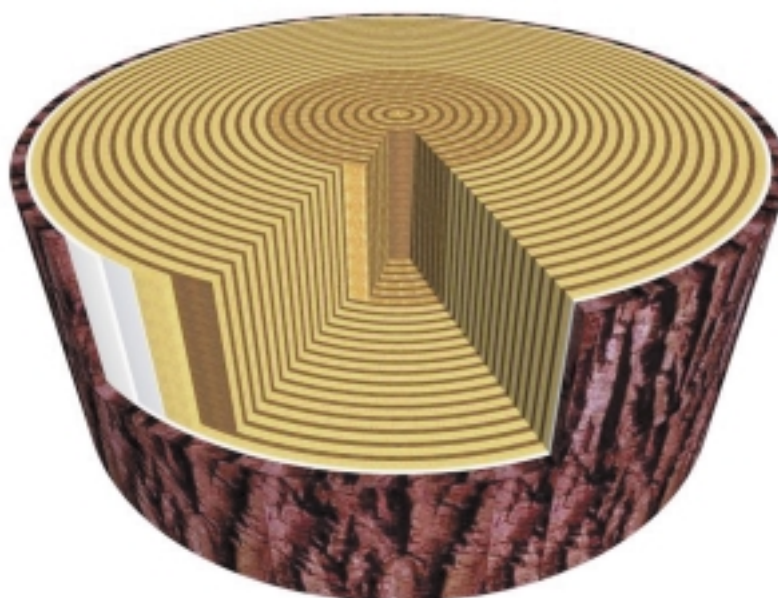
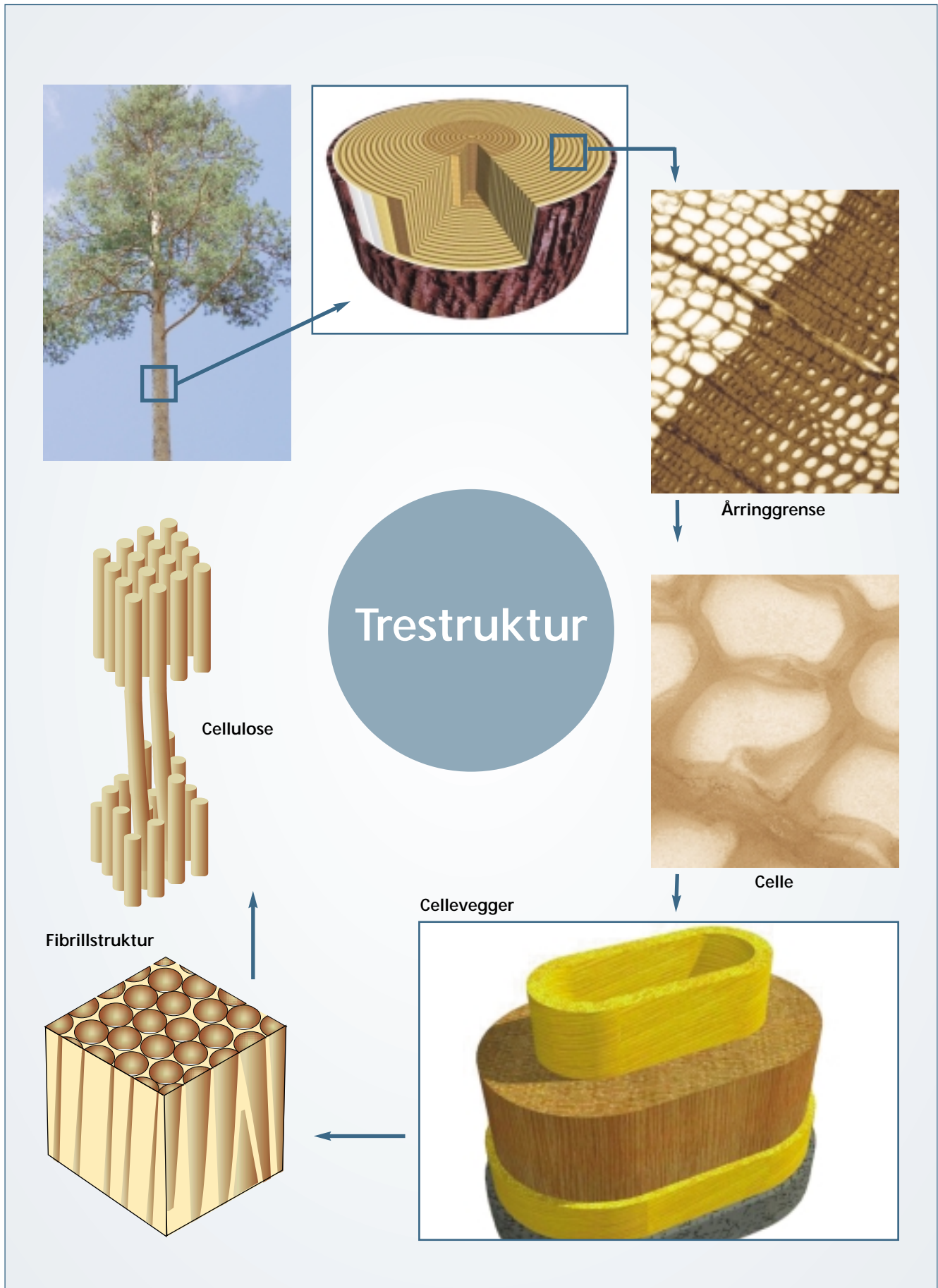


Trevirkets oppbygging og egenskaper



- Hovedprinsippet hos bartrær



Treets oppbygging

Trevirket har en meget komplisert oppbygging som ikke kan sammenlignes med noe annet materiale. Hvert treslag har igjen sin karakteristiske oppbygging, men innen det samme treslaget er det heller ikke to trær som er like. Tegningene i dette Fokus er forenklete og viser hovedprinsippene.

Bark er døde celler som beskytter vekstlaget innenfor.

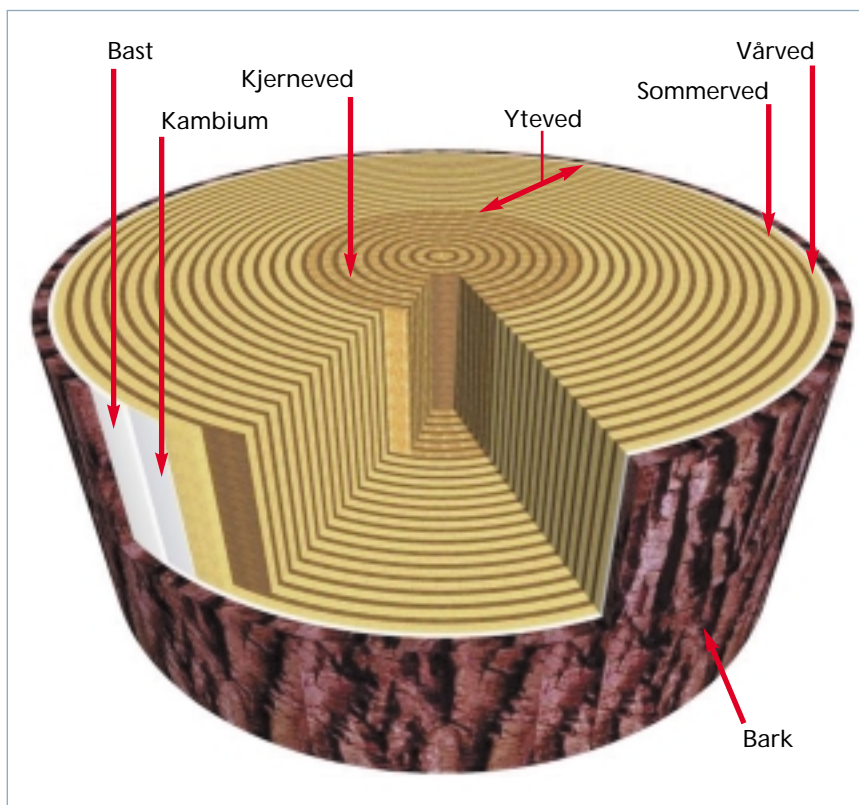
Bast er levende celler som transporterer byggestoffer nedover i treet.

Kambiet består av celler som deler seg. De fleste cellene settes av innover, men det dannes også bastceller utover.

Yteved transporter vann og næringsstoffer oppover i treet.

Kjerneveden består av døde celler.

Trevirket er bygget opp av hule fibre eller celler med sterkt varierende form. Som en ser i figur 2, er de aller fleste cellene orientert tilnærmet vertikalt i treets lengderetning, mens en

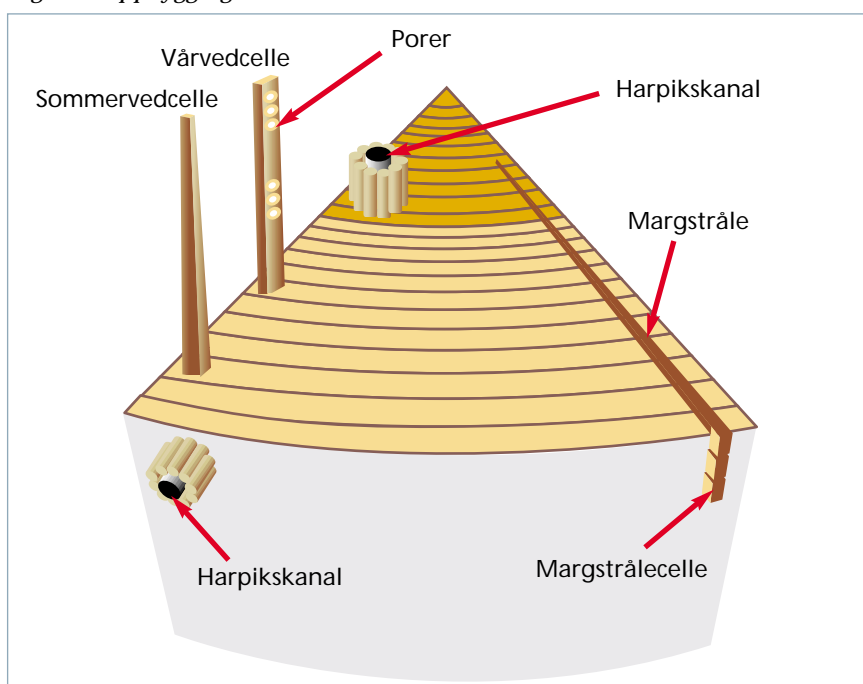


Figur 1. Treets ulike lag.

del celler også er orientert i horisontal retning. Hos bartrær har de vertikale cellene som oppgave å stive opp stammen, samt å være transportkanaler for væske fra roten og opp til

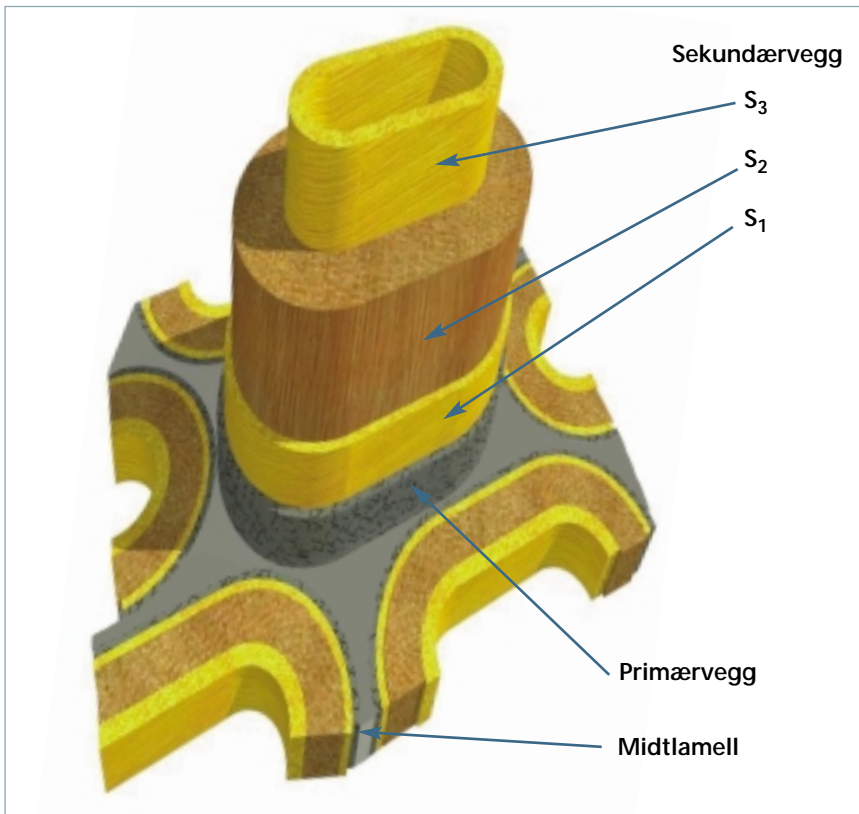
toppen. Det er de tynnveggede vårvedcellene som primært står for væsketransporten, mens de tykkveggede sommervedcellene står for avstivningen. I bartrevirke er tykkelsen på cellene ca. 0,03 mm og lengden ca. 3 mm, dvs. at lengden er 100 ganger større enn tykkelsen. De horisontalt orienterte kanalene kalles margstråler og går i radiell retning ut fra margen. De har bl.a. som oppgave å lede næringsstoffer som er dannet i kronen innover fra basten.

Figur 2. Oppbygging av bartrær.



Enkeltcellenes oppbygging

Går en videre og studerer oppbyggingen av den enkelte celle, vil en finne ut at celleveggen er bygget opp av flere sjikt. Det ytterste sjiktet som grenser til nabocellene, kaller man midt-lamellen. Denne består for det meste av lignin, og er på en måte limet som binder de enkelte celler til hverandre.



Figur 3. Oppbygging av celleveggene.

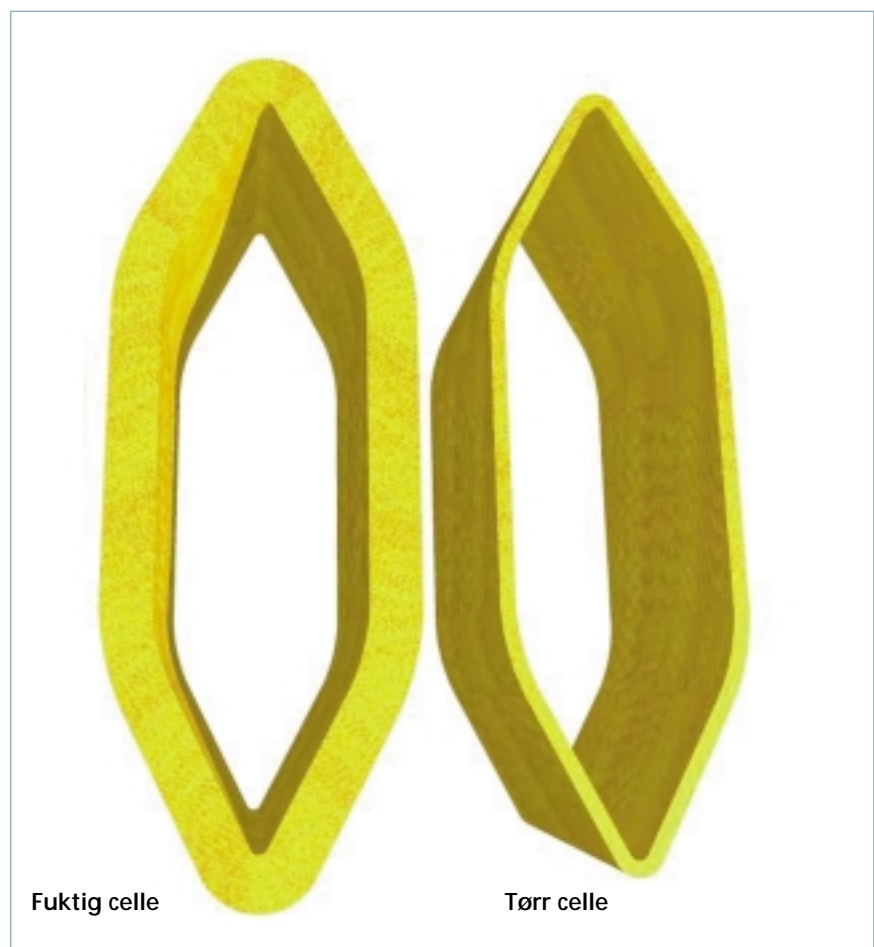
Det neste sjiktet kalles primærveggen. Dette sjiktet består av cellulosefibriller som er gjennomtrukket med lignin. Mikrofibrillene i primærveggen har ingen bestemt retning, men ligger sammenflettet i alle retninger. Innenfor den finner man sekundærveggen, som igjen er delt opp i flere lag; overgangslamellen (S_1), den egentlige sekundærveggen (S_2) og tertiærveggen (S_3). S_3 danner den innerste veggen mot cellehulrommet. S_1 er forholdsvis motstandsdyktig mot soppangrep, dette skyldes at mikrofibrillene her ikke består av ren cellulose og at de er kapslet inn av lignin. I S_1 har mikrofibrillene en tendens til regelmessig orientering på tvers av cellens lengderetning. S_2 er betydelig tykkere enn alle de andre sjiktene til sammen. I S_2 ligger cellulosefibrillene tett sammen og danner en vinkel som er nærliggende til aksial retning. Mikrofibrillene som er orientert i celleveggen på

denne måten, danner grunnlaget for trevirkets store strekkfasthet. Sjiktet består hovedsakelig av cellulose (40 - 60 %), hemicellulose (20 - 30 %) og lignin (10 - 20 %). S_3 grenser mot cellehulrommet, som kalles lumen. Sjiktet består av litt mindre cellulose og lignin, men mer hemicellulose enn S_2 . Mikrofibrillene i S_3 ligger mer eller mindre på tvers av fiberretningen.

De enkelte sjiktene er igjen bygget opp av enda mindre byggeklosser, som blir kalt mikrofibriller. Dette er langstrakte bunter av cellulosekjeder, som ligger i forskjellige vinkler i forhold til fiberens lengdeakse.

Vinkelen på mikrofibrillene i forhold til fiberens lengdeakse avgjør hvor mye fiberen og derved treet krymper i lengde-

Figur 4. Celleveggykkelse i fuktig og tørt virke.



retningen. Stor vinkel gir stor lengdekrymping og motsatt. Den sentrale delen S_2 i sekundærveggen er den klart tykkeste i sommerveden, og mikrofibrillvinkelen i denne vil ha den dominerende effekten på lengdekrympingen.

Mellom fibrillene finner man det bundne vannet i trevirket. Når trevirket tar opp mer bundet vann mellom fibrillene, vil det forårsake at fibrillene blir skjøvet fra hverandre. Tilsvarende vil en uttørring forårsake at fibrillene nærmer seg hverandre. Det er dette fenomenet som gjør at trevirket sveller ved fuktopptak og tilsvarende krymper når vannet fjernes.

Vedegenskaper

Kjerneved og yteved

Kjerneved består av døde celler, og dannes i sentrale deler av stammen. Hovedforskjellen mellom kjerne- og yteveden er at yteveden fortsatt deltar i vann- og næringstransporten til de assimilerende deler av treet, mens kjernevedens funksjon er mekanisk å holde stammen oppe. Yteveden inneholder

reservestoffer som fett, sukkerarter, stivelse og proteiner.

Gran har liten synlig forskjell mellom kjerne- og yteved. Kjerneveden hos gran har mindre fuktighet og er mer holdbar enn yteveden.

Vedstrukturen i furu yteved er forholdsvis åpen og permeabel, slik at veden er lett å impregnere. Den åpne vedstrukturen og det høye innholdet av reservestoffer gjør at yteved er lite motstandsdyktig mot soppangrep. Yteveden vil også lettere suge til seg vann i forhold til kjerneveden.

Kjerneveddannelsen begynner straks etter at de ytterste årringene har fått den nødvendige bredde for stofftransport. I kjerneveden er alle porene som forbinder vedcellene tettet igjen slik at veden er lite permeabel.

Reservestoffene er fjernet eller omdannet til andre ekstraktivstoffer. Kjerneveden er tørrere, tyngre, hardere og mer varig enn yteveden. Den krymper litt mindre på grunn av de innleirede stoffene. På grunn av at kjerneveden er lite permeabel, er den tregere å tørke enn yteveden, som har åpen vedstruktur.

Kjerneveddannelsen fører også til at veden blir vanskeligere å impregnere. Dette kommer av at linseporene lukkes og permeabiliteten avtar.

Før tørking vil det være store fuktighetsforskjeller mellom kjerneved og yteved. Grunnet alle ekstraktivstoffene, vil kjerneveden tørke vesentlig saktere enn yteveden. Ved tørking vil dette medføre at rå trelast, som vanligvis består av en blanding av yteved og kjerneved, får en kombinasjon av rask uttørring av yteveden og en sakte uttørring av kjerneveden.

Kjerneved hos furu er:

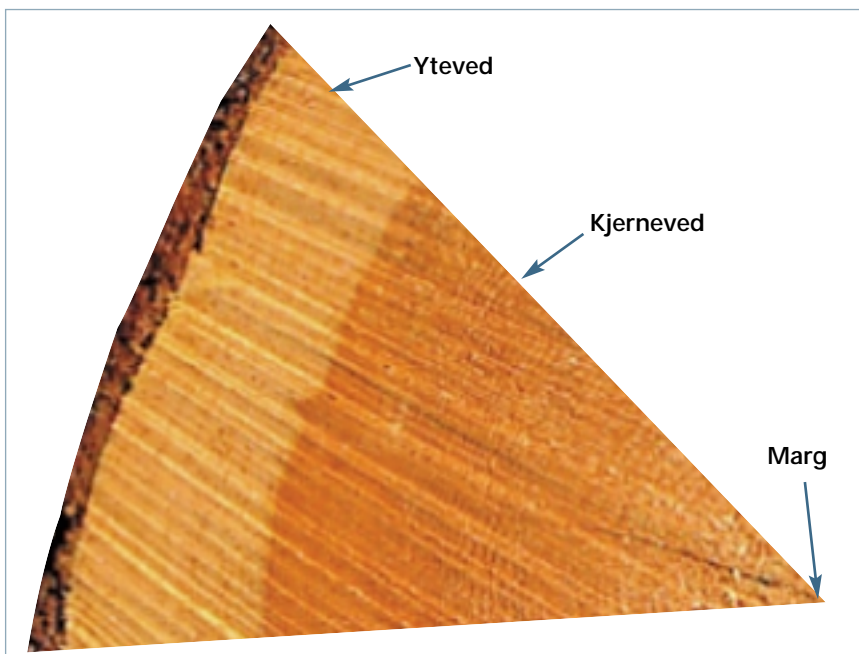
- tørrere
- hardere
- langsommere å tørke
- mer varig
- vanskelig å impregnere

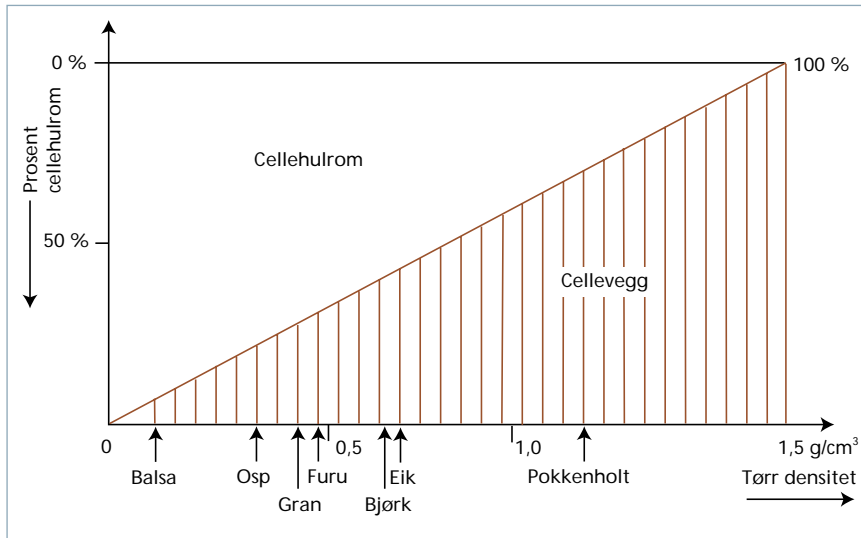
Årringbredde og densitet

Hvert år blir det avsatt en kjegleformet vedmasse fra kambiet. På et tverrsnitt av en stamme ser dette ut som årringer, fordi veden som dannes har forskjellig struktur i begynnelsen og slutten av hver vekstperiode.

De cellene som avsettes om våren eller forsommeren (vårved), har et større tverrsnitt og er mer tynnveggede enn de som blir avsatt senere på sommeren (sommerved). Årringene dannes som følge av hvilepauser som avbryter treetts vekst. I den tempererte og den kalde sone faller vekst og hvileperiodene sammen med de årlige klimavariasjonene. Årringbredden er en viktig parameter som brukes for å si noe om kvaliteten på tømmer og trelast.

Med trevirkets densitet mener vi forholdet mellom masse og volum. Fordi selve celleveggen hos alle treslag har tilnærmet samme densitet, $1,5 \text{ g/cm}^3$ (1500 kg/m^3) i absolutt tørt tilstand, vil det være forholdet





Forholdet mellom cellevegg og cellehulrom hos noen treslag.

mellom cellevegg og cellehulrommet som bestemmer trets densitet.

Densiteten i bartre påvirkes av mange faktorer. Den vil variere innenfor et treslag både mellom skogsbestand, mellom trær i samme bestand og innenfor samme tre.

I hovedsak er densitet er styrt av hvor stor andel sommerved det er i forhold til vårved. Vårved har tynnere cellevegger, og den vil derfor ha lavere densitet enn sommerved. Jo høyere andel sommerved, jo høyere blir densiteten. Det som styrer andel sommer- og vårved er veksthastighet og vekstområde. I samme geografiske vekstområde vil sommervedtykkelsen være omtrent konstant. Årringbredden vil imidlertid øke med økende næringsinnhold i jorda og god skogskjøtsel. Økningen i årringbredden vil her skje i vårveden. Densiteten synker da siden andelen sommerved reduseres. Sammenlignes virke fra samme vokseområde vil mindre årringbredder gi høyere densitet.

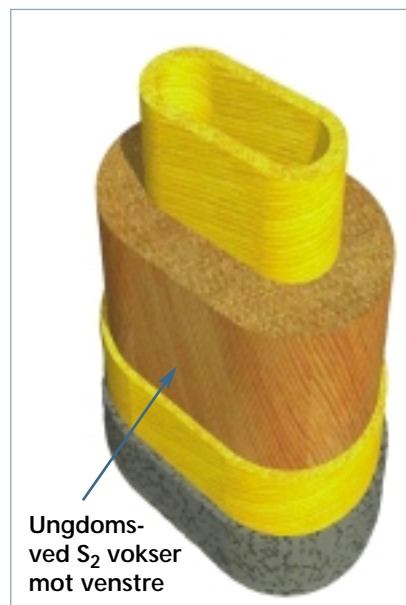
Mindre gunstig klima for vekst vil redusere tykkelsen av sommerved fordi veksten stopper tidligere på høsten. Dette betyr at ved samme

årringbredder vil barskog som har vokst lenger nord eller høyere over havet ha lavere densitet enn sydlige og mer lavtliggende barskog.

Høy densitet vil føre til økt volumkrymping, og lav densitet vil gi mindre krymping.

Ungdomsved

Årringene nærmest marg defineres som ungdomsved. Den vil ha lavere densitet enn veden fra årring 15 - 20 og ut til barken. Ungdomsveden har unormal stor krymping og svelling i lengde-



retningen. Dette kommer av at mikrofibrillene i sekundærveggen i ungdomsveden danner større vinkel med fiberretningen.

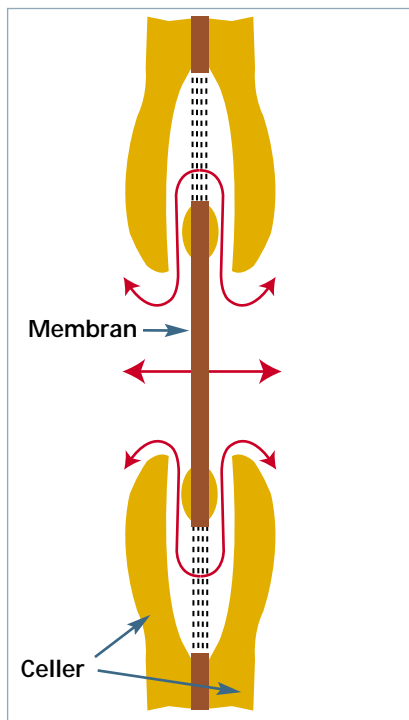
Fiber

I et tre står de lange fibre ved siden av hverandre tett i tett, som vårvedsoner og sommervedsoner. På tvers av dette går margstrålene. Sommervedfibre er generelt 10 - 15 % lengre enn vårvedfibre. Fiberlengden øker markant med avstand fra marg. Fibrene er også lenger i nedre del av stammen enn i toppen av stammen. For papir viser det seg at rivstyrken øker med økende fiberlengde. Det kan tyde på at det samme gjelder for styrkeegenskapene for trelast. Når det gjelder styrkeegenskaper til trelast er det kvist og fiberforstyrrelser som påvirker styrkereduksjonen mest. Med fiberforstyrrelse menes at fiberretningen avviker fra lengderetningen til treet på grunn av for eksempel kvist, gankvist, toppbrudd og vre.

Væskebevegelse

Væsketransporten i treet foregår i tre retninger: Lengdestrømning, radialstrømning, som er fra trets overflate og inn mot margen og tangentialstrømning, som følger årringens kurve. Alle fibre er hule i sentrum. Fiberens ender er lukket slik at det kan beskrives som et rør med lukkede ender. Selve hullrommet heter lumen, mens veggene kalles cellevegger. Alle fibre er celler.

På en vedcelle er det smultringformede sirkler og andre irregulære åpninger i vegg. Dette er porer som går gjennom fiberveggen for å sørge for en åpning fra fiberens hulrom og til fiberens utside. Alle fibre har disse åpningene. Disse porene er festet sammen med tilstøtende fibre, slik at porene sørger for



Pore. Membranen mellom celler kan åpne og lukke væsketransporten.

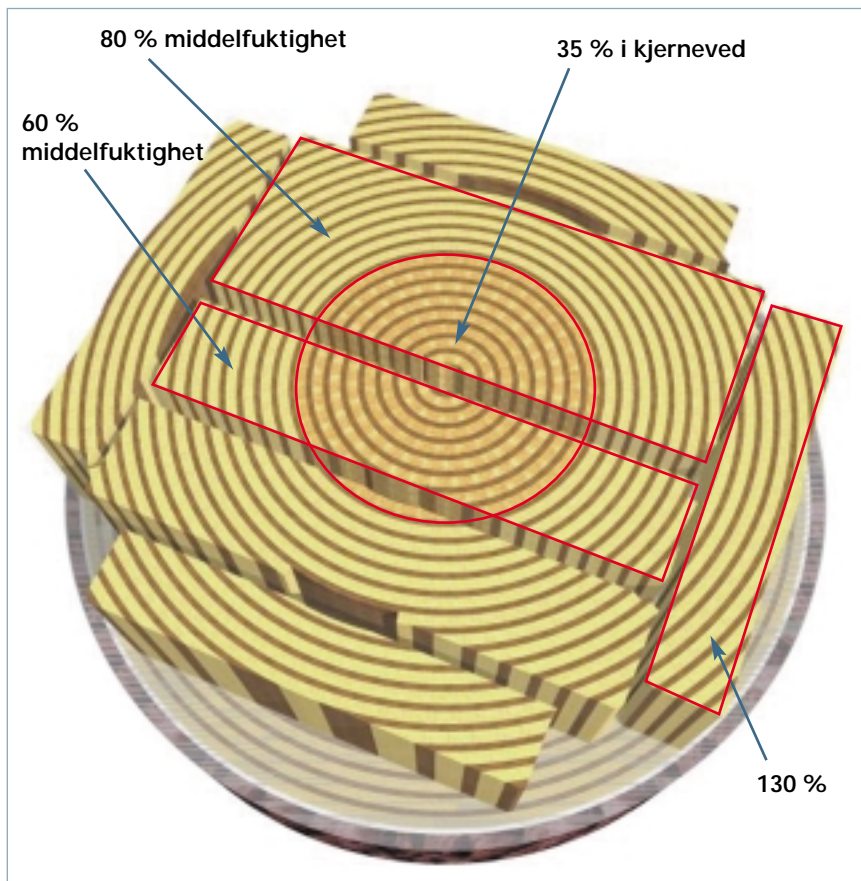
transport av væske og oppløste mineralstoffer fra en fiberlumen til en annen. Porene har en meget viktig funksjon, spesielt ved tørking og impregnering av materialer.

Fuktighet

Trefuktigheten beregnes som forholdet mellom vekten av vannet i trevirket og vekten av trevirket i absolutt tørt tilstand uttrykt i prosent. Absolutt tørt trevirke har dermed 0 % fuktighet, mens fuktig yteved har over 100 % fuktighet.

Kjerneveden har 35 - 40 % fuktighet og yteveden 110 - 130 %. Celleveggen begynner å tørke når det frie vannet i cellehulrommet er tørket ut. Fra ca. 28 % fuktighet, som tilsvarer fibermetningspunktet, og ned til 0 % fuktighet vil barte gjennomsnittlig krympe etter følgende verdier:

Tangentielt	8 %
Radielt	4 %
Lengde	0,3 %
Volum	12 %



I nyskåret trelast av for eksempel furu, vil fuktigheten variere fra 35 % til 130 %. Det største tverrsnittet i figuren vil ha en midlere fuktighet på 80 %. Det andre uttaket nærmest marginen vil kun ha midlere fuktighet på 60 % på grunn av en større andel kjerneved.

I praksis sier man at under fibermetningspunktet vil 1 % endring i trefuktigheten tilsvare ca. 0,25 % endring i tverrsnittsdimensjonen. Det kan være store individuelle forskjeller.

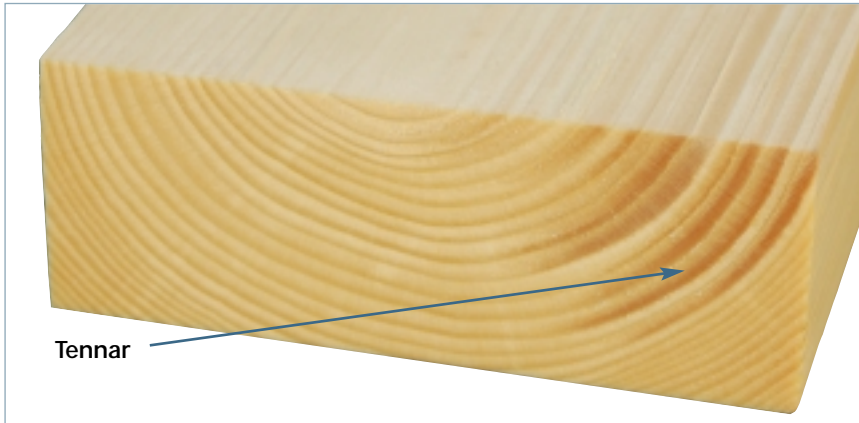
Reaksjonsved

Reaksjonsved finnes hos både bartrær og lauvtrær. Hos bartrærne blir den kalt for tennarved, og hos lauvtrærne for strekkved. Reaksjonsvedens funksjon er å hjelpe treet til å støtte opp eller rette opp skjevheter i veksten. Tennarveden dannes på trykksiden i stammen, dvs. på nedsiden av hellende stammer. Tennarved dannes også på undersiden av kvister. Hos lauvtrærne ligger det i navnet at strekkveden dannes på strekk-

siden i stammen, dvs. på oversiden av hellende stammer.

Tennar

Tennarveden har en rødbrun farge som gjør at den er lett å oppdage, den er tettere og hardere enn normal ved og nesten hele årringen består av sommerved. Tennarved kan ha opptil 40 % høyere densitet enn normalved. Dette forklares ut fra at celleveggen er mye tykkere hos tennarved enn hos normal ved. Tennarved krymper mye mer enn normal ved i lengderetningen. For tennarved kan den bli 1 - 6 %, mens den for normal ved er 0,1 - 0,5 %. Årsaken til den økte krympingen er større vinkler på mikro-fibrillene i sekundærveggen S₂.



Tennar hos bartre er lett å påvise. På høyresiden er det dannet mye tennar for å støtte opp treet.

Krympingen i tangentiell og radiell retning er bare halvparten av det en får hos normal ved. Tennarved har stor negativ innvirkning på trevirkets egenskaper. Virket får dårligere styrkeegenskaper, og ofte opp-

står det deformasjoner i trelast i tilknytning til tennarved. Styrkeegenskapene svekkes, fordi tennarveden har et langt lavere celluloseinnhold enn normal ved. Den økte vinkelen på mikrofibrillen bidrar til svekket styrke.

Litteraturliste

Kucera Bohumil, 1998. Treets oppbygning og vedanatomi, Norsk Institutt for Skogforskning, Ås

Nagoda Ludvig, 1992. Feil og uregelmessigheter hos trevirke.

Treteknisk Håndbok. 1999, Treteknisk

Stemsrud Kristian Dagfinn, 1989. Trevirkets oppbygning - Vedanatomi, Universitetsforlaget, Oslo

Tronstad Sverre, 2006. Tre og fuktighet. Håndbok nr. 2, Treteknisk.

Tronstad Sverre, 2001. Tørkekompetanse i Verdikjeden, Informasjonsmappe, Treteknisk/Tørkeklubben

Tidligere utgaver av Fokus på tre

Nr. 1 Sagtømmerandel i massevirke

Nr. 2 Vurdering av norske treslag til bruk som fasadematerialer utendørs

Nr. 3 Spenninger og deformasjoner i trevirke som tørker

Nr. 4 Øket sideborduttak - Øket videreføring

Nr. 5 Kvalitetsforbedring basert på oppfølging av avviskostnader

Nr. 6 Overflatebehandling av tregulv

Nr. 7 Heltregulv

Nr. 8 Tre og miljø

Nr. 9 Innvendig panel

Nr. 10 Soppfarget lauvtre

Nr. 11 Lerk

Nr. 12 Broer i tre

Nr. 13 Innvendig listverk

Nr. 14 Parkettgulv

Nr. 15 Endebeskyttelse av tømmer

Nr. 16 Tømmervanning

Nr. 17 Avrenning fra tømmervanning

Nr. 18 Lauvtrevirkets egenskaper

Nr. 19 Konkurransefortrinn gjennom avansert kvalitetsforbedringsarbeid

Nr. 20 Massivtre

Nr. 21 Trykkimpregnering

Nr. 22 Utvendig kledning

Nr. 23 Overflatebehandling av utvendig kledning

Nr. 24 Virkesegenskapenes betydning for tørke- og høvlingskvalitet

Nr. 25 Kjerneved av furu

Nr. 26 Trebaserte plater

Nr. 27 Trebaserte konstruksjonselementer

Nr. 28 Gran

Nr. 29 Uttak av furu kjerneved

Nr. 30 Ubehandlede trefasader

Nr. 31 Brannbeskyttet trevirke

Nr. 32 Fleretasjes trehus

Nr. 33 Deformasjoner i trelast

Nr. 34 Furu

Nr. 35 Bjørk

Nr. 36 Tre og lyd

Nr. 37 Tre og brann

Nr. 38 Trefuktighet - tørking

Nr. 39 Tørking av gran og furu

Forfatter Eivind Skaug - Treteknisk

Finansiering TreFokus AS og Treteknisk

Foto og illustrasjon Treteknisk

TreFokus



TreFokus AS • Wood Focus Norway
Postboks 13 Blindern, 0313 Oslo
Telefon +47 22 96 59 10
Telefaks +47 22 46 55 23
trefokus@trefokus.no
www.trefokus.no

Treteknisk



Forskningsveien 3 B,
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo
Telefon 22 96 55 00
Telefaks 22 60 42 91
firmapost@treteknisk.no
www.treteknisk.no