



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R39:1992

**Risikanalys av virkes-
egenskaper**

Principer och teori

Lars Sentler

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129239

Byggforskningsrådet

R39:1992

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
VÄG- OCH VATTENBYGGNAD
BIBLIOTEKET

RISKANALYS AV VIRKESEGENSKAPER

Principer och teori

Lars Sentler

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850858-1 från Byggforskningsrådet till Tekniska högskolan i Lund, Bärande konstruktioner, Lund.

REFERAT

Rapporten behandlar hur egenskaper hos konstruktionsvirke påverkas av olika faktorer som introduceras i samband med de olika faserna i tillkomsten av konstruktionsvirke. Dessa faser är ståndort, tillväxt, avverkning, sågning och förädling. Varje sådant moment innebär en stor mängd olika risker för att virkes kvalitet påverkas negativt i något avseende. För att beakta detta har riskanalys använts.

Negativa aspekter definieras som potentiella brottmoder senare under användningen. Dessa berör brottstadiet, bruksstadiet och beständighet. Dessa brottmoder karakteriseras i stokastiska termer för att göra det möjligt att beakta tidsberoende förändringar.

Resultatet visar att flera påtagliga risker för försämrad virkeskvalitet kan identifieras. Detta gäller speciellt vid en jämförelse med vad som gjordes förr. Detta innebär inte att denna metodik i alla avseenden var bättre men den var i allmänhet baserad på lång erfarenhet vilket oftast är en fördel. Däremot har det varit svårt att få fram detaljerad information om dessa risker så att en kvantifiering kan göras.

Det finns också anledning att befara att det finns risker för en försämring i framtiden. I detta fall är det en försumning av marken som är en väsentlig faktor.

För att förbättra virkeskvaliteten behövs andra krav än de som används idag. Detta gäller hållfasthetsortering men speciellt någon sortering med avseende på mikrobiella angrepp. Detta kan vara ett sätt att påverka producenterna av virke att minska de risker som uppenbarligen finns.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R39:1992

ISBN 91-540-5494-X
Byggeforskningsrådet, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	
1.1	Allmänt	5
1.2	Tillförlitlighet	6
1.3	Risikanalys	7
2	RISIKANALYSPRINCIPER	
2.1	Allmänt	9
2.2	Risikanalys av tekniska system	10
2.3	Händelsesträd	12
2.4	Felträdsanalys	13
3	BROTTMODSDEFINIERING	
3.1	Allmänt	17
3.2	Träbaserade produkters egenskaper	17
3.3	Brottstadiemoder	18
3.4	Deformationsmoder	22
3.5	Nedbrytningsmoder	23
4	RISKIDENTIFIERING	
4.1	Allmänt	25
4.2	Ståndort	26
4.3	Tillväxt	27
4.4	Avverkning	30
4.5	Sågverk	32
4.6	Förädling	34
5	RISKBESTÄMNING	
5.1	Allmänt	37
5.2	Ståndort	37
5.3	Tillväxt	38
5.4	Avverkning	39
5.5	Sågverk	40
5.6	Förädling	42

6	RISKVÄRDERING	
6.1	Allmänt	45
6.2	Riskvärderingsprinciper	45
6.3	Riskvärdering och tillförlitlighet	46
6.4	Riskvärdering av virke	47
	REFERENSER	51

INLEDNING

1.1 ALLMÄNT

Träbaserade produkters egenskaper kan förbättras på två olika sätt. Det kan ske genom en produktutveckling eller genom att grundläggande materialegenskaper förbättras eller beaktas annorlunda. Det vanligaste är en produktutveckling eftersom detta kan motiveras med att den nya produkten förhoppningsvis ska erbjuda något nytt och därmed vara intressantare på marknaden. En påverkan av grundläggande egenskaper för att förbättra produkten är en åtgärd som oftast inte upplevs som lika angelägen. Samtidigt är det långt ifrån uppenbart att detta kan förväntas ge en omedelbar avkastning vilket normalt är fallet vid produktutveckling. Det senare kan vara aktuellt om marknaden reagerar negativt för vissa egenskaper hos träbaserade produkter som medför avsättningsproblem.

Produktutveckling av virkesegenskaper sker genom att ytterligare steg i produktionsprocessen introduceras. Detta kan gälla åtgärder som impregnering för att göra virkesanvändning mer generell eller tillverkning av limträbalkar. Sådana åtgärder är vanliga och det finns förmodligen anledning till mer kundanpassad utveckling för att möta speciella behov i framtiden. Detta gäller inte minst på europamarknaden där konkurrensen tvingar fram en utveckling. En sådan vidarutveckling av produkter medför oftast ett behov av nya produktionsenheter och därmed sammanhängande kostnader som kan vara avsevärda.

Virkesegenskaper kan också förbättras genom en ökad förståelse och bättre beaktande av förutsättningar. Detta kan gälla en analys av grundläggande egenskaper och hur de påverkas i de olika stegen från skog på rot till virke för en användare. Med bättre kunskap kan olika förbättrande åtgärder introduceras. Detta kan vara en förändring av vissa steg i virkeshanteringen eller andra sorteringskriterier. Utgångspunkten bör vara potentiella kunders önskemål snarare än vad som är enklast för virkesproducenten. Oftast medför denna typ av åtgärder små investeringskostnader i förhållande till vad som kan åstadkommas men det behövs kunskap om vad som bör göras och hur det kan genomföras.

En potentiell användare av virke kan ha helt andra värderingar om vilka egenskaper som är väsentliga. Traditionellt karakteriseras virke utifrån dess hållfasthetsegenskaper. Dessa egenskaper är i och för sig viktiga men det är inte de enda egenskaper som en potentiell kund är intresserad av. Virkes struktur och mängden sprickor kan vara väsentligt i vissa

sammanhang. En annan egenskap är virkes förmåga att motstå mögelangrepp i olika tillämpningar. I detta sammanhang har det gjorts jämförelser mellan hur virke hanterades förr och vad skillnaderna medför (Thörnqvist, 1987).

En utvärdering av virkes egenskaper och en möjlig koppling till produktionsmetodik är intressant ur flera aspekter. Den viktigaste anledningen är att det kan finnas enkla möjligheter till en förbättring av egenskaperna eller att andra sorteringskriterier bör användas. För en sådan utvärdering kommer riskanalys att användas. Centralt i en sådan utveckling är tillförlitligheten hos virke.

1.2 TILLFÖRLITLIGHET

Tillförlitlighet kan definieras som brottsäkerhet eller funktionsduglighet hos en komponent eller ett system under en tidsperiod då en speciell funktion eller flera funktioner förväntas vara uppfyllda. Det kan också definieras som ett mått på pålitligheten eller trovärdigheten i att ett system kan utföra en speciell funktion under en viss tidsperiod. Tillförlitlighet skiljer sig därför från kvalitetskontroll eller kvalitetssäkringen genom att tidsaspekten är väsentlig. Det är i och för sig viktigt att en konstruktion har lämpliga egenskaper då den är färdigställd men den ska också fungera tillfredställande under en viss tidsperiod. Ofta är det intressant att beakta tillförlitligheten och uttrycka den i kvantitativa termer. För detta ändamål används riskanalys som ett lämpliga verktyg.

Tillförlitlighet är ett vittomfattande begrepp som inte bara berör tekniska aspekter utan som också involverar ekonomiska, politiska och inte minst sociala dimensioner. Ur teknisk synvinkel kan sådana aspekter definieras inom två huvudområden, brottstadietillförlitlighet och bruksstadietillförlitlighet. När andra dimensioner berörs är det ofta inte lika lätt att definiera vad tillförlitlighet innebär explicit.

Tillförlitlighet med avseende på brottstadiet avspeglar att en konstruktion ska ha tillräcklig brottsäkerhet. För virke innebär detta att hänsyn ska tas till både lasters karaktär och den omgivning i vilken konstruktionen befinner sig i. För laster behöver hänsyn tas till både deras storlek och varaktighet. För miljön är det speciellt omgivningens fukthalt som har betydelse men även temperaturen har en viss inverkan.

Tillförlitlighet med avseende på bruksstadiet avser ur teknisk synvinkel primärt deformationer eller vibrationer. Av speciellt intresse för virke är kvarstående långtidsdeformationer. Men det kan också finnas andra aspekter som känslighet för mögelväxt som inte behöver påverka virkes tekniska

egenskaper men som kan ge upphov till andra problem.

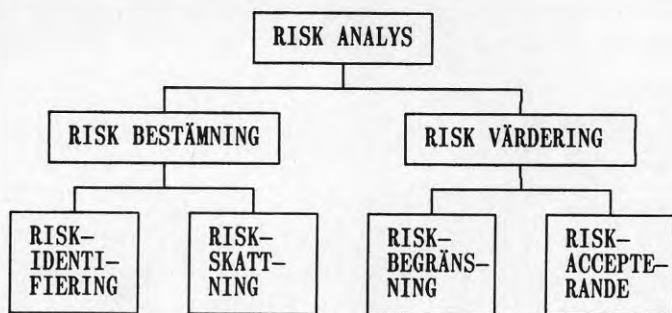
Eftersom varken materialegenskaper eller den påverkan som kan uppstå i framtiden kan beskrivas i exakta termer kan inte heller tillförlitligheten beskrivas i exakta termer. Av denna anledning är det lämpligt att använda statistiska metoder i en utvärdering av tillförlitligheten. I detta fall då tiden har ett påtagligt inflytande är det också önskvärt att utnyttja en stokastisk modell där tiden ingår som en naturlig del.

1.3 RISKANALYS

En risk avspeglar en osäkerhet som uppstår på grund av avsaknad av information. Denna osäkerhet kan vara av högst varierande natur med den grundläggande förutsättningen är en brist på konkret information. Principiellt sett minskar osäkerheten med ökande information. Detta medför att det i många tillämpningar är av direkt intresse att öka eller förbättra kunskapen om det som ger upphov till en osäkerhet.

Risikanalys ska ses som en metodik där målsättningen är att minska osäkerheten om något för att det ska vara möjligt att göra rationella beslut. För att detta ska vara möjligt behövs dels en bestämning av risker dels en värdering av risker. Dessa två processer kan åskådliggöras på det sätt som visas i Figur 1.1 (Rowe, 1977).

Processen med riskidentifiering involverar upptäckten av olika faktorer som medför en risk för någon speciell konsekvens. Detta gäller främst existerande risker som bestäms genom tillgänglig information från det förflutna och nutiden. Men det gäller också nya risker som uppkommer genom ny användning eller andra förändringar. I detta sammanhang är det viktigt att peka på att ny teknologi inte bara löser vissa existerande problem vilket minskar eller eliminerar vissa risker utan oftast skapas också nya problem och därmed sammanhängande risker.



Figur 1.1 Olika delar i en formell riskanalys.

Processen med riskskattning innebär att samband mellan orsak och konsekvens etableras så att sannolikheten för att olika risker ska inträffa kan kvantifieras. Utgångspunkten i denna process är den information som kommer fram i riskidentifieringen. Men denna process kan utföras på olika sätt och med olika ambitionsnivå. Typiskt är att tillgänglig information sätter en klar begränsning för vad som är möjligt.

Processen med riskbegränsning spelar ofta en avgörande roll i värderingen av risker. Detta hänger samman med människans natur som innebär att risker undviks i största möjliga mån om inte påtagliga vinster kan uppnås. Detta innebär att möjligheten att eliminera risker eller begränsa deras inflytande ofta är väsentlig i en riskvärdering.

Processen med ett accepterande av en risk innebär att risken jämförs med andra risker av liknande slag och anses tolerabel i förhållande till de fördelar som kan uppnås. De värderingar som ligger till grund för denna process är inte alltid uppenbara och beror till stor del på vem som gör denna värdering.

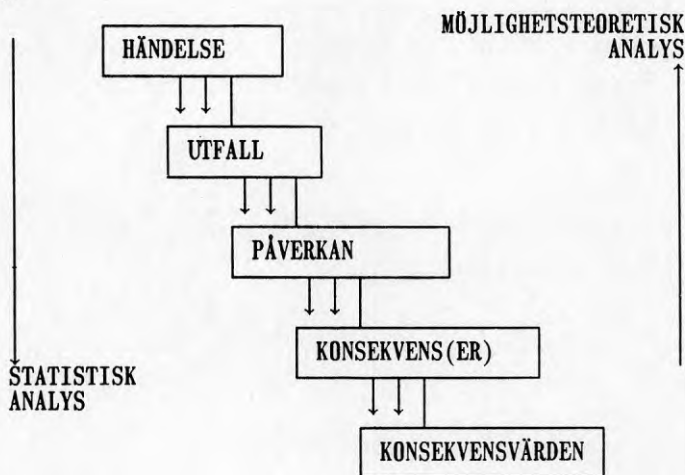
I praktiska sammanhang är det inte alltid möjligt eller ens lämpligt att utföra alla delarna i detalj. Detta gäller speciellt om det är svårt att bryta ner ett problem i dessa delar eller om det inte tillför en analys något. Men den uppdelning som visas i Figur 1.1 är principiellt viktig eftersom den visar hur ett problem kan struktureras.

RISKANALYSPRINCIPER

2.1 ALLMÄNT

Risk kan definieras som möjligheten att utsättas för ekonomisk eller finansiell förlust (eller vinst), fysisk skada på egendom eller människor som en konsekvens av den osäkerhet det innebär att genomföra en speciell aktivitet. Risker brukar normalt associeras med något negativt men begreppet kan också utvidgas till att inkludera positiva aspekter som en vinst eller en fördel. Riskanalys är en metodik där målsättningen är att identifiera potentiella risker, klargöra samband som finns mellan en speciell händelse och möjliga konsekvenser som kan uppstå och att göra en riskbedömning. Utformningen av en riskanalys kan formaliseras men den behöver ofta anpassas till de speciella förutsättningar som gäller i en viss tillämpning.

Den viktigaste delen i en riskanalys är riskbestämningen. Denna ska skingra och förklara de osäkerheter som finns så att ett rationellt beslut kan fattas. En riskbestämning sker principiellt på det sätt som visas i Figur 2.1. En ursprunglig händelse kan leda till ett eller flera olika utfall som i sin tur resulterar i olika former av påverkan. Dessa i sin tur kan medföra olika negativa konsekvenser som var och en har ett värde, som i varje fall formellt, kan uttryckas i ekonomiska termer. Det primära i en riskbestämning är att etablera rationella samband mellan möjliga händelser och de konsekvenser som kan ske. Detta görs initiiellt kvalitativt med utgångspunkt från möjliga händelser eller det omvända beroende på förutsättningarna.



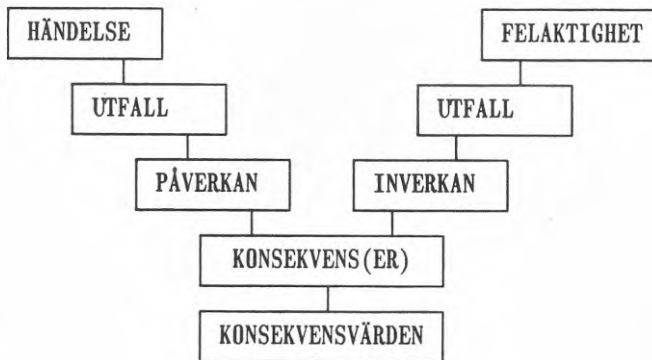
Figur 2.1 Den principiella uppdelningen av en allmän riskbestämning.

Sekundärt kan det vara av stort intresse att kvantifiera riskbestämningen i termer som gör det möjligt med en bättre riskvärdering. Med objektiv information om verkliga händelse och de samband som medför en speciell konsekvens kan detta göras med statistiska metoder. Om subjektiv information om tänkta händelser och möjliga konsekvenser utnyttjas bör analysen karakteriseras som möjlighetsteoretisk. Möjlighetsteorin (theory of possibility eller fuzzy sets teorin) är till skillnad från sannolikhetsteorin en relativt ny teori men med en väl etablerad teoretisk bakgrund (Dubois & Prade, 1980).

Fördelen med en möjlighetsteoretisk analys är att i praktiken styrs människor ofta från ett konsekvenstänkande beroende på att det ligger i vår natur att undvika obehagliga konsekvenser. Det är därför ofta lättare att utgå från möjliga konsekvenser och finna möjliga orsaker till detta. En sådan metodik finns formaliserad i möjlighetsteorin. Denna teori utgår från subjektiv information till skillnad från den statistiska teorin som är baserad på objektiv information. Även om det kan framföras flera invändningar mot denna metodik så är detta ofta den lämpligaste i ett sammanhang där kunskapen om vad olika faktorer innebär i detalj är bristfällig.

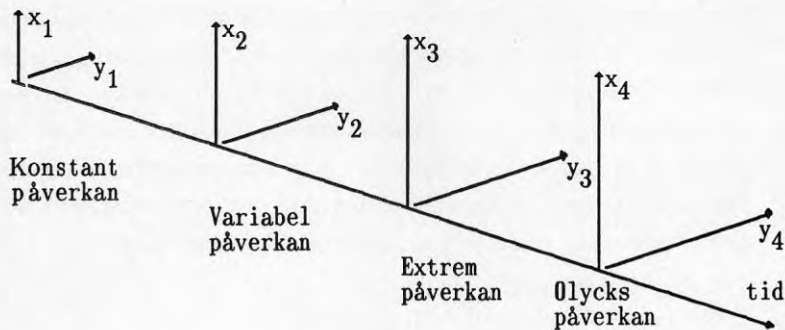
2.2 RISKANALYS AV TEKNISKA SYSTEM

För tekniska system är det ofta praktiskt att beakta två olika former av risker, risker i form av händelser som påverkar ett system utifrån och risker i form av felaktigheter som inverkar på systemet inifrån. En sådan uppdelning är åskådliggjord i Figur 2.2. Anledningen är att dessa två former av risker är helt olika och kräver därför delvis olika metodik för att hanteras.



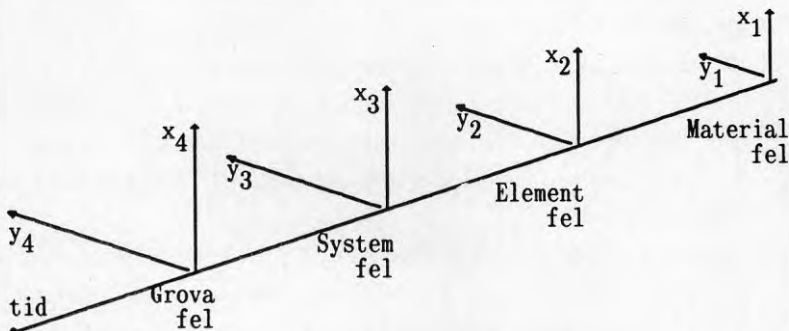
Figur 2.2 Den principiella uppdelningen av en utvidgad riskbestämning.

Risker som påverkar ett system är olika former av belastningar och den miljö som systemet befinner sig i. Dessa risker kan till stor del identifieras genom kunskap om var och hur ett system ska användas. Men det finns alltid anledning att ifrågasätta om de antaganden som ofta görs är tillräckligt väl underbyggda. I många tillämpningar är det befogat med en mer detaljerad utvärdering av vilka påverkansformer som kan förekomma, hur de kan samverka och påverka ett system på olika sätt. Detta gäller inte bara extrema former av påverkan med en liten sannolikhet för att inträffa utan också kombinationer av laster och miljöfaktorer som inträffar regelbundet men som ofta försummas. För att beakta tidsaspekten för olika former av påverkan så kan detta illustreras som i Figur 2.3.



Figur 2.3 Olika former av händelser som kan påverka en konstruktion.

Risker inne i ett system avspeglar fel av olika former som inverkar på funktionen hos systemet. Sådana felaktigheter finns naturligt som en del av materials egenskaper men de uppstår också då material förädlas, ett system dimensioneras eller då systemet tillverkas vilket är illustrerat i Figur 2.4.



Figur 2.4 Olika former av felaktigheter som kan inverkan på en konstruktions funktion.

Felaktigheter som finns i ett system påverkar dess funktion på en mängd olika sätt. Naturliga felaktigheter i ett material influerar hållfasthetsegenskaperna medan mänskligt introducerade fel kan påverka funktionen hos en konstruktion. En identifiering av alla fel som kan finnas är i allmänhet inte möjligt. Men det finns ofta anledning att försöka finna fel som har ett påtagligt inflytande på funktionen. Detta gäller speciellt fel som ofta karakteriseras som grova fel. Sådana fel uppstår genom brist på lämplig kunskap, slarv eller medvetet felaktiga handlingar. Detta är inte alltid lätt men genom olika hjälpmedel kan detta vara möjligt. Ett sådant hjälpmedel är felträdsanalys som diskuteras nedan.

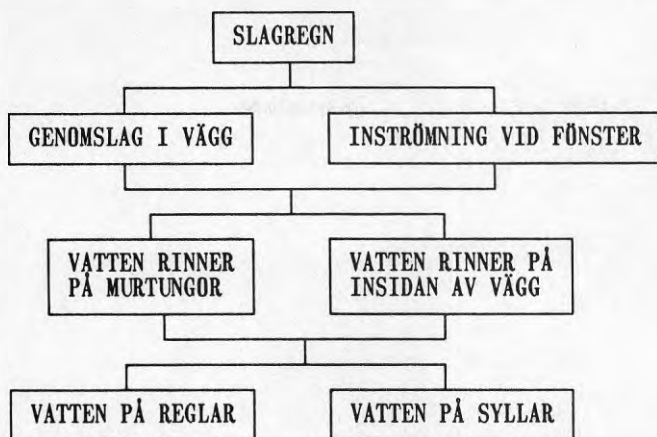
Anledningen till att Figur 2.3 och Figur 2.4 utformats med tiden som en gemensam nämnare beror på att tidsaspekten spelar en stor roll ur flera synvinklar. Då det gäller att identifiera risker så är det i allmänhet enklast i mitten på tidsskalan, det vill säga för något som inträffar lagom ofta. För risker som har en mycket liten sannolikhet att inträffa kan det vara svårt att uppmärksamma dem. Konsekvensen då risken inträffar kan vara högst avsevärd. Risker som inträffar mer eller mindre regelbundet kan också vara lätta att försumma eftersom konsekvenserna ofta ses som begränsade. Men konsekvensen kan vara av ackumulerande karaktär vilket på sikt leder till mer påtagliga konsekvenser.

2.3 HÄNDELSETRÄD

En grundläggande princip bakom händelseträd är att en negativ konsekvens oftast inte uppstår enbart för att en händelse inträffar. Ibland kan detta vara fallet som till exempel då en jordbävning inträffar. Vanligare är att en serie av händelser inträffar efter varandra vilket slutligen leder till att en oönskad konsekvens uppstår. Händelseträd är ett sätt att systematisera och visa hur olika händelser kan tänkas inträffa efter varandra. För att identifiera händelser som kan medföra väsentliga risker föregås ofta ett händelseträd av en "hazard scenario identification" procedur.

En "hazard scenario identification" procedur är en metodik där mer eller mindre möjliga händelser som kan inträffa ska identifieras. För att detta ska vara möjligt behöver förutsättningarna både idag och i framtiden definieras.

Ett enkelt händelseträd är visat i Figur 2.5. Detta är en förenkling av ett betydligt mer avancerat händelseträd (Nevander & Elmarsson, 1991). Varje händelse har en viss sannolikhet för att inträffa vilket gör att sannolikheten för att den slutliga konsekvensen ska inträffa är



Figur 2.5 Den principiella uppbyggnaden av ett händelsetråd.

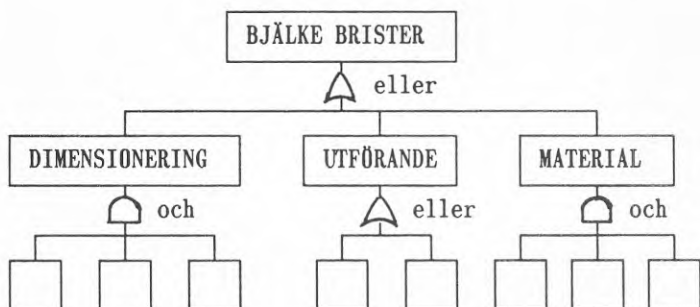
$$P(K) = P(H_1, H_2, \dots, H_n) = \prod_{i=1}^n P(H_i) \quad (2.1)$$

där H_i är sannolikheten för enskilda händelser och K är den slutliga konsekvensen.

Händelsetråd kan ge en bra bild över hur olika faktorer samverkar eller beror på varandra och är därför en bra bakgrund vid den efterföljande riskvärderingen (Raiffa, 1968). I många tillämpningar kan en åtgärd vara att eliminera en händelse för att bryta händelsekedjan. Av denna anledning är händelsetråd värdefulla då det gäller att utforma allmänna krav (Sentler, 1980). En speciell tillämpning på rötskador i fönsterverke finns i (Andersson & Sentler, 1982).

2.4 FELTRÄDSANALYS

Felträdsanalys är en metodik för att etablera ett orsaks – konsekvenssamband som sker genom att ett fel eller en serie av fel uppstår efter varandra eller i kombination med varandra. Avsikten med felträd är att bygga upp en logisk struktur av ett systems funktion för att kunna följa upp hur eventuella felaktigheter på komponentnivån påverkar systemets funktion. Men ofta är utgångspunkten möjliga brottmoder på systemnivå och en analys av hur dessa brottmoder kan uppstå. Detta innebär att en felträdsanalys föregås av en brottmod och konsekvensanalys.



Figur 2.6 Den principiella uppbyggnaden av ett felträd.

En brottmod och konsekvensanalys är väsentlig för en förståelse av hur systemet är uppbyggt och fungerar. Primärt behöver systemet definieras i form av funktion och yttre begränsningar. Därefter definieras de brottmoder som ska inkluderas och, om möjligt, också hur detta kan ske. Brottmod och konsekvensanalysen kan ses som en definiering och begränsning av problemställningen.

Uppbyggnaden av ett felträd ska avspegla kunskapen om hur systemet fungerar. Detta bör vara baserat på verklig kunskap men ibland är det nödvändigt att utnyttja rimliga antaganden om funktionen. Förutsättningen är att bryta ner systemet i delar där de olika delarna i systemet och deras eventuella samverkan kan beaktas. Ett exempel på detta visas i Figur 2.6. Utgångspunkten är ett brott som uppstår på systemnivån som kan bero på en eller flera saker. I detta exempel finns tre möjligheter. Dessa beror i sin tur på ytterligare underliggande möjligheter. På detta sätt kan uppdelningen ske i steg efter steg tills ett antal orsaker eller felaktigheter har identifierats.

Mellan varje steg finns en grind som avspeglar om alla underliggande händelserna måste inträffa eller om det räcker med att någon av de underliggande faktorerna inträffar. Normalt antas att de faktorer som ingår i analysen är oberoende av varandra. Detta innebär att logiken i ett felträd blir överskådlig och lätt att hantera matematiskt. Grindarna kommer då att avspegla två möjligheter, en "och" grind eller en "eller" grind. Dessa två typer av grindar är också åskådliggjorda i Figur 2.6.

Med den enkla logik som normalt används kan ett systems brottsannolikhet och ett antagande om att enskilda händelser H_i är oberoende av varandra kan en utvärdering av den totala brottsannolikheten ske med relationerna

$$\text{OCH} \quad P(A_1, A_2, \dots, A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i) \quad (2.2)$$

$$\text{ELLER} \quad P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = \sum_{i=1}^n P(A_i) \quad (2.3)$$

Vid normal tillämpning förekommer båda formerna av grindar och sannolikheten för att en speciell kedja av händelser ska uppstå blir en blandning av ekv. 2.2 och ekv. 2.3. Det finns möjligheter att introducera beroenden mellan olika delar med detta leder normalt till betydligt mer komplicerade uttryck än ekv. 2.2 eller ekv. 2.3.

För vissa system finns det anledning att utveckla mer avancerade modeller för att beskriva vissa egenskaper. Detta gäller till exempel egenskaper som kan förändras långsamt i tiden. För att beakta detta behövs en stokastisk modell som beskriver denna egenskap. En sådan modell redovisas i efterföljande Kapitel för virkes deformations- och brottegenskaper som funktion av lastpåverkan i den miljö den befinner sig i.

I många tillämpningar är det bara möjligt att göra en kvalitativ analys eftersom detaljerad kunskap saknas om vissa faktorer. En sådan kvalitativ riskbestämning kan ändå vara värdefull eftersom den visar vilka samband som finns och hur olika faktorer inverkar. Det kan mycket väl vara möjligt att visa att vissa faktorer bör vara mer väsentliga än andra. Även om det inte går att visa hur mycket mer väsentliga dessa är kan det ge tillräcklig information om möjliga åtgärder.

BROTTMODSDEFINIERING

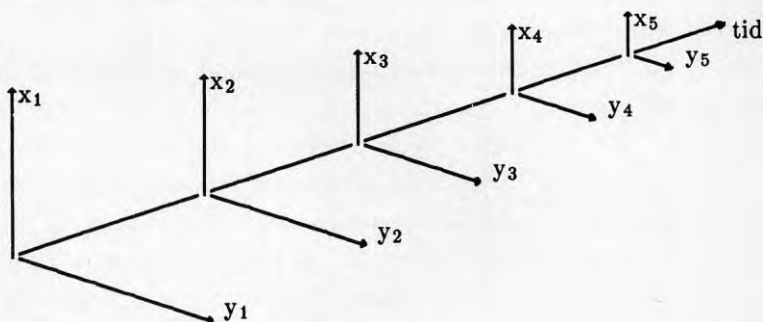
3.1 Allmänt

Avsikten med att definiera brottmoder är dels att identifiera dessa dels att bestämma de potentiella konsekvenser som kan uppstå. Detta kan gälla enskilda delar i ett system eller systemet som helhet. Brottmoder kan avse verkliga brott men också brister i en funktion eller förändring av en funktion i tiden. Detta avspeglar också en definiering av omfattningen av en efterföljande riskanalys.

För konstruktionsvirke berör en brottmodsdefiniering funktionen i olika former av konstruktioner. Detta behöver inte vara renodlade träkonstruktioner utan konstruktioner där virke bara ingår som en del i konstruktionen. En stor mängd brottmoder kan därför vara aktuella och det är enbart då en verklig konstruktion definieras som alla tillhörande brottmoder också kan identifieras. I denna tillämpning beaktas enbart allmänna brottmoder utan någon speciell inriktning på någon verklig konstruktion.

3.2 TRÅBASERADE PRODUKTERS EGENSKAPER

För virke kan, liksom för alla andra material, dess egenskaper beskrivas på olika strukturella nivåer. För trä är det möjligt att börja på atomnivån och sedan fortsätta med molekylnivån, fibernivån, små provbitar, hela plankor fram till konstruktionselement som kan vara mer eller mindre sammansatta. Detta avspeglar också olika materialegenskaper, främst beroende på att olika typer av felaktigheter kommer att göra sig märkbara. Detta innebär att det är relevant att tala om materialegenskaper i olika dimensioner på det sätt som är åskådliggjort i Figur 3.1.



Figur 3.1 Olika dimensioner av materialegenskaper

För varje dimension kommer många egenskaper att bero på närvaron av felaktigheter. Redan på atomnivån kan det förväntas att det finns en slumpmässighet i uppbyggnaden vilket avspeglar sig i en variation i atomvikter. De molekyler som utgör byggstenarna i virke kan inte i heller förväntas att vara perfekta och identiska. Men det är först för virkesceller som det är realistiskt att beskriva egenskaper. På denna nivå kan flera avvikelser från vad som skulle varit optimalt identifieras som olika typer av celler, variation av cellers storlek, egenskaper och orientering. Cellernas egenskaper kan också påverkas genom laster eller miljöpåverkan som förändrar egenskaperna. För virkesenheter framstår kvistar och sprickor som lätta att identifiera. Vid belastning av en virkesenhet kan sprickor växa vilket förändrar egenskaperna. För stora virkesenheter är krokighet, snedhet och vridningar något som är relativt vanligt.

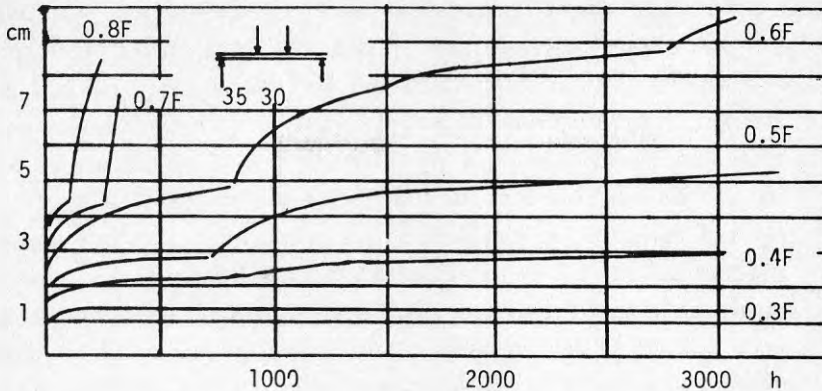
Typiskt för materialegenskaper är att de försämras uppåt i dimensionshierarchy vilket avspeglar att mer markanta fel påverkar egenskaperna. Det gemensamma i systemet är tidsaxeln som i den här presentationen är gemensam. En underliggande dimensions felaktigheter kan ses som en delmängd av en aktuell dimensions felaktigheter. Men inga av dessa felaktigheter kan definieras i exakta termer.

Det är av speciellt intresse att kunna beskriva materialegenskaper på ett sådant sätt så att inverkan av både naturliga felaktigheter och andra felaktigheter, oftast introducerade genom mänskliga aktiviteter, kan beaktas på ett relevant sätt.

3.3 BROTSTADIEMODER

Virke är ett ortotrop material på grund av sitt ursprung. Andra mycket karakteristiska egenskaper hos sågat virke är närvaron av kvistar, sprickor och en fiberriktning som varierar i längsriktningen. Dessa egenskaper kan vara mer eller mindre markanta beroende på träslag, tillväxtbetingelser och hantering på sågverk.

Då virke utsätts för en påverkan i form av en last eller miljöpåverkan uppvisar virke typiska viskoelastiska egenskaper. Med detta avses att vid låga påkänningsnivåer uppstår enbart en elastisk respons. Då påkänningen överstiger ett visst tröskelvärde och har en lång varaktighet sker det en övergång till en viskös respons. Detta avspeglar sig främst i krypning under långtidsbelastning. Ett sådant resultat visas i Figur 3.2 där små provbitar av kvistfritt virke belastats i böjning med laster som är mindre än den som ger upphov till brott vid en direkt belastning till brott (Sugiyama, 1976). Försök med längre varaktighet finns i (Wood, 1950).



Figur 3.2 Krypning till brott för virke utsatt för böjning.

Eftersom det är responsen i materialet som är väsentlig beskrivs detta normalt i form av en töjningsrespons. För ett endimensionellt påkännings-tillstånd kan detta skrivas som

$$\epsilon(t) = \epsilon_e t^\alpha + \epsilon_v t \quad (3.1)$$

där $\epsilon(t)$ är töjningen som funktion av tiden på grund av en elastisk töjning ϵ_e eller en viskös töjning ϵ_v .

Den första termen som avspeglar en elastisk respons kan serieutvecklas med avseende på tiden och skrivs som

$$\epsilon_e t^\alpha = \frac{\sigma}{E} \left[1 + \frac{\alpha \cdot \ln(t)}{1!} + \dots \right] \quad (3.2)$$

där σ är påkänningen och E är elasticitetsmodulen. Den första termen motsvarar en tidsberoende elastisk respons och den andra termen primärkrypning som är en fördröjd elastisk respons. Det antas här att primärkrypning startar direkt vid belastningen vilket har visat sig vara fallet för trämaterial (Lundgren, 1988) men även för andra material.

Den andra termen som motsvarar en viskös respons brukar ofta representeras med Nortons empiriska kryplag som

$$\epsilon_v t = \frac{(\sigma - \sigma_0)^n}{\eta} t \quad (3.3)$$

där σ är en påkänning som ska överstiga ett tröskelvärde σ_0 , och n och η antas vara materialparametrar. Den viskösa responsen avspeglar sig i sekundärkrypning som är en kontinuerlig skadeackumuleringsprocess.

Efter sekundärkrypningen kan också tertiärkrypning ske vilket avspeglar ett material i slutlig upplösning. Detta beaktas inte här eftersom det är av litet praktiskt intresse.

För virke avspeglas skadeackumuleringsprocessen i en spricktillväxt som kan ske mer eller mindre oregelbundet. Detta framgår av Figur 3.2 eftersom då en markant spricktillväxt sker ändras också påkänningstillståndet. Då påkänningen ökar uppstår åter först en elastisk respons som sedan efterföljs av en viskös respons. Denna spricktillväxt är inte reversibel vid avlastning och försämrar de ursprungliga materialegenskaperna.

Den spricktillväxt som sker vid sekundärkrypning kan inte pågå i all oändlighet. Det framgår av Figur 3.2, i varje fall för högre påkänningsnivåer, att detta leder till ett brott. Den tid det tar tills ett brott uppstår beror initieellt på påkänningsnivån men är också beroende på hur mycket viskös töjningskapacitet som finns tillgänglig. En liknande studie för konstruktionsvirke visar samma tendens (Foschi & Barret, 1976).

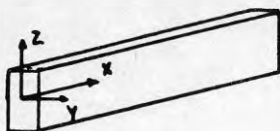
Vid en karakterisering av konstruktionsvirkes hållfasthetsegenskaper bör utgångspunkten vara de viskoelastiska egenskaperna. Dessa är normalt olika för drag och tryckbelastning vilket behöver beaktas separat. Brottegenskaperna bestäms av de elastiska och viskosa töjningskapaciteterna som beror på existerande felaktigheter eller felaktigheter som skapas under belastning. Med dessa förutsättningar kan en stokastisk viskoelastisk brottkarakterisering härledas baserat på den statistiska extremvärdesteorin vilket visas allmänt i (Sentler, 1987) och för ortotropa material i (Sentler, 1988).

För en balk påverkad av enbart dragpåkänningar eller tryckpåkänningar blir den statistiska fördelningen för att ett brott ska inträffa för ett endimensionellt påkänningstillstånd följande

$$F_x(\epsilon(\sigma); V, D) = 1 - \exp \left[- \frac{L_x}{L_0} \left[\frac{L_y}{L_0} \right]^{k_x/k_y} \left[\frac{L_z}{L_0} \right]^{k_x/k_z} \left[\frac{D_x}{D_0} \right]^{k_x/h_x} \left[\frac{\sigma_x}{c_x} \right]^{k_x} - \frac{D_d}{D_0} \left[\frac{L_x}{L_0} \right]^{h_x/k_x} \left[\frac{L_y}{L_0} \right]^{h_x/k_y} \left[\frac{L_z}{L_0} \right]^{h_x/k_z} \left[\frac{\sigma_d - \sigma_0}{c_d} \right]^{h_x} \right] \quad (3.4)$$

vilket är en Weibull fördelning där den första delen avspeglar en elastisk respons och den andra delen en viskös respons. Längskomponenterna är definierade i Figur 3.3 och för ett plant påkänningstillstånd är σ_x största huvudpåkänningen, σ_d deviationspåkänningen och σ_0 tröskelpåkänningen som ska överskridas. Parametrarna k_x , k_y och k_z avspeglar storleksberoendet i respektive x-, y- och z riktningen, h_x avspeglar tidsberoendet, L_0 och D_0 är referensvärden och c_x och c_d är normaliseringskonstanter.

Ekvation 3.4 är en direkt utvidgning av de deterministiska uttrycken i ekv. 3.1 – 3.3 men där de två töjningskapaciteterna är storleksberoende för att beakta ett brottkriterium. Den första delen i ekv. 3.4 kan serieutvecklas på samma sätt som ekv. 3.2 och där den första tidsberoende termen



Figur 3.3 Definiering av koordinatsystem.

kommer att bli samma som i Weibull teorin. För en viskös respons är tidsberoendet identiskt med Nortons kryplag som alltså kan härledas från den statistiska extremvärdesteorin.

Brottpåkänningen kan bestämmas genom att ta medelvärdet av ekv. 3.4 med avseende på σ_x eller σ_d . I båda fallen erhålls ett medelvärde som kan skrivas som

$$E[\sigma_i] = \sigma_{0i} \left[a + b \left[\frac{L_0}{L_x} \right]^{1/k_x} \left[\frac{L_0}{L_y} \right]^{1/k_y} \left[\frac{L_0}{L_z} \right]^{1/k_z} \left[\frac{D_0}{D} \right]^{1/h_x} \right] \quad (3.5)$$

där σ_i avspeglar någon av de två responsformerna. Parametrarna a och b beror på materialresponsen och bestäms från försök.

Vid mer generella påkänningstillstånd behöver tryck- och dragpåkänningar beaktas separat. Dessutom behöver den effektiva volymen under påkänning och den effektiva varaktigheten bestämmas. Detta medför i allmänhet att ekv. 3.4 och ekv. 3.5 blir lite mer komplicerade. För böjning på grund av punktlaster finns analytiska lösningar för en elastisk respons men samma metodik kan också användas för en viskös respons (Bohannan, 1966).

På grund av varierande töjningsegenskaper i olika riktningar blir storleksparametrarna k_x , k_y och k_z olika. Detta gäller även tidsparametrarna som i det här fallet är representerade med enbart tidsparametern h_x i den dominerande påkänningsriktningen. Dessa parametervärden är väsentliga eftersom de beskriver inverkan av felaktigheter hos virke och kan förväntas bli reducerade om mängden felaktigheter ökar. Detta kommer att avspeglas i större storleks- och tidsberoenden men också en reducerad brottlast. Däremot behöver inte elasticitetsmodulen förändras i någon större omfattning. Normala parametervärden finns i (Sentler, 1991).

En ökning av temperaturen eller fukthalten hos virke sänker primärt brotthållfastheten och ökar spridningen. Effekten är likartad den som uppstår för ökande volymer under påkänning (Desch, 1983) och detta kan beaktas på ett likartat sätt. Men en ökning av fukthalten kommer också att medföra att krypning sker lättare, något som reducerar tidsparametern.

Även stabilitetsproblem kan analyseras på ett liknande sätt. Detta är speciellt värdefullt vid krypknäckning (Källsner & Noren, 1978) eller krypvippling.

3.4 DEFORMATIONSMODER

De deformationer som uppstår i virke beror på den respons som uppstår på grund av påverkan av laster och den miljö som konstruktionen befinner sig i. Vid enbart en elastisk respons kommer den initiella responsen bara att efterföljas av primärkrypning. Om däremot påkänningen överstiger ett visst tröskelvärde kommer primärkrypningen att efterföljas av sekundärkrypning. Dessa former av deformation kan uttryckas med ekv. 3.1 men med töjningen ersatt med deformation. Detta kan skrivas som

$$\delta(t) = \delta_e t^\alpha + \delta_v t \quad (3.6)$$

där $\delta(t)$ är deformationen som funktion av tiden på grund av en elastisk töjning δ_e eller en viskös töjning δ_v . Tillhörande ekvationer för att beakta relationer mellan påkänning och deformation beror på belastningssituationen men bör ha samma principiella egenskaper som ekv. 3.2 och ekv. 3.3.

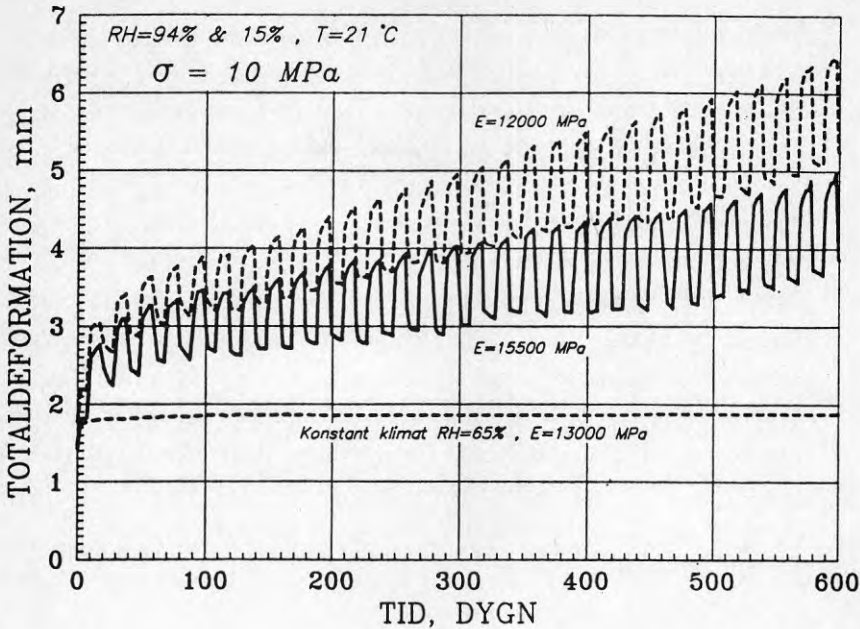
Den statistiska fördelningen för att beakta deformationer kan baseras direkt på ekv. 3.6. Sannolikheten för att deformationen ska överstiga ett visst värde ges därför av

$$F_x(\delta(\sigma); V, D) = 1 - \exp \left[- \left[\frac{D_x}{D_0} \right]^{k_x/h_x} \left[\frac{\sigma_x}{c_x} \right]^{k_x} - \sum \frac{D_d}{D_0} \left[\frac{\sigma_d - \sigma_0}{c_d} \right]^{h_x} \right] \quad (3.7)$$

där den första delen avspeglar en elastisk respons och den andra delen en viskös respons. Parametrar är definierade tidigare men deras värde behöver inte nödvändigtvis vara samma, speciellt gäller detta normaliseringskonstanter. I de flesta tillämpningar uppstår enbart en elastisk respons. I de tillämpningar där en viskös respons sker uppstår detta enbart under vissa tidsperioder. För att beakta detta summeras denna deformation under de aktuella tidsperioderna.

En anledning till att det uppstår en viskös respons under vissa betingelser är kombinationen av lastpåverkan och fuktvariationer i omgivningen. En ändring av fukthalten påverkar materialegenskaperna men det ger också upphov till en belastning.

Vid en ökning av fukthalten sväller virke vilket ökar avståndet mellan fibrer. Detta medför att en viskös respons sker vid en lägre påkänningsnivå än vad som annars skulle ha varit fallet men också att det sker snabbare. Denna effekt finns hos mänskligt producerade fiberkompositer (Sentler, 1992) och det är rimligt att anta att samma effekt finns hos naturliga fiberkompositer också. Detta reducerar tröskelvärdet och tidsparametern och medför att en skadeackumulering sker lättare. Hur stor förändringen är för trä är inte känt men förändringen kan inte förväntas vara speciellt stor vid normala fuktvariationer.



Figur 3.4 En periodvis viskös materialrespons på grund av kombinationen lastpåverkan och fuktvariationer.

Variationer av fukthalten i omgivningen till en virkesenhet kan ge upphov till markanta påkänningar. Detta helt enkelt för att det tar tid för att uppnå en jämvikt av fukthalten i virket. Vid en ökning av fukthalten sväller först ytlagret medan inre delar förblir opåverkade. Effekten blir tryckpåkänningar i ytan och dragpåkänningar i de inre delarna. Vid en reduktion av fukthalten uppstår det omvända.

Om de påkänningar som uppstår på grund av fuktvariationer, som kan vara högst påtagliga, adderas till påkänningar på grund av en yttre last kan tröskelvärdet över vilket sekundärkrypning sker lätt överskridas. Ett exempel på detta visas i Figur 3.4 som medför att sekundärkrypning sker periodvis (Mohager, 1990).

3.5 NEDBRYTNINGSMODER

Virke som är ett naturligt material kommer att brytas ner förr eller senare. För virke som inte utsätts för någon större lastpåverkan eller miljöpåverkan sker detta mycket långsamt. Men om virke påverkas kemiskt eller biologiskt kan en nedbrytning ske betydligt snabbare. Av speciellt intresse i många tillämpningar är påverkan av mikrobiella aktiviteter.

Rötsvampar, mögelsporer och bakterier finns naturligt i de flesta bygg-

nadssammanhang. Dessutom finns det anledning att förutsätta att mycket virke har blivit påverkat av mikrobiella angrepp redan tidigare. Förutsättningen för att dessa ska utvecklas på virke i en konstruktion är lämpliga tillväxtbetingelser. Detta är att temperaturen bör ligga inom ett lämpligt intervall, tillgång på näring och lämplig fuktnivå. Det finns en stor mängd olika former av mikrobiella aktiviteter vars krav på tillväxtbetingelser varierar inom ett stort intervall. För vissa former av mögel och rötsvampar finns en del information om vilka krav som ska vara uppfyllda för att tillväxt ska ske (Axen et al, 1984). Men för det stora flertalet av mikrobiella aktiviteter är kunskapen mycket begränsad. Men det är rimligt att anta att det oftast inte bara är en art som förekommer utan flera olika arter med olika krav på tillväxtbetingelser. Om en sådan blandning är slumpmässig uppkommer lätt hyperboliska egenskaper för den totala effekten. Detta gör det troligt att tillväxten i medeltal kan skrivas på ett liknande sätt som ekv. 3.1 men här uttryckt som

$$\Omega(t) = \Omega_e t^\alpha + \Omega_v t \quad (3.8)$$

där $\Omega(t)$ är tillväxten som funktion av tiden på grund av en låg tillväxt Ω_e eller en kontinuerlig tillväxt Ω_v . Det antas här att tillväxten kan ske på två sätt, långsamt och avtagande eller kontinuerligt i tiden. Det första kan tänkas avspegla en låg mikrobiell belastning eller en begränsning i tillväxtbetingelserna. Det senare sker för en mikrobiell belastning som överskrider något tröskelvärde, som motsvarar någon kritisk massa, och om tillväxtbetingelser är goda. Relationer mellan tillväxt Ω och temperatur, tillgång på näring och vatten kan beskrivas approximativt i linjära samband (Nevander & Elmarsson, 1991) men är troligen icke linjära och beskrivs bäst med hyperboliska samband. En modell med en sådan karaktär har föreslagits (Puhlinger & Makes, 1986).

Ett uttryck som ekv. 3.8 har fördelen att det kan beskriva och delvis förklara varför mögelsporer och rötsvampar kan växa på två principiellt olika sätt. Med långsam tillväxt kan det ta mycket lång tid innan problem uppstår medan det vid kontinuerlig tillväxt uppstår problem redan efter en begränsad tidsperiod. Kunskapen om vad som bestämmer vilken typ av tillväxt som kommer att dominera är begränsad. Men det är rimligt att anta att mängden mögelsporer initieellt är en väsentlig faktor. Det är möjligt att denna faktor kan beaktas på ett liknande sätt som ekv. 3.2 och ekv. 3.3. Mängden mikrobiella individer kan då ses som en belastning på ett liknande sätt som påkänningar från en yttre last.

RISKIDENTIFIERING

4.1 ALLMÄNT

Egenskaperna hos virke beror på en stor mängd olika faktorer. Dessa faktorer kan relateras till olika moment i en kedja av händelser från det att ett träd planteras fram till att en virkesenhet finns tillgänglig för användning. Varje del i denna kedja involverar moment som innebär att olika former av risker introduceras. Med risk avses här att förutsättningarna för optimala egenskaper inte är uppfyllda eller att hanteringen som ingår i ett moment inte blir utförd på ett acceptabelt sätt. Kunskapen om vad som är den mest optimala metodiken och hanteringen av virkesråvaran för att begränsa eller eliminera risken för en dålig slutprodukt är långt ifrån fullständig. Dagens metodik är till stor del styrd av ekonomiska faktorer mot en rationell hantering. Eftersom den skiljer sig i vissa avseenden från äldre metodik, som tycks ha fungerat bättre, så finns det anledning att analysera om det finns faktorer i modern hantering som medför att väsentliga risker introduceras.

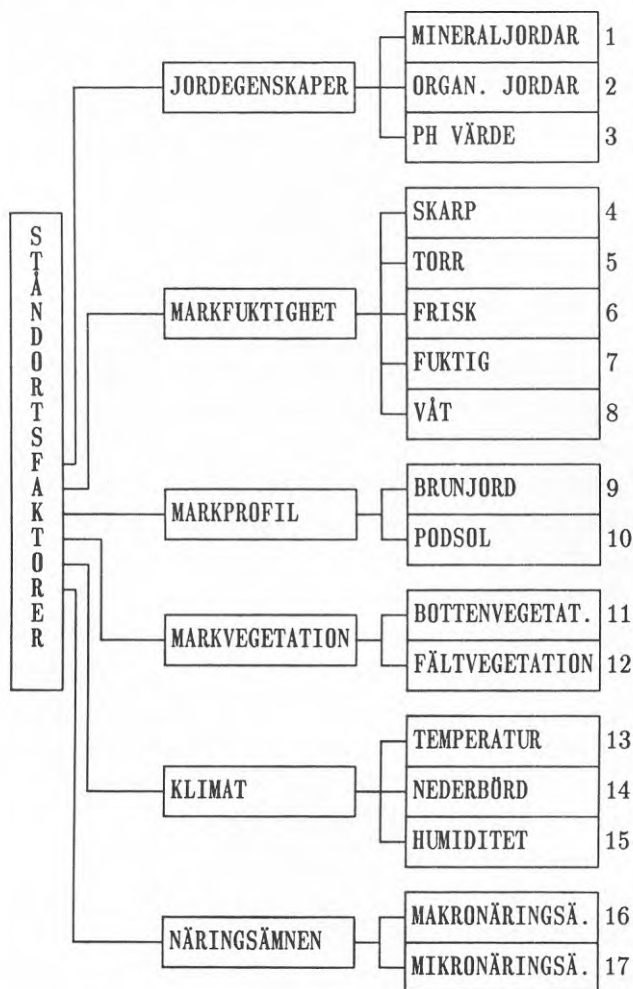
De egenskaper som är kommersiellt intressanta hos en trädart bestäms primärt av de genetiska förutsättningarna. De arter som utnyttjas för produktion av virke, i första hand tall och gran, har utvecklats naturligt under den tid som de förekommit i Skandinavien. För att kunna klara av de naturliga variationer som gäller förutsättningen för tillväxt, markens betydelse och miljön, så behövs möjlighet till anpassning. Detta medför att en stor spridning i egenskaper kan förväntas.

Växtförädling förekommer sedan några decennier genom urval dels vid försöksodlingar dels vid utplantering. Detta bör teoretiskt förbättra en arts avkastning men eftersom utfallet inte kan utvärderas förrän efter en lång tid, ofta efter flera decennier, så är kunskapen om effektiviteten i detta förfarande begränsat. Genetiskt är det därför rimligt att anta att de förutsättningar som har gällt under lång tid även kommer att gälla under över-skådlig tid framöver.

En introduktion av nya arter förekommer också men även i detta fall tar det lång tid innan detta kan förändra egenskaperna hos den skogsråvara som blir tillgänglig. Detta kan innebära en risk eftersom det inte är uppenbart att dessa arter är lämpliga för de förhållanden som råder i Skandinavien.

4.2 STÅNDORT

Ståndorten avspeglar den allmänna miljö som ett träd befinner sig i och kan struktureras upp i ett antal faktorer på det sätt som visas i Figur 4.1. För varje grupp finns två eller flera alternativ redovisade. Dessa faktorer påverkar förutsättningarna för var trädplantering är lämplig. De flesta faktorerna kan ses som naturliga förutsättningar.



Figur 4.1 Sammanställning av ståndortsfaktorer (Thörnqvist, 1989).

Normalt utnyttjas dåliga jordar för trädodling. Men i samband med jordbruksnedläggning har även åkermark och ängsmark börjat att användas. Dessa jordar har normalt ett bättre och större näringsinnehåll som medför bättre förutsättningar för ett träd. Men bättre förutsättningar leder

till snabbare tillväxt vilket kan vara en risk.

Markfuktigheten har betydelse för tillväxten. Detta innebär bara en risk om förutsättningarna förändras genom till exempel utdikning. Men detta kan medföra både bättre och sämre förutsättningar.

Markprofilen har också betydelse för tillväxten. Men det är enbart då förändringar uppstår som någon ny risk kan bli aktuell.

Markvegetationen bör också förändras om bättre jordar används. I vilken mån detta innebär en risk är inte uppenbart.

Genom surt regn reduceras många markers pH-värde påtagligt. Effekten av detta är att olika metaller löses ut i marken där speciellt aluminium tycks ha stor betydelse. Aluminium påverkar initieilt rotsystemet och försämrar förutsättningen för den naturliga upptagningen av vatten och näringsämnen. Detta utgör ett allvarligt hot redan idag men inte minst i framtiden då återplantering sker i försurade områden. Risken finns här för att vissa områden inte ens duger för skogsodling och för andra områden kommer förutsättningarna för skogsodling att försämrats. Detta utgör en klar risk för att framtida virkesegenskaper kan bli annorlunda.

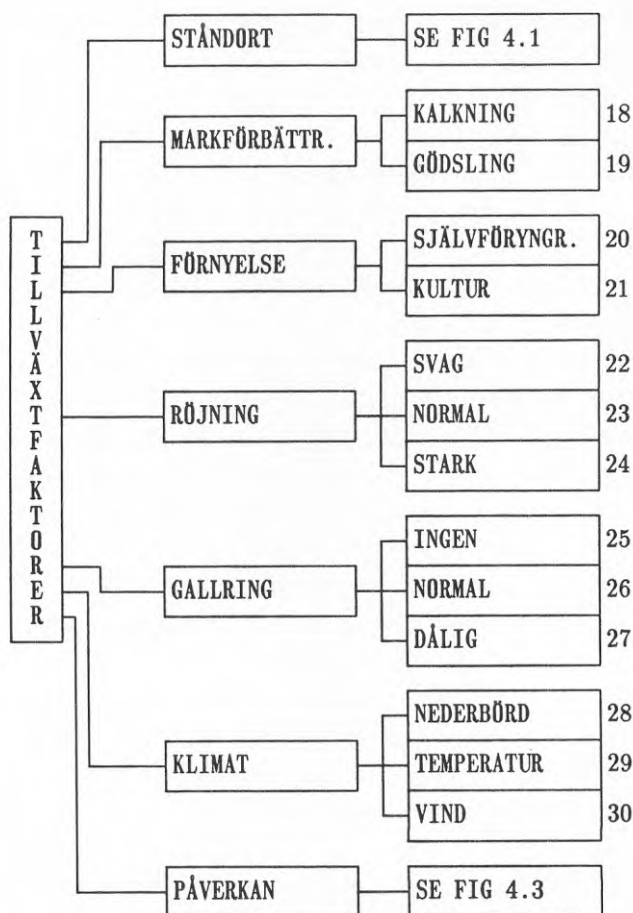
Näringstillgången kan påverkas både naturligt och genom ingrepp. Naturligt genom att bättre jordar används för skogsodling. Men näringstillgången kan också påverkas genom gödsling. Även surt regn kan förbättra näringstillgången initieilt men är förödande på lång sikt. En förbättring av näringstillgången innebär normalt sett bättre tillväxtbetingelser som kan medföra risker. Detta behandlas mer i detalj i efterföljande avsnitt.

4.3 TILLVÄXT

De förutsättningar som gäller för tillväxten beror på en mängd olika faktorer som är sammanställda i Figur 4.2. Även de faktorer som redovisades i Figur 4.1 är aktuella liksom olika former av påverkan som redovisas i Figur 4.3. Det är dessa faktorer som är avgörande för om ett träd ska utvecklas positivt eller negativt.

För ståndortsfaktorer är markförsurningen en uppenbar riskfaktor inte bara nu utan inte minst i framtiden. Markförbättring genom kalkning för att motverka detta förekommer men detta är knappast ett realistiskt alternativ på lång sikt. De risker som påtalats ovan är därför svåra att påverka.

Markförbättring genom gödsling förekommer. Om detta utförs för träd redan vid ung ålder uppstår breda årsringar och mycket grova kvistar. Gödsling av äldre trädbestånd medför en tillväxt i trädets yttre mantelyta som i och för sig oftast är kvistren men vars kvalitet är tveksam. Gödsling framstår som en klar risk för försämrad virkeskvalitet (Tamminen, 1987).



Figur 4.2 Sammanställning av olika faktorer som påverkar tillväxten hos ett träd (Thörnqvist, 1989).

Förnyelse sker oftast genom plantering. Av ekonomiska skäl men också för att en plantering senare ska vara lämplig för maskinell avverkning är avståndet mellan plantor relativt stort. Detta innebär goda förutsättningar för mycket grenar på ett träd, något som inte är önskvärt för konstruktionsvirke. Det finns en risk att virkesbeståndet i sådana planteringar kan bli sämre än vad som annars skulle ha varit fallet (Tamminen, 1987).

Röjning behöver utföras flera gånger, speciellt för yngre trädbestånd. Med glesare plantering kan det behövas mer röjning än tidigare. Detta innebär en risk för ökade kostnader. Om det inte utförs finns det en risk för virke med större kvistar som kan vara olämpligt som konstruktionsvirke.

Gallring är väsentligt för att plantor inte ska växa för tätt eller för att eliminera olämpliga plantor. Vid plantering bör behovet för gallring

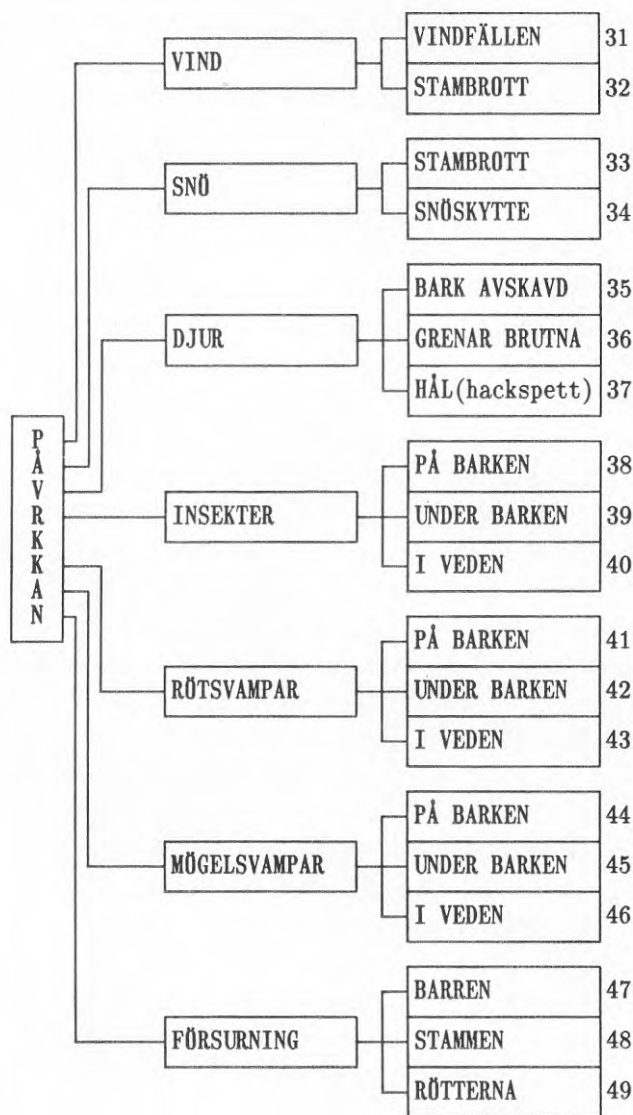
minska. Detta kan vara negativt med avseende på behovet att ta bort olämpliga träd. Risken är att utfallet försämras men i vilken omfattning är svårt att uppskatta.

Utöver de klimatfaktorer som diskuterats tidigare så finns cykliska variationer av speciellt temperaturen. Mest påtaglig är en 1000 års cykel som har ett maximum under 1900-talet och en 80 års cykel som har haft ett maximum under 1980-talet. Det kan förväntas att medeltemperaturen sjunker framöver vilket innebär en risk för sämre tillväxt. Den ökning av temperaturen som skett under 1900-talet går att förklara som helt naturlig utan någon inverkan av någon växthuseffekt.

Under tillväxten kommer ett träd att utsättas för olika former av påverkan, naturliga eller framkallade av människor, vilket visas i Figur 4.3. Alla dessa faktorer innebär en risk men det är främst de senare som utgör nya påtagliga risker. Träd har utvecklats genetiskt för att kunna tåla påverkan av olika slag. Detta gäller påverkan från vind, snö och djur. I varje fall sådan påverkan som kan anses vara naturlig och då inom vissa gränser. I vilken mån som förändringar i skogsbruket också medför en annan form av påverkan än förr är svårt att säga. Möjligheten finns att en planterad skog bättre motstår vindpåverkan och att snölasten på enskilda träd blir mindre och jämnare fördelad. Men även det motsatta kan ske. Däremot är det knappast troligt att påverkan av insekter, rötsvampar och mögelsvampar förändras om den omgivande miljön inte är förändrad. En försurad miljö påverkar förutsättningarna för insekter, rötsvampar och mögelsvampar vilket kan leda till att nya arter tar över på sikt vilket medför nya risker.

En påverkansform som har förändrats markant är en ökning av mängden föroreningar i luften och i nederbörden. Främst är det surt regn som påverkar stora områden men lokalt kan föroreningar i luften från industrier eller vägar också vara viktiga. Effekten av sådan påverkan är uppenbar i mellaneuropa där stora arealer med skog har dött ut då påverkan är massiv men även en begränsad påverkan leder till försämrade skogstillväxt (Törnkvist, 1987). Både rotsystem och barr påverkas direkt vilket försämrar näringsupptagningen och därmed tillväxten. Totalt sett innebär föroreningar att tillväxtbetingelserna försämras och det finns en påtaglig risk för att virkeskvaliteten blir påverkad negativt.

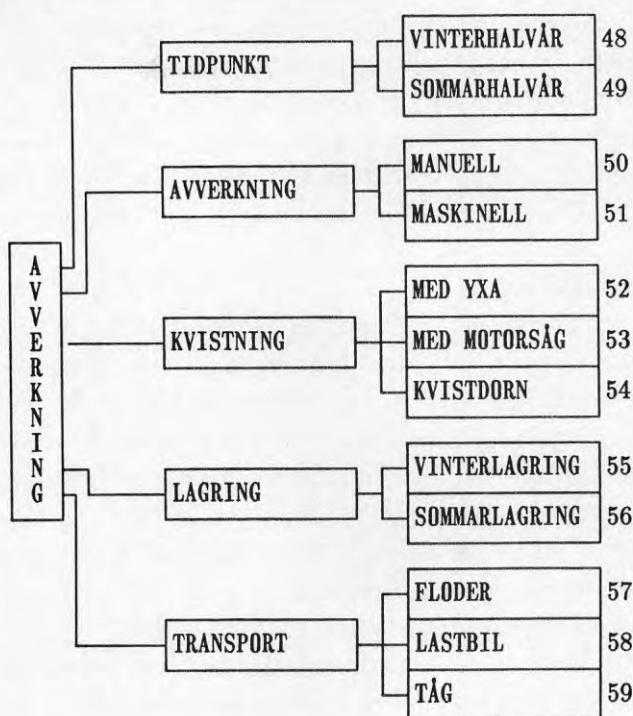
En förändrad miljö på grund av försurningen kommer att göra det möjligt för nya arter av mögel och röta att etablera sig. Dessa arter som normalt inte finns naturligt medför en ökad risk för mer angrepp på en växande skog.



Figur 4.3 Sammanställning av påverkansformer under tillväxtperioden (Thörnqvist, 1989).

4.4 AVVERKNING

Avverkning och hantering av timmer fram till sågverken har undergått stora förändringar. Förr fanns speciella regler för när och hur virke skulle avverkas. Virke avverkades huvudsakligen under vinterhalvåret och ibland skulle också en del andra villkor vara uppfyllda. Avsikten var att minimera



Figur 4.4 Faktorer som kan inverka på virkets kvalitet i samband med avverkning (Thörnqvist, 1989).

mängden lättillgänglig näring i stammen och vattenmängden. Ett urval förekom också där olämpliga träd kasserades och bra träd valdes ut för speciella ändamål som till exempel konstruktionsvirke. Det förekom också att barken skalades av i en ring längst ner en tid innan avverkningen för att öka mängden kärnvirke. Virke avverkades med såg och yxa enbart under vinterhalvåret vilket minskade risken för påverkan av skadeinsekter, mögelsvampar och rötsvampar under den efterföljande lagringen. Virke för speciella ändamål transporterades ursprungligen på land direkt till ett sågverk under våren, något som vid stordrift ofta ersattes med flottning.

I ett rationellt skogsbruk sker avverkning större delen av året med maskiner och oftast i form av kalhyggen. Detta medför att flera nya risker för försämrade virkeskvalitet introduceras.

Vid avverkningen utsätts virket för mekanisk påverkan som inte sällan resulterar i klämskador, sprickbildning, barkavslitning, urslag av ved i mantelytan, stamskador och sprickor av matardubbar. Jämfört med en avverkning med yxa och såg som är betydligt mer skonsam så uppstår påtagliga risker för en försämring av virkeskvaliteten (Tamminen, 1987).

Vid avverkning under sommarhalvåret är näringstillgången i trädstammen hög och det finns maximalt med skadeinsekter och tillväxten för mögelsvampar och rötsvampar är som störst. Risken är då stor för insektsangrepp och en massiv etablering av speciellt mögelsporer. Detta gäller speciellt om virke får ligga kvar för länge i skogen innan transport till sågverk sker. Detta är ytterligare risker som kan påverka virkeskvaliteten.

4.5 SÅGVERK

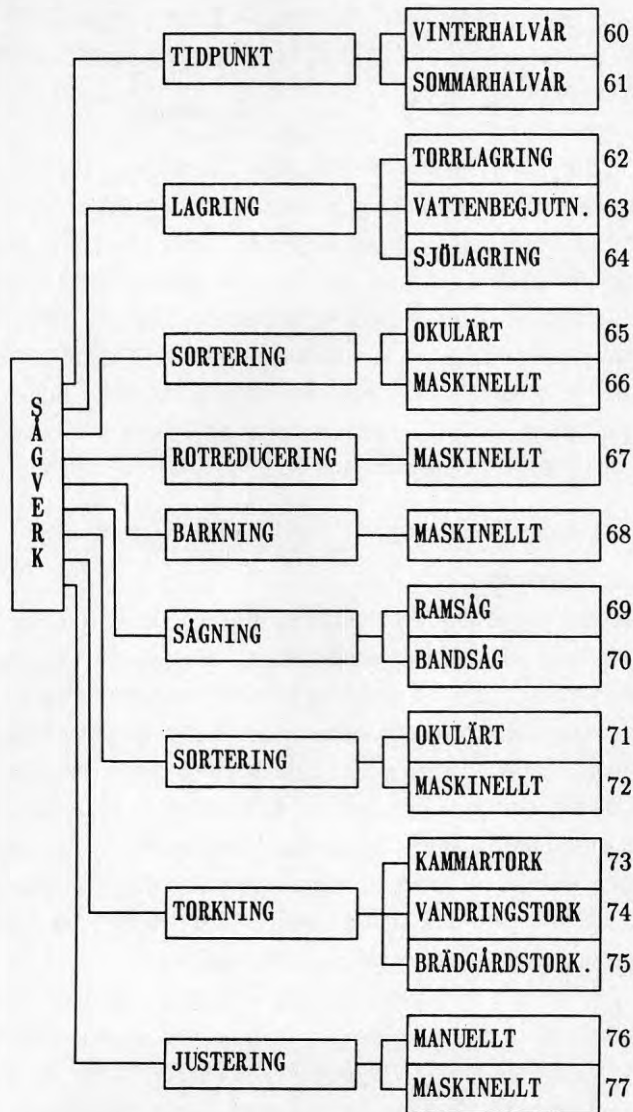
Kraven på rationell hantering av skogsråvaran har också påverkat sågverken. Kanske inte själva sågningen som sådan i någon större omfattning utan hur råvaran hanteras före och efter sågningen. Även i detta fall finns det en påtaglig skillnad mellan hur råvaran behandlades förr och vad som är vanligt förekommande idag. De viktigaste momenten av detta visas i Figur 4.5.

Förr anpassades sågningen främst till våren då råvaran transporterades till sågverken. Sågning skedde omgående och därefter fick det sågade virket torka under det kommande året och ibland längre.

En mer rationell hantering vid sågverk kräver att det finns ett lager för inkommande virke så att variationer i leveranser över ett år kan utjämnas. Sådana lager kan under vissa delar av året bli mycket stora vilket medför att virke kan ligga länge i detta lager innan sågning sker. För att undvika uttorkning sker lagring i vatten, eller vilket blir vanligare, virket vattenbegjuts under lagringen. Vid lång lagringstid och begjutning med förorenat vatten finns goda förutsättningar för att mikrobiella organismer som mögel-, blånads- och rötsvampar ska utvecklas. Dessutom finns också en stor mängd olika bakterier som kan etablera sig på virket. Detta sker lättast hos virke med skador från den tidigare hanteringen. Detta påverkar virket negativt på flera olika sätt. Bakterier bryter ner cellväggarna vilket ökar permeabiliteten i ytskikten och det kan också uppstå sprickbildning.

Sågning sker mer rationellt idag jämfört med förr. Detta innebär att för varje träd sker en optimering av tvärsnittet som även kan anpassas till en krokighet i längsriktningen. Sådan tvångssägning medför att en plankan initieellt är böjd och tvingas till en rak form under torkningen. Detta kan ses som en yttre belastning vilket innebär att påkänningar finns över ett tvärsnitt vid torkningen. Detta innebär en risk för mer sprickbildning.

Torkning sker nu för tiden nästan uteslutande vid förhöjd temperatur. Detta sker antingen i kammartorkar eller i vandringstorkar. Effekten av sådan torkning är högst påtaglig i flera avseenden vilket är vad som ska förväntas. Vid en förhöjd temperatur kommer uttorkningen att ske accele-



Figur 4.5 Faktorer som kan inverka på virkets kvalitet vid sågverket (Thörnqvist, 1989).

rerat. Stora skillnader uppstår då i fukthalten mellan det inre och det yttre. Detta innebär att stora dragpåkänningar uppstår i ytskikten och tryckpåkänningar i det inre. Detta resulterar i stora töjningar och risken för att virket spricker upp är högst påtaglig. Detta är en skadeackumulering som kan beaktas med den modell som presenteras i Kapitel 3. Rent allmänt gäller att effekten ökar med ökande virkesdimensioner, ökande

temperatur och ökande varaktighet av torkningen. Det finns en klar risk för att snabbtorkat virke har sämre hållfasthetsegenskaper än brädgårdstorkat virke, något som främst skulle avspeglats i långtidshållfasthetsegenskaper.

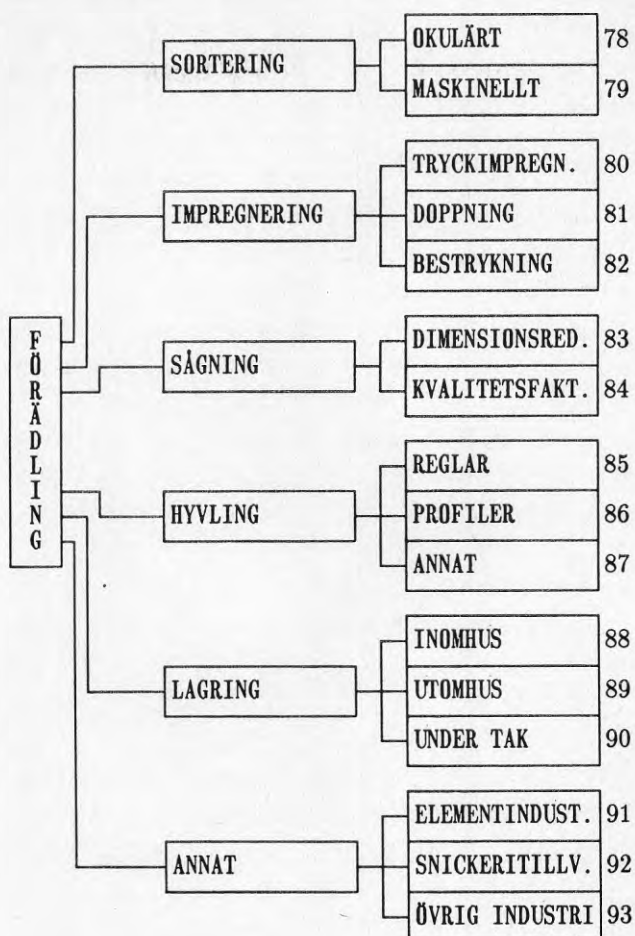
Torkningen medför också att näringsämnen som finns i vattnet kommer att tränga ut på ytan. Denna effekt förstärks av att virket spricker upp vilket innebär att en del av uttorkningen inte behöver ske i form av diffusion utan som direktströmning. En ökad mängd näringsämnen på ytan av trä utgör också en god förutsättning för mögeltillväxt. Detta gäller speciellt för virke som avverkats under sommarhalvåret. Dessutom är virkestorkar med strömmande varmluft ett perfekt ställe för spridning av mögelsporer. Det finns därför en uppenbar risk att virke som torkats i virkestorkar har en förhöjd koncentration av mögelsporer i förhållande till virke torkat i brädgård, speciellt under sommarhalvåret.

4.6 FÖRÄDLING

Efter torkningen sker en förädlingen i form av sortering och andra åtgärder av vilka de viktigaste är presenterade i Figur 4.6. Primärt tas allt virke som uppvisar markanta defekter bort. Defekter kan vara blånad men det har också blivit mycket vanligt att virke med synlig mögeltillväxt behöver kasseras. Därefter delas virket upp för användning till olika ändamål vilket kan ha skett redan innan virkestorkningen. Sedan kvalitetsgraderas virket med avseende på främst hållfasthetsegenskaper. För en del virke sker en verklig förädling i form av impregnering, hyvling eller annan bearbetning. Förr doppades virket i pentaklorfenol för att skydda det mot mögeltillväxt, något som stoppats av yrkeshygieniska skäl.

Sorteringen har förändrats från att enbart ha varit okulär till att bli mer och mer maskinell. Båda metoderna har fördelar och nackdelar. Vid en okulär besiktning är utgångspunkten olika former av defekter, främst kvistars storlek och placering. Kvistars storlek ger i allmänhet en bra bild av förväntade hållfasthetsegenskaper (Foslie & Moen, 1968). Vid maskinell sortering bestäms elasticitetsmodulen men denna avspeglar inte direkt brotthållfasthetsegenskaperna (Schmidt, 1975). En jämförelse mellan de två metoderna visar att det är tveksamt om övergången till maskinell sortering innebär någon egentlig förändring av utfallet efter sortering (Jönsson & Östlund, 1982). Men maskinell sortering är objektiv vilket är en fördel eftersom det eliminerar risken för grova fel.

De risker som finns vid förädlingen berör i första hand hur virke med mikrobiella angrep sorteras bort. Eftersom i princip allt virke har



Figur 4.6 Faktorer som kan inverka på virkets kvalitet vid förädling (Hansson, 1989).

mögelsporer i mindre eller större omfattning är detta en principiellt viktig fråga (Johansson et al, 1991). Den sortering som sker med avseende på mögel är uppenbarligen subjektiv och innebär därmed klara risker.

Impregnering bör ske och sker främst som tryckimpregnering. I den mån som mögelinfekterat virke används är detta en tveksam metodik men det kan inte uteslutas eftersom det minskar spillet. Detta innebär en risk vid framtida användning. Dessutom ska tryckimpregnerat virke torkas innan det levereras, något som alltför ofta inte sker.

Andra risker berör övriga faktorer i Figur 4.6. Virke som är infekterat med mögel bör inte utsättas för fuktpåverkan. Detta ställer krav på lagring vid sågverk, brädgårdar och inte minst på byggplatser. Om detta inte ut-

förs på lämpligt sätt så uppstår risker för främst mögeltillväxt.

RISKBESTÄMNING

5.1 ALLMÄNT

Risken för att de eftersökta egenskaperna inte kan infrias beror på en stor mängd olika faktorer. Dessa faktorer kan oftast knytas till olika moment i en kedja av händelser från det att ett träd planteras fram till att en virkesenhet finns tillgänglig för användning. Varje del i denna kedja involverar moment som innebär att olika former av risker introduceras. Med risk avses här att den metodik som används är av tveksam karaktär eller att hanteringen som ingår i ett moment inte blir utförd på ett acceptabelt sätt. Kunskapen om vad som är den mest optimala metodiken och hanteringen av virkesåvaran för att begränsa eller eliminera risken för en dålig slutprodukt är långt ifrån fullständig. Dagens metodik är till stor del styrd av ekonomiska faktorer mot en rationell hantering. Eftersom den skiljer sig i vissa avseenden från äldre metodik, som tycks ha fungerat bättre så finns det anledning att analysera om det finns faktorer i modern hantering som medför att väsentliga risker introduceras.

Kunskapen om olika faktorerers inverkan är mycket varierande. Detta gäller inte bara verklig kunskap utan också hur denna kunskap ska tolkas. Många faktorer kan troligen inte heller ses som oberoende av varandra vilket ytterligare komplicerar bilden. Ingen inom branschen eller andra närstående personer vill eller kan uttala sig i tillräckligt explicita termer för att en komplett riskbestämning ska vara möjlig. En analys av risker då det gäller konstruktionsvirkes egenskaper kan därför huvudsakligen bara göras som en kvalitativ analys genom att identifiera faktorer som kan ha en väsentlig betydelse. En viktig del i en sådan analys är en jämförelse med den metodik som utnyttjades förr. Denna äldre metodik behöver inte i alla avseenden ha varit bättre än dagens metodik men den var baserad på lång erfarenhet vilket talar till dess fördel. Bara i vissa fall har det varit möjligt att göra en fördjupad analys av effekten av vissa faktorer.

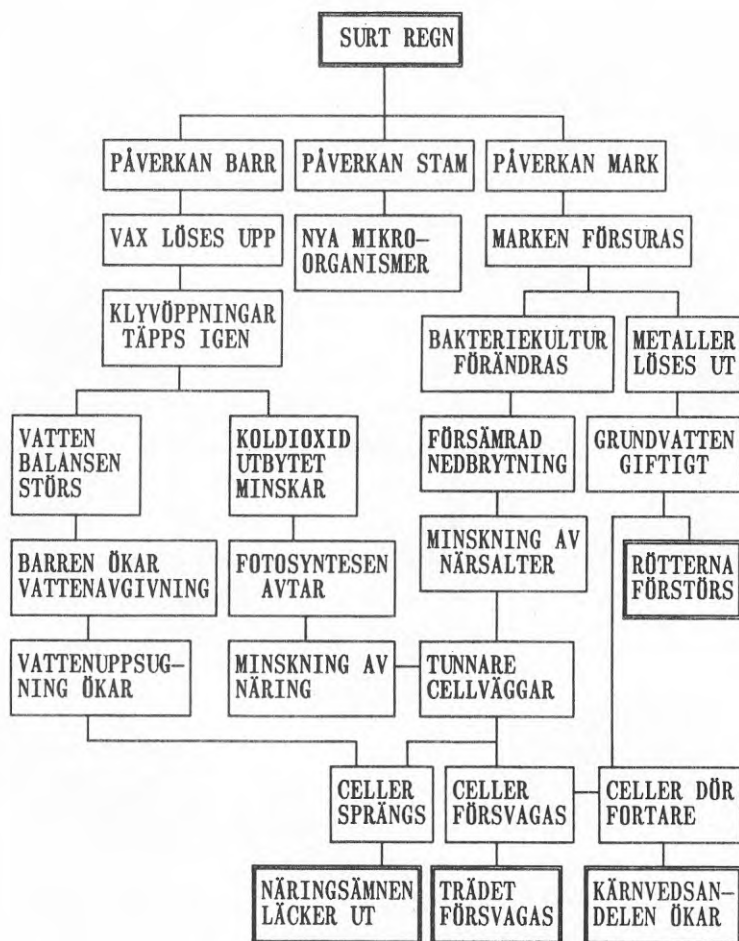
5.2 STÅNDORT

Den enda faktor bland ståndortsfaktorer som medför en påtaglig risk är klimatet. Detta gäller speciellt sur nederbörd som påverkar jordegenskaper och därmed tillväxtbetingelserna. En sur nederbörd löser ut olika metaller som normalt finns bundet i marken men även bakteriekulturen förändras. Effekten av detta är mest påtaglig i södra Sverige för mark som inte är basisk. På sikt finns risken att stora markområden inte går att använda för

skogsbruk om inte åtgärder som kalkning av mark och sjöar sätts in. Primärt finns en klar risk för påtagligt försämrade avkastning.

5.3 TILLVÄXT

Det är i första hand sur nederbörd som tilldragit sig det största intresset eftersom effekterna kan bli katastrofala. Men även lokala utsläpp från fabriker och bilavgaser har liknande effekter. I Figur 5.1 visas en sammanställning av de effekter som sur nederbörd medför för ett växande träd (Ny Teknik, 1988).



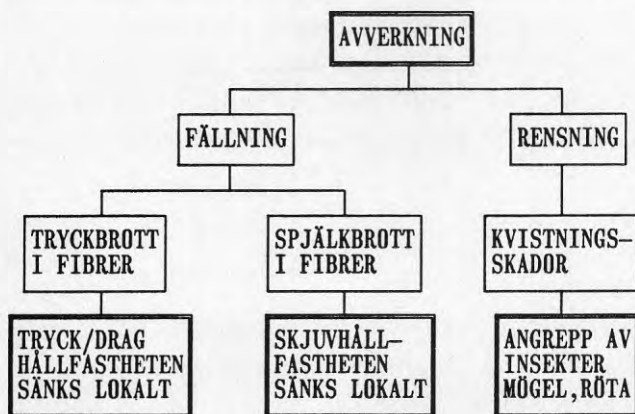
Figur 5.1 Möjliga konsekvenser av sur nederbörd.

Den kunskap som finns om effekten av sur nederbörd är i första hand baserad på erfarenheter från mellaneuropa där nederbörden är kraftigt försurad. Nederbörden är inte lika sur i Skandinavien men markområden för skogsodling har normalt en liten buffringsförmåga för sura joner vilket innebär att liknande effekter kan förväntas här också. Även om kärnvadsandelen ökar, vilket är positivt, så är det troligt att de andra konsekvenserna kommer att bli förödande på sikt.

Det finns en risk för att virkesegenskaper försämrans. Förmodligen påverkas hållfasthetsegenskaper och en ökning av insektsangrepp och mikrobiella angrepp kan förväntas.

5.4 AVVERKNING

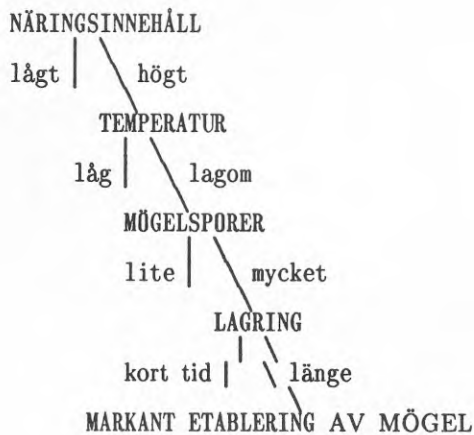
Vid mekaniserad avverkningen uppstår skador på virket. Möjliga konsekvenser av sådana avverkning är de som redovisas i Figur 5.2. Det är möjligt att fällningsskador minskar i takt med att bättre och lämpligare utrustning blir tillgänglig. Samtidigt medför en allt effektivare avverkning kanske det omvända.



Figur 5.2 Möjliga konsekvenser vid avverkning.

Fällningsskador påverkar initieilt hållfasthetsegenskaperna men kan göra angrepp från insekter, mögel och röta lättare. Den reduktion av hållfasthetsegenskaper som är möjlig finns inte dokumenterad men det är rimligt att anta att den existerar. Detta medför en risk för ett sämre utbyte om det upptäcks vid maskinell sortering. Vid visuell sortering är risken stor att dessa skador inte uppmärksammas.

Kvistningsskador medför att angrepp av insekter, mögelsporer och rötsvampar sker lättare. Men för att detta ska ske behöver ett antal



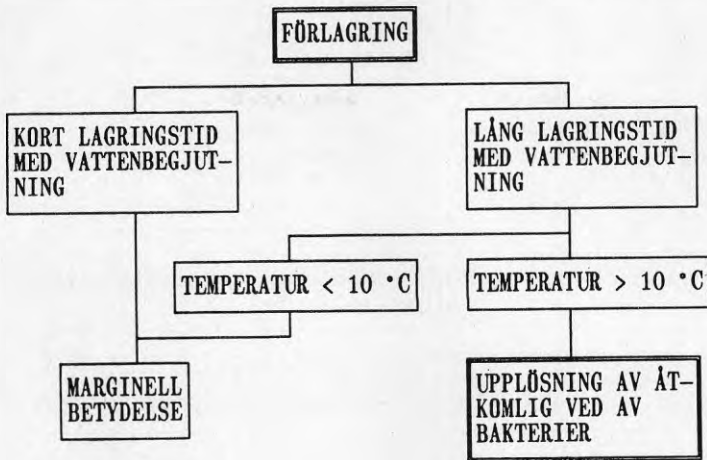
Figur 5.3 Kedja av händelser som medför markant etablering av mögel.

faktorer vara uppfyllda vilket är åskådliggjort i Figur 5.3. Om en eller flera faktorer inte är uppfyllda bryts händelsekedjan och konsekvensen uteblir eller blir mindre allvarlig. Eftersom aktiviteten hos olika skadeinsekter, mögelsporer och rötsvampar bara är påtaglig under sommarhalvåret då temperaturen är lämplig är förutsättningarna för denna risk varierande under året. Men då de förutsättningar som är angivna i Figur 5.3 är uppfyllda är risken påtaglig. Omfattningen på konsekvensen beror sedan på hur länge lagring sker i skogen och senare vid den efterföljande lagringen på ett sågverk.

5.5 SÅGVERK

Modern sågverkshantering skiljer sig i flera avseenden från äldre metodik. För det första behövs en förlagring av virke för att trygga försörjningen över ett år. För att detta virke inte ska torka ut behöver vatten tillföras. Detta sker antingen genom lagring i vatten eller på land där timret vattenbegjuts. En sådan lagring möjliggör bakteriella angrepp som medför en upplösning av cellväggar. Konsekvensen är en ökad permeabilitet vilket ger en sämre råvara.

De risker som finns vid lagringen av virke är högst påtagliga. Detta gäller speciellt under sommarhalvåret då det ofta kan förväntas att bakteriella angrepp sker.



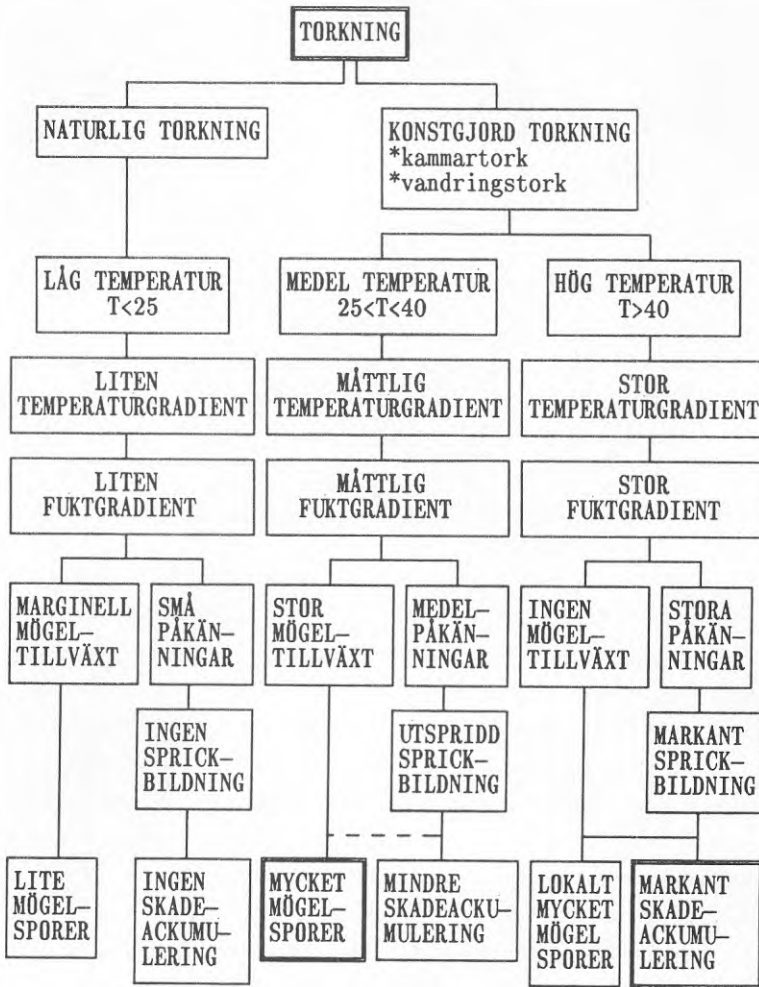
Figur 5.4 Möjlig konsekvens vid lagring innan sågning

Efter sågningen och sorteringen ska virket torkas. Idag sker den mesta torkningen i virkestorkar till skillnad från brädgårdstorkning förr. Vid denna torkning kommer ytskiktet att torka ut snabbt medan det går betydligt långsammare för inre delar. Eftersom trä är ett hygroskopiskt material med stora fuktrörelser leder detta till problem. Den uttorkade ytan vill dra ihop sig men detta går inte så länge det inre fortfarande är fuktigt. Effekten är att stora dragpåkänningar uppstår i ytskiktet. Dessa påkänningar är ofta så stora att sekundärkrypning kan förväntas ske. Sekundärkrypning är en viskös respons vars konsekvens är en sprickbildning för ett töjningsmjuknande material som trä. Hur stor skadeackumulering som sker beror dels på den påkänning som verkar, vilken ökar med ökande temperatur, dels varaktigheten i torkprocessen. Dessa aspekter behandlas i Kapitel 3.

En förhöjd torktemperatur är, upp till en viss temperatur, gynnsamt för mögeltillväxt. Om detta sker samtidigt som virket spricker upp får mögelsporer tillgång till mer näring och fukt. Om torkning sker vid en temperatur som begränsar effekten av skadeackumulering blir tillväxtbetingelserna för mögelsporer mycket gynnsam. Om däremot temperaturen höjs över den nivå då sporer tillväxer snabbt så kommer skadeackumuleringen att bli stor i form av sprickbildning.

Risken för en försämring av virkes egenskaper i virkestorkar är påtaglig. Denna försämring påverkar främst långtidsegenskaperna och är svår att upptäcka vid maskinell sortering där enbart de elastiska egenskaperna mäts.

Risken för en etablering av mögelsporer är också påtaglig. Erfarenheter



Figur 5.5 Möjliga konsekvenser vid virkestorkning.

visar att detta är relativt vanligt förekommande (Johansson et al, 1990).

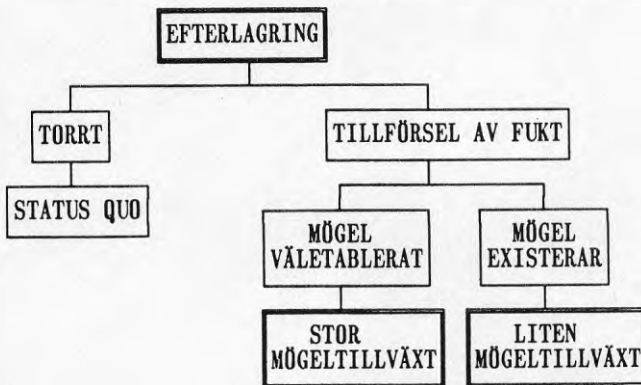
5.6 FÖRÄDLING

Den förädling som sker efter torkningen är i princip samma som använts under lång tid med skillnaden att en mekanisering skett. Den dramatiska förändring som skett i processen som föregår förädlingen och som utgör en uppenbar risk för försämring av virkesegenskaperna tycks inte ha påverkat förädlingen i någon större omfattning.

Sortering i olika kvalitetsklasser sker nu för tiden huvudsakligen genom maskinell sortering där elasticitetsmodulen bestäms. Detta är en enkel och rationell metodik men är inte nödvändigtvis bättre än den gamla okulära besiktningen. Under torkningen finns en påtaglig risk för en ökad mängd sprickor i virket vilket främst försämrar de viskösa materialegenskaperna. Med de sorteringsmetoder som används idag finns ingen möjlighet att bestämma denna förändring på ett enkelt och bra sätt. Det finns en risk för att virke har sämre långtidsegenskaper jämfört med förr.

Den metodik som används idag med en visuell granskning av virkespartier med avseende på mögelförekomst innebär en stor risk för att virke som inte borde ha använts inte blir bortsorterat. Dessutom återstår frågan om hur mycket mögelsporer det finns hos det virke som anses som acceptabelt. Förekomsten av mögelsporer är i allmänhet inte önskvärd för konstruktionsvirke, i varje fall inte i någon större omfattning. Vissa skillnader i krav kan möjligen finnas mellan olika användningar vilket gör att kan finnas anledning att sortera virke med avseende på något mögelkriterium. Risken för att virke med för mycket mögelsporer kommer ut på marknaden är påtaglig.

Eftersom mögelsporer kan förväntas vara etablerade på en stor mängd av det virke som slutligen når en konsument är hanteringen innan det byggs in i ett hus väsentlig. Speciellt gäller det att skydda virke från påverkan av fukt. Ur risksynpunkt kan detta åskådliggöras som i Figur 5.6. Om inte en potentiell användare uppmärksammas på detta uppstår ytterligare en risk.



Figur 5.6 Möjliga konsekvenser vid efterlagring.

VÄRDERING AV RISKER

6.1 ALLMÄNT

Alla produkter, naturliga eller sådana som är tillverkade, innehåller felaktigheter. Detta avspeglar att det är omöjligt att finna något som är perfekt. Redan i uppbyggnaden av material uppstår felaktigheter. Detta är en naturlig del hos alla material och detta påverkar materialegenskaperna. Sådana felaktigheter kan tas som utgångspunkt i en analys av materialegenskaper vilket redovisas i Kapitel 3. På grund av att karaktären hos dessa fel som är slumpmässig leder detta till en stokastisk materialbeskrivning. Människans aktiviteter i form av tillverkning av material, dimensionering och användning medför att mer markanta felaktigheter introduceras. Översiktligt kan sådana felaktigheter grupperas som

- felaktig kunskap om materials egenskaper, funktion eller kapacitet i den omgivning det används.
- felaktiga dimensioneringsprinciper eller felaktiga antaganden
- felaktigheter som uppstår vid tillverkningen
- felaktigheter vid användningen
- felaktigheter vid underhåll

Under alla tider har försök gjorts för att reducera mängden felaktigheter eller effekten av felaktigheter som introduceras av människor. Det är av denna anledning som olika typer av kontrollåtgärder används. Men det är omöjligt att eliminera alla fel vilket gör det nödvändigt att ha en säkerhetsmarginal. De säkerhetsfaktorer som används vid dimensionering har i praktiken denna effekt. Men detta kan vara en falsk säkerhet eftersom felaktigheter som introduceras av människor normalt inte kan beaktas vid dimensionering. I stället borde säkerhetsnivån styra de kontrollåtgärder som utnyttjas.

6.2 RISKVÄRDERINGSPRINCIPER

Det finns en grundläggande skillnad mellan hur samhället och enskilda grupper eller individer uppfattar en risk. Mellan risken för en oönskad konsekvens och konsekvensen finns en relation som är beroende på vem som värderar risken. Ägaren eller användaren av ett system är huvudsakligen

intresserad av tillförlitligheten medan samhället tenderar att fokusera sitt intresse mot risken för oönskade konsekvenser. Vilka risker som kan accepteras är däremot inte alltid uppenbart. De konsekvenser som kan uppstå är också väsentliga i sammanhanget.

Vid en bedömning av risker bör följande förutsättningar särskiljas i detta fall

- samhälle – ägare eller användare
- katastrofal konsekvens – tolerabel konsekvens

Vid en riskbedömning bör olika alternativ jämföras med varandra för att ett rationellt val ska kunna göras. Detta kräver god information om inte bara det system som analyseras utan också om de alternativ som kan finnas. Vid en ökning av tillgänglig information tenderar i allmänhet acceptansnivån att öka helt enkelt för att en bättre bedömning kan göras. Det finns också andra mekanismer som påverkar synen på risker. Risker som inte är direkt påtagliga utan som kan uppstå långt fram i tiden tenderar att undervärderas. Detta gäller till exempel risken för cancer på grund av rökning. Men även direkt påtagliga risker kan accepteras om tillräckligt stora fördelar kan uppnås. Ett exempel på detta är bilkörning och flygning. I andra fall är bedömningen helt konsekvensinriktad. Detta gäller till exempel beslutet att bygga stora stenmagasin intill kärnkraftverk för att eliminera effekten av ett möjligt radiaktivt utsläpp.

En riskvärdering av enskilda är subjektiv och de värderingar som görs kan variera inom ett brett område. Samhället har förenklat denna aspekt genom att i stället fokusera sig på konsekvensen. Risker i allmänhet kan knappast beaktas ur politisk synvinkel utan det är enklare att beakta möjliga konsekvenser som om de kommer att inträffa. Detta oavsett hur liten sannolikheten är för att det ska inträffa.

Konsekvensers omfattning eller storlek kan beaktas på olika sätt. Ofta kan en möjlig konsekvens lättare åskådliggöras och därmed konkretiseras. Detta medför att det alltför ofta finns en tendens att överdriva konsekvenser. Effekten av detta är ofta inte en realistisk värdering av risken utan en bedömning om en möjlig konsekvens kan accepteras eller om den ska elimineras.

6.3 RISKVÄRDERING OCH TILLFÖRLITLIGHET

Tillförlitlighet hos system har blivit allt viktigare i samband med att dessa system har blivit allt större eller mer komplicerade. I speciellt stora projekt

har det därför blivit allt vanligare med olika former av riskanalys för att belysa de faktorer som kan vara av intresse. Oftast fokuseras sådana studier på två aspekter

- risken för brott
- risken för att systemet inte fungerar som avsett

Ur samhällets synvinkel är risken för brott det dominanta vilket också avspeglar sig i regelsystem och normer. Risken för att systemet inte fungerar som avsett är däremot oftast den enskildes problem.

Vid en riskanalys av ett system antas normal följande saker:

- 1 Osäkerheten i bestämningen av komponenters egenskaper är känd.
- 2 Alla primära brottmoder har identifierats.
- 3 Alla sekundära brottmoder som uppstår på grund av någon udda orsak är identifierade.
- 4 Brottmoder som uppstår på grund av förslitning i användningen är identifierade.
- 5 Förändrad funktion på grund av användningen är beaktad.
- 6 Parameterskattningar är verifierade.
- 7 Extrema konsekvenser med försumbart liten sannolikhet för att inträffa är inkluderade.

Det är högst osannolikt att alla risker kan inkluderas på ett optimalt sätt. Snarast är det mer realistiskt att förutsätta att något kan ha blivit försummat eller behandlat på ett mindre bra sätt. Detta gäller speciellt aktiviteter som involverar omfattande mänsklig verksamhet eller aktiviteter som är svåra att definiera. Det senare berör många aspekter som ofta inte går att definiera i exakta termer eftersom kunskap helt enkelt saknas. Detta gäller inte minst att ett system ska fungera i framtiden vars natur bara beaktas utifrån vad som är känt idag.

Med riskanalys kan aldrig total tillförlitlighet uppnås. Men det är möjligt att förbättra tillförlitligheten med hjälp av riskanalys till en acceptabel nivå. Målsättningen bör vara att med hjälp av riskanalys identifiera potentiella risker så att de kan beaktas på ett lämpligt sätt.

6.4 RISKVÄRDERING AV VIRKE

Utgångspunkten vid en värdering av virkesegenskaper är vilka egenskaper

som kan anses väsentliga och vilka krav som kan ställas. Detta ska också ställas i relation till de egenskaper som konstruktionsvirke möjligen har haft förr, dagens egenskaper och vad som kan tänkas hända i framtiden.

De egenskaper som belysts är hållfasthetsegenskaper och mikrobiell påverkan hos konstruktionsvirke. Det framstår som uppenbart baserat på redovisningen i Kapitel 4 och Kapitel 5 att virke kan få mycket olika egenskaper beroende på hur det hanterats innan det används. Den risk som uppstår vid användning av konstruktionsvirke beror mycket på typen av konstruktion, hur den har dimensionerats och inte minst utförts. Men samtidigt får inte virke vara så känsligt för någon tillfällig avvikelse så att detta blir utslagsgivande. Mycket tyder emellertid på att virkeskvaliteten har försämrats och därmed givit upphov till nya risker vid användning. Därför finns det anledning att ställa krav för att möta denna förändring i riskbilden.

Krav på virkeskvalitet kan ställas från samhället, organisationer eller enskilda användare. Det är dessutom inte bara en fråga om virkesegenskaper utan också hur det används. Många konstruktionslösningar innebär i sig en påtaglig risk, speciellt med avseende på förhöjda fukthalter. Dessutom medför utförandet påtagliga risker vilka ofta försummas (Hansson, 1986). Det är alltså många aspekter som kan vägas in i kravformuleringar beroende på vilken riskvärdering som görs.

För samhället är hållfasthetsegenskaper väsentliga. Krav finns på att tillförlitligheten ska vara tillfredställande för träkonstruktioner. Dessa krav är helt inriktade på en verifiering av hållfasthetsegenskaperna genom någon form av provning. Detta sker främst genom böjprovning där de elastiska egenskaperna bestäms. Detta kommer inte att förändras. Snarast kan det finnas anledning att beakta om mer kvistar och ökad sprickbildning påverkar långtidsegenskaperna. Detta kräver någon annan form av kontroll.

Krav som inriktar sig på mikrobiellt påverkat virke är oftast inte samhällets intresseområde om det inte kan visas att konsekvenserna är eller blir påtagliga. Detta är normalt inte fallet. En konsekvensanalys (Nevander & Elmarsson, 1991) visar att ur samhällets synvinkel är det acceptabelt med ett antal fukt- och mögelskadade hus varje år. Men då bortses helt från den sociala dimensionen och den påverkan på enskilda individer som mögelpåverkade konstruktioner innebär. Denna konsekvens som är fördröjd i tiden gör att risken ofta inte upplevs som angelägen.

Det finns anledning att ställa utökade krav på konstruktionsvirkes egenskaper. Virke som är påverkat av mikrobiella aktiviteter innebär en klar risk vid användning. Detta gäller främst i konstruktionsdelar där det kan förekomma att fuktnivån kommer över en viss gräns under långa tids-

perioder. Men även för normala konstruktionsdelar kan fuktnivån under vissa delar av året bli sådan att det finns förutsättningar för en mögeltillväxt under dessa perioder (Nevander & Elmarsson, 1991). För att minska risken för problem med mögel i framtiden behövs någon form av sortering med avseende på förekomsten av mögelsporer eller någon annan mikrobiell aktivitet som är en lämplig indikator.

Det finns också andra aspekter som målningsbarheten. Bakteriepåverkat virke kan medföra att det uppstår färgskillnader mellan olika virkesdelar. Detta innebär att det finns anledning att ställa krav som avspeglar existerande påverkan av mikrobiella aktiviteter och känsligheten för framtida påverkan.

Det bör ligga i sågverkens intresse att kunna erbjuda en produkt som är lämplig för olika former av tillämpningar. Målsättningen bör vara att visa att de risker som kan finnas vid användning av virke är acceptabla vilket i sig kräver förändringar. Detta är en form av produktutveckling som diskuterades inledningsvis och som är angelägen eftersom virkeskvaliteten har ifrågasatts.

REFERENSER

- Axen, B., Hyppel, A. & Moqvist, S. (1984) : Mögel i bjälklag, T7:1984, Bygghälsningsrådet.
- Back, L. (1972) : Reiner Weisenbergs theory applied to time dependent fracture of wood subjected to various modes of mechanical loading, Wood Science Vol. 5, No. 3.
- Bohannon, B. (1966) : Effect of size on the bending strength of wood members, U.S. Forest Serv., Forest Prod. Lab. Rep. FPL 56.
- Desch, H.E. (1981) : Timber, its structure, properties and utilisation, The MacMillan Press Ltd.
- Diös & SBUF (1986) : Det viktiga virket – det riktiga virket, Folder från Diös Östra Bygg.
- Dubois, D. & Prade, H. (1980) : Fuzzy sets and systems theory and applications, Academic Press.
- Foslie, M. & Moen K.(1968) : Strength properties of Norwegian Spruce, Meddelande 33, Norsk treteknisk institutt.
- Foschi, R. & Barrett, J.D.(1976) : Longitudinal shear strength of Douglas—fir, Canadian J. Civ. Eng. 3, p. 198 – 208.
- Foschi, R. & Barrett, J.D.(1982) : Load—duration effects in western Hemlock Lumber, ASCE Vol. 108, No. ST7.
- Hansson, T. (1986) : Att bygga torrt, Rapport 8604021 TTC.
- Hansson, T. (1989) : Referensgruppsinformation.
- Henningsson, B., Lundström, H. & Bjurman, J. (1989) : Stopp för blånad, mögel och röta, SLU Skogsfakta Nr 13.
- Johansson, G., Kliger, R. & Perstorper, M. (1990) : Kvalitetskrav på byggnadsvirke, R105:1990, Bygghälsningsrådet.
- Jönsson, R. & Östlund, L. (1982) : Säkerhetsproblem för träkonstruktioner, TVBK—3026, Bärande Konstruktioner, LTH.
- Källsner, B. & Noren, B.(1978) : Creep buckling of wood columns, STFI A 518
- Lundgren, Å. (1983) : Möglets mekanik – etablering på trä, R138:1983, Bygghälsningsrådet.
- Lundgren, Å. (1988) : Krypningens mekanik i trämaterial, R32:1988, Bygghälsningsrådet.

- Lundgren, Å (1990) : Hygroskopiska egenskaper hos spånskivor – åldrande, sammanfattning av BFR projekt.
- Malmquist, L. (1988) : Kammartorkning av virke på basis av en diffusionsmodell, Träteknik, Rapport I 8902004.
- Martin, J.W.(1980) : The analysis of data for wood in the bending mode, Wood Sci. Technol. 14, p 187 – 206
- Mohager, S.(1987) : Studier av krypning hos trä, Byggnadsmateriallära KTH TRITA-BYMA 1987:1
- Nevander, L.E. & Elmarsson, B.(1981) : Fukthandbok, Svensk Byggtjänst.
- Nevander, L.E. & Elmarsson, B.(1991) : Fuktdimensionering av träkonstruktioner, R38:1991, Byggnadsrådet.
- Pühringer, J. & Makes, F. (1986) : Biologisk mögelbekämpning, R93:1986, Byggnadsrådet.
- Ranta-Maunus A. (1975) : The viscoelasticity of wood at varying moisture content, Wood Science and Technology, Vol. 9, p 189 – 205
- Raiffa, H. (1968) : Decision analysis, Addison-Wesley.
- Rove, W.D. (1977) : An anatomy of risk, John Wiley & Sons.
- Rydell, R. (1981) : Inverkan av torkmetod på långtidsbeständigheten för fönstervirke, STFI A 731.
- Rydell, R. (1982) : Samband mellan densitet och årsringsbredd samt några andra egenskaper, STFI A 763.
- Schniewind, A.P. (1967) : Creep-rupture life of Douglas-Fir under cyclic environmental conditions, Wood Sci. Technol. Vol. 1 pp 278 – 288.
- Schwing R.C. & Albers, W.A. (1980) : Societal risk assessment, Plenum Press.
- Sentler, L. (1980) : En metod för analys av krav på byggnader, Rapport TVBK-3008, Inst. Byggnadsteknik, LTH.
- Sentler, L. & Andersson A.-C. (1982) : Riskanalys av fönster, en metod för utvärdering av krav, Rapport R43:1982, Byggnadsrådet.
- Sentler, L. (1987) : A strength theory for viscoelastic materials, Document D9:1987, Swedish Council for Building Research.
- Sentler, L. (1988) : A stability theory for orthotropic viscoelastic structural members, Document D5:1988, Swedish Council for Building Research.

- Sentler, L. (1991) : Stochastic characterization of timber strength, 1991 Int. Timber Eng. Conf. London.
- Sentler, (1992) : L. Fiberkompositer som armering, Materialegenskaper, Rapport R10:1992, Byggeforskningsrådet.
- Schmidt, T.; (1975) : Samband mellan draghållfasthet och böjstyvhet, Serie B, Nr 331, STFI.
- Sugiyama, H.; On the effect of the loading time on the strength properties of wood, Wood Sc. Technol. Vol. 1 1967, pp 289 – 303
- Tamminen, Z. (1987) : Lägre virkeskvalitet med modernt skogsbruk, tidningen byggforskning No. 2
- Thörnqvist, T. (1986) : Hur vedegenskaperna påverkas av skogsdöden, R14:1986, Byggeforskningsrådet.
- Thörnqvist, T. (1987) : Vedegenskaper och mikrobiella angrepp i och på byggnadsvirke, R10:1987, Byggeforskningsrådet.
- Thörnqvist, T. (1989) : Referensgruppsinformation.
- Wood, L.W. (1951) : Relation of strength of wood to duration of load, U.S. Forest Serv., Forest Prod. Lab. Rep. 1916 1951.

R39:1992

ISBN 91-540-5494-X

Byggeforskningsrådet, Stockholm

Art.nr: 6812039

Abonnemangsgrupp:
V. Anläggningsteknik
Z. Konstruktioner och material

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 60 kr exkl moms