fagus sylvatica* L.).

Holdbarheten som oppgis gjelder treslagenes kjerneved. Yteveden regnes for å tilhøre holdbarhetsklasse 5 (ikke holdbar) så sant andre data ikke er tilgjengelig.

Det finnes ikke data for vår norske osp (*Populus tremula* L.). Det er imidlertid oppgitt holdbarhetsdata for poppelarter som vokser i Europa (*Populus canescens* Sm., *P. nigra* L., *P. alba* L., *P.* hybrid). Disse poppelartene er klassifisert til holdbarhetsklasse 5 (ikke holdbar). Dataene må antas å være veiledende for vår osp også.

Ut fra dette vil osp ikke være holdbar i jordkontakt. Det må imidlertid legges til at erfaringer med bruk av osp til grøfterør og som underlag for grøfterør tilsier at virket holder seg lenge. Forklaringen på dette er trolig at så dypt i jorda vil det være anaerobe forhold, noe som fører til at nedbrytningen av organisk materiale går sakte.

### 6.1.2 Holdbarhet over bakken uten jordkontakt

Når trevirke benyttes over bakkenivået er det fem hovedfaktorer som er avgjørende for virkets holdbarhet:

- Bygningsteknikk
- Behandling av trevirket (maling, impregnering etc.)
- Klima, særlig nedbør
- Vedlikehold
- Trevirkets naturlige holdbarhetsegenskaper (varierer mellom treslag, mellom trær innenfor samme treslag og mellom ulike stammedeler i et tre)

Disse faktorene og samspillet mellom dem gjør det vanskelig og ofte umulig å angi nøyaktig holdbarhet til trevirke av et treslag generelt. Kompleksiteten i nedbrytningen av trevirke over bakken er nok årsaken til at det ikke finnes gode testmetoder for klassifisering av motstand mot råte for trevirke brukt i slike miljøer. Vurderinger av ulike treslags holdbarhet i forhold til råte når virket brukes over bakken er ofte basert på praktiske erfaringer og måling av egenskaper som antas å påvirke råteresistensen, slik som for eksempel vedens innhold av ekstraktstoffer og vedens sorpsjonsegenskaper.

Ekstraktstoffer er en samlebetegnelse på en rekke kjemiske forbindelser i trevirke. Dette er ikke-strukturopbyggende hydrofobe (lipofile) stoffer som kan ekstraheres med upolare løsningsmidler (Browning 1967, Fengel & Wegener 1984). Harpikssyrer, triglyserider (fett), sterylestere (voks), fettsyrer, terpenier og fenolske forbindelser er eksempler på slike ekstraktstoffer. Av og til inkluderes også stoffer som kan ekstraheres med polare løsningsmidler i denne gruppen (karbohydrater, protein, uorganiske salter), og da dekker begrepet ekstraktstoffer alle kjemiske forbindelser i trevirket med unntak av cellulose, hemicellulose og lignin.

Innholdet av ekstraktstoffer varierer mellom ulike treslag. Det er blant annet påvist at ospevirke inneholder mer fett og voks enn for eksempel virke av gran og furu, men at ospevirke mangler harpikssyrer (Assarson & Åkerlund 1966). Hvordan ekstraktstoffene i ospevirke påvirker aktiviteten til ulike råtesopper er derimot lite klarlagt.

Betydningen av mange andre virkesegenskaper for virkets naturlige holdbarhet er også lite belyst. De etterfølgende underkapitler omhandler en del egenskaper og resultater fra undersøkelser som antas å ha betydning for ospevirkets motstand mot nedbrytning når det brukes over bakken.

#### 6.1.2.1 Laboratorieundersøkelse av holdbarhet hos virke av osp, gran og furu mot sopper isolert fra ubehandlet utvendig kledning

Ospevirkets resistens mot nedbrytning forårsaket av en del sopper ble testet i laboratorium. Gran og furu ble også undersøkt for å kunne sammenligne graden av nedbrytning hos osp med disse. Soppene er listet opp i Tabell 2. De fleste av disse ble isolert fra utvendig ubehandlet kledning av osp.

Det ble tatt ut små prøvestykker, ett fra kjerneved og ett fra yteved fra henholdsvis fire trær av osp, gran og furu for hver sopp (tilsammen 24 prøver pr. sopp). Prøvestykkene hadde en dimensjon på 15x15x16 mm. Disse ble tatt fra trelast som på forhånd var tørket og akklimatisert til en likevektsfuktighet på 12%. Prøvestykkene ble tørket i tørkeskap i 24 timer ved en temperatur på 103 °C. Deretter ble de veid før de ble plassert på vekstmedium med voksende sopp i

glassflasker. To prøvestykker ble plassert i hver flaske. Prøvestykkene ble tatt ut igjen etter 16 uker.

Etter testperioden ble prøvene tørket og veid på nytt. Som mål for nedbrytning ble tørrvekttapet i testperioden benyttet. Tørrvekttapet ble beregnet i prosent av tørrvekten før testing.

Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom kjerneved og yteved i motstandsevne mot soppnedbrytning for de tre treslagene. Resultatene i Tabell 2 ble derfor beregnet som gjennomsnittsverdier for kjerne- og yteved.

Tabell 2. Tørrvekttap hos prøvestykker av osp, gran og furu forårsaket av råtesopper i laboratorium. Nummereringen bak navnet på soppen viser hvilke isolat av soppen som inngikk i testen.

Sopp	Osp	Gran	Furu
	Gj.sn. vekttap (%) (st. avv.)	Gj.sn. vekttap (%) (st. avv.)	Gj.sn. vekttap (%) (st. avv.)
<i>Basidiomyces</i> sp. 95-737/3	6,4 (8,70)	9,1 (3,75)	5,3 (5,35)
<i>Cylindrobasidium evolvens</i> 96-2/10	3,0 (1,43)	2,2 (2,22)	0,5 (1,58)
<i>Fomitopsis pinicola</i> 131 BT	2,2 (2,09)	5,4 (3,68)	2,3 (3,56)
<i>F. pinicola</i> 73-45/1	2,4 (2,67)	8,8 (5,66)	2,7 (4,17)
<i>Laeticorticium roseum</i> 95-739	1,7 (3,13)	0,6 (1,51)	1,3 (1,42)
<i>L. roseum</i> var. <i>pulverulentum</i> 96-2/9	3,7 (1,87)	2,1 (1,04)	1,3 (1,38)
<i>Phellinus tremulae</i> 83-34/24	7,4 (4,13)	2,0 (1,85)	1,6 (0,96)
Black yeast 96-5/73	1,4 (1,50)	1,0 (0,77)	0,6 (0,98)

*Basidiomyces* sp. 95-737/3 (stilksporesopp) er en ikke nærmere bestemt råtesopp isolert fra utvendig kledning av osp. Det var ingen signifikant forskjell i tørrvekttap mellom de tre treslagene forårsaket av denne soppen. Dette var den mest aggressive soppen i testen og ser ut til å være tilpasset virke av alle de tre treslagene.

*Cylindrobasidium evolvens* (favnedesopp) opptrer på alle slags lauvtrær, og er en av de første artene som angriper død ved. Den forekommer ofte i endene på tømmer som har vært lagret ett år eller mer. Under slike omstendigheter kan den også forekomme på bartrevirke (Eriksson & Ryvarden 1976). *Cylindrobasidium evolvens* 96-2/10 (isolert fra utvendig kledning av osp) forårsaket signifikant større tørrvekttap hos osp og gran enn hos furu ( $F = 4,30$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0272$ ,  $DF = 2 - 21$ ).

*Fomitopsis pinicola* (rødrandkjuke) opptrer hyppigst hos gymnospermer, og da særlig hos gran. Her forekommer den oftest som saprophytt på stubber, sjeldnere som parasitt. Den er også kjent hos bjørke- og orearter, men sjeldnere hos poppelarter. Den opptrer dessuten på lagret virke (Ryvarden 1976). *Fomitopsis pinicola* 131 BT (isolert fra gran) ga ikke signifikant forskjell i tørrvekttap mellom treslagene ( $F = 2,64$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0946$ ,  $DF = 2 - 21$ ), mens *Fomitopsis pinicola* 73-45/1 (isolert fra bjørk) førte til signifikant større tørrvekttap hos granprøvene enn hos prøvene av osp og furu ( $F = 5,52$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0118$ ,  $DF = 2 - 21$ ). Isolatet fra bjørk synes å ha vært noe mer aggressivt enn isolatet fra gran fordi den førstnevnte førte til et større tørrvekttap. Siden denne soppen forekommer vanligst hos gran var det ikke uventet at det var dette treslaget som var minst motstandsdyktig.

*Laeticorticium roseum* (blekrosa barksopp) opptrer på hengende greiner og vindfall, særlig hos *Salix*-arter og osp (Eriksson & Ryvarden 1976). *Laeticorticium roseum* 95-739 (isolert fra utvendig kledning av osp) ga ingen signifikant forskjell i tørrvekttap hos prøvene av de tre treslagene. *Laeticorticium roseum* var. *pulverulentum* er observert på døde stammer og greiner av osp (Eriksson & Ryvarden 1976). *Laeticorticium roseum* var. *pulverulentum* 96-2/9 (isolert fra utvendig kledning av osp) førte til signifikant større tørrvekttap hos osp enn hos gran og furu ( $F = 5,28$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0139$ ,  $DF = 2 - 21$ ). Dette synes rimelig, for i følge Eriksson & Ryvarden (1976) er ikke denne soppen observert på andre treslag enn osp.

*Phellinus tremulae* (ospeildkjuke) opptrer både i levende og død ved av osp, og dette er en vanlig forekommende sopp forbundet med innrâte hos dette treslaget (Roll-Hansen 1969, Ryvarden 1978). *Phellinus tremulae* 83-34/24 førte til et signifikant større tørrvekttap hos osp enn hos gran og furu ( $F = 11,63$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0004$ ,  $DF = 2 - 21$ ).

Black yeast er en gruppe sopper som ofte forårsaker fargeskade. Disse soppene tilhører *Ascomycetes* eller *Fungi imperfekti* og er en vanskelig gruppe å artsbestemme. Felles for disse soppene er at de er svake vednedbrytere, og de opptrer som regel i overflaten på trevirke. Black yeast 96-5/73 (isolert fra utvendig kledning av osp) ga ingen signifikant forskjell i tørrvekttap hos prøvene av de tre treslagene. Dessuten førte denne soppen til en beskjedne nedbrytning av prøvestykkene.

Av resultatene ovenfor går det frem at tørrvekttapet og forskjeller i tørrvekttap mellom de tre treslagene er svært avhengig av hvilken råtesopp virket utsettes for. Osp og gran viser samlet sett en tilnærmedesvis lik motstand mot nedbrytning fra soppene som inngikk i testen, mens furu har en noe høyere holdbarhet.

Mange råtesopper har gjennom lang tid spesialisert seg på virke av ett eller en gruppe av treslag, og på den måten funnet sin nisje i naturen. Enkelte av soppene i denne laboratorietesten er spesialister. Dette fører til at det er vanskelig å overføre resultatene fra laboratorietesten til materialer i praktisk bruk utendørs. Sammensetningen av soppfloraen vil kunne variere fra sted til sted, og følgelig vil dette kunne påvirke holdbarheten til trevirke. Det må også nevnes at resultatene ovenfor er basert på et materiale av svært begrenset størrelse og at soppene har gitt lavere nedbrytning av trevirket enn det som vanligvis forekommer i råtetester.

Hos trevirke fra mange treslag regnes kjerneveden som mer varig enn yteveden. Ingen av soppene førte til signifikant forskjell i tørrvekttap mellom kjerneved og yteved av de tre treslagene, heller ikke hos furu. Gjennomsnittlig tørrvekttap hos kjerneved og yteved av osp var henholdsvis 3,6% og 3,5%, hos gran 4,0% og 3,8% og hos furu 1,9% og 2,0%.

#### 6.1.2.2 Værgråning

Trevirke av de fleste treslag blir etter få måneder i uteklime gul- eller brunfarget. Denne fargingen av veden skyldes dekomponering av ekstraktstoffer i den ytterste vedoverflaten når virket utsettes for sollys.



Etter hvert som væraldringen fortsetter blir vedoverflaten grå. Årsaken til gråfargingen kan skyldes to prosesser, enten sammen eller hver for seg. Den ene prosessen består av celluloseanrikning på vedoverflaten på grunn av nedbrytning av brunfarget lignin og utvasking av ekstraktstoffer. Vedoverflaten får en matte av løse fibrer bestående av nesten ren cellulose. Dette gir den klassiske sølvaktige gråfargen som er karakteristisk for trevirke som eksponeres for intenst sollys, slik som i fjellet, eller i kystregioner hvor salt er tilstede i luften. Den andre prosessen som fører til at veden blir grå er vekst av ulike fargeskade- og muggsopper. Disse kan etablere seg og vokse selv om det bare sporadisk er høy nok fuktighet i trevirket, og de kan gi en vedoverflate jevn gråfarge i løpet av få uker. Enkelte av disse artene har imidlertid sporer og mycel som gir vedoverflaten en mørk og ujevn farge. Dette kan være et problem i humide områder. Uansett om væraldringen skyldes celluloseanrikning eller sopper, så vil veden til de fleste treslag bli grå når den eksponeres for sollys og regn (Williams *et al.* 1996).

Osp har blitt et populært treslag når målet er at virket skal værgrånes. Årsaken til dette er at når virke av osp væraldres, vil virket i svært liten grad bli gul- eller brunfarget, men gå direkte over til gråfarge. Dette skyldes nok at osp har en annen sammensetning av ekstraktstoffene i veden enn for eksempel gran og furu.



BILDE 3: Prøvevegger av ubehandlet ospekledning ved Agder Tresenter.  
Foto: Per Otto Flæte

Det er viktig å være klar over at det kan ta noe tid før gråfargen er utviklet. I tillegg forandrer veden seg sjelden jevnt over ulike deler av en bygning. De delene som utsettes for mest sol og regn blir værgrå først, særlig de nedre delene av veggene på sørsiden. De øvre delene, og særlig de som er beskyttet av store takoverheng, forandrer seg saktere. I beskyttede deler av en yttervegg vil veden kunne fremstå som lite påvirket eller nærmest upåvirket av klimapåkjønning i opp til flere år, mens den i mer eksponerte deler av samme vegg blir værgrå etter få måneder.

Erfaringer fra en del nyere bygninger viser at man kan oppnå en jevn gråfarge på veggflater der hele veggflaten eksponeres i lik grad mot klimaet. I denne sammenheng vil også kledningstypen kunne ha betydning. Ved Agder Tresenter i Birkeland ble det satt opp prøvevegger med ulike typer ubehandlet ospekledning i 1994. Disse veggene vil over tid kunne gi erfaringer om hvilke kledningstyper som egner seg best.

For å oppnå en værgrå farge raskt kan trevirket behandles kunstig. Den enkleste måten å utføre dette på er ved bruk av kjemiske midler, enten ved hjelp av fargestoffer eller stoffer som reagerer og frembringer farging av veden. Et eksempel på sistnevnte er behandling med jern(II)ammoniumsulfat. Man påfører vedoverflaten sterk té og lar denne tørke. Etterpå påføres en løsning av jern(II)ammoniumsulfat i vann (en teskje pr. kopp vann). Ved bruk av fargestoffer må disse tilføres periodevis for å beholde en jevnt grå overflate. Alternativt kan man la fargen brytes ned og la den naturlige værgråningen overta (Williams *et al.* 1996).

Ut fra et holdbarhetssynspunkt er det ikke gunstig å vente med å behandle en kledning med trevernmiddel dersom dette er meningen fra starten av. Selv få uker med eksponering mot uteklime gjør veden lite egnet som substrat for ulike overflatebehandlinger, noe som vil kunne nedsette overflatebehandlingens levetid. På den annen side vil en viss værpåvirket overflate være mer penetrerbar for væsker enn en som ikke er værpåvirket, og veden vil derfor kunne absorbere mer trevernmiddel.

#### 6.1.2.3 Laboratorieundersøkelse av effekten av en fargeskadesopp forbundet med værgråning på nedbrytning forårsaket av råtesopper

I en ubehandlet utvendig kledning av osp vil det etter hvert forekomme fargeskadesopper. Som tidligere nevnt kan den spesielle sølvaktige gråfargen som oppstår på en utvendig kledning blant annet skyldes slike sopper.

Slike fargeskadesopper opptrer i overflaten på en kledning. Hvilken betydning slike sopper har for etableringen av råtesopper er lite klarlagt. Fargeskadesoppene lever hovedsakelig av stivelse, karbohydrater og enkle nitrogenforbindelser som er lagret i cellene. Hyfene brer seg fra celle til celle gjennom porene, men de kan også bore seg gjennom celleveggene. Dette fører til at virke som er angrepet av fargeskadesopper blir mer permeabelt og raskere kan ta opp fuktighet enn virke som ikke er angrepet. Findlay (1939) undersøkte råteresistens til yteved av vanlig furu i laboratorium. Han fant at yteved som var angrepet av fargeskadesopp hadde en noe lavere holdbarhet enn uinfisert ved. Findlay mener at årsaken til dette er at fargeskadesopper fører til at veden blir mer porøs, og dette fører til en raskere diffusjon

av fuktighet og gasser i tillegg til enzymer fra vednedbrytende sopper. Forskjellene for de to typene virke var små, og har i følge forfatteren liten praktisk betydning for holdbarheten til trevirke. Dette understøttes av Björkman (1947).

Fargeskadesopper har omlag samme krav til trefuktighet som råtesopper. Dersom det finnes fargeskadesopper i trevirke kan dette indikere at forholdene for råtesopper kan være gunstige. Det er imidlertid kjent at tilstedeværelsen av enkelte sopper på et substrat kan hindre andre sopper i å etablere seg. Dette kan utnyttes i biologisk kontroll. Ideen bak biologisk kontroll er å introdusere eller begunstige forholdene for organismer som ikke eller i liten grad gjør skade, og som i tillegg hindrer skadeorganismer i å etablere seg. Ved beskyttelse av trevirke mot nedbrytning har muggsopparter innen *Trichoderma*, *Penicillium* og *Aspergillus* vist seg å kunne ha et potensiale.

Kunnskapen innen dette emnet er fortsatt mangelfull. Selv om mange sopparter har gitt lovende resultater i laboratorieforsøk, er resultatene fra feltforsøk noe mer usikre (Highley & Richard 1988).

Med utgangspunkt i dette ble det foretatt en undersøkelse for å belyse hvilken effekt en sopp som fører til gråning av ubehandlet utvendig kledning av osp har på nedbrytning forårsaket av ulike råtesopper. Først ble den hyppigst forekommende fargeskadesoppen i grånet ospevirke isolert, Black yeast 96-5/36. Prøvestykker av osp fra trelast ble tatt ut etter samme prinsipp som ved testing av tørrvekttap hos osp, gran og furu (kap. 6.1.2.1). Antallet prøver ble doblet (åtte prøver fra kjerneved og åtte prøver fra yteved for hver sopp). Testing av ospestykkene ble gjort på samme måte som ved testing av osp, gran og furu, men prøvestykkene ble på forhånd infisert med Black yeast 96-5/36. Effekten av Black yeast 96-5/36 ble evaluert ved å sammenligne tørrvekttapene hos prøvestykkene av osp fra den første testen (sammenligning av osp, gran og furu) med tørrvekttapet hos prøvestykkene av osp som på forhånd var infisert med Black yeast 96-5/36.

Resultatene (Fig. 1.) viser at prøvestykkene av osp som var infisert med Black yeast 96-5/36 hadde et signifikant mindre tørrvekttap forårsaket av *Phellinus tremulae* 83-34/24 ( $F = 4,90$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0375$ ,  $DF = 1 - 22$ ). Tørrvekttapet forårsaket av *Phellinus tremulae* 83-34/24 ble redusert fra 7% til 3%.

Prøvestykker av osp infisert med Black yeast 96-5/36 hadde et større tørrvekttap forårsaket av *Laeticorticium roseum* 95-739 ( $F = 4,64$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0425$ ,  $DF = 1 - 22$ ) enn prøvestykkene som ikke var infisert. Her økte tørrvekttapet fra omlag 2% til omlag 7%.

Dette var også tendensen for *Laeticorticium roseum* var. *pulverulentum* 96-2/9, men her var forskjellen ikke signifikant ( $F = 3,91$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0607$ ,  $DF = 1 - 22$ ).

Black yeast 96-5/36 førte også til et større tørrvekttap forårsaket av *Fomitopsis pinicola* 131 BT ( $F = 10,13$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0043$ ,  $DF = 1 - 22$ ) og *Fomitopsis pinicola* 73-45/1 ( $F = 8,36$ ,  $\text{Prob} > F = 0,0085$ ,  $DF = 1 - 22$ ) enn prøvestykkene som ikke var infisert. I begge tilfeller økte tørrvekttapet fra omlag 2% til 9-10%.

Black yeast 96-5/36 hadde ingen signifikant innvirkning på tørrvekttapet forårsaket av *Basidiomycetes* sp. 95-737/3 og *Cylindrobasidium evolvens* 96-2/10.

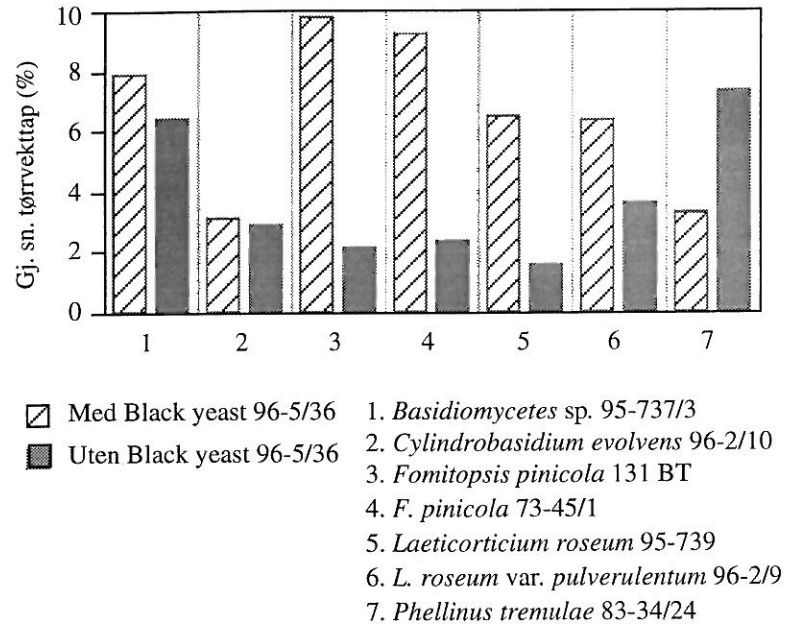


Fig. 1. Gjennomsnittlig tørrvekttap (%) forårsaket av sju isolater av råtesopper på prøvestykker av osp i laboratorium. Figuren viser gjennomsnittlig tørrvekttap for prøvestykker som var infisert med fargeskadesoppen Black yeast 96-5/36 og prøvestykker som ikke var infisert.

Selv om fargeskadesoppen Black yeast 96-5/36 hadde en hemmende effekt på nedbrytning forårsaket av *Phellinus tremulae* 83-34/24, har dette liten praktisk betydning for en utvendig ubehandlet kledning av osp fordi *Phellinus tremulae* er en sopp som vanligvis forekommer på stående trær.

Resultatene ovenfor indikerer at sopp som er forbundet med gråfarging av en utvendig kledning av osp ikke har hemmende effekt på råtesopper, men derimot at enkelte råtesopper lettere kan bryte ned virket. Dette stemmer bra overens med undersøkelsen til Findlay (1939) og Björkman (1947).

Det kan tenkes at andre sopper som er forbundet med gråfarging av utvendig ubehandlet kledning av osp kan påvirke råtesopper på en annen måte eller at andre faktorer har avgjørende betydning. For å belyse dette mer fullstendig er det nødvendig å gjennomføre mer omfattende undersøkelser.

#### 6.1.2.4 Værerrosjon

Været bryter veden ned fra yten i et sakte tempo, og dette må ikke forveksles med råte. Råte kan imidlertid inntreffe på virke som væraldres dersom virket utsettes for fuktighet.

Etter at virket er blitt farget grått som følge av været's påvirkning, vil værslitasje erodere bort overflaten i et sakte tempo. I følge Sell & Feist (1986) er erosjonshastigheten for lauvtreved i størrelsesorden 2-5 mm pr. 100 år. Hastigheten avhenger av klimatiske betingelser, grad av eksponering, virkets densitet, mengde tidligved/sened (bartrær), årringorientering, veksthastighet og lignin- og ekstraktstoffinnhold. Generelt vil en lav densitet, stor grad av eksponering mot været og et strengt klima øke erosjonshastigheten.

#### 6.1.2.5 Sprekkdannelse

Mange undersøkelser av trevirkets holdbarhet er utført med råtesopper i laboratorium. I slike tilfeller tas det ikke hensyn til at ulike treslag vil kunne sprekke i ulik grad under bruk. I stedet gis råtesoppene i slike forsøk optimale forhold med hensyn på fuktighet og temperatur. Dette er i de fleste tilfeller urealistisk i praktisk bruk. Da vil også trevirkets egnetthet som substrat for råtesopper være avgjørende, og sprekkdannelse i trevirket vil være en viktig faktor.

I perioder der det ikke kommer direkte nedbør på en vedoverflate, vil virket likevel ta opp og avgi fuktighet i form av vanddamp med vekslende relativ luftfuktighet. Ubehandlet ved absorberer fuktighet raskt i regnvær og tørker raskt opp i sollys. Forandringer i vedfuktighet forårsaker krymping og svelling av veden. Når trevirket tørker vil det begynne å krympe når trefuktigheten kommer under fibermetningspunktet. Trevirke er et anisotrop materiale, og ulik krymping i ulike plan, i tillegg til at det gjerne vil være en fuktighetsgradient i virket, fører til at det dannes spenninger. Disse spenningene kan forårsake deformasjoner og makroskopiske og mikroskopiske intercellulære og intracellulære sprekker.

Sprekker i ved oppstår i svake punkt og ofte i vedens radielle plan. Endesprekker er en svært vanlig sprekktype på trevirke som blir utsatt for vekslende fuktighet. Dette skyldes at vanntransporten i veden går mye raskere i endene enn lenger inne i virket. Cellene i endeflatene vil forsøke å krympe på grunn av det lave vanninnholdet når virket tørker, mens cellene lenger inne i et bord holder igjen fordi de har et høyere vanninnhold. Dette fører til strekkrefter i virkets ender og trykkrefter lengre inne i virket. Trevirke er svakest for strekkrefter på tvers av fiberretningen, slik at det gjerne oppstår endsprekker når virket tørker. Endsprekkene vil lukke seg noe etterhvert som veden tørker ytterligere, fordi spenningene blir lavere etterhvert som fuktighetsinnholdet mellom endene og midtre deler av virket utjevnes. Overflatesprekker opptrer ofte langs margstrålene og er synlige på vedens tangentialsnitt (Kollmann & Côte 1968).

Dype sprekker i trevirke kan føre til at fuktighet fra nedbør trenger inn i materialene og begunstiger forholdene for vednedbrytere som råtesopper. Motstanden mot sprekkdannelse er påvirket av trevirkets egenskaper med hensyn på opptak og avgivelse av vann. I tillegg påvirkes virkets motstand mot oppsprekking av evnen til å tåle spenninger som oppstår på grunn av krymping og svelling. Denne motstanden vil kunne variere mellom treslag. Disse forholdene er lite undersøkt hos osp.

#### 6.1.2.5.1 Akselerert klimaforsøk

Sprekkdannelse i bordkledning av osp ble undersøkt ved akselerert klimapåkjenning. Akselererte klimaforsøk benyttes for å frembringe resultater som ellers ville ta lang tid å skaffe ved naturlig klimapåkjenning. Det må understrekes at akselererte klimaforsøk kan føre til at materialene forandrer seg på en annen måte enn ved naturlig klimapåkjenning, og slike resultater bør derfor kontrolleres mot forsøk i naturlig klima.

I den foreliggende undersøkelsen ble materialprøver fra ubehandlet kledning av osp og gran utsatt for akselerert klimapåkjenning, hovedsakelig etter samme prinsipp som er beskrevet i Norsk Standard 8140 utarbeidet av Norges Byggstandardiseringsråd (Norges Standardiseringsforbund 1985). Materialprøvene bestod av trelast, 25mm x 150 mm, som var kappet i lengder på 24 cm. Prøvene ble vekselvis eksponert for lys- og varmestråling, befuktning, frost og romtemperatur. Eventuelle forskjeller mellom osp og gran med hensyn på dype sprekkdannelse (sprekker dypere enn 75% av bordtykkelsen) ble analysert. Sprekkes lengde ble målt i tre lengdeklasser: 0-50 mm, 51-120 mm og >120 mm. I tillegg ble det undersøkt hvilken innvirkning plasseringen av bord i tverrsnittet på en tømmerstokk har på sprekkdannelse i bordene (Fig. 2.). Undersøkelsen er beskrevet i en egen rapport (Flæte *et al.* 1999). Nedenfor presenteres de viktigste resultatene fra undersøkelsen.

Materialprøver av osp hadde i gjennomsnitt et høyere antall sprekker (1,9) enn materialprøver av gran (1,3). Forskjellen mellom osp og gran lå i at osp hadde et høyere antall korte sprekker (0-50 mm) enn gran. Det var ingen forskjell mellom osp og gran med hensyn på antall sprekker med en lengde på 51-120 mm. Gran hadde imidlertid et høyere antall lange sprekker (>120 mm) enn osp.

Når de lengste sprekkene i hver materialprøve ble målt, viste det seg at disse var over dobbelt så lange i granvirket (123 mm (st. avv. = 97 mm)) som i ospevirket (55 mm (st. avv. = 34 mm)).

Resultatene viser at osp burde være minst like godt egnet som gran til utvendig kledning med hensyn på virkets evne til å motstå alvorlige sprekkskader.

Bord nær barken hadde et høyere antall lange sprekker enn bord nærmere marginen, både hos gran og osp. Årsaken til dette ligger sannsynligvis i at årringmønsteret skifter fra en høy andel stående årringer inne ved marginen til en høy andel liggende årringer ute i yten ved tradisjonell kantskur. Krymping og svelling er omtrent dobbelt så stor tangentielt sammenlignet med radially på fiberretningen. Dette medfører at bord med en høy andel stående årringer er mer dimensjonsstabile i bordenes bredde enn bord med liggende årringer. Derfor vil bord med stående årringer spreke mindre ved gjentatt uttørring og oppfuktning enn bord med liggende årringer.

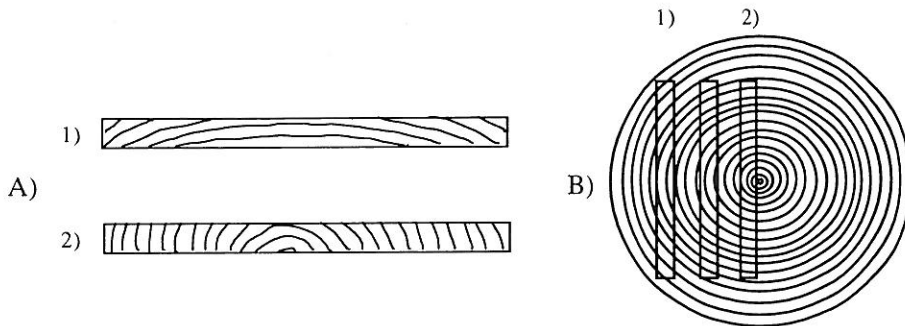


Fig. 2 A) Tverrsnitt av bord med høy andel liggende/horisontale årringer, 1) og høy andel stående/vertikale årringer, 2). B) Plassering av de to bordene med ulik årringorientering i tverrsnittet på en tømmerstokk.

Dersom et bord inneholder selve margen i stammen, vil bordet lett sprekke langs margen under tørking. Det er derfor avgjørende at margen ikke ligger skjult inne i et bord dersom sprekke dannelse skal unngås. De første årringene inne ved margen består av ungdomsved. Generelt har ungdomsved andre egenskaper enn moden ved. Blant annet danner mikrofibrillene en stor vinkel med fiberretningen, noe som fører til at ungdomsved krymper og sveller mer i lengderetningen enn normal ved. Det er funnet at granvirke som inneholder ungdomsved sprekker mer ved gjentatt tørking og oppfukning enn granvirke uten ungdomsved (Sandberg 1997). Det er mulig at ungdomsveden har mindre betydning for sprekke dannelse i ospevirke, for i følge Zobel & Sprague (1998) er det ofte liten forskjell på egenskapene til ungdomsved sammenlignet med moden ved hos spredtporete treslag.

#### 6.1.2.6 Vannopptak i veden

Trevirkets evne til å absorbere fuktighet regnes å ha en viktig innvirkning på levetiden når virket ikke er i kontakt med jord, men utsettes for høy fuktighet i perioder. Grunnen til dette er at de fleste råtesopper er avhengig av en forholdsvis høy fuktighet i trevirket for å kunne utvikle seg. De fleste råtesopper vil ikke kunne utvikle seg når vedens vanninnhold er lavere enn 20% av tørrvekten (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1993).

Impregnerbarhet gir en pekepinn på trevirkets evne til å absorbere fuktighet. Yteved av osp lar seg lett impregnere, men kjerneveden er ikke impregnerbar. Det er vanskelig å skille yteved fra kjerneved hos osp. Ved vurdering av ospevirkets holdbarhet under vekslende fuktighetsforhold, er det derfor sikrest å ta utgangspunkt i ytevedens egenskaper. Når impregneringsklasse og holdbarhet mot sopp i jordkontakt brukes som kriterium, vil osp være lite holdbar i et klima med høy fuktighet. Dersom trefuktigheten holdes stabilt høy, slik som ved overrisling og vannlagring av tømmer, vil soppenes vekst stanse. Vadla & Wilhelmsen (1982) oppgir at minst 20% av vedens porevolum må være luft for å tilfredsstille soppenes

vekst. I omgivelser med vekslende fuktighet er det avgjørende for holdbarheten at det er god luftsirkulasjon rundt virket slik at det kan tørke raskt opp igjen.

Generelt bør man være restriktiv med å benytte ubehandlet ospevirke i konstruksjoner med høy råterisiko eller som ubehandlet kledning i områder med mye nedbør i den varme årstiden.

#### 6.1.2.7 Erfaringer fra gamle bygg i osp

I prosjektperioden er det kartlagt en del eldre bygg i osp. Dette er gjort gjennom henvendelser i skogeierforeningenes medlemsblader, samt gjennom Fylkesmannens landbruksavdeling, seksjon skog i alle fylker. Det er kommet mange tilbakemeldinger, og totalt har man fått oversikt over omlag 70 bygg i osp. Alderen på de fleste varierer fra noen få år til noen tiår. Den eldste bygningen av osp man kjenner til finnes på Agatunet i Ullensvang (år 1780).

Byggene er spredd over det meste av landet. Man må regne med at de bygningene som prosjektet har oversikt over bare er en liten del av det virkelige antallet. Det er ikke gjort noen direkte undersøkelse av tilstanden til disse byggene, men de fleste oppgis å være i god stand. Mange av disse byggene har en forholdsvis høy alder, i tillegg til at de fleste er ubehandlet.

Osp har vært brukt i husbyggingen i mange områder i Russland og Nord-Amerika. Jablokow (1949) betegner ospevirket som meget varig. Forfatteren nevner eksempel på at virket i tømmerhus i Russland er like godt, med unntak av de nederste stakkene, i hus som er eldre enn 100 år.

At osp finnes i god forfatning i eldre bygg er egentlig ikke noe bevis for treslagets holdbarhet. Når holdbarheten skal avgjøres må man også ta stilling til råterisikoen, og denne påvirkes som tidligere nevnt av flere faktorer.

## 6.2 Holdbarhet mot husbukk

Husbukk (*Hylotrupes bajulus* L.) kan skade trevirket i bygninger flere steder i Norge. Den er regnet som vårt farligste skadedyr for bartrevirke i bygninger. Larvenes gnag i bærende konstruksjoner i hus kan i verste fall føre til at bygningene faller sammen.

Undersøkelser i Tveit ved Kristiansand og i flere kommuner rundt Skiensfjorden har vist at omtrent 50% av bygningene har vært angrepet (Knudsen & Bakke 1967). Knudsen (1967) fant at omlag 80% av husene i Sogndal i Sogn hadde husbukkangrep, mens omfanget avtok jo lengre utover langs Sognefjorden man kom.

Det er mulig å bekjempe husbukklarvene med kjemiske midler. Et annet tiltak er å bruke trykkimpregnerte materialer når man bygger hus i husbukkdistrakter. Det er også mulig å tegne forsikringer som dekker skader av husbukk. Alle disse tiltakene vil medføre kostnader for huseieren.

Husbukklarvene gnager lange, slyngete ganger i yteveden hos bartrevirke. Det ytterste laget av yteveden blir aldri rørt av husbukklarvene, og boremel blir ikke kastet ut. Det kan derfor være vanskelig å påvise angrepene av husbukk de første årene. Man regner med at husbukkens larvestadium vanligvis varer i 4-5 år under



norske klimaforhold, men at varigheten kan strekke seg helt opp til omlag 15 år dersom klimaet er kjølig eller veden næringsfattig. Larvene kan fortsette å gnage i en bjelke til praktisk talt all yteveden er fortært. Dersom en bjelke av bartrevirke ikke består av en tilstrekkelig andel kjerneved, vil den derfor kunne brette som en følge av skaden (Bakke, Austarå & Christiansen 1984).

Husbukkens utbredelse i Norge er begrenset. Den finnes i første rekke i kystdistriktene fra Larvik til Kristiansand, og i enkelte indre fjordstrøk på Vestlandet. Det finnes også husbukk på Hvaler og i lavereliggende distrikter i indre Telemark. På Vestlandet er angrepene sterkest rundt indre Sognefjord og indre fjordstrøk på Møre (Knudsen & Bakke 1967).

Av våre norske treslag er det bare bartrærne som angripes av husbukk. Husbukkhunnen tiltrekkes av trevirke med høyt ekstraktstoffinnhold når den skal legge egg (Haslberger & Fengel 1991a). Haslberger & Fengel (1991b) fant at varmtvannsekstrakter og enkelte fraksjoner fra organosolv-pulping fra bøkeved hemmer larveutviklingen hos husbukk. Fraksjonene med størst hemmende egenskaper inneholdt hovedsakelig polysakkaridet xylan. Haslberger & Fengel (1991c) fant at det er avgjørende for den hemmende effekten at lauvtrexylan er i sin opprinnelige tilstand. Ved intensiv behandling med alkaliske løsninger hydrolyserer acetylgruppene i xylan. Dette fører til en sterk reduksjon av den hemmende effekten.

Siden osp har egenskaper som gjør virket egnet som konstruksjonsvirke og ospevirket ikke angripes av husbukk, burde dette treslaget være aktuelt som alternativ til bartrevirke i husbukkdistrikter.

### 6.3 Holdbarhet mot pælemark

Pælemark er en fellesbetegnelse på en rekke arter vedborende muslinger som lever i trevirke i saltvann. Pælemark kan angripe konstruksjoner av tre, trebåter eller tømmer som lagres i saltvann, og den kan gjøre omfattende skader på relativt kort tid. Santhakumaran & Sneli (1984) oppgir sju arter pælemark som er funnet i norske farvann:

- Nototeredo norwegica (Spengler)
- Psiloteredo megotara (Hanley)
- Teredo navalis (Linné)
- Xylophaga dorsalis (Turton)
- Xylophaga nidarosiensis (Santhakumaran)
- Xylophaga noradi (Santhakumaran)
- Xylophaga praestans (Smith)

Den vanligste pælemarkarten langs Norges vestkyst er *Psiloteredo megotara*, og denne er funnet helt nord til Finnmark (Knudsen 1974). Utbredelsen av de forskjellige artene langs kysten er ellers lite dokumentert fordi de fleste undersøkelser har tatt utgangspunkt i begrensede områder langs kysten. Det kan imidlertid nevnes at *Nototeredo norwegica* er funnet langs kysten av Vest-Norge og nordover (Nair 1962). Santhakumaran & Sneli (1984) fant *Psiloteredo megotara*, *Xylophaga dorsalis*, *Xylophaga praestans*, *Xylophaga nidarosiensis* og *Xylophaga noradi* i

Trondheimsfjorden. Dons (1948) mener at i Trøndelag opptrer *Nototeredo norwegica* særlig ute i skjærgården, mens *Psiloteredo megotara* er helt dominerende inne i fjorden. I følge Dons (1948) finnes ikke *Teredo navalis* nord for Bergen.

Pælemarkene oppsøker trevirke som små frittsvømmende larver og borer seg inn i veden, først langs fiberretningen, men etter hvert som trevirket blir kolonisert av mange individer, lages borehullene i alle retninger. Den eneste indikasjonen på at det er pælemark i trevirke, er inngangshullene som vanligvis er svært små (Nair 1962). Inne i trevirke vokser larven både i lengde og diameter. Pælemarken borer ganger i virket, og en del arter avsetter kalkskall rundt boregangene i veden.

Ved lagring av tømmer i saltvann vil blant annet lagringstidspunktet være avgjørende for i hvilket omfang tømmeret angripes av pælemark. Grunnen til dette er at den mest utsatte perioden er når larvene er på jakt etter trevirke som de kan bore seg inn i. Pælemarken er i den første levetiden handyr, men utvikler senere hunnlige kjønnsorganer med eggstokker - gonader. Modningen av gonadene og etterfølgende gyting av egg antas å være avhengig av temperaturforholdene i sjøen. Dette medfører at tidspunktet for gyting kan variere noe fra år til år, slik at larvene vil kunne være frittlevende til forskjellige tider i ulike år. Følgelig vil innvandringen i trevirke kunne variere. Man regner med at gytingen foregår en gang pr. år under våre forhold (Knudsen 1974). Norman (1976b) fant at trevirke som ble nedsenket i sjøvann i juli/august ble angrepet av pælemark allerede første dag. Norman (1976b) fant derimot ingen angrep av *Teredo navalis* og *Psiloteredo megotara* i løpet av vinteren.

#### Innvandring i trevirke:

- *Psiloteredo megotara*: mai-sept. (Knudsen (1974) langs vestkysten av Norge, Nair (1962) Bergen, Dons (1941) Trondheim)
- *Xylophaga*: mars, mellom mai og oktober og i desember (mest mellom juli og september) (Nair (1962) Bergen, planktonlarver)
- *Nototeredo norwegica*: november-desember (Dons 1941)
- *Teredo navalis*: juni-sept. (Norman (1976b) Gullmarsfjorden i Bohuslän)

Pælemarkens aktivitet påvirkes i stor grad av saltinnhold og vanntemperatur. Hos *Teredo navalis* forekommer normal aktivitet ved en salinitet på 9‰ og oppover, mens 5‰ salinitet er registrert som letal (Blum 1922). I områder med mye ferskvann, som for eksempel ved elveutløp, må det derfor antas at pælemark ikke greier å utvikle seg. De voksne individene er mest aktive i temperaturintervallet 15-25°C, og boreaktiviteten opphører ved 5°C (Roch 1932, Norman 1977). *Psiloteredo megotara* er fremdeles aktiv ved en temperatur på 5°C (Nair 1962), men arten trenger en høyere salinitet i vannet enn *Teredo navalis* (Norman 1977). Dons (1948) mener dessuten at økt sjøtemperatur gir økt produksjon av yngel.

Santhakumaran (1984) undersøkte den vertikale fordelingen av pælemark i Trondheimsfjorden ned til en dybde på 30 m og fant at *Psiloteredo megotara* prefererer trevirke nær sjøoverflaten, mens *Xylophaga dorsalis* prefererer trevirke nær sjøbunnen. Dette er i overensstemmelse med Norman (1976d).

### 6.3.1 Ulike treslags resistens mot pælemark

Pælemark kan føre til et betydelig tap av vedsubstans på trevirke i saltvann. Substanstapet vil være minst om vinteren på grunn av lav temperatur. Norman (1976a) fant et substans tap på 15-50% og 5-20% hos henholdsvis barket og ubarket tømmer av gran, furu og bjørk som var lagret i saltvann i ett og et halvt år.

Det er blitt hevdet at osp er resistent mot pælemark. Norman (1976c) undersøkte resistensegenskapene på prøvestykker av 12 forskjellige treslag mot angrep fra *Teredo navalis* og *Psiloterodo megotara*. Sistnevnte art forekom i så små mengder at man ikke kunne si noe om resistensen. Undersøkelsen ble foretatt på Kristineberg Marinbiologiske Stasjon ved Gullmarsfjorden på den svenske vestkysten i 1971/1972. Følgende treslag ble undersøkt:

Lerk (*Larix decidua* Mill.), alm (*Ulmus glabra* Huds.), furu kjerneved (*Pinus sylvestris* L.), furu yteved (*P. sylvestris* L.), lønn (*Acer platanoides* L.), svartor (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), bøk (*Fagus sylvatica* L.), ask (*Fraxinus excelsior* L.), lind (*Tilia cordata* Mill.), osp (*Populus tremula* L.), gran (*Picea abies* (L.) Karst.), eik (*Quercus robur* L.) og bjørk (*Betula pubescens* Ehrh.).

Angrepsfrekvensen ble bestemt ved hjelp av røntgen, noe som fungerte bra takket være muslingenes avleiringer av kalk i boregangene.

Eik hadde færre angrep enn de øvrige treslagene, dessuten var muslingens veksthastighet lavest i eik. Hurtigst vokste muslingen i osp, svartor og lønn. Det var ingen signifikante forskjeller i angrepsintensitet mellom de ulike treslagene med unntak av eik. Etter en eksponeringstid på 15 måneder i sjøen var prøveklossene fra alle treslag utenom eik perforert av boreganger. Undersøkelsen viste at ingen av treslagene er egnet til undervannskonstruksjoner uten å impregneres. Dette gjelder også eik, selv om dette treslaget ble mindre angrepet enn de andre.

Dons (1941) undersøkte ulike treslags resistens mot *Psiloterodo megotara* i Trondheimsfjorden i 1931/1932. Det ble funnet at gran og furu angripes lettere enn andre norske treslag, og at muslingen dessuten vokser raskest i gran og furu. Teak ble ikke angrepet i det hele tatt. Av de norske treslagene var eik og ask de mest motstandsdyktige. Motstandsdyktigheten er beregnet på bakgrunn av antall borehull pr. dm<sup>2</sup> yteflate. Verdien er et gjennomsnitt av antall borehull i fire sett prøve-klosser der prøveklossene ble satt ut samtidig og tatt opp med 1/4 års mellomrom.

1. Teak, eik, ask (0-1,3 pr. dm<sup>2</sup>)
2. Rogn, bjørk, or, osp, hickory, valnøtt, rødbøk (1,5-2,9 pr. dm<sup>2</sup>)
3. Hvitbøk, mahogny (3,6-4,0 pr. dm<sup>2</sup>)
4. Gran, furu, magnolia, pitchpine (9-18 pr. dm<sup>2</sup>)

Dette viser at osp ikke kan regnes som resistent mot pælemark. Det må understrekes at disse undersøkelsene gjelder små prøvestykker. Knudsen (1974) fant at ved lagring av tømmer av gran, furu og bjørk i saltvann, angripes barket tømmer sterkere av pælemark enn ubarket. Hos ubarket tømmer konsentrerer angrepene seg til endeflatene, rundt kvister og i barkflenger. Ved bruk av rundtømmer til kaipåler eller lignende bør derfor barken ikke fjernes. Det er imidlertid usikkert i hvor stor grad virket angripes av pælemark etterhvert som barken faller av. For å forsikre seg mot angrep av pælemark må derfor trevirke av norske treslag behandles med et beskyttende middel før det brukes i saltvann.



BILDE 4: Kraftig pælemark-angrep på ospevirke.  
Foto: Per Otto Flæte

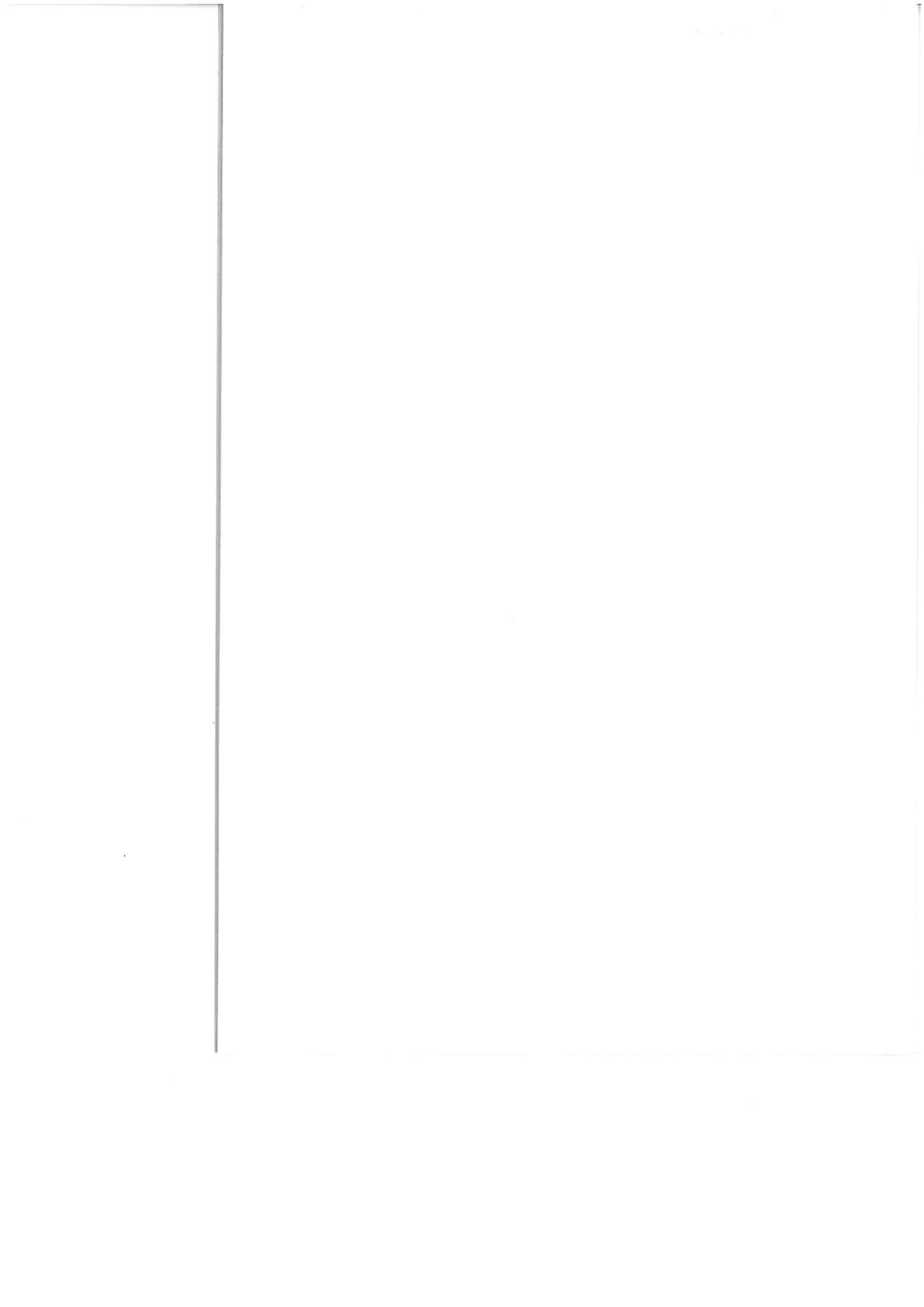
## 7 Litteratur

- Assarsson, A. & Åkerlund, G. 1966. Studies on wood resin, especially the change in chemical composition during seasoning of the wood. Part 4. The composition of the petroleum ether soluble nonvolatile extractives from fresh spruce, pine, birch and aspen wood. *Svensk Papperstidning* 69: 517-525.
- Bakke, A., Austarå, Ø. & Christiansen, E. 1984. *Forstentomologi. Kompendium*. 147 pp.
- Björkman, E. 1947. On the development of decay in building-timber injured by blue stain. *Särtryck ur Svensk Papperstidning* 50(II B): 4 pp.
- Blum, H.F. 1922. On the effect of low salinity on *Teredo navalis*. *University of California Publications in Zoology* 22: 349-368.
- Browning, B.L. 1967. *Methods of wood chemistry*. Vol. 1. Interscience Publishers, New York-London-Sydney. 384 pp.
- Børset, O. & Haugberg, M. 1960. *Ospa*. Det norske Skogselskap, Oslo. 176 pp.
- Dons, C. 1941. Marine boreorganismer IV - *Teredo*'s angrep på forskjellige treslag. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskap. Forhandlinger* XIV nr 8: 29-32.
- Dons, C. 1948. Marine boreorganismer. XIII. *Teredo*-produksjonen og sjøtemperaturen. *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskap. Forhandlinger* XXI nr 42: 186-190.

- Eikenes, B. 1991. Egenskaper hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.) fra Vestlandet målt på trelast i hele dimensjoner. Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag, Ås. 78 pp.
- Ekström, H. 1989. Aspvirke. Egenskaper och användning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för virkeslära. Rapport nr 207: 1-104.
- Eriksson, J. & Ryvarden, L. 1976. The Corticiaceae of North Europe. Hyphodermella-Mycoacia. Vol. 4. Fungiflora, Oslo. 549-886.
- Feist, W.C. 1994. Weathering performance of finished aspen siding. Forest Products Journal 44(6): 15-23.
- Fengel, D. & Wegener, G. 1984. Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions. De Gruyter. Berlin, New York. 613 pp.
- Findlay, W.P.K. 1939. Effect of sap-stain on the properties of timber. II. Effect of sap-stain on the decay-resistance of pine sapwood. Forestry 13: 59-67.
- Fjærtøft, F., Eikenes, B., Flæte, P.O. & Høibø, O.A. 1998. Osp som konstruksjonsvirke - sorteringskriterier og styrkeegenskaper. Rapport fra skogforskningen 2/98: 1-23.
- Flæte, P.O. 1997. Anvendelse av osp i Minnesota. Rapport fra en studietur høsten 1996. Aktuelt fra Skogforsk 8/97: 1-14.
- Flæte, P.O., Høibø, O.A., & Fjærtøft, F. 1999. Crack formation in unfinished siding of Aspen (*Populus tremula* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) during accelerated weathering (accepted Holz als Roh- und Werkstoff Jan. 99).
- Flæte, P.O. & Kucera, B. 1999. Virkesegenskaper til mellomeuropeiske og norske granprovenienser plantet i Østfold. Rapport fra skogforskningen 1/99. Norsk institutt for skogforskning. 1-31.
- Frivold, L.H. 1988. Osp i husbyggingen. Norges landbrukshøgskole, Ås. 26 pp.
- Haslberger, H. & Fengel, D. 1991a. Versuche zur Wirksamkeit von Ligninabbauprodukten und löslichen Laubholz-Bestandteilen gegen Hausbockbefall von Bauholz. Entwicklung von Hausbocklarven in altem und jungem Fichtenholz. Holz als Roh- und Werkstoff 49: 115-120.
- Haslberger, H. & Fengel, D. 1991b. Versuche zur Wirksamkeit von Ligninabbauprodukten und löslichen Laubholz-Bestandteilen gegen Hausbockbefall von Bauholz. Entwicklung von Hausbocklarven in mit verschiedenen Buchenholz-Extrakten behandeltem Kiefernholz. Holz als Roh- und Werkstoff 49: 229-234.
- Haslberger, H. & Fengel, D. 1991c. Versuche zur Wirksamkeit von Ligninabbauprodukten und löslichen Laubholz-Bestandteilen gegen Hausbockbefall von Bauholz. Zur Hemmwirkung von Fraktionen der Buchenholzextrakte auf die Larvenentwicklung in Kiefernholz. Holz als Roh- und Werkstoff 49: 333-339.
- Highley, T.L. & Richard, J. 1988. Antagonism of *Trichoderma* spp. and *Glocladium virens* against wood decay fungi. Material und Organismen 23(3): 157-169.
- Høibø, O.A. 1991. Sammenhengen mellom objektivt målbare egenskaper på skurlast og planteavstand hos gran (*Picea abies* (L.) Karst). Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag, Ås. 27 pp.
- Høibø, O.A. & Eikenes, B. 1991. Egenskaper hos granvirke (*Picea abies* (L.) Karst) plantet med stort forband. Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag, Ås. 33 pp.

- Jablokow, A.S. 1949. Die Aufzucht und Züchtung gesunder Aspen. Allunionistisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für Forstwirtschaft Goslesbumisdat, Moskau - Leningrad. (Oversatt til tysk). 1-418.
- Knudsen, P. 1967. Distribution and abundance of *Hylotrupes bajulus* L. (Col., Cerambycidae) and *Anobium punctatum* de Geer (Col., Anobiidae) along the Sognefjord in West Norway. Særtrykk av Norsk Entomologisk Tidsskrift 14(1): 44-55.
- Knudsen, P. 1974. Pelemark - Marin Treborer. Norsk Institutt for skogforskning, 1432 Ås NLH. 1-33.
- Knudsen, P. & Bakke, A. 1967. The present distribution of *Hylotrupes bajulus* L. (Col., Cerambycidae) in Norway and its abundance in some districts. Særtrykk av Norsk Entomologisk Tidsskrift 14(2): 94-102.
- Kollmann, F.F.P. & Côte, 1968. Principles of Wood Science and Technology. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. 592 pp.
- Kucera, B. & Myhra, H.H. 1996. Egenskaper hos de viktigste norske lauvtrær. Norsk Treteknisk Institutt, Rapport nr. 33: 1-58.
- Nagoda, L. 1981a. Fysiske egenskaper hos osp (*Populus tremula* L.). Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 60(7): 1-194.
- Nagoda, L. 1981b. Mekaniske egenskaper hos osp (*Populus tremula* L.). Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 60(8): 1-66.
- Nair, N.B. 1962. Ecology of marine fouling and wood-boring organisms of western Norway. Sarsia 8: 1-88.
- NIJOS 1996. Skog 96. Statistikk over skogforhold og -ressurser i Norge. Norsk Institutt for Jord- og Skogkartlegging, Ås. 1-85.
- Norges Standardiseringsforbund 1985. Metode for å utsette bygningskomponenter og byggematerialer for akselerert klimapåkjønning i vertikal stilling. NS 8140 (utarbeidet av Norges Byggstandardiseringsråd, NBR), 1. utg. 4 pp.
- Norges Standardiseringsforbund 1988. Kvalitetskrav til trelast for konstruktive formål (utarbeidet av Norges Byggstandardiseringsråd, NBR), NS 3080, 2. utg. 16 pp.
- Norges Standardiseringsforbund 1989. Metode for utendørs prøving for bestemmelse av den relative beskyttende virkning av et trekonserveringsmiddel i kontakt med bakken. NS-EN 252, 1. utg. 11 pp.
- Norges Standardiseringsforbund 1994a. Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Holdbarhet av heltre. Del 1: Prinsipper ved prøving og klassifisering av den naturlige holdbarheten av tre, NS-EN 350-1, 1. utg. 13 pp.
- Norges Standardiseringsforbund 1994b. Tre og trebaserte produkters holdbarhet. Holdbarhet av heltre. Del 2: Holdbarhet og impregnerbarhet av utvalgte tresorter av betydning i Europa, NS-EN 350-2, 1. utg. 32 pp.
- Norges Standardiseringsforbund 1997. Trebeskyttelsesmidler. Prøvmetsmetode for bestemmelse av den beskyttende effekten mot treødeleggende basidiomycetes. Bestemmelse av toksiske verdier. NS-EN 113, 2. utg. 32 pp.
- Norman, E. 1976a. Biologiska skador på rundvirke i havsvatten. Skogs och Virkesskydd. Sveriges Skogsvårdsförbund. 196-205.
- Norman, E. 1976b. The time of settlement on Swedish West coast of the wood-boring molluscs *Teredo navalis*, *Psiloteredo megotara* and *Xylophaga dorsalis*. Material und Organismen, Beiheft 3: 531-542.

- Norman, E. 1976c. Natural resistance of different species of Swedish timbers to attack by marine wood-boring molluscs. Institutionen för Virkeslära, Skogshögskolan. Rapport nr 98.
- Norman, E. 1976d. The vertical distribution of the wood-boring molluscs, *Teredo navalis* L., *Psiloteredo megotara* H. and *Xylophaga dorsalis* T. on the Swedish west coast. Material und Organismen 11(4): 303-316.
- Norman, E. 1977. The geographical distribution and the growth of the wood-boring molluscs *Teredo navalis* L., *Psiloteredo megotara* (Hanley) and *Xylophaga dorsalis* (Turton) on the Swedish west coast. Ophelia 16(2): 233-250.
- Roch, F. 1932. Einige Beobachtungen zur Ökologie und Physiologie von *Teredo navalis* L. Arkiv för Zoologi 24(5): 1-17.
- Roll-Hansen, F. 1969. Soppsykdommer på skogstrær. Vollebekk. 173 pp.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1993. Sykdommer på skogstrær. 2. utg. Landbruksforlaget, Oslo. 120 pp.
- Ryvarden, L. 1976. The Polyporaceae of North Europe. Albatrellus - Incrustoporia. Vol. 1. Fungiflora, Oslo. 1-214.
- Ryvarden, L. 1978. The Polyporaceae of North Europe. Inonotus - Tyromyces. Vol. 2. Fungiflora, Oslo. 219-507.
- Sandberg, D. 1997. Radially sawn timber. The influence of annual ring orientation on crack formation and deformation in water soaked pine (*Pinus silvestris* L.) and spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) timber. Holz als Roh- und Werkstoff 55: 175-182.
- Santhakumaran, L.N. 1984. Vertical distribution of fouling and wood-boring organisms in Trondheimsfjorden (Western Norway). Gunneria 47: 1-30.
- Santhakumaran, L.N. & J.-A. Sneli. 1984. Studies on the marine fouling and wood-boring organisms of the Trondheimsfjord (Western Norway). Gunneria 48: 1-36.
- Sell, J. & Feist, W.C. 1986. Role of density in the erosion of wood during weathering. Forest Products Journal 36(3): 57-60.
- Vadla, K. 1987. Skurtømmerandel, -dimensjon og -kvalitet hos ospevirke. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 11/87: 1-37.
- Vadla, K. & Wilhelmsen, G. 1982. Virkesbehandling. Landbruksforlaget, Oslo. 179 pp.
- Vestøl, G.I. & Fløtaker, S. 1999. Alternativ utnyttelse av massevirke av furu og lauv i Telemark og Agder. Utredning av mulighetene for produksjon av OSB. Oppdragsrapport fra Norsk institutt for skogforskning 16/99: 1-27.
- Wagenführ, R. & Scheiber, C. 1985. Holzatlas. VEB Fachbuchverlag Leipzig. 690 pp.
- Wibstad, K. & Maartmann, K. 1961. Skogbruksboka 5. Skogindustri. Oslo. 1-411.
- Williams, R.S., Knaebe, M.T. & Feist, W.C. 1996. Finishes for exterior wood. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, Wisconsin. 1-127.
- Zobel, B.J. & Sprague J.R. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 300 pp.





## Rapport fra skogforskningen

### Utkommet i 2000

- 1/00: *Øystein Dale og Morten Nittedal*: Skogsdrift med snøscooter. Trekkrefter for ulike snøscootere, utstudsstudier, praktiske metodeforsøk. En delrapport fra prosjektet: Skogbehandling og driftssystemer tilpasset boreal regnskog og verneskog.
- 2/00: *Stein Magnesen*: Vekst og overleving hos sitkagran fra skogfrøplantasjer og plantefelt på Vestlandet.
- 3/00: *Bernt-Håvard Øyen*: Naturlig avgang i gran- og furuskog.
- 4/00: *Helge Braastad og Bjørn Tveite*: Tynning i granbestand. Effekten på tilvekst, dimensjonsfordeling og økonomi.
- 5/00: *Ketil Kohmann*: Voksbehandling av rothalsen på skogplanter som alternativ til insekticider som brukes mot insektgnag etter utplantning.

---

- Supplement 15: Svendsrud, A.: Tabeller for beregning av verdien av skogbestand.