



Institutionen för skogens produkter och marknader

**Virkets formförändring och dess betydelse
vid postning**

Henrik Nordin



Institutionen för skogens produkter och marknader

Virkets formförändring och dess betydelse vid postning

Henrik Nordin

*Examensarbete 20 poäng, D-nivå i ämnet teknik
Henrik Nordin, Civ.ing. programmet ht-99, Uppsala Universitet*

Handledare: Mats Nylinder

Sammanfattning

Syftet med examensarbetet var att skapa en postningsmodell för sågverk, denna skulle kunna utvecklas till ett färdigt program för kommersiellt bruk. Tyngdpunkten har lagts på att konstruera den modul som beskriver träets krympning. Programutvecklingen försvårades av att det finns flera teorier om hur träet krymper. För att hitta rätt teori provades olika hypoteser innan den slutgiltiga hypotesen valdes. Jag valde programmeringsspråket Visual Basic.NET eftersom utseendet på mitt program skulle vara lätt att ändra under dess utveckling. Visual Basic .NET är lätt att ändra eftersom knappar och menyer ritas i en editor istället för att skrivas i text.

Det utvecklade programmet kan köras i Pc-miljö och simulerar träets krympning vid torkning och visar hur den valda brädan förändrar utseende.

Programmet har en svaghet, vid simulering av märgbitar ger den inte ett korrekt resultat på grund av plasticiteten i träet. En utveckling av programmet skulle vara att implementera en metod som kallas Finita Element Metoden. Arbetet har avslutats med att ta fram en fullständig modell av ett postningsprogram där krympningsmodellen ingår.

Abstract

The purpose of this thesis was to create a saw pattern program for the sawmill industry. I have chosen to focus on the module that describes the shrinking on the wood. There are several theories about how the wood deforms by shrinking. Several hypotheses were simulated in the program and after testing them I decided to use only one of them (hypothesis C).

The program is written in Visual Basic .NET and I choused that program language because it is easy to do changes in the layout. Another great advantage in Visual .Net is that you can mix different languages in the same program. For example you can use one language for calculating a motion and another one for the design.

With the program you can simulate the shrinking of a plank when it's drying. The result is a picture of the plank with its new width and thickness.

The program has one disadvantage, which occurs when a plank is placed in the middle of the log, the forces in the plank are then different and the hypothesis doesn't work for those cases.

The final part of the work was to make a sketch of how a saw pattern model should look like with the shrinking module.

1	INLEDNING	3
1.1	BAKGRUND	3
1.2	SYFTE	3
1.3	PROBLEM OCH AVGRÄNSNINGAR	3
1.4	MÅLGRUPP	4
2	TEORI	5
2.1	TRÄDETS UPPBYGGNAD	5
2.2	ÅRSRINGAR	6
2.3	KÄRNA OCH SPLINT	6
2.4	VATTEN I TRÄDET	7
2.4.1	<i>Fibermättnadspunkt</i>	7
2.4.2	<i>Drivkrafter bakom fuktens transport</i>	7
2.4.3	<i>Fuktkvotens variation i stammen</i>	7
2.4.4	<i>Virkestjocklekens inverkan</i>	7
2.4.5	<i>Fiberriktningens inverkan</i>	8
2.4.6	<i>Kärnan och splintens inverkan</i>	8
2.5	KRYMPNING OCH SVÄLLNING	9
2.5.1	<i>Inledning</i>	9
2.5.2	<i>Krympning i olika huvudriktningar</i>	9
2.5.3	<i>Varför krymper brädan olika mycket tangentiellt jämfört med radiellt</i>	10
2.5.4	<i>Krympningens praktiska betydelser</i>	11
2.5.5	<i>Vid krympningen uppkommer spänningar</i>	11
2.6	DEFORMATIONSFEL	12
2.6.1	<i>Flatböjning</i>	12
2.6.2	<i>Kantkrokighet</i>	12
2.6.3	<i>Kupighet</i>	13
2.6.4	<i>Skevhet</i>	13
3	UTFÖRANDE	14
3.1	KRYMPNING	14
3.1.1	<i>Introduktion</i>	14
3.1.2	<i>Radiell krympning</i>	15
3.1.3	<i>Tangentiell krympning</i>	15
3.1.4	<i>Varför tre tangentiella hypoteser ?</i>	16
3.2	BESKRIVNING AV FRAMTAGET ANALYSPROGRAM	23
3.3	UNDERLAG FÖR PROGRAMDESIGN	25
3.3.1	<i>OLE -verktyget</i>	25
3.3.2	<i>Question Option and Criteria</i>	25
3.3.3	<i>Framtida programutveckling</i>	26
4	DISKUSSION	29
4.1	PROGRAMMETS BEGRÄNSNINGAR	29
4.2	EN ANALYS AV HUR VÅL PROBLEMET LÖSTS	29
4.3	DÅ PROBLEMET EJ LÖSTS FULLSTÄNDIGT GES EN BESKRIVNING AV DE TROLIGA ORSAKERNA	29
4.4	EN FRAMTID	30

Inledning

1.1 Bakgrund

I sågverksindustrin i Sverige i dag finns allt från små sågar till stora industrisågar. Sågningen innebär att ur varje stock få fram bästa möjliga utbyte. Sättet att nå dit varierar givetvis mycket beroende på att resurserna är så olika.

Timret sorteras normalt före sågning efter diameter och längd. De sorterade stockarna sågas på ett sådant sätt att man utvinner maximalt av stocken. En postning är det sågmönster som stocken sönderdelas i. Sågningen ger bräder, plankor, flis och sågspån. Att få fram den optimala postningen beror på en mängd faktorer, som priset på olika produkter, sågbladens bredd, krympning mm. Målet för varje såg är att nå fram till optimal postning. De hjälpmedel som finns i dag skiljer sig mycket åt, en enmanssåg: visuell bedömning kompletterad med måttband och klave (längd, bredd) kontra industrins lasermätning där hela stocken beskrivs mycket exakt tredimensionellt. Små sågar har möjlighet att posta om relativt ofta medan sågningen på stora sågar måste gå fortare vilket kräver färre ompostningar. Optimala postningsbeslut är således viktigt för de större sågverken och att i dessa beslut ta hänsyn till faktorer som krympning, dimensioner etc. Detta arbete är tänkt som ett hjälpmedel i denna process.

1.2 Syfte

Syftet för examensarbetet har varit att konstruera en postningsmodell som tar hänsyn till träets krympning.

1.3 Problem och avgränsningar

Att inom examensarbetets tidsram få fram ett färdigt program var inte möjligt varför omfattningen på arbetet begränsades. Målet sattes till att ta fram en teoretisk postningsmodell som innehåller ett färdigutvecklat program, nämligen ett program som tar hänsyn till träets krympning. Detta program skall kunna demonstreras i pc miljö, där man skall kunna mata in olika uppgifter som stockens diameter, fuktighet och var utbytet sågas från stocken. Programmet skall då på skärmen visa brädans förändring vid torkning. När det gäller postningsmodulen ska den kunna ligga till grund för en färdig produkt. För att förstå den komplicerade krympningen var det viktigt med litteraturstudier. Jag började med att skapa en allmän bild om trädets uppbyggnad. För att sedan läsa om själva krympningen och då var det viktigt att förstå vattnets vandring i trädet. Resultatet av krympningen är deformationer av olika slag och är därför viktig att ta med i litteraturstudien. För att göra en så bra postningsmodell som möjligt använde jag mig av OLE och QOC som är designmetoder som används på institutionen för informationsteknologi vid Uppsala universitet

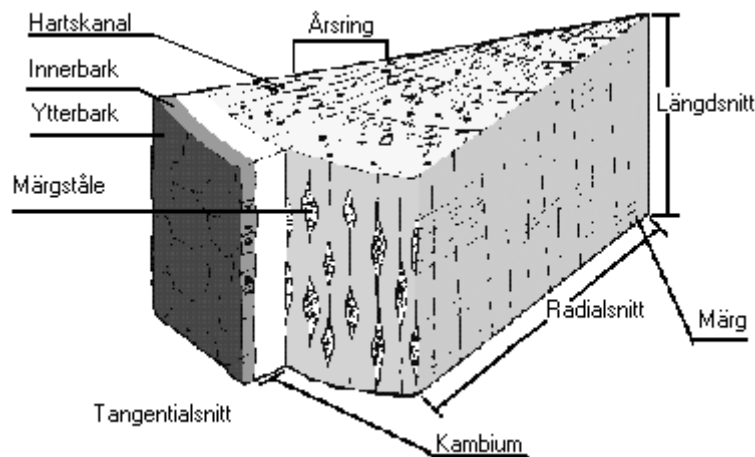
1.4 Målgrupp

Det färdiga programmet riktar sig till personer i sågverksföretag som ansvarar för postningen. Många av dessa personer sysslar inte dagligen med datorer, det är därför viktigt att layouten är väl genomtänkt och användarvänlig. För att modellen ska te sig lockande för kunden bör den ha en genomtänkt design och innehålla en unik produkt.

Teori

1.5 Trädets uppbyggnad

Barrved består till övervägande del av trakeider, dessa är långsmala celler med ringporer och de finns huvudsakligen i cellernas radiellt ställda väggytor. Trakeidernas uppgift är att ge mekanisk stadga och leda vätska. Trakeiderna är avlånga och ihåliga och är placerade tätt intill varandra. Vid ett tvärsnitt av trädet är cellerna placerade på rader i den radiella riktningen (figur 2.4). Hålrummet i cellen kallas lumen och är vattenfylld i splintveden och luftfylld i kärnveden. Trakeiderna kallas också för fibrer och dess storlek varierar beroende på dess funktion i trädet. Vårvedens celler har tunna väggar medan sommarvedens väggar är tjockare. Andelen sommarved är dock mindre om man ser till tvärsnittet (figur 2.4). Längden på fibrerna är minst vid märgen som är stammens centrum för att sedan öka till den 15:e-20:e årsringen. Efter det är fiberlängden mer eller mindre konstant. Från stubben och upp till gränsen för trädkronan ökar fiberlängden, för att sedan minska mot toppen.

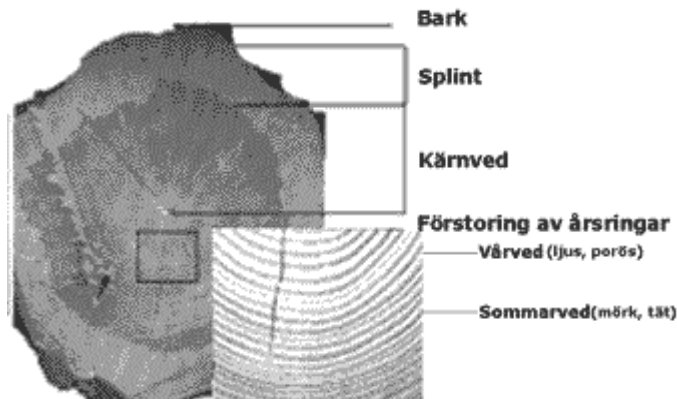


Figur 2.1 Genomskärning av trädstock. (Källa www.trainformation.se)

Märgstrålarna uppgift är att transportera näringslösning från innerbarken till märgen, där näringslösningen transporteras från barken och nedåt. Märgstrålarna är till stor del uppbyggda av parenkymceller som i barrveden även lagrar näringsämnen. Parenkymcellerna är mer eller mindre kubiska och prismaformade med en längd på 0,01-0,016 mm och en bredd på 0,002 - 0,05 mm. Hartskanalens uppgift är att lagra och transportera kåda (harts) genom sina rörliknande gångar och består också till en viss del av parenkymceller. Kanalerna går antingen längs med trädstammen eller radiellt med märgstrålarna. Då trädet skadas tränger kåda ut ur kanalerna, som stelnar och täcker såret. Vätska i veden kan transporteras från cell till cell genom porer i cellväggarna. Mellan olika sorters celler finns det olika typer av porer, enkla-halvenkla- och ringporer. Mellan bredvidliggande parenkymceller finns enkla porpar, mellan trakeider och parenkymceller halvenkla porer och mellan två trakeider sitter ringporer. (Esping, 1974)

1.6 Årsringar

En trädstam genomlöps i mitten av märgen som upptill slutar i trädknoppen. Märgen omges av ved som utgör huvuddelen av stammen. Veden övergår utåt i kambiet som är ett tunt lager levande celler som ombesörjer tjocklekstillväxten. Kambiet begränsas av bastlagret som i sin tur övergår i barken.



Figur 2.2 Stockens uppbyggnad.

I figur 2.2 ser man att trädet består av cirkulära ringar som kallas årsringar. Dessa ringar är koniska och uppstår genom förändringar i trädets klimatiska livsbetingelser under ett år. Efter vintervilan börjar cellbildningen i kambiet för att avstanna mot slutet av sommaren. En årsring består av ett inre ljusare parti som bildas under vår och försommar och kallas vårved samt en mörkare del som bildas under sommaren och kallas sommarved. I vårveden är trakeiderna tunnväggiga vilket gör cellen lätt och porös. Höstveden har celler med mindre hålrum och tjockare väggar, det gör att cellen är fastare och tyngre. I vårveden sker den huvudsakliga väsketransporten, medan höstveden bildar den bärande delen av stammen. Bredden på årsringarna kan variera från träd till träd beroende på trädslag, klimat och mark. (Saarman, 1992)

1.7 Kärna och splint

När trädet har nått en viss ålder sker det ofta en inre förändring. Hos tall, gran och vissa andra träd stängs väsketransporten för cellerna i de inre årsringarna. Cellernas porer täpps till eftersom trädet inte behöver transportera vätska genom hela tvärsnittet. Denna inre del kallas kärna och dess yttre del kallas splintved. Kärnvedens enda uppgift är att ge trädet stadga och styrka. Svällning och krympning är ungefär densamma som för splintved men då den upptar och avger fuktighet långsammare än splintveden rör den sig mindre vid normala fuktighetsvariationer.

1.8 Vatten i Trädet

1.8.1 Fibermåtnadspunkt

Träsubstansen i en cellvägg kan endast ta upp vatten till en viss gräns innan den blir mättad. Vid fibermåtnadspunkten är andelen vatten ca 30 % vilket gäller hos alla träslag. Tillför man mera fukt, samlas den i cellernas lumen. Fibermåtnadspunkten är ungefärlig och varierar från träslag till träslag och kan även variera inom ett och samma träd. För furu och gran är t.ex. fuktkvoten vid fibermåtnadspunkten 26 % i kärnan och 30 % i splinten. Fuktkvoten är vikten av vedens fukt i procent av vedens vikt i absolut torrt tillstånd. Vid fibermåtnadspunkten är cellväggarna mättade med fukt, denna fukt kallas bunden fukt eller bundet vatten. Fri fukt eller fritt vatten är fukt utöver bunden fukt och som samlas i lumen och i vissa hålrum mellan fibrillerna. Här hålls fukten kvar endast av kapillära krafter, dvs. till följd av ytspänningskrafter. Vid en fuktkvot högre än fibermåtnadspunkten är därför cellerna mättade med fukt. Den övriga fukten förekommer som fritt vatten. (Esping, 1974)

1.8.2 Drivkrafter bakom fuktens transport

När trä torkar försvinner vattnet från cellen och transporteras ut genom brädan. Det finns tre diffusionsvägar:

1. Kapillära krafter som får det fria vattnet att röra sig mot ytan genom cellhålrummen och genom förbindelsekanaler i cellväggarna.
2. Skillnader i ångtryck (relativ fuktighet) vid ytan och virkets inre delar förmår vattenången att röra sig till ytan genom cellhålrummen och porerna. Detta är en utjämningsprocess av ångtrycket.
3. Skillnader i fuktkvot förmår det bundna vattnet i cellväggarna att röra sig mot ytan. Detta är en utjämningsprocess av fuktkvoten.

1.8.3 Fuktkvotens variation i stammen

Då klimatet ändras under årstiden anpassar trädet fuktkvoten till rådande förhållande. Splinten förändrar periodvis sin fuktkvot. Den fungerar som en regulator mot trädets egna behov samt tillgång på fukt i marken. Fuktighetsperioden är som störst under vintern för att sedan minska under vegetationsperioden. (Esping, 1974)

1.8.4 Virkestjocklekens inverkan

I en sågverkstork torkar virke av 25mm tjocklek ungefär dubbelt så fort som virke med 50 mm tjocklek. I praktiken blir skillnaden aldrig så stor då råfukten, densiteten och torkningsförhållandena aldrig är exakt lika. Den fria fukten avdunstar lika fort som vid en öppen vattenyta och oberoende av virkestjockleken. När fuktkvoten är under fibermåtnadsgränsen går torkningen betydligt långsammare och är beroende av faktorer som virkestjocklek, fuktkvotsgradienten, torkningsschema mm. Bräddor sågas alltid ur stockar vars andel vatten är högre än fibermåtnadspunkten. (Esping, 1974)

1.8.5 Fiberriktningens inverkan

Fuktens rörelsehastighet varierar betydligt i de olika riktningarna. Då virkesytan innehåller fritt vatten är rörelsehastigheten lika stor i alla riktningar och betydligt högre än under fibermättnadsgränsen. Under fibermättnadsgränsen rör sig fukten 1-2 gånger snabbare i den radiella riktningen än den tangentiella. I längdriktningen rör sig fukten 5-25 gånger snabbare än i virkets radiella riktning. Konsekvensen av att trä torkar snabbare i längdriktningen är att det bildas ändsprickor. Kvistigt trä torkar snabbare än kvistrent och har mindre sprickbildningsrisk. Kvisten och träet intill torkar snabbare beroende på dess fiberriktning. (Esping, 1974)

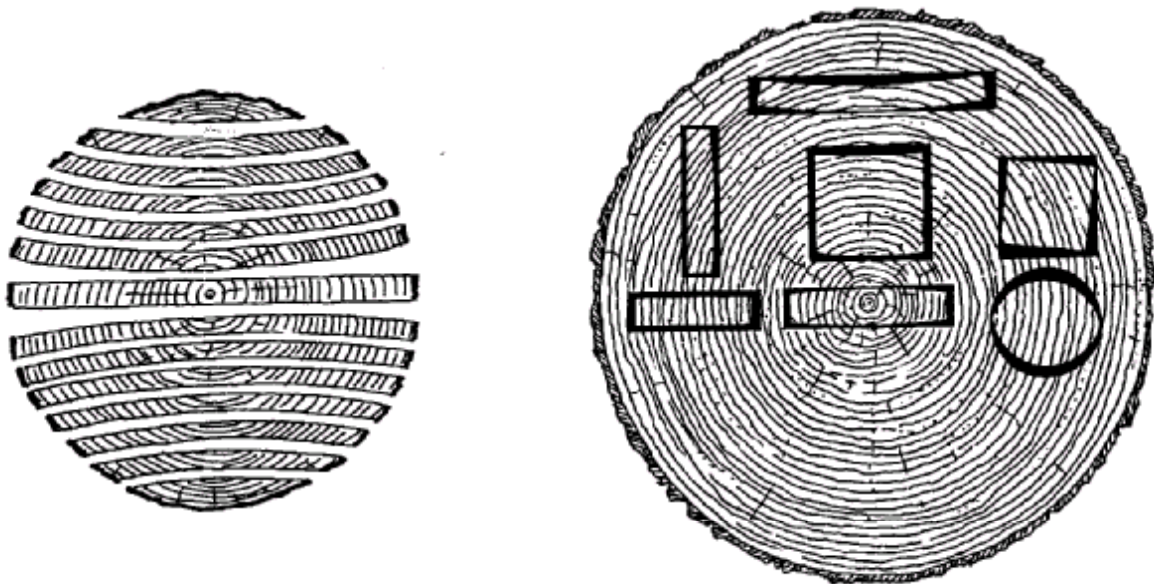
1.8.6 Kärnan och splintens inverkan

I furu och gran sker fuktvandringen under fibermättnadsgränsen i kärna och splint ungefär lika fort. Men över fibermättnadsgränsen går fuktvandringen 20-100 % snabbare i splinten. Då kärnans förbindelsekanaler mellan cellerna är fyllda med extraktiva ämnen hindras vattnet att passera. Det gör att fukttransport endast sker i form av ånga och bundet vatten. (se Esping 1974)

1.9 Krympning och svällning

1.9.1 Inledning

Träet krymper då vätskan i cellväggarna försvinner, då fuktkvoten är under fibermättnadspunkten. Brädor krymper aldrig exakt lika på grund av olikartade spänningsförhållanden. Vilka beror på trästyckets form, trädets egenskaper och hur det torkas. Hur mycket träet krymper beror i första hand på hur mycket man sänker fuktkvoten. Vid snabb torkning av virke t.ex. i en virkestork sker krympningen i ytskiktet, trots att virkets medelfuktkvot är långt över fibermättnadsgränsen. Vid torkning måste man göra en avvägning mellan att torka virket snabbt vilket kan ge sprickor eller långsamt vilket kan förorsaka mögel. Torkningen kan även skapa spänningar i virket som i sin tur ger deformationer som kan försvaga träkonstruktioner. Resultatet av formförändringen vid krympning i praktiska fall på en stock syns i figur 2.3. Bilden är hämtad från F Kollmann som bygger sina resultat från US Forest Products Laboratory.



Figur 2.3 Principskiss av krympta brädor.

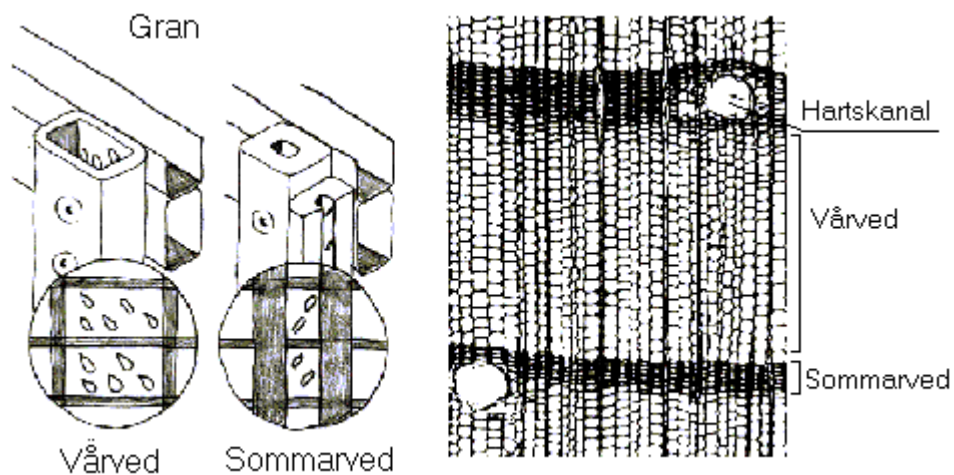
1.9.2 Krympning i olika huvudriktningar

På grund av trädets uppbyggnad är krympningen inte densamma i virkets huvudriktningar (tangentiell riktning, radiell riktning och längdriktningen). I längdriktningen (fibreriktningen) är krympningen obetydlig. Det är även skillnaden mellan krympning av olika träslag.

1.9.3 Varför krymper brädan olika mycket tangentiellt jämfört med radiellt

Det finns många teorier som förklarar varför krympningen skiljer i virkets huvudriktningar. Jag har valt att ta med de fyra vanligaste förklaringarna till skillnaderna. Alla förklaringar är mer eller mindre riktiga beroende på träslag etc.

1. Märgstrålarna (figur 2.1) hindrar att träet krymper och då märgstrålarna huvudsakligen går i radiell riktning krymper träet mer i tangentiell riktning
2. Årsringen är uppdelad i en ljus vårved och en mörk sommarved. I figur 2.4 ser man skillnaden mellan den tunga sommarveden och den lätta vårveden. Sommarveden tenderar att svälla och krympa mer än vårveden på grund av sommarvedens högre densitet. Vårveden tvingas att svälla och krympa lika mycket som sommarveden då den ligger mellan två sommarvedszoner. När detta sker uppstår torkspänningar mellan de olika vedzonerna. I den radiella riktningen ligger de olika zonerna i efter varandra och inverkar således inte på varandras krympnings- och svällningsrörelser. Teorin bygger alltså på att svällning i den tangentiella riktningen kontrolleras av sommarvedens densitet medan den radiella krympningen avgörs av den genomsnittliga densiteten av sommar- vårvedbanden, dvs. virkets genomsnittliga densitet.



Figur 2.4 Jämförelse mellan sommarved och vårved.

3. Ett antagande är att materialets fördelning mellan väggarna påverkar krympningen så att tangentiell krympning är större än radiell.
4. En annan teori bygger på att skillnaden i krympningen beror på olikheter i struktur och den kemiska sammansättningen av radiella och tangentiella väggar.

1.9.4 Krympningens praktiska betydelser

Trä är ett levande material och det finns flera fall där det är viktigt att ta hänsyn till dess krympning. De viktigaste exemplen är:

1. En träbit strävar efter att anta samma fuktkvot som den omgivande atmosfären. Då virket torkas skall den anpassas till den fuktkvot som svarar mot lufttillståndet i den miljö där virket skall användas. I annat fall inträder krympning resp. svällningsrörelser som kan äventyra träkonstruktions funktion och utseende. För att använda trä till möbler krävs en fuktkvot på 6-10 % medan för andra snickerier behövs en fuktkvot på 10-15 %.
2. Då trä torkar snabbt är dess fuktkvot lägre i virkets ytskikt än i dess inre. Det är då viktigt att fukten utjämnas, eftersom bearbetning eller lagring av virket annars kan upphov till deformationer.
3. Sågning sker i rätt tillstånd och det är då viktigt att man sågar ut en något större bräda med hänsyn till krympningen. Måttillägget ska vara så pass stort så att när virket har torkat har den rätt dimension. Det bör observeras att krympningsanisotropin medför att det sågade virket tjockleks och breddkrympning är beroende på hur virket är sågat ur stocken.
4. Vid torkning skapas spännings- och deformationstillstånden i virket, det är orsaken till torkningsskador av olika slag.

1.9.5 Vid krympningen uppkommer spänningar

I ett tunt skikt närmast ytan av ett trästycke lämnar fukten skiktet genom den yttre begränsningsytan vid torkning. Om träets motstånd mot fuktvandring är stor kommer den yttre ytan att torka väsentligt snabbare än den inre ytan. Om däremot fuktkvotens motstånd är mycket liten, strömmar fukten utåt i takt med avdunstningen och fuktkvoten blir nära konstant inifrån och ut. Hur brant torkningsfall man får mot ytan beror på torkningshastigheten storlek i förhållande till ifrågakvarande träslags motstånd mot fuktrörelsen. Ytfuktkvoten minskar således snabbare än i träets inre och det sker tills den närmar sig en jämviktsfuktkvot med sin omgivning.

I den del av virket som kommit under fibermättnaden (ca 30%) börjar träet krympa. Då ytskiktet fuktkvot är mindre än fibermättnaden skapas ett krympande skal, som omger de inre delarna. I ytskiktet uppstår dragspänningar och i det inre tryckspänningar. Man får en tendens till brottanvisningar i ytskiktet eller mera utpräglade ytsprickor. För vissa träslag och torkningstemperaturer kan spänningen i virkets inre ge upphov till cellsvinn. (Esping, 1974)

1.10 Deformationsfel

1.10.1 Flatböjning

Flatböjning beror huvudsakligen på ungväd, tjurväd, fiberstörning, snedfibrihet, felsågning eller växtspänningar. Genom att pressa virket i samband med torkningen kan man reducera flatböjning vid förekomst av ungväd, tryckväd, fiberstörning. (Esping, 1974)



Figur 2.5 Flatböjning.

1.10.2 Kantkrokighet

Kantkrokighet beror huvudsakligen på att tryckväd, fiberstörning eller växtspänningar finns i virket.

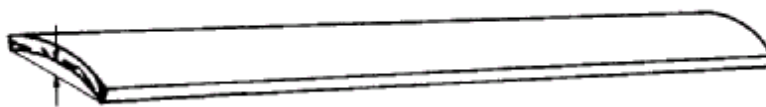


Figur 2.6 Kantkrokighet.

1.10.3 Kupighet

Kupigheten orsakas av att virket krymper mer tangentiellt än radiellt. I normalved är den tangentiella krympningen ungefär dubbelt så stor som den radiella krympningen. I virke med hög densitet är kvoten samt skillnaden mellan tangentiell och radiell krympning mindre än för virke med låg densitet. Det gör att lätt virke får högre kupighet än tungt virke efter torkningen. Ju närmare mörgen ett virkesstycke är sågat, desto större blir kupigheten. Virke med låg densitet får vid torkningen stor kupighet på grund av att andelen vårved är större och har betydligt större anisotropi än sommarved. Kupigheten ökar vid minskad fuktkvot. Genom att belasta breda och tunna bräder under torkningen fås en minskad kupighet.

Maximal pilhöjd

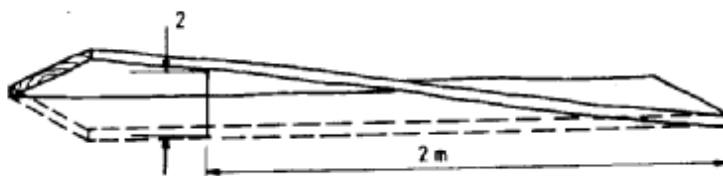


Kupighet
(kupning)

Figur 2.7 Kupighet.

1.10.4 Skevhet

Längst in i trästammen lutar fibrerna åt vänster och när trädet blir äldre övergår den yttre delen av trädet att luta fibrerna åt höger. Genom att fibrerna lutar blir trädet mekaniskt starkare. Om virket är extremt växtvridet kommer plank och bräder att skeva åt samma håll. Centrumvirke i smala bredder som torkas ned till låga fuktkvoter, blir oftast högervridna. Skevheten kan undvikas genom att använda en mörgefångare, dvs. att mörgen ej används i utbytet.



Skevhet

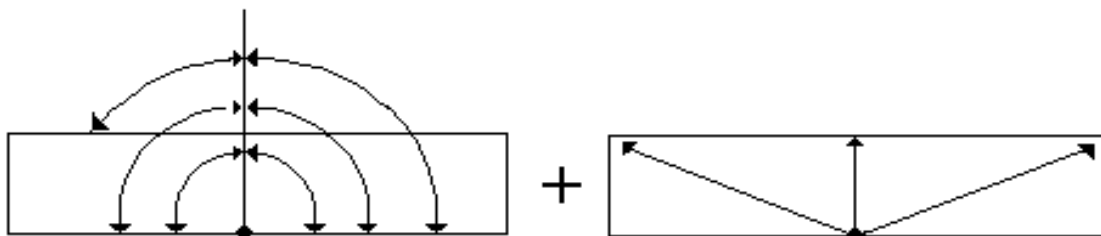
Figur 2.8 Skevhet.

Utförande

1.11 Krympning

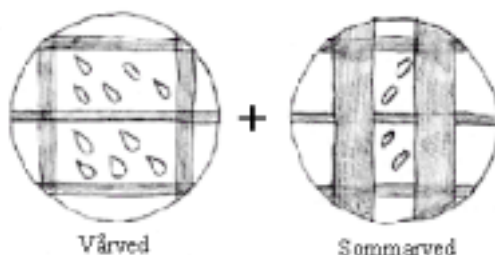
1.11.1 Introduktion

Målet för examensarbetet har varit att konstruera en postningsmodell som tar hänsyn till träets krympning. Efter att ha följt upp marknaden på postningsprogram, visade det sig att de program jag undersökte ej beaktade att brädan ändrar form vid torkning. Genom att såga ut lika stora brädbitar, vid olika positioner i stocken och torka dessa under samma förhållanden kommer dimensionen på brädbitarna bli olika. Det är många faktorer som påverkar krympningen av en bräda och en av dem är avståndet till märgen. Det finns två olika sätt att matematiskt beskriva krympningen av en bräda. Det ena var att rent geometriskt flytta kanterna på brädan enligt en radiell och en tangentiell krympning.



Figur 3.1 Tangentiell krympning + radiell krympning = total krympning.

Det andra är att beskriva brädan på en mer detaljerad nivå. Genom att undersöka varje cell i brädan och beskriva den efter dess fuktkvot ges en uppfattning av cellens storlek. Cellernas storlek varierar efter hur mycket vatten som finns i cellen. Efter att vår- och sommarcellerna har krympt till sökt fuktkvot, adderas samtliga celler så att en bräda skapas. Det är enkelt beskrivet och det finns flera faktorer som spelar roll.



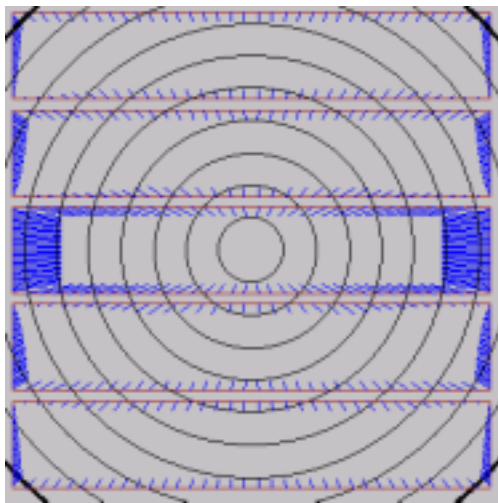
Figur 3.2 Vårvedens krympning adderas med sommarvedens krympning.

Den senare metoden löses med Finita Element metoden (Ormarsson, 1999). Denna metod är relativt avancerad och då mina kunskaper är begränsade inom detta ämne beslöt vi oss att använda en annan metod. Min handledare gav mig ett tips att professor Tom Morén vid Luleå tekniska universitet arbetat med ett program där endast kanterna på brädan flyttas. Tom Morén påpekade att torkning sker vid hög temperatur, detta ger att kupningen inte alltid blir som modellen. Toms metod börjar med grundmodellen som använder polära koordinater. Det

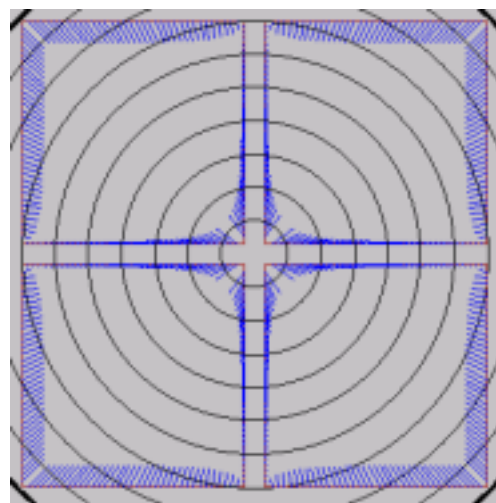
är en metod att ange läget av en punkt i planet genom dess avstånd till en fix punkt (märgen) och en vinkel från en fix linje som börjar i märgen. Krympningen sker med en tangentiell- och en radiell riktning. Varje bräda delas upp i punkter. Varje sådan punkt flyttas först radiellt och sedan tangentiellt.

1.11.2 Radiell krympning

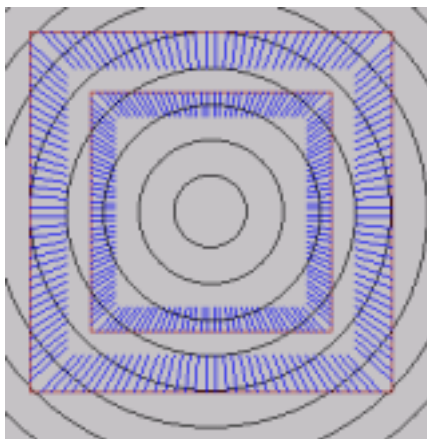
I den radiella krympningsteorin ritas en linje mellan den punkt som man skall flytta och märgen. Linjen kommer att skära brädan på två ställen. Den linjen skall sedan kortas med en procentsats. Krympningen är beroende av träslag och vilken fuktkvot som önskas. Linjen kortas och punkterna flyttas in mot brädans mitt. I figur 3.3, 3.4 och 3.5 visas en radiell krympning på 20 procent.



Figur 3.3 Fem bräddor placerade under varandra.



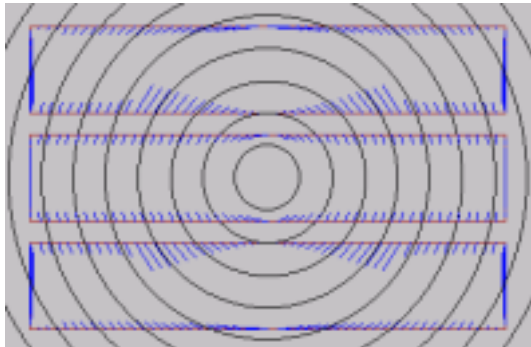
Figur 3.4 Fyra bräddor placerade runt stockens mitt.



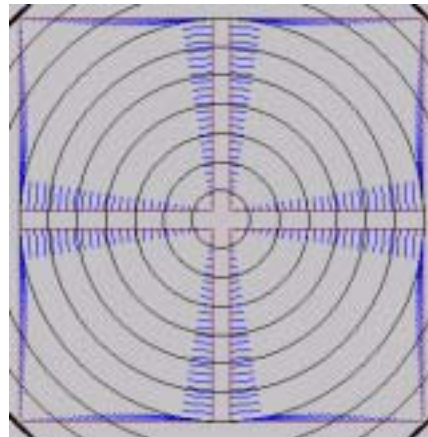
Figur 3.5 Två bräddor med dess origo placerad i stockens mitt.

1.11.3 Tangentiell krympning

Figur 3.6 och 3.7 är från en testfunktion i krympningsprogrammet, funktionen visar att brädan krymper i rätt riktning. Figurerna visar krympning enligt hypotes A som senare har förkastats, men det visar dock att funktionen följer tangenten när brädan krymper.



Figur 3.6 Tre brädor placerade under varandra.



Figur 3.7 Fyra brädor placerade runt stockens mitt.

1.11.4 Varför tre tangentiella hypoteser ?

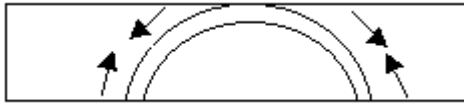
Enligt Tom Morens krympningsmodell delar man upp de linjer som beskriver plankan i ett antal punkter. Varje punkt flyttas med en radiell krympning och sedan en tangentiell krympning. I den tangentiella krympningen var det inte självklart hur det skulle gå till utan jag gjorde flera hypoteser för att sedan komma fram till vilken jag skulle använda i mitt program. Jag har från början skapat tre hypoteser A, B och C, men problemet med A och B var att det inte blev någon kupning. Så därför skapades kupning 1 och 2 vilket gav kombinationerna A1, A2, B1 och B2. Efter att ha jämfört varje hypoteserna med figur 2.3, så har fördelar och nackdelar i varje hypotes noterats.

3.1.4.1 Hypotes A

När trädets celler krymper kommer brädans årsringar att dra ihop sig. Krympningen kan endast ske inuti brädan. Brädan skall krympa med ett bestämt antal procent beroende på trädets art och fuktkvot. Krympningen skall följa årsringen med en längd som beräknas genom

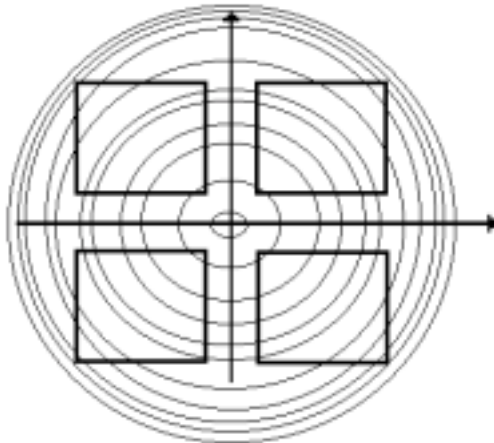
- krympningsprocenten * avståndet / 2.

Avståndet är från den punkt som vi önskar flytta till en av brädans sidor. Genom att utgå från punkten och följa årsringens väg inuti brädan kommer vi att stöta på den motsatta sidan. Den tangentiella riktningen på varje punkt blir då som i figur 3.8.



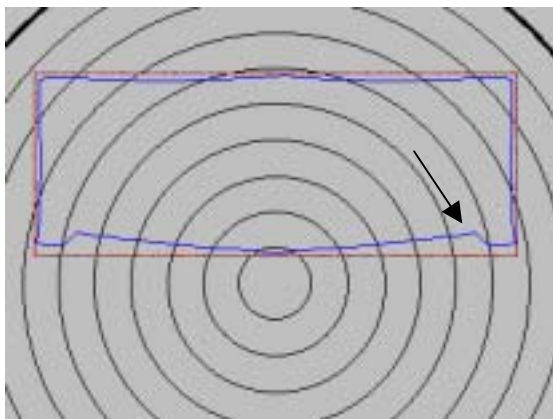
Figur 3.8 Hypotes A, Tangentiell krympning.

Nackdelen med denna metod, är att den inte krymper till en kupad bräda. Men i de fall mörken är i brädan eller då brädan är placerad som i figur 3.9 skapas ingen kupning och då stämmer hypotes A.



Figur 3.9 Ingen kupning vid dessa postningar.

I figur 3.10 kan man se en pil som markerar ett brott i virkesstyckets yta efter att brädan torkat. Ett sådant brott förekommer inte i praktiken och med en noggrannare upplösning i simuleringen blir brottet ännu tydligare. Som jag har förklarat tidigare är avståndet beroende av var den motsatta sidan befinner sig. I figur 3.8 har jag ritat två årsringar och den övre årsringen börjar på undersidan och skär ovansidan på brädan medan den undre årsringen startar på undersidan och slutar på undersidan av brädan. Den undre årsringen får alltså ett mycket större avstånd och krymper därmed mer än den övre.

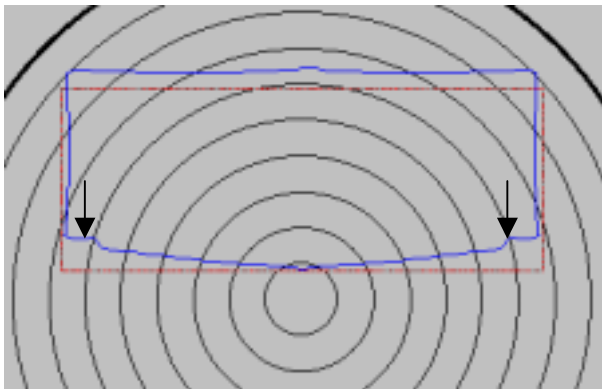


Figur 3.10 Tangentiell krympning hypotes A.

3.1.4.2 Hypotes A1

Hypotes A har vidareutvecklats genom att man utnyttjar det fallet att det blir ett brott i brädan som beror på att vissa delar i brädan krymper mer än andra. Detta brott skapar en kraft som pressar upp brädan till en kupad bräda. I denna hypotes försöker jag att skapa en kupning genom att flytta upp samtliga sidor utom den mellan de båda pilarna i figur 3.11. Hur många procent man skall flytta upp sidorna är svårt att avgöra men är lätt att ändra vid simulering av hypoteserna.

Fördelen med A1 är att den vid hög fuktkvot stämmer med teorin. Nackdelen med A1 är att vid stor tangentiell krympning blir träbiten nästan större än den var från början. Detta inses genom att titta på figur 3.11.



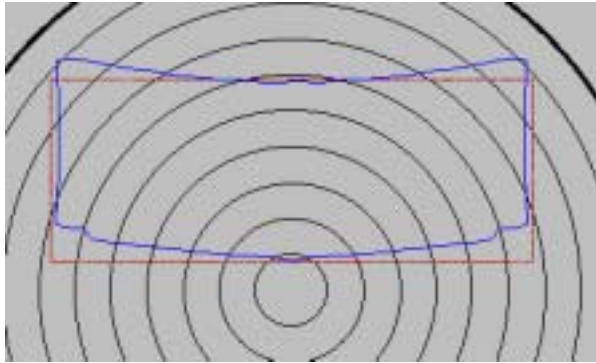
Figur 3.11 Tangentiell krympning med hypotes A1.

3.1.4.3 Hypotes A2

I hypotes A2 skapas en kupad bräda genom att utnyttja den spänning som uppkommer vid brottet i hypotes A. Denna spänning kommer pressa hela brädan uppåt i en vinkel. Denna vinkel är samma som på den undre delen av brädan mellan de båda brotten.

Fördelen med hypotes A2 är att den skapar en kupning som stämmer överens med formförändring vid praktisk torkning. Av hypotes A, A1 och A2 verkar A2 den mest trovärdiga.

Nackdelen är att jag inte sett någon krympningsbild där det blivit ett brott i virkestyckets yta på undersidan av brädan, som fortfarande syns på stora tangentiella krympningar. Bilderna kanske blir trovärdigare om man minskar vinkelns som jag lägger på alla punkter.



Figur 3.12 Tangentiell krympning med hypotes A2.

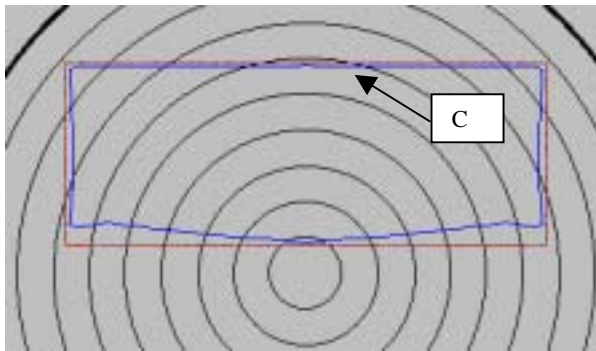
3.1.4.4 Hypotes B

I hypotes B sker all krympning (figur 3.13) från stockens märg. Detta beror på att de stora årsringarna rör sig åt detta håll och det gör att alla andra årsringar tvingas att rör sig åt det hållet.



Figur 3.13 Krympning sker i en riktning.

Fördelen med denna teori är att vi inte får ett brott i virkesstyckets yta. Detta beror på att de närliggande årsringar som tidigare har skapat ett skarp brott nu kommer att röra sig nästan lika mycket. Nackdelen med hypotes B är att ovansidan på brädan kommer att vara oförändrad oberoende av trädets krympningskvot (se figur 3.14 pil C).

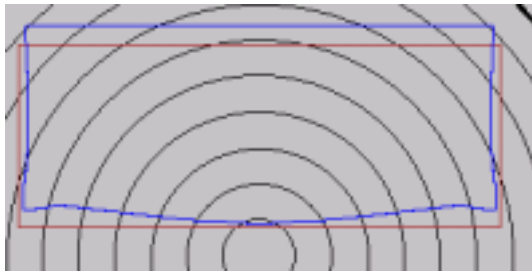


Figur 3.14 Tangentiell krympning enligt hypotes B.

3.1.4.5 Hypotes B1

Denna teori bygger på teori B men nu flyttar vi upp alla bitar precis som vi gjorde i A1. När vi nu ska skapa en kupning kan vi inte göra det i linjen närmast stockens mitt. Eftersom alla bitar flyttas uppåt så får vi inget brott i virkestyckets yta. Vi kan nu tänka oss att hela brädans undersida skapar ett tryck på resten av kanterna och precis som i hypotes A1 flyttar vi de andra sidorna upp ett steg.

Nackdel: Genom att bara flytta upp alla punkter skapar ingen kupning. Tittar man på brädans yta så är den större än den var från början. Detta inses lätt genom att jämföra den krympta brädan med original brädan i figur 3.15.



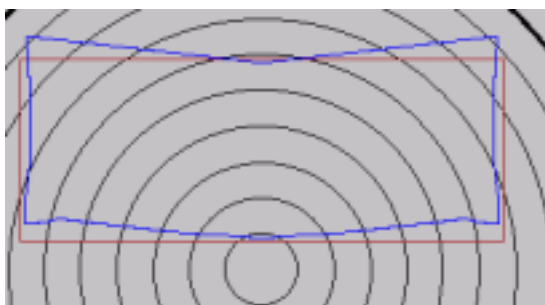
Figur 3.15 Tangentiell krympning enligt hypotes B1.

3.1.4.6 Hypotes B2

Precis som i B1 så ska vi skapa en kupning så vi flyttar upp alla punkter utom de närmast stockens mitt. I det här fallet flyttas de upp i en vinkel. Man kan tänka sig att om man pressar en bräda uppåt så borde de skapas en kupning.

Fördel: Genom att använda teori B så får vi inget brott i virkestyckets yta, dvs. linjen vid stockens mitt får en naturligare form.

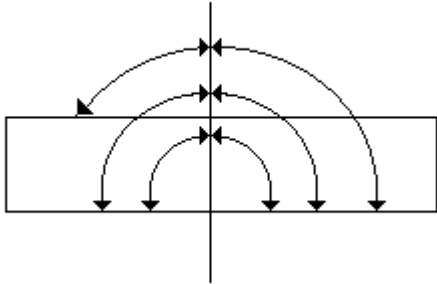
Nackdel: Genom att skapa en kupning så minskar inte ytan på brädan lika mycket som den gör då den inte är kupad som i hypotes A och B jämfört med A1, A2 B1 och B2.



Figur 3.16 Tangentiell krympning enligt hypotes B2.

3.1.4.7 Hypotes C

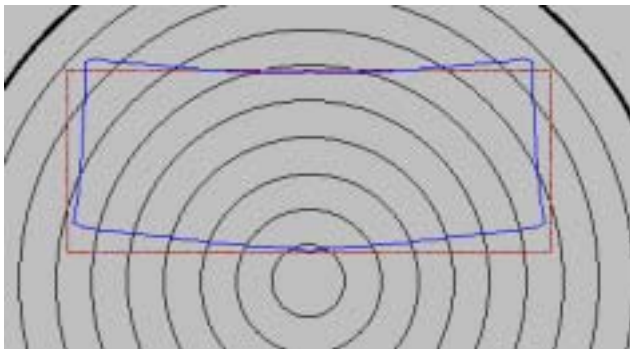
Den här teorin bygger på att alla bitar krymper mot mitten av brädan. Här sker all krympning mot samma punkt. Här tas ingen hänsyn till årsringens faktiska längd i brädan.. Detta medför att brädan får en gemensam vinkel. Detta gör att brädans alla punkter flyttas upp med samma vinkel (figur 3.17)



Figur 3.17 Krympning sker med gemensam vinkel.

Hypotes C stämmer bäst överens med verklighet och teori. För att förstå hypotesen kan man tänka sig att brädan har formen av en tårtbit. De båda långsidorna på tårtbiten kommer att flyttas mot varandra. Så varje cell i brädan kommer att krympa som det vore en del av en tårtbit.

Nackdelen med hypotes C är att vid visualisering av hypotesen fås ett resultat som stämmer dåligt med verkligheten då mörgen befinner sig i mitten av brädan. Detta beror på att brädan krymper åt olika håll och att plasticitet i träbiten formar den krympta brädan.



Figur 3.18 Tangentiell krympning enligt hypotes C.

3.1.4.8 Sammanfattning av hypoteserna.

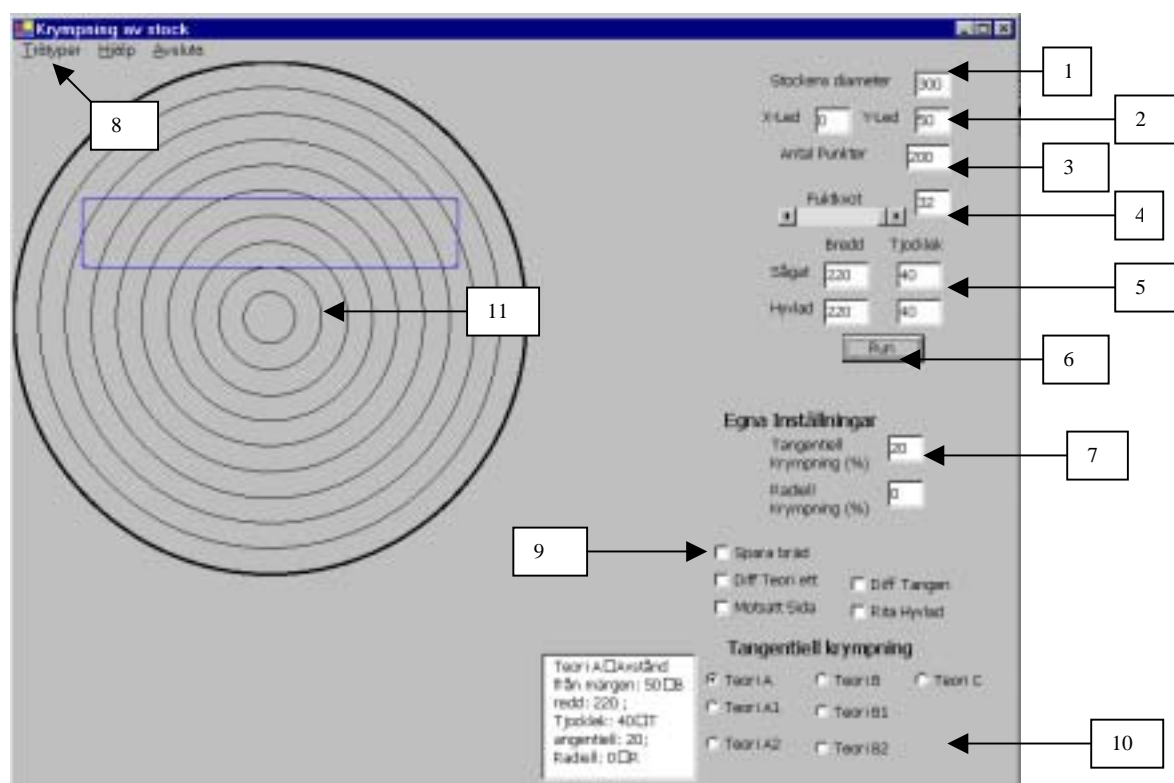
I Tabellen nedan var den tangentiella krympningen 7,7 % och den radiella var 4 %. Den sågade brädan hade dimensionen 200 * 75 mm. Avståndet från brädans mittpunkt till stocken mittpunkt var 50 mm. Brädan torkades sedan till 0 % fuktkvot och efter det har brädan hyvlats. Det är under dessa förutsättningar som måtten är beräknade med hjälp av krympningsprogrammet. I bilaga 1 finns fler programkörningar.

Tabell 3.1 Sammanfattning av hypoteserna.

	Hyp. A	Hyp. A1	Hyp. A2	Hyp. B	Hyp. B1	Hyp. B2	Hyp. C
Bredd (mm)	195,2	193,6	193,4	193,4	191,8	191,6	184,7
Tjocklek (mm)	63,5	68,2	60,2	65,3	65,7	56,4	63,9
Fördel	Bra resultat vid märkebit	Bra vid hög fuktkvot	Den Kupade brädan är relativt lik verklig torkning.	Inget brott i verkets yta	Inget brott i verkets yta	Den Kupade brädan är relativt lik verklig torkning.	Stämmer med postnings bild
Nackdel	Ej kupad	Den Krympta brädans yta är större än originalet.	Fortfarande ett brott i brädans undersida	Ej Kupad	Den Krympta brädans yta är större än originalet.	Fel resultat vid märkebit.	Fel resultat vid märkebit
Se figur	3.10	3.11	3.12	3.14	3.15	3.16	3.18

1.12 Beskrivning av framtaget analysprogram

När jag gjorde designen för analysprogrammet försökte jag skapa en modell som liknar en postningsbild. Årsringarna i stocken gör det lättare att se hur brädan ska krympa i den tangentiella riktningen. Det går att spara den krympta brädan så att fler brädor kan placeras i stocken, precis som i en postningsmodell. En scrollbar till fuktkvoten gör att man tydligt ser hur brädan krymper då fuktkvoten minskar. Den första versionen av analysprogrammet hade alla hypoteserna för att jämföra hypoteserna och hitta den som var bäst. I den senaste versionen använder jag hypotes C, utom då brädbiten befinner sig i stockens mitt för då använder jag hypotes A.



Figur 3.19 Bild från Analysprogrammet.

1. Diametern på stocken
2. Mitten på brädan i förhållande till stockens mitt t ex $x=0\text{mm}$ $y=50\text{mm}$ Detta betyder att brädans mitt befinner sig 50mm ovanför origo.
3. Brädan är beskriven av ett antal punkter. Fler punkter ger en noggrannare bild men tar längre tid att exekvera.
4. Fuktkvoten ändras genom att scrollbaren ändras eller att fuktkvoten ändras i fönstret.
5. Brädans mått efter sågning.
6. Exekvering av programmet sker genom "Run" knappen.
7. Visar vald tangentiell och radiell krympning.

8. Ändrar krympning genom att välja träslag eller mata in egne värden
9. Då en funktionen har ett kryss framför sig visas att den används. "Spara brädan" behåller de simulerad bilderna då en ny bräda simuleras. "Motsatt sida" används för att visa att programmet väljer rätt sida att krympa ifrån vid radiell krympning. "Diff teori ett" visar hur långt den radiella eller den tangentiella krympningen flyttas. "Rita hyvlad" visar resultatet av en hyvlad och krympt bräda.
10. Väljer mellan de olika tangentiella hypoteserna

1.13 Underlag för Programdesign

Det är viktigt att förstå hur människan fungerar ihop med olika datorsystem. Genom att förstå hur en människa uppfattar, bedömer och löser ett problem kan vi konstruera tekniska system samt metoder och tekniker för att utforma och konstruera användargränssnitt. Rent allmänt kan man säga att användaren ska vara med vid utvecklingen av ett program. Oftast vill man arbeta i en miljö som man känner igen. Om användaren gör fel i ett program så beror det på att han är van vid en annan miljö än vad programmet är skrivet för. Ett exempel är skillnaden mellan Unix och Windows miljön, där Unix ger mycket frihet till användaren men det krävs att man har lärt sig en del kommandon som kan verka svåra att komma ihåg. Men i Windows är det lättare att t.ex. öppna ett program medan mer avancerade inställningar kan vara väldigt komplicerade. Det finns program som utomstående utvecklare kan tycka är rena mardrömmen men det är för användaren man skriver programmet och passar det användaren så har man lyckats. Rent allmänt är det viktigt att data som skall matas in på flera ställen i ett program samlas på samma sida. Då man byter sida i ett program och har mycket att hålla reda på belastar man minnet och det är då lätt att glömma det som ska skrivas. Vid programutveckling kan man använda sig av OLE och QOC för att göra ett bra gränssnitt.

1.13.1 OLE -verktyget

OLE står för organisation-, lärande- och etikutvärderingsverktyget för informations teknik (IT). OLE-verktyget avser att hjälpa oss att uppmärksamma viktiga icke tekniska aspekter vid IT-användning. Frågorna som ställs används för att upptäcka sådana problem. Svaren på frågorna leder till att man lättare tar hänsyn till viktiga aspekter och att man vidtar konkreta åtgärder för att förbättra användningen och höja effektiviteten för sitt IT-system/produkt. När man använder OLE -verktyget är det viktigt att man inte ser frågorna som kritik på sitt arbete utan som synpunkter. Oftast ser man inte nackdelarna med sin design utan skyddar det som sitt eget barn. Det är därför viktigt att inte inta en försvarsställning för IT- produkten man arbetar med, för om man skall lyckas med en bra design är det viktigt att man är noggrann och verkligen försöker att hitta alla eventuella svagheter. OLE-verktyget används flitigt i designkurser som ges av institutionen för Informationsteknologi på Uppsala Universitet.

Se bilaga 2 för se frågor och svaren med hjälp av OLE-verktyget.

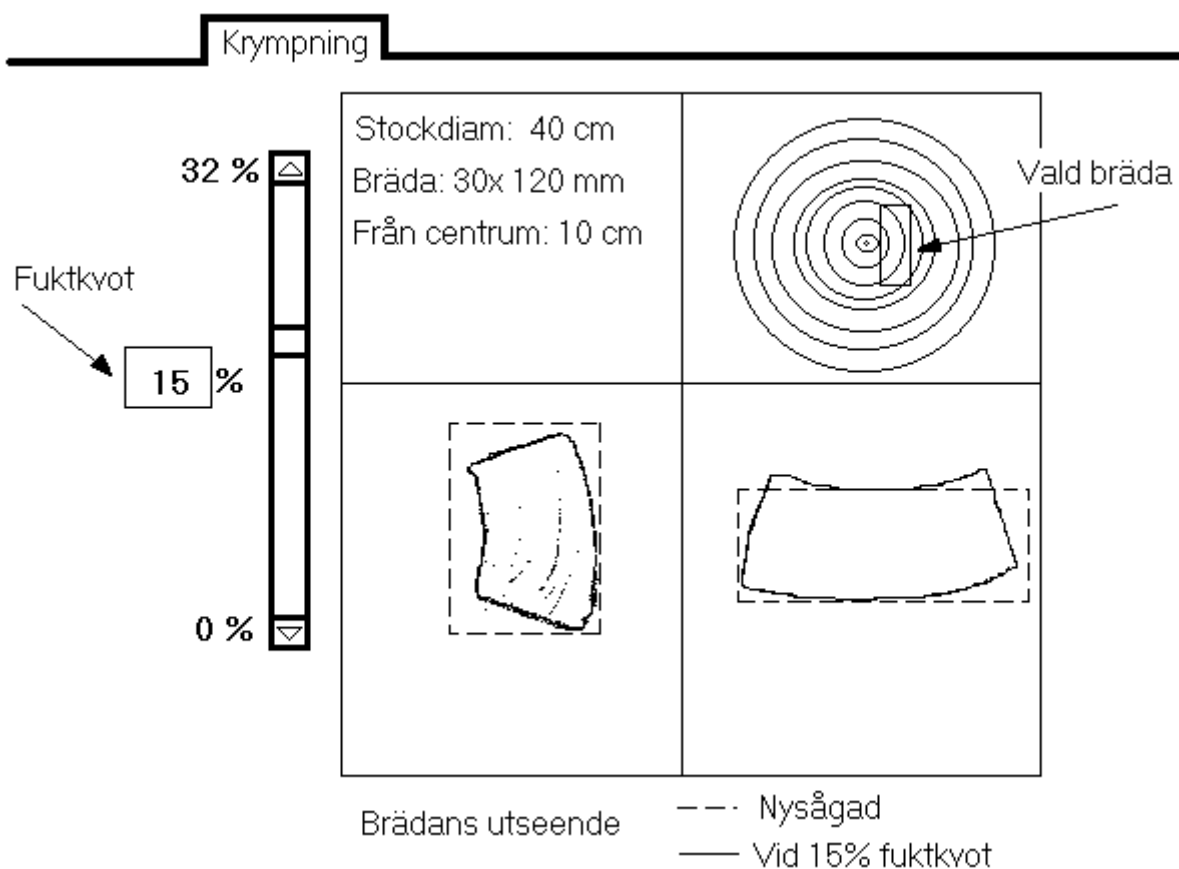
1.13.2 Question Option and Criteria

Inför designen av ett program är det mycket som skall beaktas. För att underlätta beslutsfattandet kan man använda sig av Question Option and Criteria. Det går ut på att man försöker hitta alternativ till en funktion och därefter försöka att hitta det bästa alternativet. För att det ska bli så bra resultat som möjligt är det viktigt att man ifrågasätter precis varje del man gör i funktionen och fundera på vilka alternativ man har. Det är alltså viktigt att man inte håller benhårt på sin ide utan är öppen för förslag för vad andra funktioner kan ge programmet. Även om man är helt säker på hur man tex. vill ställa in fuktkvoten på brädan så ska man undersöka de andra alternativen och hitta positiva och negativa saker om samtliga alternativ. Även om man står fast vid sitt alternativ är det lättare att försvara sitt val om samtliga alternativ har beaktats. Se bilaga 3 för svaren på QOC.

1.13.3 Framtida programutveckling

Tanken med exjobbet var från början att skapa ett postningsprogram, men 20 veckor räckte inte till. Tiden räckte för att göra ett krympningsprogram och en första skiss på ett postningsprogram. I postningsprogrammet är det tänkt att krympningen ska vara en viktig del vid postning. Det framtida programmet är skissat med hjälp av svaren från QOC och OLE. Utseendet på programmet kommer att ändras under utvecklingens gång allteftersom användarna ger förslag på hur programmet kan ändras. Så dessa skisser ska bara ses som ett första steg i en lång utveckling, där programmets utseende kommer att ändras.

Denna bild är det första som kommer upp när programmet startas och det kommer att vara det centrala i programmet.



Figur 3.20 Programmets Startbild.

En scrollbar gör att det är lätt att se hur brädan ändras vid stora variationer av fuktkvoten. Men för de simuleringar man vet vilken fuktkvot som önskas, är det bra om det går att ändra direkt i textfönstret. Därför finns det en scrollbar och ett textfönster där önskad fukt kan matas in. Vid design av program är det viktigt att användaren får hela bilden av vad som händer och kan fatta rätt beslut utan att byta fönster. Därför visas krympningen av brädan framifrån, från sidan och hur den är postad på stocken.

När vi behöver lägga till eller ta bort en stock och dess priser kommer vi till figur 3.21

Stockens inköpspris kr

————— Kvalite —————

Tjocklek	Bredd	Slipad	I	II	III	IV	V	
12	100	--	--	--	-	-	-	▲
--	--	-	-	-	--	--	-	□
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	▼

Figur 3.21 Meny för att lägga till och ta bort plankor och brädor.

För att snabbt kunna flytta sig mellan de olika inställningarna använder vi oss av tydliga knappar med förklarande text se figur 3.22.

Från vänster har vi knappen för prislista, sågteknik, krympning, stock, analys och hjälp



Figur 3.22 Menyknappar med sågteknik, krympning o.s.v.

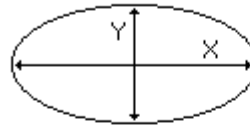
I figur 3.23 tycker jag att man ska få en bra överblick, och genom att använda en helsida med tydliga alternativ så uppnås detta mål. Det ger en bra överblick på vad man kan ändra.

Inställningar för postningsprogram

Längd: cm

Radie: Oval: y: cm, x: cm

Rund: cm



Centrumutbyte: cm

Avsmalning: mm/m

Bark på stocken: cm

Krök: cm

Tillåten vankant: Sidobräder:

Centrum brädor:

Klingans Bredd: mm

Metod att såga krokig stock:

- Parallellt med längdaxeln
- Vinkelrät med längdaxeln
- Kurvsågning

Sågmetoder:

- Genomsågning
- Kurvsågning
- Rundholtz
- Sawing around

Figur 3.23 Inställning för sågmetoder.

Diskussion

1.14 Programmets begränsningar

I den senaste versionen av programmet används hypotes C för den tangentiella riktningen. Hypotes C fungerar i de fall den tänkta brädan befinner sig utanför mårgen. I det andra fallet används hypotes A. Om det är riktigt att använda en modell som ej skapar en korrekt bild kan diskuteras, men jag anser att den ger en bättre bild än att inte rita ut någöt. I den senare versionen har jag tagit bort funktionen där man kan välja hypotes, eftersom hypotes A och B har förkastats för brädor utanför mårgen.

1.15 En analys av hur väl problemet lösts

I arbetet studerades främst radiell och tangentiell krympning, då dessa ansågs vara de faktorer som främst påverkade formförändringen. Den radiella krympningen har jag provat genom att rita ut varje punkt som flyttas i den radiella delen (figur 3.3-3.5). Genom de bilderna kan man se att programmet följer den teori som Tom Moren föreslagit. Enligt den tangentiella krympningen var det hypotes C som stämde enligt Tom Moren. Hypotes C undersöktes genom att rita ut hur varje punkt flyttar sig enligt den tangentiella teorin. Hypoteserna har använts för att skapa ett krympningsprogram som är tänkt att ingå i ett postningsprogram. Jag har även gjort en skiss för hur ett postningsprogram kan se ut. När ett program utvecklas är det viktigt att användaren får kommentera utseendet av programmet. Utseendet på programmet ändras allteftersom produkten utvecklas.

1.16 Då problemet ej lösts fullständigt ges en beskrivning av de troliga orsakerna.

Krympningen kan göras med hjälp av Finita element metoden eller rent geometriskt. Jag valde att använda geometrisk krympning då FEM är för invecklat om man inte är insatt i Numerisk Analys. När man ser tillbaka på arbetet så hade jag sparat mycket tid om jag inte hade försökt implementera FEM. Programmeringen började med att först skapa en radiell krympning och efter det gjordes den tangentiella krympningen. Den första hypotesen som skrevs i programmet var hypotes C. För att verifiera hypotesen gjordes programkörningar som visades fungera utmärkt då mårgen var utanför brädan. Men då mårgen var i brädan stämde inte resultatet med den verkliga krympningen. Hypotes C förkastades och började istället arbeta med Hypotes A. Då denna hypotes inte gav någon kupning skapades en kupning genom hypotes A1 och A2. Ett problem som uppstod var en skarp kant i hypotes A detta löstes genom hypotes B och kupning skapades.

1.17 En framtid

En fortsättning av programmet ger två scenario. Det första är att behålla den geometriska modellen, denna ger då ett fel vid märgbitar pga. plasticiteten. Det andra alternativet är att implementera FEM enligt Sigurd Ormarssons metod. Nästa steg blir att implementera metoden i en design för postning. Genom att göra programmet i Visual Basic kommer det vara lätt att göra ändringar i designen samtidigt får man ett proffsigt resultat på kort tid.

Källförteckning

- Ericsson G. Grundläggande sågverksteknik. Markaryd. Skogsindustrins utbildningscentrum. 1997
- Esping B. Handbok i virkestorkning. Stockholm. Sv. träforskningsinst (STFI). 1977
- Espin B. Trätorkning 2. Stockholm. Trätek. 1988
- Grönlund A. Sågverksteknik del1 Råvaran. Markaryd. Sveriges skogsindustriförbund. 1992
- Grönlund A. Sågverksteknik del2 Processen. Markaryd. Sveriges skogsindustriförbund. 1992
- Nylinder, P. (1984) Deformation of planks. Dansk skovforenings tidsskrift, 69, s 92-97
- Ormarsson S. Numerical analysis of moisture – Related distorsion in sawn timber. Göteborg. Chalmers tekniska högskola. 1999
- Saarman E. Träkunskap. Markaryd. Sveriges skogsindustriförbund. 1992

Bilagor

BILAGA 1: TABELL ÖVER SIMULERADE KRYMPNINGSVÄRDEN

Samtliga brädor är torkade till 0% fuktkvot och måtten avser hyvade brädor där eventuell deformationer har tagits bort.

Alla mått i mm		Teori A	Teori A1	Teori A2	Teori B	Teori B1	Teori B2	Teori C
Bredd 200 mm, Höjd 75 mm, avstånd från mörgen 100 mm								
tan 8%, rad 4%	bredd	185,9	180,6	180,6	172,3	172,3	172,3	183,7
	tjocklek	65,8	72,5	66,6	59,3	66	59,3	66,6
tan 12% rad 4%	bredd	179,2	171,8	171,8	158,1	18,1	158,1	176,5
	tjocklek	61,7	71,8	62,7	52,4	62,6	52,4	62,9
tan 20% rad 10%	bredd	163,2	152,8	152,8	125,5	125,5	125,5	158,4
	tjocklek	51,4	68,7	53	38,1	55,5	38,1	53,5
Bredd 200 mm, Höjd 75 mm, avstånd från mörgen 47.5 mm								
tan 8%, rad 4%	bredd	195,1	194,1	194	193,3	192,4	192,2	184,2
	tjocklek	62,6	67,7	59	64,6	65,1	55,2	62,8
tan 12% rad 4%	bredd	194,2	193,7	193,6	191,4	190,9	190,8	117,8
	tjocklek	56,8	64,4	51,1	59,8	60,5	45,6	57,1
tan 20% rad 10%	bredd	187,6	185,6	185,2	182,7	180,7	180,3	158,8
	tjocklek	42,9	55,2	33	48,1	49,3	24,2	43,6
Bredd 100 mm, Höjd 50 mm, avstånd från mörgen 100 mm								
tan 8%, rad 4%	bredd	91,7	88,8	88,8	84	84	84	84
	tjocklek	46,6	48,3	46,9	44,9	46,6	45	45
tan 12% rad 4%	bredd	87,9	83,5	83,5	76,2	76,2	76,2	87,7
	tjocklek	45,5	48,1	45,9	43,1	45,7	43,2	45,8
tan 20% rad 10%	bredd	79,1	70,8	70,8	59,4	59,4	59,4	78,7
	tjocklek	41,7	46,2	42,1	38,1	42,6	38,1	42,2
Bredd 100 mm, Höjd 50 mm, avstånd från mörgen 35 mm								
tan 8%, rad 4%	bredd	93,1	91,1	91,1	87	87	87	91,5
	tjocklek	43,2	47,2	43,6	38,5	42,5	38,5	43,7
tan 12% rad 4%	bredd	90,1	87,5	87,5	80,3	80,3	80,3	88
	tjocklek	40,3	46,4	40,9	33,6	39,7	33,6	41
tan 20% rad 10%	bredd	81,6	78,6	78,6	63,4	63,4	63,4	78,3
	tjocklek	33,2	43,6	34,2	23,2	33,6	23,2	34,5

BILAGA 2: ORGANISATION-, LÄRANDE- OCH ETIKUTVÄRDERINGSVERKTYGET FÖR IT

För mer information om OLE kan man kontakta Iordanis Kavathatzopoulos som är kognitionspsykolog på institutionen för Informationsteknologi.

1. **Deltar de riktiga användarna i arbetet för att konstruera?** Nej inte I det första skedet, programmet utvecklas just nu tillsammans med en professor på skogshushållning, som har utvecklat ett liknande program som nu finns på marknaden.
2. **På vilket sätt förändrar IT-SYSTEMET användarnas arbete, handlande eller beteende?** För en liten bondsåg kan det vara svårt att avgöra vilka dimensioner på plank som ger mest utdelning och att trä sväller gör inte saken lättare. Det gör att de oftast använder sina postningar som de alltid har gjort oberoende på stockens storlek, att en stock är större ger då endast att spillet blir större (fliset och sågspånet). I fallet med ett stort sågverk är en effektivare postning en viktig förbättring pga. av stora volymer
3. **Om det ska användas i en organisation stöder eller hindrar IT-SYSTEMET användarens egenkontroll i arbetet, d.v.s. självständighet, ansvar, och befogenheter?**

En stor organisation kan tänkas vara på ett större sågverk. Postningen bestäms av samma personer som alltid har bestämt. Programmet underlättar beslutsfattandet för dessa människor men de har fortfarande samma befogenheter och ansvar. Deras självständighet kanske blir större då de inte behöver fråga expertis om postnings modeller utan litar på att programmet gör rätt.

4. **Hur mycket förändrar IT-SYSTEMET samarbetet mellan användaren och andra människor med ömsesidigt beroende uppgifter?**

Jag tror att de blir självständigare och frågan är då om de kommer att samarbeta mer eller mindre det vet jag ej.
5. **Underlättar eller försvårar användningen av IT-SYSTEMET användarens samarbete och samordning med sina arbetskamrater eller andra som har liknade och ömsesidigt beroende uppgifter?**

Eftersom jag tror att de blir självständigare så kommer samarbete och speciellt samordningen att förbättras
6. **Om det ska användas i en organisation fungerar IT-SYSTEMET tillfredsställande inom organisationens formella struktur och hierarki?**

Ledningen kommer inte ha något att klaga på när resultaten blir bättre och personerna ifråga har fortfarande ansvaret.
7. **På vilket sätt påverkar IT-SYSTEMET användarens mentala och fysiska belastning?**

Användaren kommer att sitta mera vid datorn, detta kommer att skapa problem som tex. musarm, nackproblem dvs. det man lider av då man sitter mycket vid datorn. Förhoppningsvis är programmet så pass bra strukturerat att han slipper mental belastning som skulle kunna ges av ett krångligt och ologiskt program.

8. Kommer det att skapas väl fungerande processer och rutiner som kontinuerligt kan hantera problem som kan uppstå i samband med användningen av IT-SYSTEMET? Hur exakt kommer dessa att se ut?

Programmet kommer att ha en stor bra förklarande hjälptext som skall guida användaren vid svårigheter.

9. Vilka åtgärder är lämpliga att vidta för att säkerställa IT-SYSTEMETS optimala användning när det gäller verksamhet, samarbete och samordning?

Genom att låta tänkta kunder prova utvärdera programmet. Efter justering av programmet släppa det på marknaden och varför inte låta kunderna få köpa nästa versions program till ett uppdateringspris.

Utbildning, lärande, kompetensutveckling

10. Är användarna allmänt datorintresserade?

Ett allmänt dator intresse finns men deras passion är inte datorer.

11. Har användarna en positiv attityd gentemot IT-SYSTEMET?

Ett program som hjälper dem i sin vardag och underlättar deras arbete är nog bara positivt. Användarna blir imponerade av grafiska illustrationer att se sina stockar tredimensionellt vilket kan locka många nya användare.

12. Har användarna de nödvändiga kunskaperna och färdigheterna för att använda IT-SYSTEMET effektivt?

Program är tänkt att vara väldigt enkelt med inte allt för avancerade funktioner. Om jag skapar en miljö som känns igen från deras arbetsmiljö tex. samma förkortningar och bilder som används inom skogsyrket. Lyckas jag med det så har användarna rätt kunskaper.

13. Har användarna de nödvändiga kunskaperna och färdigheterna för att hantera andra situationer och problem som kan uppstå i samband med användningen av IT-SYSTEMET, i t ex samordning eller konflikter mellan användare, relation till andra berörda personer och grupper, etc.?

Användarna kommer att klara sin uppgift deras arbete underlättas och de gör i stort sett samma arbete som de gjorde innan it-stödet.

14. Kommer användarna att få rätt formell introduktionsutbildning när det gäller omfattning och kvalitet?

När programmet är färdigt kommer vi att prova på tänkbara kunder och se vad som kan gå snett, därifrån kan vi se över vad som kan förbättras

15. Kommer användarna att få tillräckligt med tid för att träna på IT-SYSTEMET själva eller tillsammans med andra användare?

Programmet är i huvudsak riktat till egna företagare. Hur mycket de tränar är upp till dem.

16. Blir det lätt för användarna att själva justera, anpassa och förändra IT-SYSTEMET vid behov?

Det som kan variera med tiden är priset på plank, bräder och stock. Så de är siffror som lätt kan ändras.

17. Ger IT-SYSTEMET möjlighet till kontinuerlig utbildning och självständig prövning, simulering och experimenterande?

I nuläget kan jag inte tänka mig att de skulle behövas en kontinuerlig utbildning. Självständig prövning simulering och experimenterande är något som kan göras utan att produktion eller liknande hindras

18. Om det ska användas inom en organisation tillåter organisationen informellt kunskapsstöd mellan användarna? Har de möjlighet att fråga och hjälpa varandra när de stöter på problem med användningen av IT-SYSTEMET?

En organisation som finns för användarna är små sågarnas förening och blir programmet populärt kan jag tänka mig att de kommer att hjälpas åt för att lösa problem de stöter i på.

19. Finns det tillfredsställande och välfungerande pappersmanualer eller elektroniska hjälpmedel, t ex on-line stöd, wit-skiva, o.d.?

I nuläget finns inget av dessa men det finns planer att få fram ett hjälpmedel.

20. Finns det tillfredsställande teknisk support av experter på plats eller via telefon (kan vara andra användare eller arbetskamrater)?

För tillfället finns ingen sådan hjälp utan jag hoppas att de kan fungera ändå.

21. Vilka åtgärder är lämpliga att vidta för att säkerställa IT-SYSTEMETS optimala användning när det gäller utbildning, lärande och kompetensutveckling?

Att få olika skogsföreningar intresserade av idén och rekommendera den till sina användare då kan utbildningen skötas på möten och liknande sammankomster

Etik, interna och externa relationer

22. Uppstår etiska problem och konflikter i den verksamhet där IT-SYSTEMET ska användas?

Kan inte tänka mig varför det skulle uppstå etiska problem i ett program som hjälper till att ta beslut angående postningsmodell

23. Uppstår etiska problem och konflikter p.g.a. IT-SYSTEMET?

Kan inte tänka mig varför det skulle uppstå etiska problem i ett program som hjälper till att ta beslut angående postningsmodell

24. Vilka är de som har något intresse i eller blir påverkade av IT-SYSTEMETS utveckling, användning och blotta existens (t ex personer, grupper, organisationer, samhälle, miljö, etc)?

En stor organisation kan tänkas vara på ett större sågverk. Postningen bestäms av samma personer som alltid har bestämt. Programmet underlättar beslutsfattandet för

dessa människor men de har fortfarande samma befogenheter och ansvar. Deras självständighet kanske blir större då de inte behöver fråga expertis om postnings modeller utan litar på att programmet gör rätt.

En annan användare kan vara en bonde som äger lite skog och drygar ut kassan genom att såga stockar han har stor nytta av att se hur han ska välja sina postningar.

En tredje användning är personer som läser till tex. skogsvetare och vid sin utbildning kunna få experimentera på hur trä deformeras.

25. Vad har de för värderingar, intressen, plikter, ställningstaganden och attityder i samband med användningen av IT-SYSTEMET?

Allt som förbättrar arbetet tror jag kommer att tas emot av användaren.

26. Vad kommer IT-SYSTEMET att göra exakt, vad är det möjligt att den gör, på vilket sätt kommer den att användas, och vad kommer dess användning att leda till?

På en stor organisation kan tänkas vara på ett större sågverk. Programmet underlättar besluten för dessa människor men de har fortfarande samma befogenheter och ansvar. Deras självständighet kanske blir större då de inte behöver fråga expertis om postnings modeller utan litar på att programmet gör rätt.

En annan användare kan vara en bonde som äger lite skog och drygar ut kassan genom att såga stockar han har stor nytta av att se hur han ska välja sina postningar. En mindre erfaren bonde kan få lika bra utbyte som en person med större erfarenhet.

En tredje användning är personer som läser till skogsvetare som i sin utbildning kan få experimentera på hur trä deformeras. Vilket skapar en större förståelse för vad som händer när trä torkas och olika postningsmodeller.

BILAGA 3: QOC (QUESTION OPTION AND CRITERIA)

Här är några exempel på viktiga beslut som fattades inför designen

Q1. Vilken typ av fönster ska jag använda mig av när inställningar typ sågdjup ska matas in ?

	Snabbt	Enkelt	Överskådligt
Helfönster	X	X	X
Populfönster	X	X	-

Jag tycker att med ett helfönster med alla inställningar i ett fönster skapar en bättre förståelse för vad programmet kan göra. Har delat in i flera helfönster så att inställningar i samma område hamnar bredvid varandra.

Q2. Hur skall fuktkvotsinställningen se ut till krympningen ?

	Snabbt	Exakt	Överskådligt
Scrollbar	X	-	X
Textfönster	-	X	-
+/- Knappar	-	X	-

En Scrollbar är snabb och överskådlig men om man ska exakta procentsiffror tex. 24 % och inte 25 % kan man nog bli lite irriterad. Textfönster är exakt och snabb första gången men andra gången och tredje... kan det lätt bli jobbigt. Speciellt om kunden vill se hur trä förändrar sig vid flera fuktigheter. Lösning blir en scrollbar och ett inmatningsfönster.

Q3. På vilket sätt skall nya dimensioner på brädor läggas in

	Snabbt	Komplicerat	Överskådligt
Endast lägg till och ta bort	-	-	X
Som ovan men med ändra funktion.	X	X	X

Efter man har lagt till en dimension är det inte så vanligt att dimensionen försvinner. Men det som ändras är priset på brädorna. Därför tänkte jag använda det nedre alternativet men ändra funktionen kommer endast att påverka priset ska man ändra dimensionen får man ta bort dimensionen och sedan lägga till en ny. Att man bara kan ändra priset gör att det inte blir lika rörigt och komplicerat.