

SkeWood

Ett forskningsprogram vid
Luleå tekniska universitet

Slutrapport

Anders Grönlund

Luleå tekniska universitet
Institutionen för LTU Skellefteå
Avdelningen för Träteknik

SkeWood

**Ett forskningsprogram vid
Luleå tekniska universitet**

Slutrapport

Anders Grönlund



Innehållsförteckning

Sammanfattning

1. Bakgrund

2. Syfte, mål och organisation

2.1 Syfte och mål

2.2 Organisation

2.3 Finansiering

3. Träkommunikation

Projekt 3.1 Träkommunikation – förstudie.

Projekt 3.2 Ökad användning av synligt trä

Projekt 3.3. Integrationsvinster genom förbättrad träkommunikation

Projekt 3.4 Träkommunikation vid export av snickerier

Projekt 3.5 Demonstrationsprojekt

Projekt 3.6 Flexibel snickeriproduktion – Förstudie

Projekt 3.7 Förstudie snickeriprodukter

Projekt 3.8 Den Moderna träfasaden

Projekt 3.9 Framväxten av ett dynamiskt tränätverk

Projekt 3.10 Effektiv produktion av konsumentprodukter med krav på estetiska egenskaper

Projekt 3.11 Hållbarhet och produktsäkerhet för volymbyggda trähus

4. Träbyggnad

ConITwood

Projekt 4.1. Samverkan med produktmodell

Projekt 4.2. Kommunikation med produktmodell

Projekt 4.3. Parametriserad delproduktmodell för massivträväggar

Projekt 4.4 Kärnved av gran för utomhusbruk

Projekt 4.5 Värmebehandling av trä

Projekt 4.6 Egenskapsförbättring av trä

Projekt 4.7 Träresponser från macro till micro

Projekt 4.8 Materialleverantören i byggprocessen – Förstudie

Projekt 4.9 Värmebehandling av byggvirke – förstudie

Projekt 4.10 Produktmodellstyrd projekteringsprocess – PROFLEX

Projekt 4.11 Konstruktionsoptimering

Projekt 4.12 Konditionering av träkomponenter med mikrovågsteknik

Projekt 4.13 Ljudisolering och vibrationer I modulbyggda träkonstruktioner

Projekt 4.14 Livscykelekonomi för bostadshus i trä

Projekt 4.15 Bindningsmekanismer

Projekt 4.16 Storälgen på Vithatten

Projekt 4.17 Laminat – En skiva utan lim

5. Mätteknik

- Projekt 5.1 Integrerad råvaruförsörjning**
- Projekt 5.2 Träindustriella tillämpningar av NMR-teknik – Förstudie**
- Projekt 5.3 Detektering av kådlåpor**
- Projekt 5.4 Spårbarhet med fingeravtrycksmetoden**
- Projekt 5.5 Mätning av växtvridenhet**
- Projekt 5.6 Sorteringsnoggrannhet**
- Projekt 5.7 Mikrovågsskanning**
- Project 5.8 Processoptimering**
- Projekt 5.9 Responsanalys vid torkning**
- Projekt 5.10. Integrerad hållfasthetssortering**
- Projekt 5.11 Optisk 3D och röntgen**
- Projekt 5.12 Jämförelse mellan RFID-tekniken och finger avtrycksmetoden**

6. Programmets måluppfyllelse

- 6.1 Antal doktors- och licentiatexamina.**
- 6.2 Publikationer**
- 6.3 Uppbyggnad av forskningsmiljöer inom programmets delområden**
- 6.4 Forskningens industriella relevans**
- 6.5 Samverkan med andra forskningsmiljöer**
- 6.6 Kunskapsöverföring – samverkan med industrin – fortlevnad efter SkeWood - programmets slut**

7. Programdirektörens slutkommentarer

Bilaga 1. Styrgruppens slutkommentarer

Bilaga 2. Ekonomi

- 1 Förutsättningar vid programmets start maj 2000 som senare ändrades**
- 2 Nya villkor**
- 3 Villkorsförtydliganden under programtiden**
- 4 Långtidsbudget, löpande beslutsunderlag**
- 5 Bokföring och bokföringsprogram**

Sammanfattning

Huvudmän för SkeWoodprogrammet, som startade år 2000, är Stiftelsen Träenigheten, Luleå tekniska universitet och staten genom Verket för innovationssystem, VINNOVA, som från och med 2001-01-01 övertog ansvaret från Närings- och teknikutvecklingsverket, NUTEK. Ett trepartsavtal mellan LTU som utförare och NUTEK/VINNOVA och Stiftelsen Träenigheten som beställare fastställer programmets målsättning, organisation och programbudget samt parternas respektive åtagande.

Enligt avtalet skall SkeWood-programmet inriktats mot egenskaper hos trä och förädling av trä med syfte att möta den träbearbetande industrins och dess slutkunders behov av forskning för att säkerställa en marknadsstyrd produkt- och processutveckling. Den forskning som utförs inom programmet ska således vara av relevans och intresse för den träbearbetande industrin och träbyggsektorn.

De övergripande målen med verksamheten har varit:

- att bygga upp och förstärka den existerande miljön för forskarutbildning vid LTU:s institution i Skellefteå så att den når en internationellt ledande position och
- att bygga upp en forskningsverksamhet inom träbyggnadsområdet vid LTU:s institution för Väg- och Vattenbyggnad i Luleå.

Verksamheten i programmet har omfattat tre delområden

1. Träkommunikation
2. Träbyggnad
3. Mätteknik

Programmets måluppfyllelse skall, enligt programavtalet mätas såväl genom traditionella akademiska mått som genom industriell relevans.

Som konkret mätbara mål angav man att Luleå tekniska universitet senast vid tidpunkten för upprättande av slutrapporten har:

- utbildat och examinerat 14 doktorer (därvid jämföras en doktorsexamen med två licentiatexamen),
- skrivit 60 artiklar och konferensbidrag,
- publicerat 24 artiklar i fackpressen,
- bildat en grupp för träindustriell mätteknik i Skellefteå som inom tre år från Huvudavtalets undertecknande ska ledas av en professor med tillsvidareanställning vid LTU och
- bildat en grupp för träbyggt teknik i Luleå som inom tre år från Huvudavtalets undertecknande ska ledas av en professor med tillsvidareanställning vid LTU.

NUTEK/VINNOVA och Intressenternas totala budgeterade åtaganden för hela programmet uppgick till 60 milj.kr varav NUTEK/VINNOVAS åtagande uppgick till 30 milj. kr och Intressenternas åtagande 30 milj. kr.

Totalt har inom programmet 12 doktorer och 8 licentiat utexaminerats vilket motsvarar 16 doktorsekvivalenter. Det betyder att målet enligt avtalet är uppnått.

Totalt har 56 artiklar i vetenskapliga tidskrifter, 55 konferensbidrag och 14 tekniska rapporter publicerats. Dessutom har programmet uppmärksammats en mängd gånger i olika facktidskrifter, dagstidningar och vid olika seminarier.

LTU/Skellefteå och SP-Träteknik i Skellefteå har arbetet inom området träindustriell mätteknik allt sedan mitten av 80-talet. Detta arbete har förts vidare inom SkeWoods delområde mätteknik. Nu när SkeWood-programmet avslutas, förs arbetet vidare inom TräCentrum Norrs delområde ”Mätteknik och processtyrning för kundorderstyrd produktion i sågverk”. Inför 2009 består forskargruppen inom mätteknikområdet av fyra professorer, två docenter, samt ytterligare sex lic/doktorer, en med internationella ögon betraktat mycket stark senior forskargrupp. Att forskningen inom området är av hög internationell klass manifesteras av att Anders Grönlund, Johan Oja och Stig Grundberg fick det prestigefulla Schweighoferpriset år 2007, för sitt arbete med att utveckla röntgentekniken till en industriellt fungerande teknik på sågverk.

År 2000 skapades avdelningen för Träbyggnad (forskarutbildningsämne) som en delning från avdelningen för Stålbyggnad. Lars Stehn blev vetenskaplig ledare för ämnet och blev docent 2002 och professor 2004. Träbyggnad uppgraderades av LTU till forskningsämne (med fakultetsanslag), Lars Stehn sökte och erhöll professuren. Det var då den 1:a professuren inom ämnet träbyggnad i Sverige. Vid utgången av 2008 har LTU:s avdelning för träbyggnad 16 anställda, varav 9 doktorander och en omsättning på 11,6MSEK. Den akademiska produktionen har varit mycket stark. Sedan 2000 har sju doktorer och åtta licentiat utexaminerats på Träbyggnad. Forskargruppen är nu ledande inom sitt område i Sverige.

Att de projekt som genomförts inom programmet varit relevanta och intressanta för den träbearbetande industrin och träbyggsektorn har till stor del garanterats av att det krävts en femtioprocentig medfinansiering. Samtliga projekt har syftat till att lösa olika industrianknutna problem men tidsrymden från färdiga projektresultat till industriell implementering varierar naturligtvis mellan de olika projekten.

Inom samtliga delområdena fortsätter samarbetet mellan akademi och industri inom ramen för TräCentrum Norr, Lean Wood Engineering och olika mål 2 projekt. Detta visar att industrin upplever att den forskning som byggs upp och bedrivs inom dessa områden är av stor relevans för företagen. TCN, LWE och mål 2 ger möjlighet till en fortsatt samverkan och kunskapsöverföring mellan industri och akademi enligt ett triple helix koncept.

Sammanfattningsvis bör det framhållas att SkeWood har varit mycket värdefullt för uppbyggnad och vidareutveckling av den trärelaterade forskningen på LTU. Programmet har gjort det möjligt att bedriva en livskraftig forskarutbildning och har därigenom också gett en finansieringsbas för ett antal seniora forskare och därmed en forskningsmiljö som uppnått en godtagbar storlek.

1. Bakgrund

Arbetet med att skapa SkeWood-programmet inleddes redan 1993 inom ramen för Stiftelsen Träenigheten. Stiftelsebildare är regionens träindustri, Skellefteå Kommun och SP-Trätec. *Stiftelsens ändamål är att främja forskning, utveckling och utbildning genom att bl.a. driva Skellefteå Träfestival. Vidare att främja nytänkande och nydaning kring trä i vid bemärkelse, bl. a. genom att inrätta ett Träpris som utdelas för förtjänstfulla insatser inom träområdet.*

I ett samarbete mellan regionens träföretag, LTU/Skellefteå och SP-Trätec i Skellefteå utformades ett förslag till forskningsprogram för träinstitutionerna i Skellefteå. Detta program ”KVALITET FÖR KONKURRENSKRAFT” utgjorde sedan ett väsentligt underlag till forskningsstatsningen inom det skogsindustriella området som regeringen kungjorde vid regeringskonferensen i Skellefteå 1997.

Denna skogsindustriella forskningsstatsning resulterade sedan i program mot Massa- och Pappersindustrin i Sundsvall respektive Karlstad och program inom träområdet i Växjö (WDAT) och i Skellefteå (SkeWood).

Huvudmän för SkeWoodprogrammet som startade år 2000 är Stiftelsen Träenigheten, Luleå tekniska universitet och staten genom Verket för innovationssystem, VINNOVA, som från och med 2001-01-01 övertog ansvaret från Närings- och teknikutvecklingsverket, NUTEK. Ett trepartsavtal mellan LTU som utförare och NUTEK/VINNOVA och Stiftelsen Träenigheten som beställare fastställer programmets målsättning, organisation och programbudget samt parternas respektive åtagande.

Programmet har omfattat två verksamhetsetapper – den första gällande från 2000-01-01 till 2003-12-31, den andra från 2004-01-01 till 2008-06-30. En halvtidsutvärdering har genomförts i enlighet med avtalet som också föreskriver dels att en slutrapport skall inlämnas av LTU senast fyra månader efter slutförandet av andra etappen, dels att en slututvärdering skall genomföras av en av huvudmännen utsedd utvärderingsgrupp.

Slutrapporten utgörs av föreliggande dokument som i enlighet med avtalet innehåller redogörelser för:

- Programmets organisation och bemanning
- Genomförda projekt
- Industriellt relevanta resultat
- Framlagda och godkända avhandlingar
- Nedlagda kostnader

Skellefteå 20 oktober 2008.

Anders Grönlund
Programdirektör

2. Syfte, mål och organisation

2.1 Syfte och mål

Enligt avtalet skall SkeWood-programmet inriktats mot egenskaper hos trä och förädling av trä med syfte att möta den träbearbetande industrins och dess slutkunders behov av forskning för att säkerställa en marknadsstyrd produkt- och processutveckling. Den forskning som utförs inom programmet ska således vara av relevans och intresse för den träbearbetande industrin och träbyggsektorn.

De övergripande målen med verksamheten har varit:

- att bygga upp och förstärka den existerande miljön för forskarutbildning vid LTU:s institution i Skellefteå så att den når en internationellt ledande position och
- att bygga upp en forskningsverksamhet inom träbyggnadsområdet vid LTU:s institution för Väg- och Vattenbyggnad i Luleå.

Verksamheten ska bygga på och förutsätter att ett nära samarbete mellan de två institutionerna utvecklas och förstärks.

Verksamheten i programmet omfattar tre delområden

4. Träkommunikation
5. Träbyggnad
6. Mätteknik

Programmets måluppfyllelse skall, enligt programavtalet mätas såväl genom traditionella akademiska mått som genom industriell relevans.

Som konkret mätbara mål angav man att Luleå tekniska universitet senast vid tidpunkten för upprättande av slutrapporten har:

- utbildat och examinerat 14 doktorer (därvid jämställs en doktorexamen med två licentiatexamina),
- skrivit 60 artiklar och konferensbidrag,
- publicerat 24 artiklar i fackpressen,
- bildat en grupp för träindustriell mätteknik i Skellefteå som inom tre år från Huvudavtalets undertecknande ska ledas av en professor med tillsvidareanställning vid LTU och
- bildat en grupp för träbyggteknik i Luleå som inom tre år från Huvudavtalets undertecknande ska ledas av en professor med tillsvidareanställning vid LTU.

I programavtalet framgick dessutom att Luleå tekniska universitet även ska visa:

1. att en uppbyggnad av en kompetent forskningsmiljö har skett vid LTU med tyngdpunkter på SkeWood-programmets tre delområden,
2. att forskning bedrivs i denna miljö som är industriellt relevant,

3. att forskningsmiljön vid Luleå tekniska universitet har byggts upp i nära samarbete med andra relevanta forskningsmiljöer där och att ett forskningsnätverk med tät samverkan med andra relevanta forskningsmiljöer har skapats. Den forskningsmiljö som parallellt byggs upp vid Växjö universitet och SP Träteknik är självklara exempel på samarbetspartners,
4. att forskningsmiljön vid LTU har utvecklats till att inom SkeWoods prioriterade områden bli en kompetent nod i det nationella forskningssystemet
5. att forskningen har nått en så hög vetenskaplig nivå inom SkeWoods prioriterade områden, att den kan delta i det internationella forskningsutbytet,
6. att den internationella utvecklingen inom SkeWoods forskningsområden har bevakats och har bidragit till att intressanta resultat och metoder tagits hem
7. att svensk kunskapsförsörjning på området har nått internationellt ledande position,
8. att satsningen inriktats så att LTU inom SkeWoods prioriterade områden har blivit den forskningsmiljö i Sverige dit industri och forskningsinstitutioner i första hand vänder sig för sin kunskapsförsörjning
9. att det har skapats fungerande former för kunskapsöverföring mellan industrin och högskolan och att forskning och utbildning har bedrivits så att företrädare för berörda industribranscher aktivt kan involveras,
10. att information om verksamheten inom SkeWood och dess forskningsresultat och uppnådda kunskaper har spritts till industrin samt
11. att forskningsmiljön har nått en sådan styrka att dess fortlevnad efter programtiden kan tryggas utifrån den finansiering som industrin och högskolan i förening kan generera

2.2 Organisation

Styrgrupp

Programmet har letts av en Styrgrupp med sju medlemmar där VINNOVA har utsett tre och Stiftelsen Träenigheten tre medlemmar. Ordföranden i styrgruppen har utsetts av de bägge parterna gemensamt. Styrgruppens uppgift har varit att sätta mål och delmål för verksamheten, göra prioriteringar av SkeWoods resurser på delprogram, projekt och andra aktiviteter samt följa upp verksamheten. Styrgruppen har också haft ansvar för att godkänna verksamhetsplaner och årsrapporter.

Styrgruppen har genom åren haft följande sammansättning:

Ordförande

Ants Suurkuusk, 2000 – 2008

Ledamöter utsedda av VINNOVA:

Jan Byfors, 2000 – 2004-11-10

Håkan Widmark, 2000 – 2008

Lennart Karlsson, 2000 – 2008

Eva Esping, 2004-12-14 - 2005-05-24

Hans-Erik Johansson, 2005-09-01 - 2008

Ledamöter utsedda av Stiftelsen Träenigheten:

Sven-Olof Holmström, 2000 - 2008

Sören Edmark, 2000 - 2008

Jan Jonsson, 2000 – 2004-09-14

Barbro Grebacken, 2004-11-10 – 2007-05-23

Bengt Lindgren, 2007-09-12 - 2008

Adjungerade ledamöter:

Eva Esping 2000 – 2004-11-10; 2005-09-01 - 2008

Jan Lagerström, 2000 - 2008

Programdirektör

Ansvarig för den operativa verksamheten att genomföra programmet enligt plan har varit en programdirektör utsedd av Luleå tekniska universitet. Under hela programperioden har professor Anders Grönlund varit programdirektör.

Vetenskaplig referensgrupp

Till programmet har också en vetenskaplig referensgrupp varit knuten. Gruppens uppgift har varit att granska programmets verksamhet ur vetenskaplig synpunkt, föreslå förbättringar och genomföra en halvtidsutvärdering. Gruppen har bestått av följande personer:

Professor Staffan Brege LiTH (Ordförande)

Professor Rolf Birkeland, NLH Norge

Professor Alexander Lauber, LiTH

Professor Arto Usenius, VTT Finland

Professor Mikko Viljakainen, Wood Focus Finland

Utförare

Luleå tekniska universitet har ansvarat för att programmet genomförts i enlighet med SkeWoods målsättning och de av styrgruppen godkända verksamhetsplanerna. Programmet har organisatoriskt varit placerat vid LTU/Skellefteå. Huvuddelen av SkeWoods verksamhet har utförts vid LTU/Skellefteå och vid avdelningen för träbyggnad i Luleå.

Följande forskningsledare har medverkat i programmet:

Professor Anders Grönlund

Professor Tom Moren

Professor Lars Stehn

Professor Ulla Westermark

Professor Christer Peterson

Professor Olle Hagman

Professor Owe Lindgren

Docent Johan Oja

Univ.lekt Olof Broman

Univ.lekt Helena Jonsson

Univ.lekt Lena Antti

Univ.lekt Stig Grundberg

Univ.lekt Micael Öhman

Univ.lekt. Ylva Sardén

2.3 Finansiering

NUTEK/VINNOVA och Intressenternas totala budgeterade åtaganden för hela programmet uppgick till 60 milj.kr varav NUTEK/VINNOVAS åtagande uppgick till 30 milj. kr och Intressenternas åtagande 30 milj. kr.

Budget för etapp 1, 2000-2003 uppgick till 26 milj. kr och budget för etapp 2, 2004 -2008 uppgick till 34 milj. kr.

Intressenternas åtagande har uppfyllts genom separat medfinansiering för varje projekt i programmet. Flera av intressenterna har varit medlemmar i Stiftelsen Träenigheten, men långt ifrån alla, vilket inte var något uttalat krav, däremot ett önskemål.

Styrgruppen har haft det övergripande ansvaret för programmets ekonomi. Den praktiska hanteringen av ekonomin har skötts av Controller Monica Tjerngren.

En utförlig beskrivning av den ekonomiska hanteringen görs i bilaga 2.

3. Träkommunikation

Som nämnts ovan omfattar SkeWood de tre delområdena Träkommunikation, Träbyggnad och Mätteknik. Att för varje projekt klart avgöra till vilket av områdena som ett enskilt projekt hör har inte alltid varit lätt. I många fall kan det enskilda projektet hör till flera delområden. I kapitel 3, 4 och 5 redovisas i tur och ordning för de tre delprogrammen samtliga projekt inom SkeWood programmet. Till vilket delområde ett givet projekt hör har beslutats av styrgruppen. Nedanstående beskrivning av de olika projekten följer denna indelning.

Projekt 3.1 Träkommunikation – förstudie. Säljarnas egenskapsprofil - forskningsbehov

Projektledare: Anders Grönlund

Projektmedarbetare: Anders Baudin Växjö universitet.

Intressent: Föreningen Svenskt Trä

Bakgrund

Mönstret vid försäljning av trävaror har under senare år alltmer övergått från bulkförsäljning till funktionsförsäljning. Denna förändring ställer nya krav på träsäljarnas kompetensprofil och egenskaper liksom krav på en förbättrad träkommunikation. Med träkommunikation menas ett dubbelriktat informationsutbyte mellan producent och kund beträffande träprodukternas egenskapsprofil.

Syfte

Syftet med denna förstudie inom träkommunikationsområdet har varit att:

1. Kartlägga vilka kunskaper som morgondagens försäljningsingenjörer behöver. Detta skall ge underlag till utveckling av kurser inom civilingenjörsprogrammet vid LTU och ingenjörprogrammet i Växjö.
2. Kartlägga fortbildningsbehovet hos dagens aktiva träsäljare. Detta skall ge underlag för utveckling av kurser riktade till denna grupp.
3. Kartlägga behov metoder för karakterisering och beskrivning av olika egenskaper samt behov av verktyg för t.ex.: simulering, visualisering mm
4. Identifiera forskningsbehov inom träkommunikationsområdet och på basis av detta utforma förslag till forskningsprojekt.

Genomförande och resultat

Studien baseras främst på besök och intervjuer med svenska träsäljare och industriella slutförbrukare i Sverige, Danmark, Holland och Storbritannien. Vissa av respondenterna i Holland och UK var förutom industriella slutförbrukare även importörer som sålde en del av virket vidare i oförädlad form.

Intervjuerna har gett vid handen att en träsäljare måste ha en mycket bred kompetensprofil. Det viktigaste är att han eller hon har gedigna tekniska kunskaper om trämaterial och

råvaran, produktionsteknik, slutproduktkunskap och byggteknik. En nödvändig personlig egenskap är social kompetens.

Det var svårt att få några riktigt konkreta och distinkta svar rörande eventuella forskningsbehov inom träkommunikationsområdet. End-use studier och frågor rörande vad som avgör konsumenternas val av material ansågs dock viktigt. IT-hjälpmiddel för visualisering av träprodukter och utveckling av e-handel ansåg också några vara intressanta områden. Bland forskningsuppgifter av mera teknisk art framstår ett förbättrat råvaruutnyttjande i vid bemärkelse som mest angeläget.

Vid intervjuerna har det väldigt tydligt framkommit att det finns brister i kommunikationen mellan sågverken och deras kunder samt inom sågverken. De tydligaste bristerna är:

- Svårt att kunna köpa de längder man egentligen vill ha.
- Svårt att komma i kontakt med säljare.
- Dålig kommunikation inom sågverken mellan försäljningsavdelning och produktion.
- Svårt att förstå den slutlige kundens behov.

Några av de intervjuade menade att dessa brister är så allvarliga att man upplever att de svenska sågverken håller på att tappa gentemot konkurrerande sågverk från andra länder. De svenska sågverkens säljfunktion är helt enkelt inte i nivå med konkurrenternas.

Ekonomi

Protokollsbilaga 5, beslutsdatum 2000-09-08

<i>P3 - projektnummer 13</i>	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	50	41,8
Resor	50	51,5
Utrustning och material		
Externa tjänster mm	50	37,7
Lokaler och overhead	30	5,5
Gemensam adm kostnad	20	16,3
Övrigt		26,2
TOTALT	200	179

Projekt 3.2 Ökad användning av synligt trä

Doktorand: Enar Nordvik

Handledare: Anders Grönlund, Olof Broman

Intressent: Träforsk

Bakgrund

En mycket stor del av de träprodukter som exporteras från Sverige utgörs av bulkprodukterna bräder och plank. Kännetecknande för bulkprodukter är att konkurrensen mellan olika producenter till stor del är en ren priskonkurrens. Ett annat kännetecken är att informationsflödet mellan slutförbrukare och producenten försvåras av en eller flera mellanhänder i kedjan mellan producent och slutförbrukare. Producenten har dålig information om slutförbrukarens verkliga behov men det omvända gäller också nämligen att

kunden har dålig information om producentens möjligheter att tillfredsställa olika behov och förväntningar.

För att komma ifrån den rena priskonkurrensen på bulkprodukter som sågat virke och biobränslen måste vi lära oss att leverera inte bara fysiska produkter. I leveransen måste också ingå att vi löser kundens problem. Exakt samma tänkesätt bör också för övrigt gälla mera förädlade produkter som komponenter, byggelement, snickerier och möbler.

Nyckelbegreppet i detta sammanhang är Träkommunikation. Med träkommunikation menas ett dubbelriktat informationsutbyte mellan producent och kund beträffande träprodukternas **egenskapsprofil och kundens kravprofil**. Syftet är att lösa kundens problem både genom att leverera en vara och genom att leverera kunskap om varan och hur den kan användas i kundens process. I den dubbelriktade kommunikationen ligger också att man skall kunna påverka kunden så att kundens behov anpassas till det producenten kan producera och sälja. Detta gäller bland annat träets estetiska egenskaper.

Träets estetiska egenskaper är värdefulla inte för alla men för många och olika värdefulla i olika situationer. Drivkraften för den träindustriella processen är konsumenternas vilja att köpa dess produkter. Lönsamheten inom trämanufaktur och sågverksnäringen beror till stor del på att uppnå ett så stort värdeutbyte som möjligt. Det innebär att man måste mäta och styra rätt träegenskaper till rätt kund och produkt. Detta kallar vi för Träkommunikation. Det är när trä används synligt som träindustrin erhåller bäst pris per kubikmeter.

Forskningen inom träkommunikation tittar på problem/möjligheter inom så väl marknadsföring (utåtriktad information), marknadsundersökning (tillbakariktad information) och den mer produktionsnära styrningen av olika träegenskaper. Datorer och datorbilder har kommit att bli allt vanligare hjälpmedel i denna träkommunikation. När det gäller träets estetiska egenskaper som mestadels består i dess visuella egenskaper, omfattar institutionens forskning även den digitala bildens möjligheter och brister att kommunicera detta.

Syfte

Projektets syfte har varit att studera vad som är viktigt att beakta vid datorvisualiseringar av trä i situationer när materialet trä står i fokus. Målet med arbetet har varit att finna och beskriva de aspekter som är av betydelse för människors visuella upplevelser av materialet trä när det presenteras i form av datorvisualiseringar. Målet har också varit att använda olika metoder för att undersöka, beskriva, kvantifiera och analysera människors subjektiva värderingar i ämnet.

Genomförande och resultat

Enar Nordviks doktorsavhandling är en sammanläggningsavhandling bestående av fyra artiklar och en konferensartikel.

Försöksmaterialet består dels av digitala fotografier av interiörer i trä och dels datorbyggda miljöer. Arbetet innehåller både kvalitativa och kvantitativa intervjumetoder i syfte att kartlägga vad människor reagerar på och vad som är viktigt vid visualisering av trä. Olika metoder har använts för att undersöka området. Exempel är; Grounded Theory, Kanzei Engineering, Preference Mapping (multivariat dataanalys), enskilda intervjuer, intervjuer i form av fokusgrupper och internetbaserade intervjuer. Genomgående har metodiken parvis jämförelse använts dels för att erhålla uttömmande utseendebeskrivningar och dels för att rangordna bilder.



Genomgående har metodiken parvis jämförelse använts vid intervjuerna.

Resultaten visar att visualisering av trätexturer inte är helt trivialt. Bland annat visar preferensstudierna på att vissa tekniska bildbehandlingsparametrar bör ändras för att erhålla lyckade visualiseringar. Fotorealism är inte alltid det rätta för visualisering av materialet trä. Vissa parametrar bör ibland förstärkas eller tonas ned. Den miljö och dess syfte träprodukt skall visas i påverkar hur arbetad den bör vara. Upplösning och detaljering måste passa ihop med övriga bilden. Resultaten indikerar vilka aspekter och egenskaper som är viktiga att beakta. Ljussättning, ljushet, färg och kontrast är viktiga för att skapa liv i den träprodukt som visas i datorbilden. Kontrast, färgmättnad och ljus är minst lika viktiga egenskaper som träytornas detaljrikedom (upplösning). Behovet av ”smart anpassning” diskuteras i avhandlingen. Nordvik har använt sig av flera olika metodiker för att undersöka ämnet vilket bör ses som ett resultat i sig.

Mindre bra datorvisualiseringar av trä fyller knappast sitt syfte och gör hela träindustrin en björntjänst. Om resultaten av Nordviks arbete studeras och tillämpas av alla som arbetar med datorbilder av trä kan det resultera i bättre visualiseringar av trätexturer i framtiden.

Avhandlingar

Lic: Enar Nordvik. 2004. *Computer Visualization of Wood – some important aspects*. LTU 2004:27 ISSN 1402-1757.

Dr: Enar Nordvik. 2008. *On computer visualisation of interior wood*. LTU 2008:47 ISSN: 1402-1544.

Artiklar

Nordvik, E., Broman, N.O. 2005. *Visualizing wooden interiors – A qualitative assessment of what people react to and how they describe it*. Forest Products Journal 55(2):81-86.

Nordvik, E., Broman, N.O. 2007. *Comparison of visual properties in digital wood images*. Forest Products Journal 57(1):97-102.

Nordvik, E., Broman, N.O. 2008. *Looking at computer-visualized interior wood – a qualitative assessment using focus groups*. Accepted for publication in Journal of Wood Science.

Nordvik, E., Schütte, S., Broman, N.O. 2008. *People's Evaluations of the Visual Appearance of Wood Floorings – a Kansei Engineering approach*. Submitted to Forest Products Journal.

Broman, O., Nordvik, E., Fjellner, B-A. 2006. *Means for measuring people's preferences for visual wood with aid of Internet*. In: Wood resources and panel properties : Cost Action E44 - E 49 Conference in Valencia on Wood Resources and Panel Properties; Conference proceedings. Valencia , Spain. Peer reviewed.

Broman O., Nordvik E., Fjellner B-A. 2003. *Metod för mätning av människors preferenser för synligt trä med hjälp av Internet*. 2003:21, ISSN:1402-1536, ISRN:LTU-TR--03/21—SE

Nordvik, E., Broman, O., 2005. *Om Trä i Media - Hur interiört trä skildras i svenska inredningstidskrifter*. Teknisk rapport 2005:18. 1402-1536 LTU-TR--05/18—SE

Broman, O., Grönlund, A., Nordvik, E., Lundahl, C. G. 2008. *Estetiska kvaliteter och skillnader i preferenser för limfog – En jämförelse mellan två intervjumetoder*. Teknisk rapport 2008:05, LTU, avd för Träteknologi, ISSN: 1402-1536.

Ekonomi

Protokolsbilaga 4, beslutsdatum 2000-06-26

D4, projektnummer 14	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkost.	860	715,0
Resor	150	32,8
Utrustning och material		6,8
Externa tjänster		32,1
Lokaler o overhead	390	575,5
Gemensam admkostnad	150	139,4
Övrigt		1,4
TOTALT	1550	1533

Projekt 3.3. Integrationsvinster genom förbättrad träkommunikation – Förstudie

Projektledare: Olof Broman

**Projektmedarbetare: Anders Grönlund, Kjell-Allan Jonsson, Sven-Olof Holmström;
Niclas Markgren.**

Intressent: Skellefteå Snickericentral

Bakgrund

I värdekedjan från marknad till skog är en rad olika aktörer involverade. För att denna kedja skall fungera krävs ett enormt flöde av information mellan de olika aktörerna. Flera studier, bland annat Projektet ”Träkommunikation – Förstudie”, har vittnat om att det idag finns stora brister i detta informationsflöde. Frågan är:

1. Var finns de största kunskapsluckorna i träkommunikationskedjan mellan marknad och skog?
2. Vad är mest angeläget att undersöka sett ur de berörda träföretagens perspektiv?
3. Vad är forskningsbart?
4. Vilken forskningsmetodik skall användas?

Syfte

Syftet med denna förstudie var att försöka besvara ovanstående frågor och som ett resultat av förstudien utforma ett förslag till doktorandprojekt som presenterades för SkeWood:s styrgrupp.

Resultat

Förstudien resulterade i projektbeskrivningen ”Träkommunikation vid export av snickerier”.

Ekonomi

Protokollsbilaga 15, beslutsdatum 2000-12-14

<i>P6, projektnummer 16</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	100	115,7
Resor	5	4,5
Utrustning o material		
Externa tjänster mm		
Lokaler o overhead	30	30,1
Gemensam admkostnad	15	15,1
Övrigt		0,6
TOTALT	150	166

Projekt 3.4 Träkommunikation vid export av snickerier

Doktorand: Niklas Markgren

Handledare: Anders Grönlund, Olof Broman

Intressent: Skellefteå Snickericentral

Bakgrund

Sverige är världens näst största exportörer av sågade trävaror. År 2000 uppgick det samlade exportvärdet till 18,3 miljarder kr. Samma år uppgick exportvärdet av snickeriprodukter till 1,3 miljarder kr.

Det finns naturligtvis flera orsaker till att snickerieporten är så blygsam i förhållande till sågade trävaror. En viktig orsak är traditionen. Sågverken blev mycket tidigt en exportindustri främst beroende på att kunder i utlandet aktivt sökte efter råvaruleverantörer som kunde tillfredsställa behovet av trä när den inhemska råvarutillgången började sina.

Den svenska snickeriindustrin har främst uppkommit och utvecklats för att tillfredsställa det inhemska behovet av snickeriprodukter. När byggproduktionen i Sverige drastiskt minskade i början av 90-talet innebar det stora påfrestningar på snickeribranschen. Många företag slogs ut de allra flesta tvingades att minska sina volymer.

För att överleva började några företag att intensifiera sina exportansträngningar. Många av dessa exportsatsningar blev dock mindre lyckade främst beroende på bristande kunskap rörande specifika förhållanden för exportförsäljning. Kunskapsbristerna fanns på flera olika plan alltifrån rent tekniska frågor till kommersiella och sociala aspekter. Även om man idag på många snickeriföretag har förvärvat kunskaper rörande export av snickerier så finns det fortfarande stora kunskapsluckor.

Även om den svenska byggverksamheten till viss del har återhämtat sig från de lägsta nivåerna i början av 90-talet så är inte nivåerna så höga att det kan utgöra en tillräcklig bas för en ordentlig utveckling av den svenska snickeriindustrin. För att snickeriindustrin skall kunna växa krävs att exportandelen ökar högst avsevärt.

Syfte

Projektets syfte var att kartlägga möjligheter och hinder för export av svenska snickerier samt undersöka möjliga integrationsvinster genom en förbättrad träkommunikation i kedjan mellan marknad och skog.

Resultat

Tyvärr avbröt doktoranden sina forskarstudier i projektet uppstartsskede vilket medförde att inga resultat har genererats.

Ekonomi

Protokollsbilaga 20, beslutsdatum 2001-02-23. Projektet avbröts i förtid.

<i>A8, Projektnummer 18</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	1365	385,2
Resor	150	11,4
Utrustning och material		38,9
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	150	56,7
Gemensam admkostnad	185	49,8
Övrigt		
TOTALT	1850	542

Projekt 3.5 Demonstrationsprojekt

Projektledare: Anders Grönlund

Projektmedarbetare: Lars Stehn, Micael Öhman

Intressenter: Norra Skogsägarna, Skellefteå Snickericentral

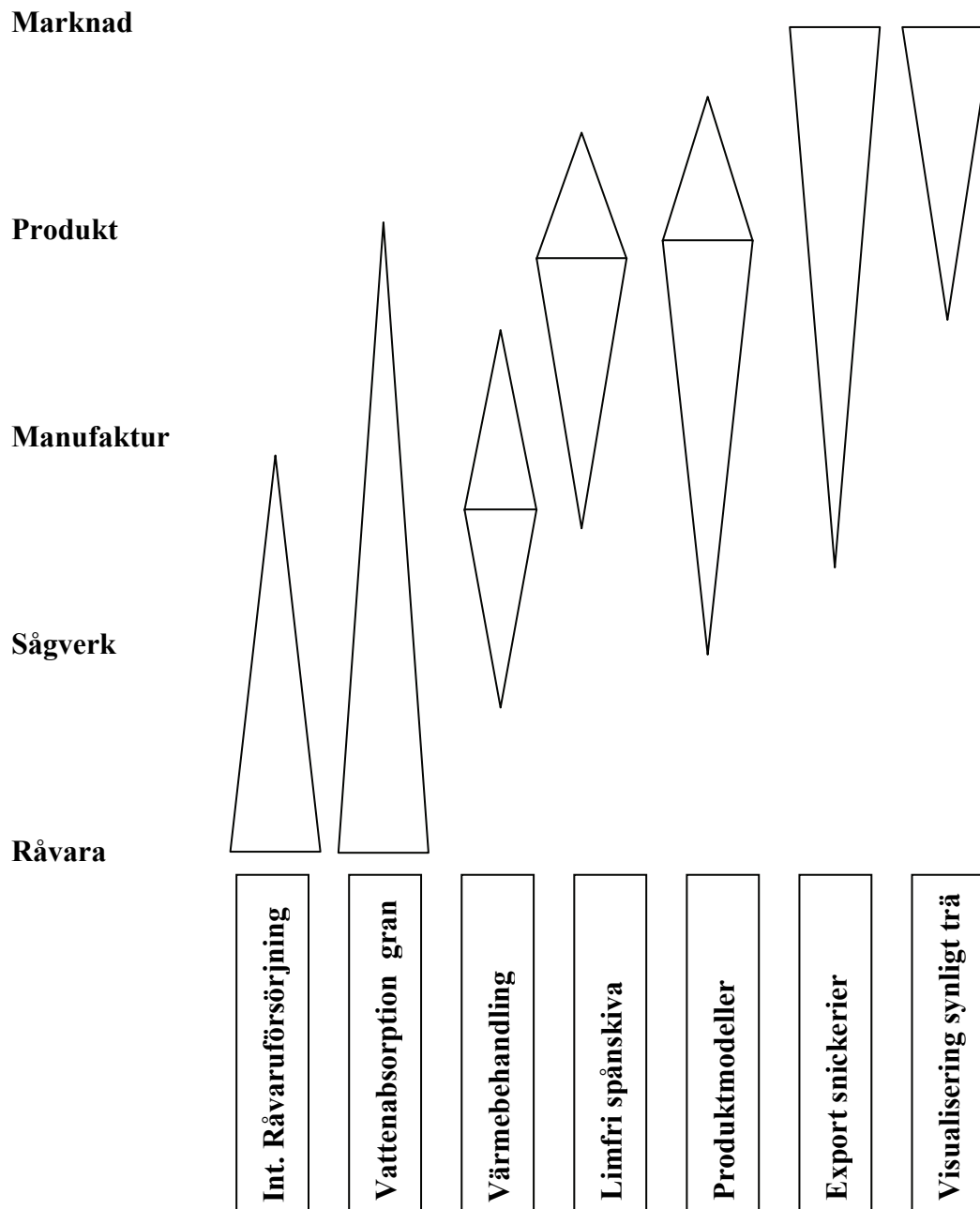
Bakgrund

I samband med diskussioner i SkeWood-programmets styrgrupp rörande den framtida inriktningen av programmet ställdes frågan hur programmets resurser bäst skulle användas för att åtgärda brister i det trä- och byggindustriella systemet. Som ett första steg framkom ett önskemål om att få en beskrivning av hur de olika beslutade projekten inom SkeWood-programmet hör ihop.

I nedanstående figur har vi gjort ett försök att illustrera var de olika projekten inom SkeWood-programmet ligger i ett plan som spänns upp av dimensionerna ”Marknad – Råvara” respektive ”Mätteknik – Bygg – Träkommunikation”. Den bredaste delen av projektsymbolen är tänkt att illustrera var i skalan mellan marknad och råvara som projektet har sin tyngdpunkt. Placeringen i x-led illustrerar var i skalan mellan mätteknik och träkommunikation som projektet ungefär hör hemma.

Syfte

Syftet med demonstrationsprojektet var att identifiera och analysera kunskapsluckor och allvarliga kommunikationsbrister inom det område som illustreras av nedanstående figur. En viktig uppgift var också att illustrera effekterna av dessa brister för berörda intressegrupper. På basis av analysen utformas sedan förslag på angelägna kommande projekt inom SkeWood-programmet.



Mätteknik...Byggmaterial.....Byggsystem....Träkomm.

SkeWood-projektens läge i området "Marknad – Råvara" respektive "Mätteknik - Träkommunikation"

Resultat och slutsatser

De produkter som analyserades var fönster och bjälklag. Baserat på interjuver och litteraturstudier kunde följande slutsatser göras:

- Det finns en stor potential till förbättringar av kommunikation och produktionsuppläggning i förädlingskedjan från skog till slutkonsument.
- Avvägningen mellan valfrihet och standardisering samt om det är möjligt att kombinera valfrihet och standardisering bör belysas djupare.

Följande forskningsfrågor identifierades:

- Går det att kombinera både stor valfrihet vid utformning av hus samtidigt som man har en långt driven standardisering av byggkomponenter?
- Vad blir konsekvenserna och vilka förutsättningar finns för en övergång från ett divergerande produktionsflöde till ett konvergerande produktionsflöde?
- Hur kan informationsflödet i förädlingskedjan förbättras så att man fullt ut kan tillämpa konceptet ”gömma kvist”? Vilka verktyg behövs?
- Vad krävs för att man skall kunna utnyttja träets miljöfördelar på ett effektivare sätt? Denna fråga har inte alls lyfts fram av de personer som intervjuats men vi pekar på den ändå eftersom vår övertygelse är att den kommer att bli viktig på lite längre sikt.

Ekonomi

Protokollsbilaga 30, beslutsdatum 2002-01-28

<i>P12, projektnummer 22</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	150	150,1
Resor	35	0,9
Utrustning och material		
Externa tjänster mm		6,7
Lokaler och overhead	85	100,5
Gemensam admkostnad	30	25,8
Övrigt		
TOTALT	300	290

Projekt 3.6 Flexibel snickeriproduktion – Förstudie

Projektledare: Micael Öhman

Intressenter: Skellefteå Snickericentral, SSC Klingan AB, Consultec AB, Lappvattnets Snickeri AB

Bakgrund

Traditionellt har de flesta snickeriföretag sett sig som tillverkare av produkter (hårdvara) som t.ex. fönster, dörrar, trappor och kök. Distributionen av dessa produkter kan grovt sett uppdelas i två olika flöden. Det ena flödet går till en objektmarknad där varje produkt är skräddarsydd (unik) för att passa in i ett givet byggobjekt. Det andra flödet, som går till byggvaruhandeln, består av mera standardiserade produkter jämfört med objektprodukterna.

Byggvaruhandeln säljer produkterna dels till privatpersoner, (gör-det-självt-sektorn) dels till mindre byggtreprenörer och bygghantverkare.

Det finns dock idag vissa snickeriföretag som börjat leverera en hel funktion och inte bara en produkt. Detta innebär ofta att tillverkaren ansvarar för hela kedjan från uppmätning på plats, konstruktion, tillverkning, inmontering och kanske t.o.m. service under hela produktens livslängd. Snickeriföretaget ansvarar i detta fall för en betydligt större och mera komplicerad process än att bara vara en produktleverantör. Funktionsförsäljningstänkandet innebär en ökad komplexitet samtidigt som det också ger möjligheter till vidgade affärer och bättre konkurrenskraft genom en effektivare process och mindre kvalitetsbristkostnader.

För snickerier torde funktionsförsäljningskonceptet ha den största potentialen inom ROT-sektorn som står för en mycket viktig del av den svenska träkonsumtionen. I de flesta fall utgår vårt tänkande rörande olika förhållanden i trä-bygg värdekedjan från nybyggnations-fallet. Faktum är dock att endast ca 10% av Sveriges träkonsumtion går till nybyggnation. Resterande del går till andra användningsområden bl.a. ROT-sektorn.

När det gäller framförallt nybyggnation börjar svenska snickeriföretag dessutom känna av en allt större konkurrens från låglöneländer som t.ex. Polen och länderna i Baltikum. För att möta detta hot måste de svenska fabrikanterna minska antalet mantimmar per enhet genom ökad automatisering och för ROT-sektorn kombinerad med en ökad flexibilitet. Ytterligare en möjlig konkurrensåtgärd är att satsa ännu hårdare på funktionsförsäljning.

Om man kan effektivisera hela processen från försäljning till slutmontage och samtidigt uppnå en ytterst flexibel tillverkningsprocess bör det finnas möjlighet att nå nya kundgrupper för objektstillverkade snickerier. Inredningsnickerier till krävande privatpersoner kan vara en sådan grupp.

Frågeställning

De övergripande frågeställningarna är:

- Vilka åtgärder krävs för att effektivisera processen från försäljning av snickerier till slutmontage av dessa?
- Går det att väsentligen minska kostnadsgapet mellan flexibel enstyckstillverkning och tillverkning av standardiserade produkter i stora serier?

Genomförande och resultat

Baserat på interjuver med företrädare för de olika intressenterna och några workshops där olika mätutrustningar demonstrerades kan följande slutsats av förstudien göras:

En av de största hindren för flexibel produktion av skräddarsydda snickerier för objektmarknaden orsakas av bristande måttunderlag. I detta begrepp ryms såväl accepterade brister som rena felaktigheter. Dessa brister gör att skillnaden i kostnad mellan en standardiserad snickeriprodukt som exempelvis kan köpas på byggvaruhandeln och den för objektmarknaden skräddarsydda snickeriprodukten kan tyckas vara onödigt stort.

Rent tekniskt finns det en rad i dag kommersiellt tillgängliga tekniker som skulle eliminera en mycket stor del av de förluster som kan kopplas till problemet med bristande måttunderlag.

Dock kan det kräva betydande förändringar i de inblandade parternas sätt att arbeta vad gäller rutiner, ansvarsfördelning samt kultur för att nå de effektivitetsvinster som finns.

Dock måste incitamentet för en förändring beskrivas innan parterna är beredd att göra nödvändiga förändringar. Ett sådant incitament är att beskriva den förbättringspotential som finns i en ändring av arbetsrutinerna och tillämpning av modernare teknik.

Ekonomi

Protokollsbilaga 70, Beslutsdatum 2006-02-20

<i>S35, projektnummer 45</i>	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	315	299,8
Resor	15	6,0
Utrustning o material		
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	70	67,2
Gemensam admkostnad	40	37,5
Övrigt		1,5
TOTALT	440	426

Projekt 3.7 Förstudie snickeriprodukter

Projektledare: Christer Peterson

Intressent: SORB Industrier

Bakgrund

Sorb Industri AB har genom avtal med Luleå tekniska universitet, institutionen för träteknik i Skellefteå, ställt medel till förfogande för en professur i *Träteknik med särskilt inriktning på träindustrins marknader*. Medlen skall finansiera uppbyggnaden av en forskargrupp med kompetens särskilt om trämarknadernas funktion. Forskningsresultat rörande produkter, metoder och marknader syftar ytterst till att öka såväl förädlingen av skogsråvaran som export av trävaruproduktionen. Professuren är nu besatt och uppbyggnaden av kompetens inom forskningsområdet har därmed påbörjats.

Frågeställning och genomförande

Projektet avser en förstudie om marknaden för snickeriprodukterna dörrar, fönster och trappor. Huvudmålsättningen är att:

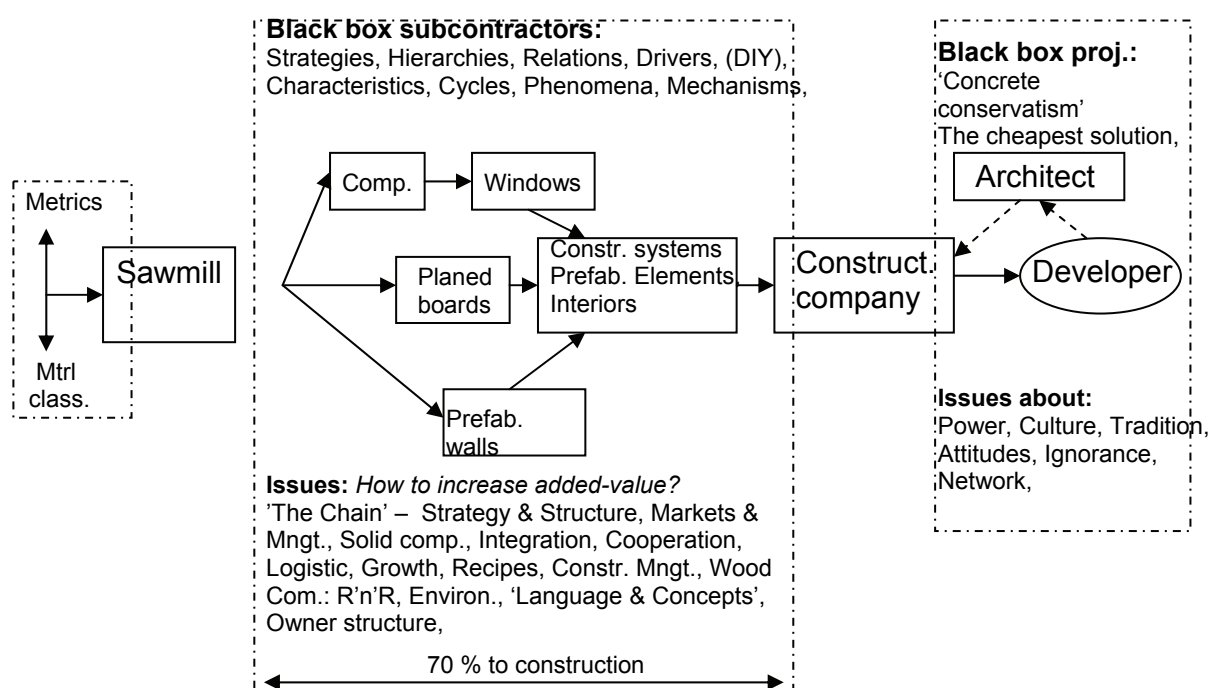
- formulera ett eller flera doktorandprojekt
- beskriva delbranchernas struktur
- kartlägga hinder för tillväxt,
- diskutera framtida problem,
- analysera framgångs ingredienser och
- presentera framgångsrecept.

Arbetet skall genomföras med bl a ovan nämnda väl etablerade branschanalytiska verktyg. Ett underliggande syfte är vidare att studien skall vara relevant för industrin, och därmed tillföra snickeribranschen ny kunskap.

Resultat

En tankemodell över träindustrins värdekedja, (se nedan) förädlades fram med stöd av Fredriksson (2003) och Grönlund (2003), och skulle utgöra det område ur vilket forskningsämnen sedan kunde formuleras.

A Conceptual Model of the Wood Industry's Value Chain



Christer Peterson

De främsta resultaten av projektet är formuleringen av två doktorandprojekt:

1. Framväxten av ett dynamiskt tränätverk – Samverkan mellan företag för ökad internationell konkurrenskraft inom träbyggnadssektorn
2. Beslutsprocesser och roller i kinesiskt byggande

Det första av dessa projekt startades och har resulterat i en licentiatuppsats. Etappen mot doktorsexamen pågår. Projektet beskrivs närmare nedan i projekt 3.9. Det andra projektet kom aldrig igång på grund av att intressenten drog sig ur projektet.

Ekonomi

Protokollsbilaga 45, beslutsdatum 2003-05-13. Projektet avslutades i förtid.

<i>A23, projektnummer 33</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	300	114,5
Resor	65	3,7
Utrustning och material	25	17,8
Externa tjänster mm	10	
Lokaler och overhead	170	94,5
Gemensam admkostnad	60	23,5
Övrigt		
TOTALT	630	259

Projekt 3.8 Den Moderna träfasaden

Doktorand: Ove Nilsson

Handledare: Anders Grönlund, Olof Broman

Intressent: Nils och Dorhti Trodessons Forskningsfond

Bakgrund

Många arkitekter är idag intresserade av att försöka hitta nya och moderna uttryck när det gäller användande av trä. Det får ses som ett gott tecken om man tror att trä ska kunna bli ett framtidsmaterial. Det är viktigt att hitta moderna uttryck för byggnader, att inte fastna i fäbodsromantiken. Trä som något nytt och framåtsyftande, inte bara billigt och pittoreskt!

Träindustrin har å sin sida insett behovet av vidareförädling av trä för att kunna konkurrera med sina produkter. Inte minst ser man värdet och behovet av formgivning och design.

Samtidigt som man söker nya användningsområden och nya sätt att använda trä, så uppstår behov av ökat kunnande inom träteknik och specifikt träformgivning. Detta ställer naturligtvis i sin tur krav på ökad utbildning och forskning inom dessa områden.

En välexponerad del av träanvändande i byggnader är fasaden. Här ser finns stora möjligheter till produktutveckling. Inte minst vid användande av träfasader på större byggnader och inom offentligt byggande.

Idag förknippas ofta träfasader med enklare, billigare byggande, samt bostäder. Träfasader förknippas ibland till och med ett enkelt och lite ”simpelt” utförande. Mycket finns således att göra. Exempel på frågor är:

- Finns idag på marknaden en högkvalitativ träfasad, med hög teknisk och estetisk kvalitet, dessutom specialanpassad för större byggnader?
- Kan man skapa fasadsystem med gran/furu med ”hög kvalitet”?
- Hur klarar man underhållsfrågor på ett bra sätt för träfasader på högre byggnader?

Ytbehandling. På kontinenten används oftast obehandlade eller oljade träfasader. Vilket innebär helt eller delvis grånade fasader på sikt. I Norden och Sverige finns en lång tradition med målade träfasader.

Hur ska den framtida målningsbehandlade ”moderna” träfasaden vara beskaffad?

Syfte

Syftet med detta projekt är att undersöka vad som är nödvändiga egenskaper för ett träfasadssystem i gran/furu med ”hög kvalitet”. Begreppet ”kvalitet” definieras som ”En produkts eller tjänsts förmåga att tillfredsställa kundernas behov och förväntningar”. Kunder är i detta sammanhang hyresgäster, fastighetsägare, fastighetsförvaltare, arkitekter, byggare m.fl.

Genomförande och resultat

Utgångspunkten är att ta reda på vad som krävs av en ”modern” träfasad? Har träfasader någon plats i framtida byggande och vilka egenskaper krävs i så fall hos dessa?

Doktoranden har valt att ta reda på detta genom undersökning av vetande och kunskapsläge om träfasader hos svenska arkitekter. Arkitekten som yrkesgrupp är viktig vad gäller val av material, utförande osv. Arkitekten styr också i viss mån trendutveckling i fasadval.

Grunden i arbetet består av en intervjuundersökning med svenska arkitekter Dessa intervjuer kompletteras med intervjuer av leverantörer av träbyggnadselement, husfabrikanter m fl. En färdig licentiatuppsats beräknas föreligga i februari 2009.

Ekonomi

Protokollsbilaga 50, beslutsdatum 2004-05-17

D 25, projektnummer 35	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	1780	878,7
Resor	280	244,0
Utrustning och material		6,5
Externa tjänster mm	100	
Lokaler och overhead		596,3
Gemensam admkostnad	240	172,5
Övrigt		
TRPT 2008-06-30	2400	1898
KVARSTÅR att upparbeta		502
SUMMA	2400	2400

Projekt 3.9 Framväxten av ett dynamiskt tränätverk - Samverkan mellan företag för ökad internationell konkurrenskraft inom träbyggnadssektorn

Doktorand: Anders Bystedt

Handledare: Christer Peterson

Intressent: Sorb Industrier

Bakgrund

Den svenska byggmarknaden karaktäriseras av en alltför låg uthållig bostadsproduktion och en för hög kostnadsnivå. Röster har höjts för att öka produktionen och sänka kostnaderna utan att upprepa misstagen från Miljonprogrammen på 1960-talet. Den svenska byggbranschen står med andra ord inför utmaningen att bygga fler bostäder som är flexibla och estetiska, till en lägre kostnad. Den trämekaniska industrin har funnit att det finns en möjlighet att möta marknadens efterfrågan. I rapporten Mer trä i byggandet – underlag för en nationell strategi (Ds 2004:1) har det framgått att det finns en potential i flervåningsbyggande i trä. Den forskning som genomförts inom området träbyggande har emellertid främst inriktats mot teknik. I rapporten finns ett intresse för nya affärskoncept; en av dessa koncept är strategiska nätverk. Det strategiska nätverket kan ses som ett verktyg där olika kompetenser i nätverket skapar den kunskapsmassa som behövs för att bli en intressant partner i byggbranschen.

Syfte

Syftet med studien var att bidra med kunskap om hur ett strategiskt nätverk blir modell för introducerandet av ett träbyggsystem som är kostnadseffektivt, industrialiserat, flexibelt, funktionellt och estetiskt.

Genomförande och resultat

I Anders Bystedt licentiatuppsats studeras ett fall av en samverkansprocess i syfte att skapa ett industrialiserat träbyggsystem. Samverkansprocessen har studerats genom deltagande observation, intervjuer och dokument. Viktiga händelser, fenomen, mönster och faktorer för skapandeprocessen beskrivs och analyseras. Samverkansprocessen utvecklar nära relationer mellan företagen i det strategiska nätverket. Studien visar att understödjaren (en extern initiativtagare och finansiär) spelar en avgörande roll för utvecklingen i det strategiska nätverket. Ett annat resultat är att det blir svårt att skilja individen från företaget i en samverkansprocess. Ett tredje är att företaget måste ha den grad av kompetens så att det kan bidra till byggsystemet. Ett fjärde resultat är att för att utveckla ett industrialiserat träbyggande krävs ett helhetsgrepp om byggprocessen och byggsystemet. De empiriska resultaten indikerar att samverkansprocessen skapas och utvecklas i en inledande fas av visionärt slag för att sedan övergå i en fas av aktivitet, för att därefter förverkligas på marknaden. Skapande- och utvecklingsprocessen av det strategiska nätverket kan indelas i dimensioner och nivåer. Dimensionerna kan delas in i primära, substantiella och beteendeförutsättningar. Under dessa dimensioner presenteras de framträdande faktorerna för samverkansprocessen i nivåerna understödjar-, genomförande- och processnivå.

För framtida samverkansprojekt inom träbyggnadsområdet föreslås följande generella principer; (1) definiera problemet eller möjligheten, (2) analysera problemet eller möjligheten generellt och fördjupat (med inriktning på struktur och strategi), (3) skapa en operationell aktivitetsorganisation med en styrande grupp och arbetsgrupper, och utred tidigt vilken av arbetsgrupperna som är styrande över de andras utveckling, (4) engagera en extern ordförande

och en extern projektledare, (5) skapa tidigt och upprätthåll goda relationer med understödjare och (6) arbeta tidigt för att en realisering ska kunna ske.

Avhandlingar

Bystedt, Anders. 2007. Industriellt träbyggande i samverkan – En studie av det strategiska nätverket Bygg I Trä. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LT 2007:55. ISSN: 1402- 1757.

Artiklar

Bystedt, A. 2005. Conditions for Industrialised wood construction, a Swedish experience, Scandinavian Academy of Management 18 (NFF), Århus, 2005

Bystedt, A. 2007. Wood construction strategic networks and the view on sub contractor systems, a Swedish experience, NFF 19, Bergen, 2007

Ekonomi

Protokollsbilaga 51, beslutsdatum 2004-06-22

D 26, projektnummer 36	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	2250	1163,7
Resor	100	49,8
Utrustning och material	30	0,3
Externa tjänster mm		0,9
Lokaler och overhead	680	942,6
Gemensam admkostnad	340	215,7
Övrigt		
TOTALT	3400	2373

Projekt 3.10 Effektiv produktion av konsumentprodukter med krav på estetiska egenskaper

Projektledare: Johan Oja

Projektmedarbetare: Olof Broman, Jan Nyström, Enar Nordvik

Intressenter: SCA, Norrlands Trä, Kempestiftelserna

Bakgrund

Massiva trägolv är en produkt där träets estetiska egenskaper är mycket viktiga. För Bollsta sågverk är golvråvara en viktig produkt, dels för egen vidareförädling men framför allt för försäljning till golvproducenter. En av Bollsta sågverks stora kunder är Norrlands Trä som är en av Sveriges största tillverkare av massiva trägolv. Norrlands Trä exporterar 90% av sin produktion men säljer även en del av produktionen direkt till slutkund i det egna byggvaruhuset.

Tillverkningsprocessen börjar på timmerplan där råvaran väljs ut med hjälp av automatisk sortering baserat på stockens yttre form. Efter sågning sker en automatisk sortering av den sågade varan i råsorteringen och därefter sker även en sortering i justerverket. Denna sortering i flera steg gör att det finns en förbättringspotential dels genom att utveckla och kalibrera mätteknik och sorteringsmodeller så att de olika stegen samverkar på ett effektivt sätt, men framför allt genom att bättre anpassa slutresultatet till konsumenternas preferenser. Vad gäller golvprodukter finns en osäkerhet vad gäller konsumenternas syn på framför allt kviststruktur. En intressant fråga är om man kan öka andelen godkänd golvråvara genom att kunden kan acceptera mer svartkvist utan att detta upplevs som negativt. Ett annat intressant alternativ är att skapa ett nytt, kompletterande golvsortiment där en större andel svartkvistar accepteras. För att jämföra dessa alternativs potential krävs det att man studerar slutkonsumenternas preferenser med hjälp av intervjuundersökningar. Sådana intervjuundersökningar kan göras baserat på både verkliga produktexempel eller baserat på virtuella produkter. Men även mättekniken och sorteringsmodellerna kan utvecklas. Valet av råvara kan göras baserat på stockens yttre form, genomlysning av timret med röntgenteknik eller baserat på en kombination av röntgen och yttre form. Sorteringsmodellerna kan förfinas genom att med hjälp av multivariat statistik anpassa sorteringen mot slutkonsumentens krav. Sammantaget gör detta att golvproduktionen vid Bollsta sågverk och Norrlands Trä är ett mycket lämpligt alternativ för att studera möjligheten att, med hjälp av modern mätteknik, på ett effektivt sätt producera kundanpassade produkter med krav på estetiska egenskaper.

Syfte

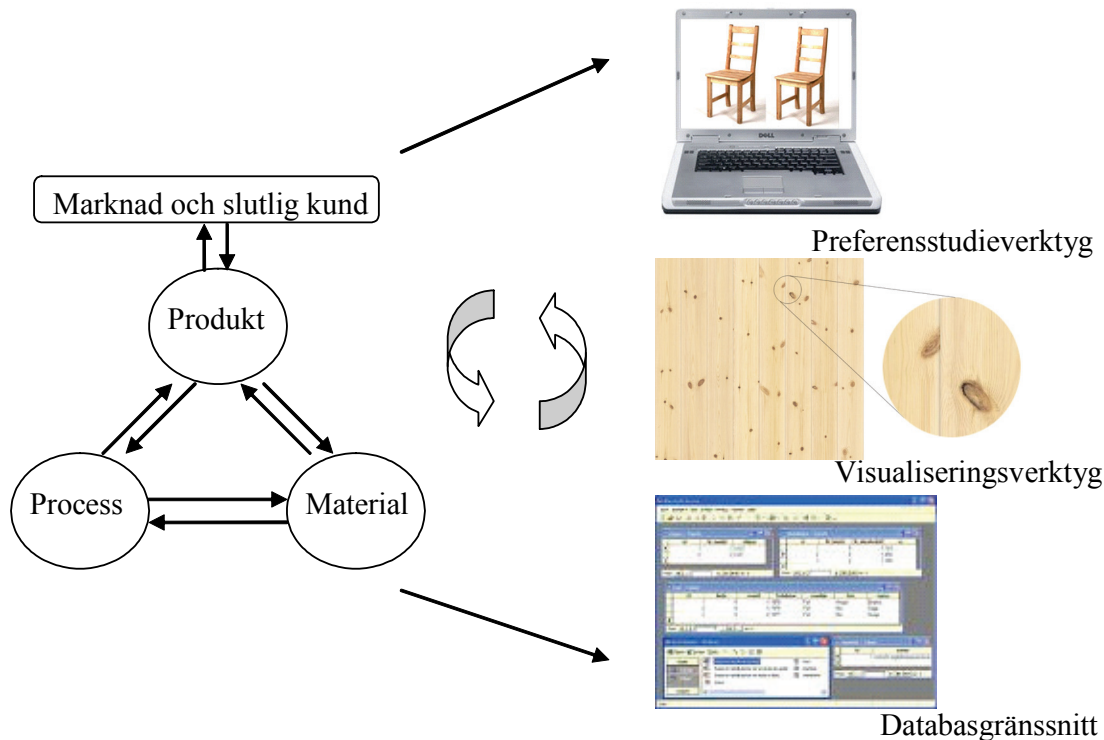
Syftet med projektet var att demonstrera hur man med hjälp av modern marknadsanalys, modern men industriellt implementerad mätteknik och avancerade sorteringsalgoritmer kan effektivisera produktionen av kundanpassade produkter med krav på estetiska egenskaper. Ett delmål var att undersöka alternativa utseendekvaliteter till dagens produktion av golvträ.

Genomförande och resultat

Genomgående strategi och metod var att mäta och dokumentera råvarans egenskaper genom hela processen från stock till färdig produkt. En lättanvänd interaktiv databas utvecklades inom ramen för projektet och användes för simulering av alternativa sorteringar av råvara avsedd för golvproduktion. Kopplat till databasen utvecklades också ett visualiseringsverktyg som gör det möjligt att direkt kunna se resultatet av simuleringarna i form av digitala golvytor. En tredje komponent som utvecklades och användes var ett verktyg för konsumentstudier där man enkelt använde sig av datorbilderna från visualiseringsverktyget.

Utöver resultat i form av utvecklad databasgränssnitt, visualiseringsverktyg och verktyg för konsumentundersökningar så har projektet visat på intressanta resultat vad gäller både produktions och marknad. Resultatet av databassimuleringarna visar att man genom att förändra sorteringsstrategin och sortera stockarna baserat på information från en röntgenmätning helt kan undvika utsortering i råsorteringen, minska utsorteringen i justerverket med 25% (från tolv till nio procentenheter) och ändå producera en golvråvara med samma estetiska egenskaper som tidigare. Som ett alternativ till den ursprungliga golvråvaran har även en ny golvråvara definierats. Preferensstudier i både Sverige och Norge visade att konsumenternas tyckte bättre om den nya kvaliteten än den ursprungliga. Samtidigt gjorde denna nya golvråvara (förändrat val av råvara, flöde, hantering, mätning och sortering) det möjligt att helt undvika utsortering i både råsortering och justerverk och samtidigt öka den tillgängliga golvråvaran med 27% (från 30 till 38 procentenheter).

Slutsats: Projektet har påvisat ökad nytta hos slutkund och en stor effektiviseringspotential vid produktion av solida trägolv genom att i detalj följa flödet från marknad tillbaka till val av skogsråvara.



Produktutvecklingsverktygets tre huvudkomponenter. Databasgränssnittet gör det möjligt att simulera olika sorteringsstrategier. Visualiseringsverktyget gör det möjligt att skapa bilder av det verkliga och aktuella utseendet som sorterats fram. Bildmaterialet kan enkelt användas i det preferensstudieverktyg som utvecklas i projektet och skall användas för konsumentstudier.

Artiklar

Broman, O.; Nyström, J. & Oja, J. 2007. Effektiv produktion av golvprodukter med krav på estetiska egenskaper. Luleå : Luleå tekniska universitet, 2007. 65 s. Teknisk rapport / Luleå tekniska universitet; 2007:09.

Nyström, J., Oja, J., Broman, N.O. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 1 - The simulation tool.* In: Proceedings of the IUFRO Working Party 5.01.04 in June 2008, Joensuu, Finland.

Broman, N.O., Nyström, J., Oja, J. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 2 - Results from preference studies.* In: Proceedings of the IUFRO Working Party 5.01.04 in June 2008, Joensuu, Finland.

Oja, J., Broman, N. O., Nyström, J. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 3 - Optimizing the industrial production.* In: Proceedings of the IUFRO Working Party 5.01.04 in June 2008, Joensuu, Finland.

Nyström, J., Oja, J., Broman, N.O. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 1 - The simulation tool.* Submitted to Silva Fennica "Wood quality special issue".

Broman, N.O., Nyström, J., Oja, J. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 2 - Results from preference studies.* Submitted to Silva Fennica "Wood quality special issue".

Oja, J., Broman, N. O., Nyström, J. 2008. *Modelling the connection between industrially measured raw material properties and end user preferences. Part 3 - Optimizing the industrial production.* Submitted to Silva Fennica "Wood quality special issue".

Ekonomi

Protokollsbilaga 62, beslutsdatum 2005-09-01

P33, projekt nr 43	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	970	760,4
Resor	70	80,5
Utrustning och material	70	156,9
Externa tjänster mm	50	3,5
Lokaler och overhead	490	606,7
Gemensam admkostnad	120	164,4
Övrigt Högskoleoms		35,6
TOTALT	1770	1808

Projekt 3.11 Hållbarhet och produktsäkerhet för volymbyggda trähus

Doktorand: John Meiling

Handledare: Lars Stehn

Intressenter: Finndomo Group, Moelven Byggmodul, Flexator, Lindbäcks Bygg, Norvag Byggsystem

Bakgrund

Inom fordonsindustrin har den starka konkurrensen hela tiden tvingat fram nya innovationer och tekniska lösningar men det som varit avgörande för framgång är processororienteringen och utvecklandet av nya organisationsformer, produktutvecklingsmetoder och produktionsfilosofier. Inom byggbranschen är denna resa svårare att göra p.g.a. byggprocessens fragmenterade struktur där kedjan beställare – arkitekt – projektör – entreprenör – förvaltare ständigt representeras av olika företagsaktörer. Platsen där t ex hus uppförs varierar naturligtvis (markbeskaffenhet, typ av bebyggelse osv.) men då också lokala myndigheters tolkningar av bestämmelser vilket påverkar effektiviteten i ett system som baseras på repeterbarhet.

Några nischbranscher inom byggandet har integrerat delar av kedjan i en process som ägs av en och samma aktör. En av dessa branscher är volymbyggarna. Valet hur positionera sig mot kunder är viktigt men oavsett detta så återstår dock problemet att kommunicera konceptet, tekniken och garantera minimum av underhållskostnader till beställaren. Flera beställare ställer idag frågan om volymbyggande är ett koncept som lämpar sig för långsiktigt hållbara

byggnader och för träbyggnader rör sig frågorna kring utbytbarhet av komponenter, sättningar, rörelser och underhållsintervall. Samtliga dessa frågor är viktiga för en förvaltare som inte enbart ser på initialkostnaden utan ser på förvaltningskostnaden över byggnadens livslängd och därmed också för en ökad marknad för volymbyggandet.

För att utvecklas behöver volymtillverkarna hitta en balans mellan kundanpassning, kundorderstyrning, standardisering och en effektiv produktionsteknik.

Syfte

Syftet med projektet är att studera volymbyggteknikens inverkan på hållbarheten av träbyggnader med målet att kunna visa på volymbyggandets fördelar i termer av ökad produktsäkerhet, högre kvalitet, garanterad eller minimerad underhållskostnad och minskat resursanvändande.

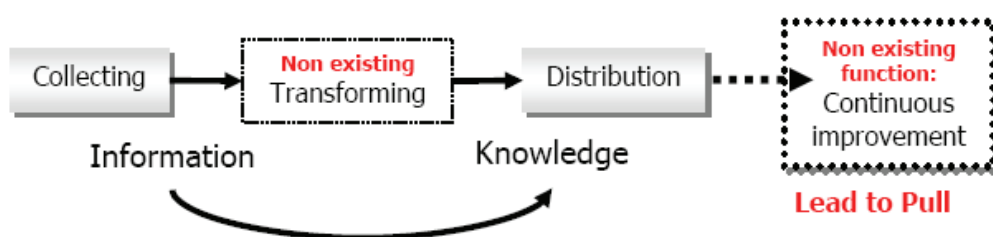
Genomförande och resultat

Tekniken trävolymbyggnad bör ha fördelar, framför traditionell byggproduktion, vad gäller kvalitet, underhåll och resursanvändande. Grundtanken är att huset är en produkt som skall tillfredställa kundens långsiktiga behov. Fokus på huset som en produkt, med ett tydligt livscykel tänkande, medför införandet av nyckelorden kvalitetsutveckling, repetitiva processer och erfarenhetsåterföring. Detta tänkande utmanar befintliga arbetssätt och fokuserar på mötet mellan försöken till industriell produktion och den kultur som detta kräver i relation till den kultur som finns inarbetad i byggbranschen, dvs. tillfälliga organisationer, projektorientering och platsbyggnad.

Trävolymbyggnadsföretagen delar problematiken kring pressade byggtider med det traditionella byggandet men har en fördel vad gäller torra arbetsförhållanden och framförallt att fel (tydligare) kan spåras till produktion och projektering, eftersom man äger hela byggprocessen. Genom att kontrollera produkten i fabrik, efter montage och vid garantitidens utgång kan man lättare styra erfarenheter tillbaka till projekteringen av nya, förbättrade, hus. Närheten mellan fabrik och projektering ger helt nya möjligheter kopplat till erfarenhetsåterföring. Med fördel för industriellt byggande menas inte att det är väsentligen bättre i nuläget utan att det har bättre möjligheter. Möjligheterna ligger i själva definitionen av industriellt byggande:

- Tillverkningen sker i en sluten miljö.
- Endast montage på bygget
- En tydlig processägare.

Industriellt husbyggande utnyttjar inte etablerade angreppssätt för att höja sin produktkvalitet. För närvarande är kvaliteten lika bra som i övriga byggbranschen, detta kan bero på att det saknas tradition av kvalitetsarbete i företagen som är studerade.



Glappet mellan feedback (information) och kunskap

Artiklar

Meiling J., Johnsson H. (2007) Sustainability in Industrialised Wood Construction
Proceedings from the Nordic Workshop in Wood Engineering, Feb 22, Skellefteå, Sweden.

Meiling J., Johnsson H. (2008) Experience Feedback at Industrialised House Builders
Proceedings of the 16th Annual Conference on Lean Construction, July 16-18, Manchester, GBR

Meiling J., Johnsson H. (2008) Feedback in Industrialised housing – why does it not happen?
Proceedings of the 24th ARCOM Annual Conference, Sept 1-3, Cardiff, Wales

Johnsson H., Meiling J. (2008) Defects in Industrialised Housing. *Submitted to Construction Management and Economics*

Ekonomi

Protokollsbilaga 58, beslutsdatum 2005-05-24. Projektvolymen ändrades till 1358 kkr då inte full privat finansiering, 870 kkr kunde erhållas.

D 30 projektnummer 40	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	1014	692,8
Resor	90	78,5
Utrustning och material		50,6
Externa tjänster mm		10,5
Lokaler och overhead	462	392,7
Gemensam admkostnad	174	123,4
Övrigt		9,5
TOTALT	1740	1358

4. Träbyggnad

ConITwood

Projektet samverkan mellan byggföretag och träkomponentleverantörer med produktmodeller har givits kortnamnet conITwood (där con står för construction industries wood för wood working industries och IT som länken däremellan). ConITwood utgör ett forskningsprojekt inom woodfront där teorier, modeller och kunskaper inhämtas och omsätts tillsammans med deltagarna i massivträkonsortiet som driver woodfront. Inom woodfrontprojektet pågår ett arbete med att dokumentera erfarenheter och kunskaper om massivträbyggnad i en systemmanual. I det arbetet bidrar de tre doktoranderna inom conITwood med kunskapsuppbyggnad och kartläggning av projekteringsprocessen, upphandlingsprocessen och byggprocessen med speciell inriktning mot materiallogistik. Projekt 4.1, 4.2 och 4.3 är de tre doktorandprojekten som ingår i conITwood.

Projekt 4.1. Samverkan med produktmodell

Doktorand: Ylva Sardén (Tidigare Fredriksson)

Handledare: Lars Stehn

Intressenter: Kempestiftelserna och massivträkonsortiet.

Bakgrund

Startpunkten för ökad användning av trä i flervåningshus var en lagändring år 1994 som öppnade upp för byggnation av flervåningshus i trä. Trots detta har inte utvecklingen mot ökat byggande av denna typ av hus utvecklats så positivt som många aktörer hade hoppats och förväntat sig.

För att utnyttja marknadspotentialen och öka effektiviteten i byggandet i trä, krävs en ökad teoretisk och praktisk förståelse för affärs- och processutveckling, som knyter samman den rena teknikutvecklingen i byggnation och prefabricering i trä med marknadens föränderliga krav på utveckling, kundanpassning, resurssnålhet och allt detta till konkurrenskraftiga priser. Ylva Sardéns avhandling presenterar en fallstudie av ett pilot projekt i Sundsvall där flervånings hus med massivträstomme byggts.

Syfte

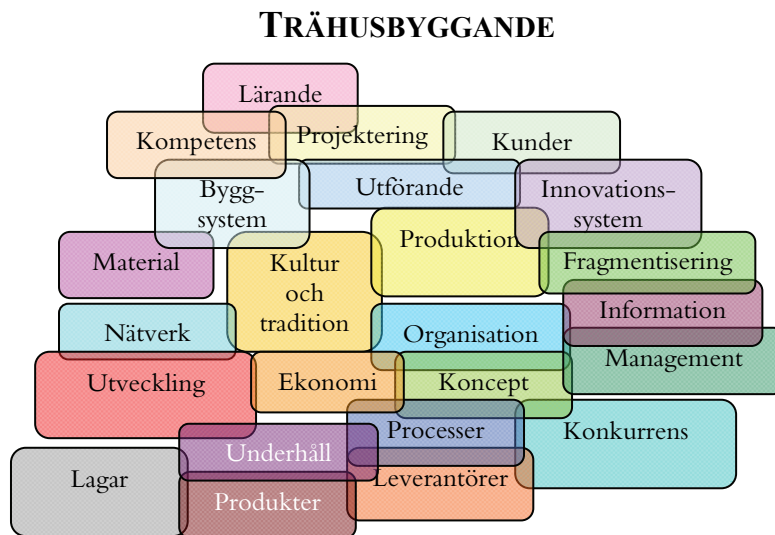
Syftet har varit att beskriva och analysera husbyggnadsprocessen när nya material och aktörer introduceras, samt att finna metoder för att hantera komplexitet och osäkerhet i framtida projekt där trä används som stommaterial i höga hus.

Resultat

Resultaten visar att osäkerheten i byggprocessen i huvudsak hanteras genom kontrakt men också genom att öka tiden för projektering. Stomleverantören är mycket angelägen om att lära sig mer om byggprocessen och på så sätt öka sina chanser att bli en konkurrenskraftig aktör på byggmarknaden. De andra aktörerna är mer intresserade av att få tillgång till handböcker och manualer som beskriver stomsystemet och hur det ska hanteras än av att öka det egna kunnandet om systemet.

En slutsats är att osäkerheten som uppstår av känslan av att trä är ett komplext material i huvudsak uppstår genom bristen på gemensam kunskap om, och planering för, den nya tekniken och de nya aktörerna. Osäkerheten bör därför kunna minskas genom att införa nya metoder för projektstyrning, t.ex. lean construction, och genom att aktörerna bygger närmare relationer till varandra.

Fyra riktlinjer för framtida trähusbyggande ges i avhandlingen: (1) arbeta med relationsskapande aktiviteter, (2) undvik teknikutvecklingsarbete, (3) om teknikutveckling ändå är nödvändig gör klart detta för alla inblandade och, (4) ha ett systemperspektiv på projektering och produktion.



Exempel på påverkansfaktorer för trähusbyggande

Avhandlingar

2003 Ylva Fredriksson. Samverkan mellan träkomponenttillverkare och stora byggföretag – En studie av massivträbyggande. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology LTU 2003:14 ISSN 1402-1757.

Ylva Sardén. 2005. Complexity and Learning in Timber Frame Housing -The case of a solid wood pilot project. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2005:43. ISSN: 1402- 1544.

Artiklar

Fredriksson Y., Stehn L. (2003). Industrial difficulties and strategies for timber building system development in Sweden. In proceedings of the 3rd Nordic Conference – construction Economics and Organisation, April 23-24, 2003, Lund, Sweden.

Cigén, S., Sardén, Y (2004). The effects of communication on timber supplier's relations with a construction company. In proceedings from ARCOM 20th Annual Conference, Heriot-Watt University, UK, 1 –3 September 2004.

Sardén, Y., Stehn, L. (2005). Managing transformation, flow and value generation: a solid timber frame housing case. In proceedings of the 21th annual conference of the Association of Researchers in Construction Management, London, SOAS, Sep 7-9 2005, vol 1pp.331-340.

Sardén, Y., Stehn, L. (2006). Industrialisation as a tool for reducing uncertainty in construction. In proceedings of the 22th annual conference of the *Association of Researchers in Construction Management*, Birmingham, UCE, Sep 4-6 2006, vol 1, pp. 229-238.

Ekonomi

Protokollsbilaga 7, beslutsdatum 2000-09-08

D 2c Proj.nr i Hogia 82	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	1720	1592,5
Resor	80	141,2
Utrustning och material	180	23,1
Externa tjänster mm	50	9,1
Lokaler och overhead	740	957,1
Gemensam admkostnad	330	286,4
Övrigt Högskolemoms		120,0
TOTALT	3100	3130

Projekt 4.2. Kommunikation med produktmodell

Industridoktorand: Sunna Cigén

Handledare: Lars Stehn

Intressenter: Massivträkonsortiet

Bakgrund

Under de senaste åren har den trämekaniska industrins lönsamhet och möjligheterna att öka förädlingsgraden på träprodukter diskuterats. Utfallet av dessa diskussioner har varit att den trämekaniska industrin tagit initiativ till utveckling och tillverkning av nya byggprodukter av trä. Ett exempel på detta har varit utvecklingen av byggsystem av massivträ. Parallellt med utvecklingen inom den trämekaniska industrin har en diskussion pågått om hur byggbranschen bör utvecklas för att öka effektiviteten i branschen och sänka byggkostnaderna. Bland de åtgärder som föreslås är att öka graden av industrialiserat byggande genom att utnyttja olika typer av färdiga byggsystem. I detta sammanhang är byggsystem av massivträ en intressant produkt. För att en ny produkt ska få fotfäste på marknaden krävs en väl fungerande kommunikation mellan materialleverantör och kund.

Syfte

Projektets syfte har varit att beskriva och analysera kommunikationsprocessen mellan träkomponentleverantörer och byggföretagets aktörer med utgångspunkt från byggprocessen.

Genomförande och resultat

Resultatet från analysen har använts för att identifiera de skeden i byggprocessen som har stor inverkan på ett byggprojekts materiallogistik och föreslå hur kommunikationen i dessa skeden bör utformas. Analysen visar att ett stort antal aktörer deltar i kommunikationen och att dessa aktörer har olika informationsbehov och svårigheten för en träkomponentleverantör att möta dessa behov och aktörer. Informationsbehovet varierar även under byggprocessens skeden. De

skeden som har identifierats ha stor inverkan på projektets materiallogistik är anbudsprojekterings- och planeringsskedet. Kommunikationen i dessa skeden bör utformas så att informationen skräddarsys efter de kommunicerande aktörernas behov. I varje skede bör kommunikationen utformas så att man i skedets inledningsfas utnyttjar medier som innebär att de kommunicerande aktörerna har möjlighet att skapa direkt kontakt med varandra, och få omedelbar feedback på sina frågor och synpunkter.

Avhandling

Sunna Cigen. 2003. Materialleverantören i byggprocessen. En studie av kommunikationen mellan träkomponentleverantören och byggprocessens övriga aktörer. Licentiate thesis. LTU 2003:69 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Cigén, S and Sardén, Y (2004): The effects of communication on timber supplier's relations with a construction company, In proceedings from ARCOM 20th Annual Conference, Heriot-Watt University, UK, 1 –3 September 2004.

Ekonomi

Protokollsbilaga 7, beslutsdatum 2000-09-08

D 2 a – Proj nr i Hogia 92	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	1030	1265,6
Resor	40	135,7
Utrustning	100	117,4
Material	15	9,9
Lokaler	400	165,8
Gemensamma kostnader	165	159,6
Övrigt		
TOTALT	1750	1854

Projekt 4.3. Parametriserad delproduktmodell för massivträväggar

Industridoktorand: Göran Berggren,

Handledare: Anders Grönlund, Lars Stehn

Intressenter: Massivträkonsortiet

Bakgrund

Av den svenska träproduktion så används så mycket som ca. 70% inom byggsektorn. Byggindustrin är således träindustrins allra viktigaste kund. Trots detta ömsesidiga beroende är kommunikationen och samverkan mellan dessa båda industrigrenar dåligt utbyggd, vilket framgår av ett flertal studier bland annat inom LTU:s ConITwood-projekt. Medan man med stor framgång inom andra branscher använder generella tekniska IT-verktyg och produktmodeller för informationsutbyte är användning av dessa metoder mycket sparsamt förekommande inom trä- och byggsektorn.

Syfte

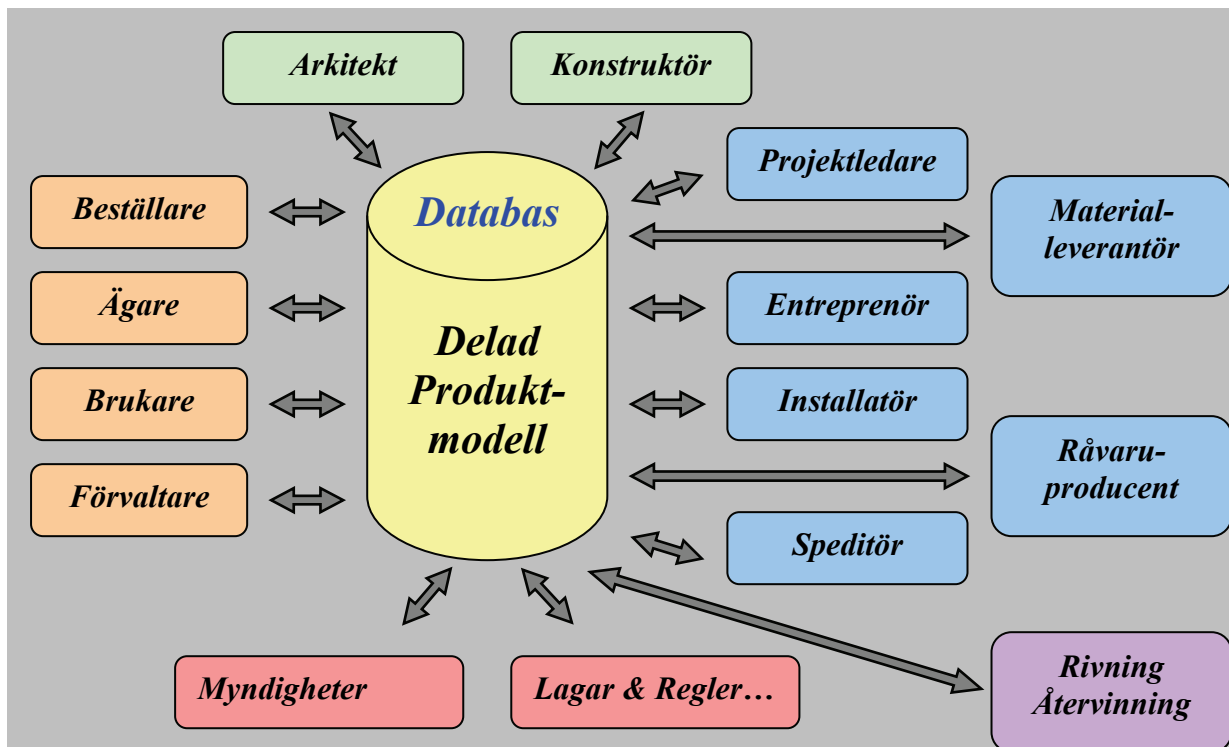
Projektets syfte var att studera vilka möjligheter och hinder som finns för en mera allmän användning av generella IT-verktyg i träbyggprocessen

Genomförande och resultat

Göran Berggren har i sin avhandling studerat vad som krävs och kommer att krävas för att generella tekniska IT-verktyg och produktmodeller även skall fungera i trä- och byggbranschen. Han har i sitt arbete, i en fallstudie, studerat verktygens funktion, möjligheter och eventuella tillkortakommanden. Inom fallstudien utfördes ett fullskaletest på prototyper bestående av spikade och limmade byggelement i massivträ. Verkliga resultat jämfördes där med resultat från ett generellt och användarvänligt programpaket bestående av 3D-CAD och FEM.

Arbetet med att designa/konstruera i 3D beredde inga problem då endast enkla geometrier förekom. Programmets grafiska interface och användning av animeringar utgjorde också ett kraftfullt hjälpmedel vid utvärdering av resultat. Vid fullskaletestet på limmade konstruktioner uppvisade verktygen god överensstämmelse mellan resultat från laboratorieförsök och FEM. Däremot konstaterades svårigheter att i FEM modellera och förutse deformation i spikade förband. Problematiken berodde på svagheter vid modellering av den komplexa elastisk-plastiska deformation som uppstår i det belastade spikförbandet.

Fallstudien visar att en introduktion och användning av generella 3D-CAD (Computer Aided Design) program är det första och kanske viktigaste steget mot en bättre kommunikation inom träbyggvärdekedjan. 3D-CAD ger nya möjligheter och stöd i form av t.ex. materiallistor vilka kan användas för kalkylering och produktionsplanering. Andra funktioner förenklar arbetet med att skapa digitala kataloger, internetbaserade konfiguratorer och kommunikation med mer avancerade (mer övergripande) affärssystem. 3D-CAD är också en förutsättning för att så småningom införa produktmodeller, och över Internet interaktivt kommunicera med andra industrier, myndigheter, företag och kunder.



Schematisk beskrivning av dataflödet in och ut ur en produktmodell

Avhandlingar

Göran Berggren 2005. Nyckelfrågor vid användning av generella IT-verktyg i träbyggprocessen. LIC 2005:51. ISSN: 1402-1757.

Ekonomi

Protokollsbilaga 7, beslutsdatum 2000-09-06

<i>D 2 b Proj nr i Hogia 12</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	1030	1260,6
Resor	40	92,4
Utrustning och material	100	75,3
Externa tjänster mm	15	7,4
Lokaler och overhead	400	14,6
Gemensam admkostnad	165	138,7
Övrigt		
TOTALT	1750	1589

Projekt 4.4 Kärnved av gran för utomhusbruk

Industridoktorand: Karin Öhman-Sandberg

Handledare: Anders Grönlund, Tom Moren

Intressent: Norrskogs forskningsstiftelse

Bakgrund

Vid användning av trä i utomhusapplikationer, t.ex. träfasader, är frågan om trämateriallets beständighet och behovet av underhåll av utomordentligt stor vikt. En träprodukts beständighet beror av en mängd olika faktorer som t.ex. träslag, konstruktiv utformning, klimat och miljö. En av de viktigaste faktorerna är trämateriallets förmåga att ta upp och avge vatten/fukt eftersom vednedbrytande organismer som svampar och bakterier kräver en relativt hög fuktkvot (> 20%) för att föröka sig och utvecklas. Det finns exempel på träkonstruktioner som bevarats i 1000-tals år mycket tack vare att man lyckats hålla fuktkvotsnivån under nivån för biologiska angrepp. Samtidigt finns det exempel på träkonstruktioner som ruttnat bort på några få år på grund av att de vednedbrytande organismerna har tillåtit ha optimala livsbetingelser.

Syfte

Projektets syfte var att studera hur olika parametrar påverkar vattenupptagning och uttorkning i gran. Ett bivillkor var att de parametrar som skulle beaktas var sådana parametrar som kan mätas och detekteras i kedjan från skog till och med sönderdelning.

Genomförande och resultat

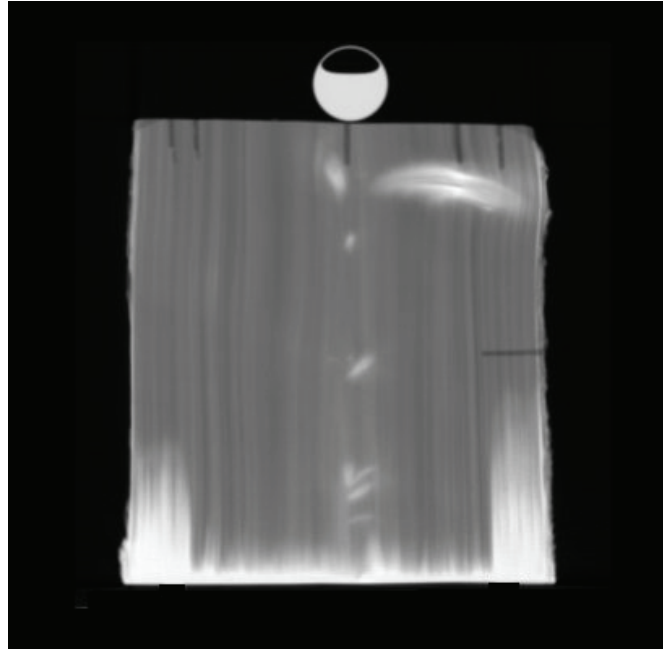
Karin Öhman Sandbergs licentiatavhandling är en sammanläggningsavhandling bestående av fyra artiklar och två bilagor.

Försöksmaterialiet består av gran hämtat från tre olika bestånd i SLU:s försökspark i Vindeln. Vattenupptagning i ändträ och uttorkning har mätts med Institutionens datortomograf. De uppmätta fuktkvotsgradienterna har analyserats med multivariat statistik. Provbitar från försöksmaterialiet har dessutom exponerats utomhus i ett fältförsök som när detta skrivs har pågått i 1,5 år.

Resultaten från de genomförda försöken visar att granens kärnved har betydligt lägre vattenupptagning och kommer snabbare ned till en ofarlig fuktkvotsnivå jämfört med splintveden. Det har också visats att vid upprepade uppfuktningar och uttorkningar så har fuktkvotsgradienterna ett annat förlopp första gången jämfört med därpå följande cykler. Angreppen av svampar i fältförsöken är betydligt mindre på provbitarna av kärnved än på provbitarna av splintved vilket verifierar resultaten från absorptionsförsöken.

De praktiska implikationerna av arbetet kan bli mycket stora. Att granens kärnved har andra egenskaper än dess splintved har inte beaktats i någon nämnvärd utsträckning dels på grund av att de i detta arbete påvisade skillnaderna varit dåligt kända dels på grund av att det inte går att särskilja splintved och kärnved hos gran med blotta ögat. Med modern röntgenmätteknik som tidigare utvecklats vid institutionen går det dock utmärkt att separera kärnved från splintved även på gran.

En doktorsavhandling beräknas föreligga vid årsskiftet 08/09.



Exempel på vattenupptagning i grankärna respektive gransplint. Ljusa områden visar på hög fuktkvotnivå.

Avhandlingar

Karin Öhman-Sandberg . 2004. Water absorption and desorption in Norway spruce and its influence on durability. LTU 2004:16 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Öhman - Sandberg, K. 2006. Modelling water sorption gradients in spruce using CT scanned data, New Zealand Journal of Forestry Science, Volume 36 No. 2/3 2006.

Öhman - Sandberg, K. 2002. Influences of growth site on different wood properties in Spruce sap-/heartwood using CT-scanner measurements. Proceedings from IUFRO WP S5.01-04; Fourth Workshop "Modelling Approaches and Simulation Software ", Harrison Hot Spring, British Columbia, Canada, September 8-15, 2002.

Öhman - Sandberg, K. & Lindgren, O. 2003. Measurement of spruce moisture gradients using CT scanning during three cycles of liquid water absorption and desorption in end grain. In Proceedings from 5th International Conference on Image Processing and Scanning of Wood. March 23 – 26, 2003, in Bad Waltersdorf Austria.

Sandberg K. 2004. Utomhusexponering av gran under 1,5 år – Fältförsök, Träteknik rapport P 0401003

Sandberg K. 2006. Utomhusexponering a gran Resultat av visuell bedömning, vikt och sprickförändring under 3.5 års utomhusexponering, SP RAPPORT 2006:24

Sandberg K., 2007. Moisture content gradients in young spruce during liquid water sorption in end grain measured with CT scanning, Proceedings from Nordic Workshop on Wood Engineering, Skellefteå February 21 2007, Woodtech Sweden,

Sandberg K., 2008. Utomhusexponering av gran. Resultat av visuell besiktning, vikt- och sprickförändring under 5.5 års utomhusexponering SP RAPPORT 2008:xx

Sandberg K., 2008. Kärnved av gran, SP RAPPORT 2008:xx

Ekonomi

Protokollsbilaga 19, 1800 kkr, beslutsdatum 2001-02-23 projekt nr 17

Protokollsbilaga 49, 300 kkr, beslutsdatum 2004-02-09 projekt nr 17

Protokollsbilaga 73, 2300 kkr, beslutsdatum 2006-09-14 projekt nr 47

<i>D 7&37 Hogia 17&47</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	2920	3703,6
Resor	80	54,3
Utrustning och material	40	16,9
Externa tjänster mm	300	135,4
Lokaler och overhead	600	41,7
Gemensam admkostnad	460	395,1
Övrigt		
TRPT 2008-06-30	4400	4347
KVARSTÅR att upparbeta		
av det senaste projektbeslutet		106
SUMMA		4453

Projekt 4.5 Värmebehandling av trä

Doktorand: Dennis Johansson

Handledare: Tom Morén

Intressenter: Martinsons, Norra Skogsägarna, Stora Enso Timber, Valutec, Wallmarks såg, Nordiskt rostat trä, Kährs, IUCträ AC

Bakgrund

Värmebehandling är ett sätt att förbättra beständighet och dimensionsstabilitet hos trä. Metoden är industriellt applicerad i bland annat Finland sedan över ett decennium tillbaka. Men även om denna metod används industriellt finns en del problem med metoden. Ett problemområde är de styrkeförluster som den termiska nedbrytningen leder till. Men det finns även produktionstekniska problem så som inre sprickor. Detta är två problemområden som detta projekt omfattar.

Vid konventionell torkning uppstår inre sprickor oftast i samband med cellkollaps men sällan dock hos barrträ. Detta är dock inte fallet för inre sprickor i värmebehandlat trä, speciellt inte för grövre dimensioner av granvirke (ca 38 mm och tjockare), vilket är ett allvarligt problem.

Värmebehandling leder även till andra egenskapsförändringar hos veden, t ex påverkas även fuktupptagning, både adsorption och desorption. I båda fallen viktiga för materialets lämplighet i olika applikationer.

Syfte

Projektet syftar till

- Att undersöka orsaken till inre sprickbildning och när den uppkommer under torkning och värmebehandling
- Att studera kapillär uppsugning av vatten i värmebehandlat trä
- Att studera styrkereduktion och förgörändringar i trä
- Att hitta sannolika förklaringar till hur vedens egenskaper på mikronivå inverkar på makroegenskaperna
- Att göra vissa produkttester för att promota användning av värmebehandlat trä

Genomförande och resultat

När trä används i fuktiga miljöer kan problem med svällning och beständighet uppstå. Mycket av dessa problem kan minskas eller till och med förebyggas med hjälp av kemiska behandlingar. Den ökade medvetenheten kring miljöfrågor har medfört en ökad efterfrågan på mer miljövänliga metoder för att bemöta dessa problemområden. Värmebehandling är en metod som växt sig stark de senaste åren. Den metod som har nått den största kommersiella framgången är den finska ThermoWood-metoden och det är denna metod som studerats i avhandlingen. Värmebehandling baseras på att trä upphettas vilket medför att träet förändras kemiskt och det är dessa förändringar som medför förbättrad formstabilitet och beständighet. Trämaterialeaktioner på denna behandling studeras i ett antal arbeten som är inriktade på styrkeegenskaper, färg och kapillär uppsugning av flytande vatten.

Förutom förbättringar av formstabilitet och beständighet förändras en lång rad av träets egenskaper. Resultaten av de studier som genomförts med fokus på de uppkomna färgförändringarna visar att färggradienten som uppstår under värmebehandlingen är mätbar. Från dessa mätvärden kan det ses att olika färgkomponenter dominerar under olika delar av värmebehandlingen. Men trots att det finns en korrelation mellan färgförändringarna och hur värmebehandlingsprocessen genomförs kan färg inte användas för att göra hållfasthetsbedömningar av träet med tillräcklig precision. Detta beror främst på att hållfastheten i sin tur beror av en mängd olika parametrar som till exempel densitet, fuktkvot och närvaro av kvistar.

När plankor tjockare än 50mm värmebehandlas finns det risk för inre sprickor, speciellt när gran värmebehandlas. Resultaten visar att dessa sprickor beror både på termisk nedbrytning och på de spänningar som uppstår under torkningen, och att den största inverkan kommer från torkspänningar orsakad av olikfördelad krympning till följd av en fuktgradient i materialet.

Värmebehandling av trä minskar jämviktsfuktkvoten det vill säga att träet får det svårare att ta upp fukt. Den minskade förmåga att ta upp fukt är en del av förklaringen till varför värmebehandlat trä är mer formstabil och mer beständigt. Trots denna minskade vattenupptagning genom adsorption i gasfas, visar resultaten att furu värmebehandlad kring 170°C absorberar mera vatten i flytande fas när det står med ena ändytan i fritt vatten. Furu är i detta avseende avvikande från andra träslag vilket inte helt har kunnat förklaras i detta arbete. Resultaten indikerar att extraktivämen sannolikt är en bidragande orsak till detta beteende eftersom kapillär uppsugning i porösa material beror av flera faktorer såsom struktur, kapillärradier, vätning och ytspänning i samverkan.

Framtida studier av sådan kapillär uppsugning av vatten i värmebehandlat trä i markkontakt är angelägna, liksom in situ studier av inre sprickbildning i samband med värmebehandling.

Avhandlingar

Johansson, D. 2005. Strength and colour response of solid wood to heat treatment. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LIC 2005:93. ISSN: 1402-1757.

Johansson, D. 2008. Heat Treatment of Solid Wood: Effects on Absorption, Strength and Colour. Doctoral Thesis 2008

Artiklar

Sehlstedt-Persson, M. ; Johansson, D. & Morén, T.. 2006. Absorption of Liquid Water in Pine, Birch and Spruce and the Effect of Heat Treatment on the Microstructure. Konferens: Meeting of the Nordic Baltic Network in Wood Material Science & Engineering (WSE), nr. 2, Stockholm, Sverige, den 30 oktober 2006 - den 31 oktober 2006.

Johansson, D. ; Sehlstedt-Persson, M. & Morén, T. 2006..Effect of heat treatment on capillary water absorption of heat-treated pine, spruce and birch. I: Wood structure and properties '06 : [proceedings of the 5th IUFRO Symposium Wood Structure and Properties '06 held on September 3-6, 2006 in Sliač - Sielnica, Slovakia]. Zvolen : Arbora Publishers, 2006. s. ?

Sehlstedt-Persson, M. ; Johansson, D.& Morén, T. 2006. Effect of heat treatment on the microstructure of pine, spruce and birch and the influence on capillary absorption.. I: Wood structure and properties '06 : [proceedings of the 5th IUFRO Symposium Wood Structure and Properties '06 held on September 3-6, 2006 in Sliač - Sielnica, Slovakia]. Zvolen : Arbora Publishers, 2006.

Johansson, D. 2006. Influences of drying on internal checking of spruce (*Picea abies* L.) heat-treated at 212°C. / I: *Holzforschung*. 2006 ; vol. 60, nr. 5, s. 558-560

Johansson, D. 2005 Drying and Heat Treatment of Wood: Influences on Internal Checking. Proceedings 3rd Nordic Drying Conference, Karlstad, Sweden, June 15-17.

Johansson, D.& Morén, T. 2006. The potential of colour measurement for strength prediction of thermally treated wood. / I: *Holz als Roh - und Werkstoff*. 2006 ; vol. 64, nr. 2, s. 104-110

Ekonomi

Protokollsbilaga 22, beslutsdatum 2001-05-28

D9 projekt nr 19	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	2162	1589,9
Resor	50	61,6
Utrustning och material	118	75,4
Externa tjänster mm	70	25,8
Lokaler och overhead	500	1137,2
Gemensam admkostnad	300	278,6
Övrigt		24,5
TOTALT	3200	3203

Projekt 4.6 Egenskapsförbättring av trä

Doktorand: Bror Sundqvist

Handledare: Ulla Westermark

Intressenter: Svenskt Trä

Bakgrund

Trä upphettas industriellt idag i flera olika avseende såsom vid torkning ($< 100^\circ$), högttemperatortorkning ($100 - 150^\circ\text{C}$) och värmebehandling ($150 - 260^\circ$). Vid upphettning av trä för torkning eller värmebehandling förändras dess egenskaper beroende på utformningen av processen, förhållandena under behandlingen såsom temperatur, tid, fuktighet och typ av omgivande atmosfär eller flytande medium. För torkning sker färgförändringar för trä men för övrigt sker små ändringar i dess egenskaper. För högttemperatortorkning kan tydliga förändringar av träets sorptionsegenskaper ske samt små förändringar i de mekaniska egenskaperna. Vid värmebehandling eftersträvas tydliga förändringar i trä materialet och särskilt viktiga har varit den ökade resistensen mot biologisk nedbrytning och en förbättring av sorptionsegenskaperna vilket resulterar i mindre svällning och krympning. Värmebehandling förändrar också färgen tydligt och en ljusbrunt till en mörkbrunt utseende kan fås. Vissa negativa effekter kan också uppträda för värmebehandlat trä såsom sämre mekaniska egenskaper och besvärande lukt vilket har begränsat möjligheterna för användningen av träet i ett brett produktområde.

Syfte

Projektets syfte har varit att studera färgförändringar, bildning av organiska syror, påverkan på cellulosa samt förändring av mekaniska egenskaper vid upphettning eller torkning av trä.

Genomförande och resultat

Arbetet har utförts i laborativ miljö och har till stor del varit experimentellt.

Torkningsförsök har utförts i en laborativ kammartork och värmebehandling i slutna kärl vilka anpassats för experimenten. Mätning av färg har gjorts med en colorimeter och parametrering enligt CIE färg standard. Testning av böjstyrka, Brinell hårdhet har utförts med en hållfastprovare och slagseghet med en Charpy för små prover. Analys av myrsyra- och ättiksyrahalt i ved har gjorts på derivatiserade prover med gaskromatografi. Bestämning av medelmolekylvikten för cellulosa i ved gjordes på delignifierade och solvatiserade prover med viskositetsmätningar. Extraktioner av ved i aceton har utförts i en soxhlet – apparat.

Försöksplanering enligt faktorförsöksupplägg har gjorts och databehandling och matematisk modellering har gjorts med multivariata metoder.

Resultaten i avhandlingen visar i korthet att;

- det är möjligt att styra färgen på trä som medelvärde för en sats under torkning eller värmebehandling genom olika processtider och processtemperaturer efter kalibrering för en specifik utrustning.
- värmebehandling under 100°C kan generera genomfärgat brunt trä för behandlingstider som är längre än 6 dagar i fuktig miljö
- att myrsyrakoncentrationen och ättiksyrakoncentrationen i björk ökar med temperatur och tid för värmebehandling i autoklav ($160 - 200^\circ\text{C}$).

- att ökande koncentrationer av myrsyra och ättiksyra i björk vid värmebehandling kan relateras till förluster i mekaniska egenskaper och tydlig minskning av medelmolekylvikten för cellulosa (>40%).
- att minskningen av medelmolekylvikten för cellulosa av värmebehandlad björk (180°C/ 3h) kan motverkas genom att hålla träet i alkaliskt tillstånd (pH > 9) under processen.

Resultaten i avhandlingen pekar mot att;

- värmebehandling av trä med bibehållen styrka bör testas att utföras i betydligt lägre temperaturer än idag eller genom att processen bör utformas så att träet inte ackumulerar ansenliga koncentrationer av myrsyra och ättiksyra.
- utvecklingen av produkter från värmebehandlat trä bör inriktas åt olika håll beroende på de slutliga användarnas krav.

Avhandlingar

Sundqvist B. 2004. Colour Changes and Acid Formation in Wood During Heating. LTU 2004:10 ISSN 1402-1544.

Artiklar

Sundqvist, B. 2002. Colour response of Scots Pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pubescens*) subjected to heat treatment in capillary phase. Holz als Roh- und Werkstoff 60:(2), 106 -114.

Sundqvist, B. 2002. Wood color control during kiln drying. Forest Products Journal 52(2) 30 – 37.

Sundqvist, B. ; Morén, T. 2002. The influence of wood polymers and extractives on wood colour induced by hydrothermal treatment. / I: Holz als Roh - und Werkstoff. 2002 ; vol. 60, nr. 5, s. 375-376

Sundqvist, B.; Karlsson, O. ; Westermarck, U. 2006. Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness. / I: Wood Science and Technology. 2006 ; vol. 40, nr. 7, s. 549-561

Sundqvist, B. ; Westermarck, U. ; Eriksson, G.. I: Cellulose degradation during hydrothermal treatment of birch wood (*Betula pubescens* Ehrh.). / Cellulose Chemistry and Technology. 2006 ; vol. 40, nr. 3-4, s. 217-221

Ekonomi

Protokollsbilaga 41, beslutsdatum 2003-02-10

D20 projekt nr 30	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	540	421,3
Resor	20	6,8
Utrustning och material	50	27,2
Externa tjänster mm	50	7,6
Lokaler och overhead	125	362,5
Gemensam admkostnad	85	82,6
Övrigt		
TOTALT	870	908

Projekt 4.7 Träresponser från macro till micro

Doktorand: Margot Sehlstedt – Persson

Handledare: Tom Moren

Intressenter: Kempestiftelserna

Bakgrund:

I samband med torkning och värmebehandling utsätts solidträ för en förhöjd temperatur i en fuktig miljö under kortare eller längre perioder. Resultatet härav är att många egenskaper hos trämaterialiet förändras mer eller mindre dramatiskt. Även träets dimensionsstabilitet och dess beroende av torkningssätt studeras.

Torkningsprocessen kan studeras genom att göra samtidiga mätningar av fuktflöde och temperatur i datortomograf för att man modellmässigt ska få en bättre förståelse för torkningsförloppet.

I trä finns även extraktiva kådämnen som har inverkan på trämaterialiets utseende och fukttekniska egenskaper. Inverkan av temperaturnivå på färgförändring är en faktor i sammanhanget. Hur diffusionsegenskaper hos trä i hygroskopiskt område är kopplat till förekomst av kåda och dess halt i furu och granved, är mindre undersökt.

Sammantaget bör ett flertal responser på torkning och värmebehandling av intresse för tekniska tillämpningar och träprodukter, studeras och påvisas. I praktisk tillämpning är sådana resultat av mycket stor betydelse för hur torkning och värmebehandling ska utföras, främst med avseende på den valda temperaturnivån.

Syfte

Projektet syftar till att klarlägga samband mellan processparametrar, trämaterialens egenskaper och materialresponser.

Genomförande och resultat

Den bakomliggande forskningen är till stor del inriktad på de virkesreaktioner som blir följden av torkning och värmebehandling. Som processparametrar ingår temperatur, fuktighet, luftfuktighet och tid. De processförutsättningar som studeras är hämtade från sågverksindustrins praktik, möjligen undantaget värmebehandling som är en för Svensk träindustri relativt ny företeelse.

Arbetet syftar till att klarlägga samband mellan processparametrar, trämaterialens egenskaper och materialresponser. De materialens egenskaper som ingår är träslag, variation i anatomi, densitet, kärnvedsandel, extraktivämnehåll, fenolhalt och fuktkvot. Avsikten med detta materialval är att studera hur virke (huvudsakligen furu, gran och björk) som produceras vid Skandinaviska sågverk, kommer att reagera när virket utsätts för det klimat som gäller i industrins torkar och värmebehandlingsanläggningar. Det finns ett antal sådana reaktioner eller responser t ex virkesdeformation, spänning, styrkereduktion, fuktgradient, färgförändring, sprickbildning, kemisk förändring av fenoliska ämnen, beständighet, förändring i pormembran, permeabilitetsförändring etc.

Resultaten visar att det i samband med torkning och värmebehandling sker många förändringar av vedens egenskaper som på ett påtagligt sätt inverkar på virkets lämplighet i

olika tillämpningar. En betydande parametern är temperaturen under torkning och värmebehandling. Eftersom temperaturnivån höjs startar även kemiska reaktioner i veden och dess extraktivämnen som gör att även de fysikaliska egenskaperna ändras. Mest påtagligt är detta för virkets styrka och hygroskopiska egenskaper i samband med värmebehandling. På en gradvis skala uppträder dessa egenskapsförändringar redan från ca 50 grader Celcius då kådan mjuknar och döda kvistar kan lossna. Går man upp mot 200 grader kommer nya ämnen att bildas som inverkar på såväl mekaniska egenskaper (styvhet, styrka, sprödhet), beständighet mot biologisk nedbrytning, kapillärsugning och dimensionsstabilitet.

Den senaste delen av arbetet har inriktats på studium av sambandet mellan virkets beständighet mot biologisk nedbrytning (röta) och hur virket torkas. Beständigheten är korrelerad mot fenolhalt i kärnveden hos furu och notabelt är att tendens finns att fenolhalten sjunker vid ökande torkningstemperatur, vilket har en påtaglig betydelse för torkningsstrategi för virkesprodukter i utomhusexponering t. ex fönstervirke.

Slutligen, vad gäller försöksmetodik är huvuddelen av arbetet utfört i traditionell laboratoriemiljö där ett antal mätmetoder använts t ex SEM-analys, kemisk analys, datortomografi i samband med torkning och värmebehandling i labanläggningar. Multivariat dataanalys har använts för att analysera och värdera mätdata.

Avhandlingar

Sehlstedt-Persson, M. 2005. Properties of Solid Wood. Responses to Drying and Heat Treatment. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LIC 2005:70. ISSN: 1402-1757.

Sehlstedt-Persson, M 2008. Impact of Drying and Heat-Treatment on Physical Properties and Durability of Solid Wood. Luleå University of Technology Doctoral thesis 2008: 48

Artiklar

Sehlstedt-Persson, M. 1995. High-temperature drying of Scots pine. A comparison between HT- and LT-drying. Holz als Roh- und Werkstoff 53, 95-99.

Sehlstedt-Persson, M. 2000. The effect of drying temperature on subsequent moisture and dimensional change for Scots pine and Norway spruce. Holz als Roh- und Werkstoff 58 (5), 353-353.

Wiberg, P.; Sehlstedt-Persson, M. & Morén, T. 2000. Heat and Mass Transfer During Sapwood Drying Above the Fibre Saturation Point. Drying Technology, 18(8), 1647-1664.

Sehlstedt-Persson, M: 2001. The effect of extractive content on moisture diffusion properties for scots pine and norway spruce. COST Action E15 Advances in the drying of wood (1999 – 2003). 3rd Workshop on SOFTWOOD DRYING TO SPECIFIC END-USES. Helsinki, Finland, June 11-13

Sehlstedt-Persson, M.2003. Colour responses to heat-treatment of extractives and sap from pine and spruce. 8 th International IUFRO Wood Drying Conference, Brasov, Rumania, August 24-29.

M. Sehlstedt-Persson, D. Johansson, T. Morén. 2006. Absorption of liquid water in pine, birch and spruce and the effect of heat-treatment on the microstructure. Proceedings from The 2nd meeting of the Nordic Baltic Network in Wood Material Science & Engineering (WSE) October 30–31, 2006, in Stockholm, KTH Campus, Sweden.

Sehlstedt-Persson, M., Johansson, D., Morén, T. 2006. Effect of Heat Treatment on the Microstructure of Pine, Spruce and Birch and the Influence on Capillary Absorption. In: Proceedings of The 5th International IUFRO Symposium Wood Structure and Properties. Sliac - Sielnica, Slovakia, September 3-6.

Johansson, D., Sehlstedt-Persson, M., Morén, T. 2006. Effect of heat treatment on capillary water absorption of heat-treated pine, spruce and birch. In: Proceedings of The 5th International IUFRO Symposium Wood Structure and Properties. Sliac - Sielnica, Slovakia, September 3-6.

Sehlstedt-Persson, M. & Wamming, T. (2008) Wood drying process – Impact on Scots pine lumber durability. Journal of Wood Science

Sehlstedt-Persson, M. & Karlsson, O. (2008) Natural durability and phenolic content in dried Scots pine heartwood. Journal of Wood Science

Ekonomi

Protokollsbilaga 52, beslutsdatum 2004-09-14

<i>D 27 projektnr 37</i>	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	410	307,2
Resor	25	24,0
Utrustning och material		7,7
Externa tjänster		21,7
Lokaler och overhead	140	248,2
Gemensam admkostnad	60	63,7
Övrigt, högskolemoms	15	27,1
TOTALT	650	700

Projekt 4.8 Materialleverantören i byggprocessen – Förstudie

Projektledare: Helena Jonsson

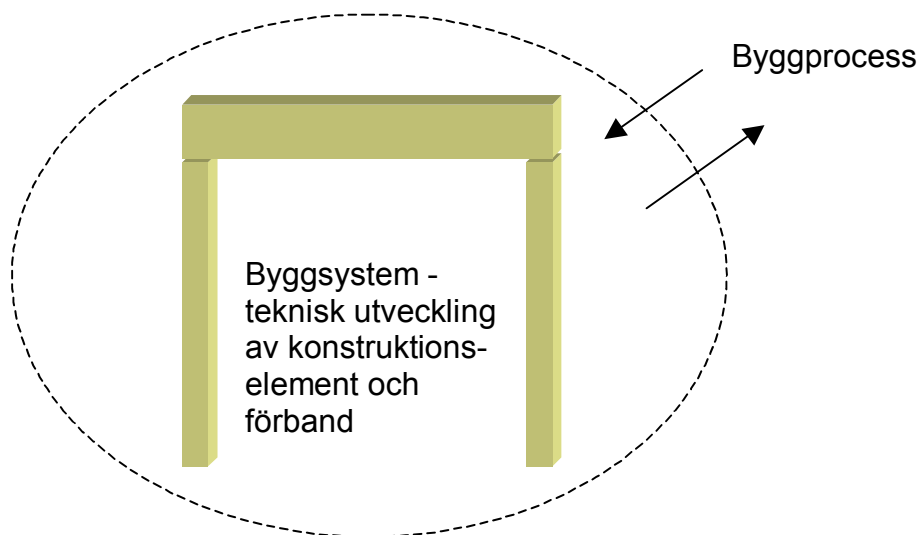
Projektmedarbetare: Lars Stehn

Intressent: Martinsons

Bakgrund

Under de senaste 10 åren har det varit tillåtet att bygga trähus högre än två våningar i Sverige. Detta har inneburit att flera olika byggsystem för höga trähus har vuxit fram, flera av dem framgångsrika i konkurrens med andra materialslag. Martinsons Trä AB har bl.a. arbetat med massiva trästommar med gott resultat. Under det senaste året har man också genomfört ett projekt med pelar-balkstomme (Plogen, Umeå) och upptäckte då att detta system kan vara konkurrenskraftigt i vissa tillämpningar. Eftersom man fokuserat utvecklingsenergi och pengar på utveckling av stomsystem som bygger på plattor och skivor är kunskapen idag liten vad gäller pelar-balksystem i limträ anpassade för flervåningshus.

För träindustrin i stort finns det också ett behov av att närma sig slutänden på värdekedjan d.v.s. arbeta närmare sina kunder och vidareförädla sina produkter mera. Det kan också vara så att man måste gå igenom sina affärsprocesser för att utröna om man måste komplettera dessa processer för att stödja den kundnära relationen. Med detta som bakgrund initierades detta projekt som skall genomföras som en förstudie till ett längre sammanhängande engagemang.



Att utveckla ett byggsystem är en ren teknisk utmaning, men att inlemma det i byggprocessen kräver dessutom en genomtänkt affärsprocess.

Syfte

Det övergripande syftet med förstudien är att optimera limträstommar för höga trähus. Syftet kan brytas ned bland annat följande delsyften: Att undersöka och kartlägga Martinsons byggsystem i trä av idag samt därtill kopplade funktionskrav med fokus mot krav i bruksgränstillståndet, att utveckla och verifiera ett pelar-balksystem och att identifiera och definiera nya forskningsfrågor hos materialleverantören samt strukturera dessa till större och mindre sammantagna projekt som genereras i samarbete mellan parterna.

Genomförande och resultat

Det sistnämnda delsyftet har resulterat i fyra projektförslag som presenterades för styrgruppen.

Ekonomi

Protokollsbilaga 54, beslutsdatum 2004-11-10

<i>S 28 projekt nr 38</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	270	242,7
Resor	30	5,4
Utrustning och material		
Externa tjänster mm	225	125,4
Lokaler och overhead	100	133,8
Gemensam admkostnad	35	50,7
Övrigt		
TOTALT	660	558

Projekt 4.9 Värmebehandling av byggvirke – förstudie

Projektledare: Bror Sundqvist

Projektmedarbetare: Ulla Westermark, Tom Moren, Jonas Danvind, Dennis Johansson, Lars- Erik Wikström

Intressenter: Valutec, Stora Enso

Bakgrund

På grund av styrkereduktionen används värmebehandlat trä idag inte som konstruktionsvirke. Om värmebehandling kan utföras med förbättrade styrkeegenskaper kan man förvänta sig utökade användningsområden. Slutmålet för detta projekt är att värmebehandlat trä skall kunna användas som konstruktionsvirke och vara ersättare för trä impregnerat med giftiga substanser. Tester visar att värmebehandlat trä inte angrips av mikroorganismer vid fältförsök men att materialet förlorar den mekaniska styrkan (Jermer et al. 2003). Detta visar att värmebehandlat trä troligen kan bli lika resistent och användbart som traditionellt CCA-impregnerat trä (Koppar-Krom-Arsenik) om styrkeförlusten kan undvikas. En ökad användning av värmebehandlat trä skulle kunna vara en möjlighet att minska användandet av miljöfarliga impregneringsmedel i trä, vilket är ett ökande miljöproblem för samhälle och träindustri.

I en doktorsavhandling (Bror Sundqvists, maj 2004) ”Colour Changes and Acid Formation in Wood During Heating” (Ltu), har vi hittat en förklaring till styrkeförlusten under värmebehandling. Trä avspaltar organiska syror, främst ättiksyra och myrsyra, vid upphettning. Detta är tidigare känt men avhandlingen visar tydligt att dessa syror har nedbrytande effekt på cellulosan i trä. Cellulosa är den komponent som står för träets styrka. Om man kan undvika sur hydrolys under värmebehandling skulle detta kunna ge en miljövänlig process för framställning av konstruktionsvirke med unika egenskaper. I detta förprojekt testas i några få kritiska försök vilken effekt man kan uppnå efter värmebehandling genom alkalisk förbehandling innan denna.

Syfte –mål

Målsättningen är att under förstudien arbeta fram ett underlag för att konstatera om ett syrareducerat värmebehandlat trä får bättre hållfasthetsegenskaper än konventionellt värmebehandlat trä. Vidare undersökning av lämpliga system och processmodifieringar planeras i ett andra steg när effekten finns verifierad.

Genomförande – resultat

Färska provbitar av furu doppades under 7 dagar i olika alkaliska lösningar av borax (pH 9,2), bikarbonat (pH 9,5) och borax + barkextrakt (pH 9,4) samt en referensgrupp i vatten (pH 6,2). Därefter torkades provbitarna vid 70-90°C samt värmebehandlades vid olika temperaturnivåer upp till 230°C. Slutligen provades provbitarnas styvhet och styrka samt mättes cellulosans polymerisationsgrad genom viskositetsmätningar.

Följande slutsatser kan dras av dessa försök:

- Det finns ett samband mellan styrkereduktionen av värmebehandlat trä och cellulosakedjornas nedbrytning.
- Viskositetsmätningar är en bra metod för att mäta hur värmebehandlingen påverkat cellulosakedjornas nedbrytning.
- Nedbrytningen av cellulosan äger rum framförallt vid temperaturer över 190°C

- Förbehandling med pH-höjande additiver kan öka träets styvhet och värmebehandlingens försämringen av böjstyrkan kan reduceras.

Ekonomi

Protokollbilaga 57, beslutsdatum 2005-02-08

<i>S 29 projekt nr 39</i>	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	190	193,1
Resor	18	24,4
Utrustning och material	24	7,6
Externa tjänster mm		1,7
Lokaler och overhead	151	154,5
Gemensam admkostnad	37	38,2
Övrigt		0,5
TOTALT	420	420

Projekt 4.10 Produktmodellstyrd projekteringsprocess för inköp och produktionsberedning i ett flexibelt industriellt träbyggande - PROFLEX

Doktorand:

Handledare: Lars Stehn

Intressenter: Kempestiftelserna, Lindbäcks Bygg, 3D – Digital design Development, Avantra

Bakgrund

En av de främsta orsakerna till svårigheterna att effektivisera byggandet med moderna IT hjälpmedel har, enligt många, varit den fragmenterade byggprocessen. Byggproduktmodeller har länge varit en teoretisk modell inom forskarvärlden för informationshantering men olika demonstrationer i IT Bygg och Fastighetsprogrammet har visat att byggproduktmodeller kan bli informationsnavet i byggprocessen. För att uppnå maximal effekt måste dock byggprojektets olika aktörer samverka för att informationen skall förädlas och återanvändas i byggprocessens olika delar och steg. Vilket företag skall då bära investeringskostnaderna för ny IT teknik, vars resultat först kommer till användning och nytta för ett annat företag, senare i processen? Dessutom kommer mycket av informationen som byggs upp av projektörerna i en byggproduktmodell aldrig till användning i produktionsfasen pga bristande kunskap och erfarenheter bland entreprenörer hur denna information kan utnyttjas.

Den största svårigheten att gå från demonstrationer till verkliga implementeringar är att övervinna de strukturella hindren som finns i branschen, eller som Jan-Olov Edgar uttrycker det i PRODIT rapporten:

”Det finns i en kortsiktig fokusering på det enskilda byggprojektet som är negativ. Varje satsning på ny teknik skall helst löna sig redan i första projektet. Det är svårt att se vem som skall bära investeringskostnaderna för att rationalisera själva helhetsprocessen. Idag ”suboptimerar” varje företag sin egen delprocess, utan att hänsyn tas för att underlätta för nästa part i kedjan. Dessutom finns en konservativ inställning till att införa ny teknik, låg IT mognad speciellt på byggarbetsplatsen där de flesta i ansvarig ställning är mellan 50-60 år.”

PROFLEX har för avsikt att visa potentialen och nyttan av IT stöd som en viktig ”ingrediens” för att åstadkomma ett flexibelt industriellt träbyggande. Detta visas genom att genomföra en studie av införandet av produktmodeller i projekterings, inköp och produktionsprocessen. Projektet avgränsas till att studera projekteringen och produktion av volymtillverkade flervåningshus med trästomme *för att ha en välavgränsad* process med en definierad processägare och ett antal underleverantörer. Trähusprocessen kan i hög grad industrialiseras genom att utnyttja IT-stödet fullt ut i produktionsberedningen med en koppling till en standardisering av byggkomponenter.

Syfte

Syftet är att studera införandet av produktmodeller som informationsnav i projekterings, inköp och produktionsprocessen för att visa potentialen och nyttan av IT stöd som en viktig ”ingrediens” för att åstadkomma ett flexibelt industriellt träbyggande. Förutsättningarna för att tillvarata rationaliseringsvinsterna, nödvändiga förändringar i process och arbetsmetoder samt former för samverkan kommer att kartläggas och metoder för att genomföra förändringar föreslås.

Genomförande och resultat

Projektet avbröts i ett tidigt skede på grund av att doktoranden slutade.

Ekonomi

Protokollsbilaga 44, beslutsdatum 2003-05-13. Projektet avbrutet

A 22 projekt nr 32	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	920	124,1
Resor	60	5,1
Utrustning och material	166	1,3
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	420	9,1
Gemensam admkostnad	174	14,0
Övrigt		0,4
Andra finansiärer		-154
TOTALT	1740	0

Projekt 4.11 Konstruktionsoptimering

Doktorand: Vakant

Handledare: Helena Jonsson

Intressenter: TräCentrum Norrs industrigrupp

Bakgrund

Dagens byggtkniska och brandtekniska lösningar för höga (>4 våningar) är gångbara men inte optimala. Den kostnadspress som finns i branschen ställer ett tydligt krav på kontinuerlig utveckling för att hävda sig i konkurrensen. Dagens lösningar i trävolymssystemet är gradvis framtagna under en 10-årsperiod och lite ”ostrukturerat” förändrade genom åren. Eftersom byggsystemet är ett höggradigt prefabricerat system med stor upprepningseffekt kan även små enskilda förändringar och förbättringar på sikt ge stora ekonomiska besparingar. Att ordnat veta vilka delar som ska ersättas, bytas ut eller förändras kräver investeringar och ett

långsiktigt tänkande. Eller med andra ord – den bottenplatta som utgjorde stommen i en Volvo på 90-talet må vara effektiv men passar inte till dagens bilar som har andra kundkrav.

Syfte

Projektets vetenskapliga syfte är att ta fram ett beräkningsverktyg – ett systematiserat beslutsstöd – som tydligt visar konsekvenserna genom att simulera olika byggnadslösningar på systemets kostnader, brandtekniska krav, stomstabilisering och rörelser.

Genomförande och resultat

Projektet avbröts i ett tidigt skede på grund av att doktoranden slutade.

Ekonomi

Protokollsbilaga 82, beslutsdatum 2007-02-20. Projektet tidigt avbrutet och kostnaderna tillfördes aldrig SkeWood-programmet

A 41 projekt nr 51	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	1580	
Resor		
Utrustning och material		
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	130	
Gemensam admkostnad	90	
Övrigt		
TOTALT	1800	0

Projekt 4.12 Konditionering av träkomponenter med mikrovågsteknik

Doktorand Lars Hansson

Handledare: Lena Antti, Tom Moren

Intressenter: Stora Enso, Valutec, Dipolar

Bakgrund

Fuktkvotsmätning i justerverk idag indikerar förhöjd fuktkvot i vissa plank/komponenter efter normal varmluftstorkning. Idén med detta projekt var att undersöka möjligheten att vidarebehandla, konditionera dessa s.k. uteliggare med mikrovågsteknik för att nå önskad slutfuktkvot. Ofta är den förhöjda fuktkvoten också förknippad med hög extraktivämneshalt i virket. Hypotesen är att via mikrovågsexponering orsaka gynnsamma, riktade flöden av fukt och extraktivämnena i utjämnande syfte. Syftet föreslogs också vara att förflytta extraktivämnena från ett område i komponenten, t ex där lim för fingerskarvning ska appliceras, till ett annat, där toleranserna är högre. Detta torde vara speciellt intressant när det gäller extraktivämnensrikt virke, kärnvedsvirke för fönsterämnen. Kådrikt virke är en tämligen vanlig förekomst vid många sågverk och orsakar problem vid torkning, bearbetning, ytbehandling, limning och hantering.

Syfte

Projektet syftade till att besvara följande frågeställningar:

1. Är det möjligt att avhjälpa problemen med lokalt förhöjda fukthalter med hjälp av mikrovågsteknik?
2. Vilka parametrar måste beaktas för att utforma en optimal process?

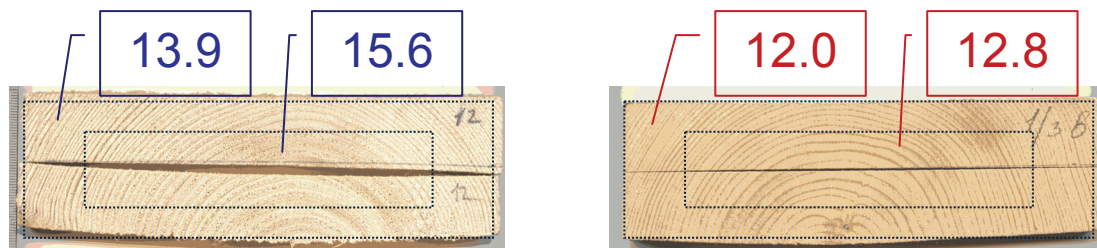
Genomförande och resultat

Projektet startade med ett uppstartsmöte vid LTU i mars 2006 och avslutades med en slutlig presentation på Ala sågverk i april 2007. Under denna tid har sju referensgruppsmöten genomförts med skriftlig dokumentation som distribuerats mellan parterna.

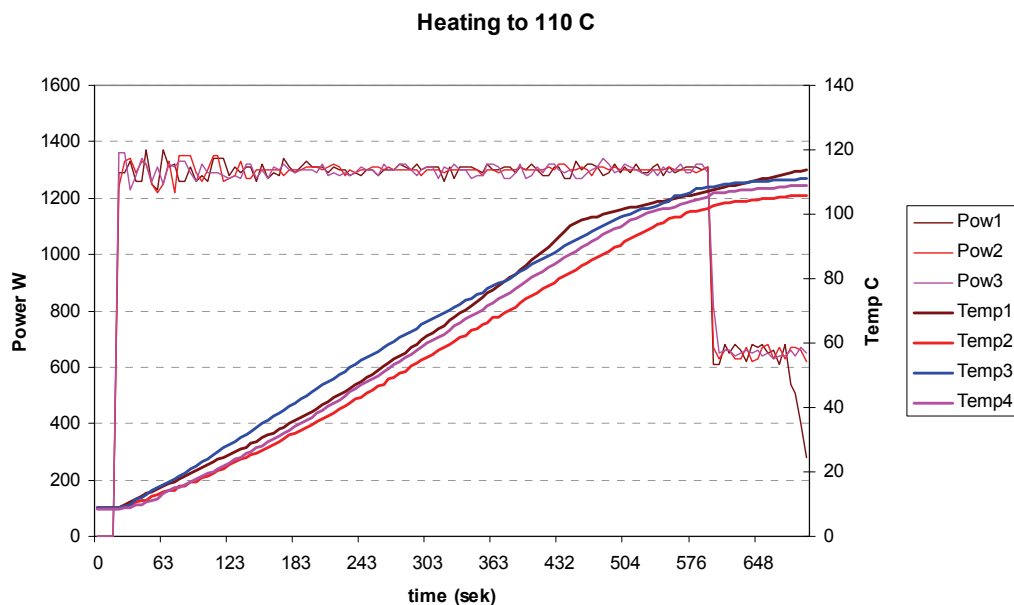
Genomförandet inkluderar val av lämpligt trämaterial vid Ala sågverk, kontroll av fuktkvoter före leverens till LTU, leverens, kontroll av materialstatus (fuktkvot) före och efter mikrovågsbehandling. Datortomografering användes för detektion av fuktfördelning i plankorna före och efter mikrovågsbehandling. Vidare ingick uppdatering av mikrovågsutrustningens styrsystem, utveckling av fysikalisk värme- och masstransportmodell i kombination med elektromagnetisk fältmodellering, analyser, optimering, översiktliga energiberäkningar, samt muntliga och skriftliga rapporter.

Undersökningen resulterade bl a i att det ingående okonditionerade materialets fuktkvotsfördelning bestämdes. Här visade det sig att materialet övertorkats då medelfuktkvoten var under 12%, dock fanns en fuktkvotsgradient upp till ca 4-5 %. Virket var inte spänningsutjämnat.

Mikrovågsbehandlingen visade sig fungera både för fuktkvotsutjämning och för spänningsutjämning. Fuktkvots- och spänningsutjämning sker redan vid uppvärmningsfasen upp till drygt 100°C. Då omfördelas fuktkvoten i tvärsnittet samtidigt som fuktkvoten i plankan minskar med ca 2%.



Spänningar i virket visualiseras genom klyvprov, där en spalt mellan delarna indikerar spänningar. Bilden till vänster visar att spänningar finns i virket före mikrovågsbehandling och att dessa utjämnats efter mikrovågsbehandlingen, bilden till höger. Siffrorna anger medelfuktkvot i markerat område före resp efter mikrovågsbehandling.



Temperaturutveckling i materialet under mikrovågsbehandling i ca 10 minuter. Anläggningens maximala effekt applicerades.

Inre sprickor uppstod vid uppvärmning med maximal effekt upp till temperaturnivåer över 105°C. Det innebar att behandlingen borde avslutas efter att materialtemperaturen kommit upp till drygt 100°C. Här blev det då intressant att undersöka huruvida högre effekttäthet (W/m^3) kan användas för att forcera uppvärmningstiden. Modellering av processen möjliggjorde simulering av uppvärmningstider för trä med olika fuktkvoter och vid olika mikrovågseffekter.

	Power 0.5 kW	Power 1 kW	Power 2 kW	Power 5 kW
MC 14%	23,3	6,5	2,5	0,8
MC 18%		8	3	1
MC 60%			37	8,3

Simulering av uppvärmningstid i minuter vid olika materialfuktkvoter och mikrovågseffekter.

Efter slutredovisningen beslutades att en kompletterande studie skulle genomföras med avsikten att verifiera/bekräfta resultat från undersökningen. Här var också tanken att göra kompletterande undersökningar av virke med större tjocklek (63 mm) samt att använda högre mikrovågseffekt/volymsenhet för att minska behandlingstiden.

Resultatet av denna komplettering visar att det är fullt möjligt att få en god fuktkvotsutjämning för virke med 63 mm tjocklek. Det är också möjligt att uppnå snabbare behandlingstider genom att gå upp i effekttäthet.

Avhandling

Hansson, Lars. 2007. Microwave Treatment of Wood. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2007:40. ISSN: 1402- 1544.

Artiklar

Hansson, L. & Antti, L. 2008. Modeling Microwave Heating and Moisture Redistribution in Wood. Drying Technology Volume 26 Issue 5, 552-559.

Antti, L., Hansson, L. 2006. Microwave treatment of resinous wood. In: Proceedings of The 5th International IUFRO Symposium Wood Structure and Properties. Sliač - Sielnica, Slovakia, September 3-6.

Antti, L. 2006. Equalizing moisture gradients in wood, using microwave power. Föredrag för studenter, doktorander och forskare vid LERMAB, ENGREF, Nancy, Frankrike 18 oktober

Lundgren, N.; Hansson, L.; Hagman, O.; Antti, A.L. 2005. FEM Simulation Of Interactions Between Microwaves And Wood During Thawing, Conference on Mathematical Modelling of Wave Phenomena, Växjö University, August 14-19, 2005.

Hansson, L.; Lundgren, N.; Antti, A. L.; Hagman, O. 2005. FEM Simulation of Heating Wood In an Industrial Microwave Applicator, Proceedings from 10th International Conference on Microwave and High Frequency Heating pp 415–418 (2005).

Ekonomi

Prokollsbilaga 71, beslutsdatum 2006-02-20, budget 600 kkr Projekt nr 46

Prokollsbilaga 88, beslutsdatum 2007-11-29, budget 85 kkr Projekt nr 53

<i>D 36&43, Hogia nr 46&53</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	409	341,9
Resor	35	25,9
Utrustning och material	25	76,2
Externa tjänster mm	25	
Lokaler och overhead	137	209,3
Gemensam admkostnad	54	47,1
Övrigt		0,6
TOTALT	685	701

Projekt 4.13 Ljudisolering och vibrationer I modulbyggda träkonstruktioner

Doktorand: Sazzad Mosharrof

Handledare: Anders Ågren

Intressenter: TräCentrum Norr:s industrigrupp

Bakgrund

Den hustillverkande träbaserade industrin eftersträvar

- Rationella tillverkningsprocesser
- Industriell installation av el, vs och ventilation
- Ekonomiskt konkurrenskraftiga lösningar
- Träkonstruktioner

I linje med denna strävan har på senare år utvecklats flera varianter av modulbyggda fastigheter där modulerna består av kompletta lägenheter eller rum. Produktionen karakteriseras av nytänkande och rationellt industriellt byggande där modulerna prefabriceras i fabrik för att sedan monteras ovanpå och intill varandra på byggplatsen. Systemet har funnits under några år och har utvecklats allt eftersom.

Bostadsmarknaden efterfrågar alltmer bättre boendemiljö, där störande ljud från grannar och installationer alltmer fokuseras. Förtätat byggande i stadsmiljö medför också ökade krav på extern ljudisolering. Lätt byggnadsteknik har generellt två kvarstående, svårbemästrade problem, dels med tillfredsställande ljudisolering vid låga frekvenser, dels med vibrationer orsakade av mänsklig aktivitet. Detta är även ett problem för det nya modulbyggandet, fast på delvis annorlunda sätt än med traditionella träkonstruktioner eftersom helt andra kopplingslösningar används mellan våningsplanen. En bristfällig ljudisolering utgör en betydande nackdel jämfört med tyngre och mer etablerade byggnadstekniker och är en mycket viktig fråga att utveckla för att klara konkurrensen på den framtida marknaden.

Syfte

Syftet med projektet är att studera lätta bjälklags egenskaper med avseende på lågfrekventa stegljud och vibrationer och finna metoder för att i förväg kunna simulera beteendet.

Forskningsfrågorna är:

Efter vilka principer skall lätta bjälklag formges för att erhålla goda egenskaper avseende såväl ljud som vibrationer för människan i det lägre frekvensområdet ($10 < f < 100$ Hz)?

Hur kan dessa principer modelleras med storheter som vanligtvis används av byggkonstruktörer såsom massa och styvhet samt dämpning?

Det övergripande syftet med projektet är att öka konkurrenskraften för lätta bjälklag i trä genom att bredda dess användningsområde. Modellerna kommer särskilt att fokusera på att vara tillämpliga på modulbyggda konstruktioner. Samtidigt skapas indata för att utveckla ett verktyg som praktiserande ingenjörer kan använda i daglig dimensionering.

Genomförande och resultat

Ett stort antal laborietester har genomförts genom åren av LTU, nationellt, i Europa i övrigt och i Canada av framförallt stegljud i lätta bjälklag. Dessa har skapat ett empiriskt underlag av stor dignitet och detta behöver nu formaliseras för att användas som indata i en analytisk/numerisk modell av vibrationer och stegljud i bjälklag. Befintliga mätdata måste kompletteras med uppgifter av karaktären styvheter och massor på ingående delar. Inhämtande av data och katalogisering av desamma sker i en inledande fas i projektet. Samtidigt analyseras tidigare presenterade beräkningsmodeller och deras svagheter och styrkor.

Baserat på insamlade data och tidigare modeller ställs en hypotetisk modell upp, vilken testas via laboriemätningar eller i fabrik av stegljud och vibrationer. Samtidigt mäts relevanta indata som behövs för kalibrering av modellen. Mätningar görs i flera steg, med iterering mellan modellerande och mätning, för att gradvis förfinas modellen och förståelsen för de bakomliggande fenomenen. Mätningar sker till en början i laboratorium (på LTU eller hos tillverkaren, med senare verifikation i verklig byggnad för att kunna detektera skillnaden i prestanda mellan de båda fallen. Luleå tekniska universitet har utmärkt laborieutrustning för att mäta egenskaper på bjälklag på avd. för Ljud och Vibrationer, men kommer också troligen att upprätta en lokal mätplats hos tillverkaren, där snabba ändringar av konstruktionen kan verifieras iterativt. Vidare är det enkelt att göra parameterstudier på bjälklag med olika antal skikt, olika kopplingar o.s.v. om det skulle bli nödvändigt. Ett EU-projekt, Acousvibra, pågår för närvarande på avd för Ljud & vibrationer med tillämpning på lätta stålbjälklag, där både vibrationer, stegljud och ljudisolering studeras. I delprojektet studeras bl.a. faktorer som kopplingarnas betydelse för dämpningen och modellering av ljudisolering i lätta konstruktioner. Projektets metodik kommer att kunna användas i föreliggande projekt. Projektet är mitt i genomförandefasen. En Licentiatuppsats beräknas vara klar första halvåret 2010.

Artiklar

Ljunggren, F. 2008. Changed properties due to minor construction changes in a lightweight building, Acoustics'08 Paris. www.acoustics08-paris.org

Ljunggren, F. 2008. Improved sound insulation in module based timber framed buildings, F.Ljunggren, BNAM 08 Reykjavik. Joint Baltic – Nordic Acoustics Meeting 2008, 17-19 August, Reykjavik, Iceland.

Ljunggren, F. & Ågren, A. 2007. How to improve impact sound insulation in a lightweight module based building system. ICA International Congress on acoustics, Madrid, 2 – 7 september 2007.

Ljunggren, F. & Ågren, A. 2008. Optimering av ljudegenskaper hos volymtillverkade flerfamiljshus i trä – Inverkan av mindre konstruktionsändringar. Bygg & Teknik 2008, nr 3 s 15 – 20.

Ekonomi
Protokollsbilaga 81, beslutsdatum 2006-12-18

<i>D 40 projekt nr 50</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	1093	390,7
Resor	60	42,7
Utrustning och material	35	14,2
Externa tjänster mm	0	2,2
Lokaler och overhead	500	243,0
Gemensam admkostnad	168	69,2
Övrigt		
TRPT 2008-06-30	1856	762
KVARSTÅR att upparbeta		1094
SUMMA		1856

Projekt 4.14 Livscykeekonomi för bostadshus i trä

Doktorand: Erika Levander
Handledare: Lars Stehn, Ylva Sardén
Intressenter: TräCentrum Norr:s industrigrupp

Bakgrund

Sedan 1994 har byggandet av flervåningshus i trä befunnit sig i en experimentfas. Influenser både från småhusindustrin och USA har lett till många demonstrationsbyggen och tekniken har gradvis förfinats till att numera klara de funktionskrav som ställs på högre byggnader.

Med de tekniska frågorna på en acceptabel nivå går nu träbyggandet in i nästa fas - konkurrens på lika villkor på marknaden. Träbyggandet möter därmed den kanske tuffaste utmaningen hittills, att övertyga marknaden och de boende inte bara i tekniska frågor utan också från ett ekonomiskt och långsiktigt perspektiv. Idag kan trä, i investeringsskedet, prismässigt konkurrera med andra byggsystem men de övriga erfarenheter som dragits från demonstrationsbyggen har huvudsakligen varit av teknisk karaktär och därmed är det svårt att överblicka vilka framtida kostnader ett träbyggnadsprojekt orsakar. Det är därför förenat med osäkerhet för beställare att välja ett trähus i investeringssituationen och träbyggnader är inte självklart kopplat till positiva kvaliteter som god livscykeekonomi, god uppfyllelse av funktionskrav, låga underhållskostnader och hög boendekvalitet för en fastighetsförvaltare.

Till dags dato har det byggts c:a 20.000 lägenheter (ca 1.500.000 m³) i flerfamiljshus. De stora hindren mot fortsatt acceptans och utvidgning är naturligtvis en fortsatt prispress men i lika hög grad avsaknad av metoder, mätningar och kunskap om förvaltningskostnader. Genom att utnyttja det fastighetsbestånd som finns har vi tillgång till en empirisk bas för undersökningar kring träbyggnaders långsiktiga kostnadsmässiga och funktionella kvaliteter.

Syfte

Syftet med projektet är att skapa förtroende för trä som ett väl dokumenterat materialval för flerbostadshus för att stärka hemmamarknaden.

Genomförande och resultat

Projektet pågår och insamling av empiriskt material sker via intervjuer och sammanställning av olika ekonomiska redovisningar från ett relativt stort antal förvaltningsbolag vilka valts för att representera allmännyttan, privata hyresvärdar så väl som förvaltningsorganisationer.

Artiklar

Ekonomi

Protokollsbilaga 87, beslutsdatum 2007-11-29

S 42 projekt nr 52	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	1072	518,4
Resor	59	14,9
Utrustning och material	72	2,3
Externat tjänster mm	243	20,0
Lokaler och overhead	268	273,9
Gemensam admkostnad	90	41,5
Övrigt		
TRPT 2008-06-30	1804	871
KVARSTÅR att upparbeta		933
SUMMA		1804

Projekt 4.15 Bindningsmekanismer

Doktorand: Anna Pantze

Handledare: Ulla Westermark, Tom Moren, Olov Karlsson

Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

Vid avdelningen för Trämaterialeknik har en helt ny typ av miljövänliga träkompositer utvecklats. I traditionella träkompositer blandas träspån eller fibrerna med ca 10-15% lim innan pressning. Limmet innehåller ofta miljömässigt tveksamma kemikalier som t ex formaldehyd. I den nya processen oxideras träspån eller fibrerna med väteperoxid och järnsalter. Det oxiderade trä materialet blir självbindande och kan varmpressas till en träkomposit med goda mekaniska egenskaper, inget lim behövs. Processen har patenterats.

Bindningsmekanismen d.v.s. vilka reaktioner och kemiska bindningar som ligger bakom de mekaniska egenskaperna är av intresse för att kunna optimera processen och för att kunna använda samma kemi i andra träförbättrande sammanhang som t ex gällande beständighet och formstabilitet eller för att öka våtstyrkan på papper.

Det första som studerats har varit esterbindningar eftersom trä är ett material som naturligt innehåller mycket hydroxylgrupper och att det vid oxidationen bildas bl.a. karboxylsyror. Forskarstuderande Anna Pantze har fram till sin licentiatexamen jobbat med att studera esterreaktioner i fasta material. Resultaten visade att estrar till viss del bildas under pressliknande betingelser, men att fler bindningsmekanismer måste ligga bakom träkompositernas goda egenskaper. Arbetet har hittills presenterats i en licentiatavhandling våren 2006 ”*Studies of Ester Formation on a Cellulose Matrix*”.

Syfte

Syftet med projektet är att karaktärisera och optimera de kemiska reaktioner och bindningsmekanismer som uppstår efter oxidering av material och varmpressning. Esterbindningar bidrar men fler mekanismer är inblandade i bindningsegenskaperna.

Genomförande och resultat

För att få svar på vilka ytterliggare mekanismer som ligger bakom bindningsegenskaperna har ett enklare modellsystem delvis redan utvecklats. Modellsystemets kommer att kunna användas till att karaktärisera de ingående reaktanterna med hjälp av GC-MS (gaskromatograf utrustad med masspektrometer) och GC-FID (gaskromatograf utrustad med flamjonisationsdetektor). Modellsystemet kommer också att användas till optimering av processparametrar för att öka bindningsegenskaperna i olika träkompositer eller papper. Multivariata analysmetoder kommer att användas.

Projektet pågår med målsättningen att kunna avlägga doktorsexamen under 2009.

Avhandling

Pantze, A. 2006. Studies of ester formation on ac ellulose matrix. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology 2006:18.

Artiklar

Pantze, A.; Karlsson, O.; Westermark, U. 2008. Esterification of carboxylic acids on cellulosic material: solid state reactions. *Holzforschung* 2008; vol 62:2 , pp136-141.

Pantze, A.; Karlsson, O.; Westermark, U. 2007. A model system to study esterification reactions in cellulosic or lignocellulosic material. *Journal of pulp and paper science*. 2007 ; vol. 33: 4, pp 177-183.

Pantze, A. ; Westermark, U; Karlsson, O.. 2005. Formation of ester cross linkage in lignocellulosic materials during drying and heating. 59th Appita Annual Conference and Exhibition : incorporating the 13th ISWFPC : proceedings. Carlton, VIC : Appita, 2005. s. 297-300

Ekonomi

Protokollsbilaga 92, beslutsdatum 2007-12-18

D 44 projekt nr 54	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	240	193,5
Resor	20	10,0
Utrustning och material		1,0
Externa tjänster mm		13,3
Lokaler och overhead	150	125,0
Gemensam admkostnad	70	36,2
Övrigt Högskolemoms	20	20,0
TRPT 2008-06-30	500	399
KVARSTÅR att upparbeta		101
		500

Projekt 4.16 Storälgen på Vithatten

Projektledare: Anders Grönlund

Projektmedarbetare: Tom Moren, Anders Gustavsson, Göran Berggren, Olov Karlsson, Owe Lindgren, Mats Ekevad

Intressenter: Kempestiftelserna

Bakgrund

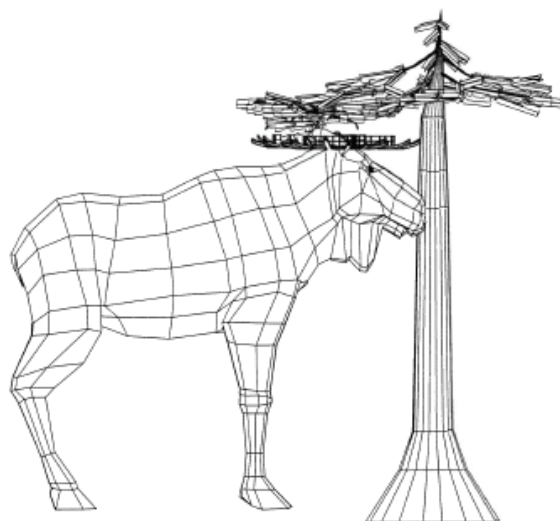
Entreprenören Thorbjörn Holmlund som driver Svanssele Vildmarkscenter AB har sedan en tid tillbaka arbetat för att förverkliga idén att bygga en mottagningsanläggning för turister i form av en stor älg på toppen av ett berg med god utsikt över inlandets skogar och sjöar.

En plats har identifierats utifrån utsikt och belägenhet vid genomfartsleder och andra taktiska överväganden.

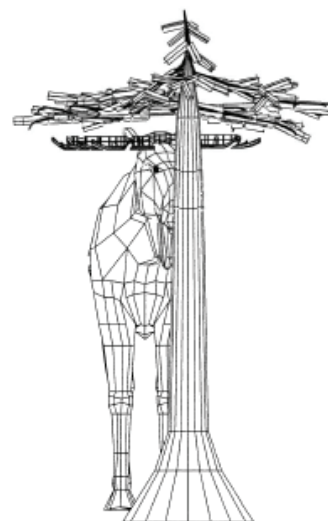
Konstruktionen avses vara en älg med en mankhöjd på 35 meter och med ca 45 meter upp till kronan. Älgen byggs i limträ med ett fundament av betong, och med benens stomme i stål. I anslutning till älgen byggs en myrtall i vilken älgen biter sig fast. I tallens stam finns hiss upp till älgens huvud, med mulen som entré. Älgkronan fungerar som uteservering och utsiktsplats.

Byggnadens totala våningsyta uppgår till 1000 kvadratmeter, varav 150 kvadratmeter utgör entréplan. Övriga 850 kvadratmeter är fördelade på tre plan.

Anläggningen avses innehålla reception, restaurang, utrymmen för utställningar, konsertlokal och konferensutrymmen. Den ska utgöra bas för olika kommersiella turism- och upplevelseaktiviteter med fokus på skogen, träet och det vilda djurlivet. Två vyer av älgen framgår av nedanstående figur.



FASAD MOT NORDÖST



FASAD MOT NORDVÄST

Storälgen, vy mot nordost och nordväst .

I detta forskningsprojekt inom SkeWood-programmet kommer Storälgen att fungera som referensobjekt. Forskningsaktiviteterna kommer att fokuseras mot generella frågor som är intressanta för träbyggande i allmänhet.

Trä är ett naturligt, förnybart och energieffektivt material, som har uppenbara fördelar framför andra byggnadsmaterial – fördelar relaterade till växthuseffekten och materialåtervinning. I ett pågående projekt har ett antal yrkesverksamma arkitekter intervjuats om vilka styrkor och svagheter som de förknippar med trä, framförallt vid användning som fasadmateriäl. De intervjuade arkitekterna menar att en av de viktigaste träegenskaperna är att trä är ett lättbearbetat material. Det underliga är att denna styrka utnyttjas i princip inte alls vid formgivning av nya byggnader. Orsaken till detta är svårt att ha någon bestämd uppfattning om men en orsak torde vara kostnadsskäl en annan orsak kan vara att det inte finns någon utarbetad struktur för hur komplicerade former skall hanteras i värdekedjan från ide till färdig produkt.

Eftersom trä, helt riktigt, är lättbearbetat finns här en möjlighet att öka träs konkurrenskraft i förhållande till andra material genom att utforma en effektiv formgivnings-, berednings- och tillverkningsprocess av byggnadselement med komplex geometri. Ett exempel är dubbelkrökta element (skalkonstruktioner) som används i liten omfattning på grund av dess komplexa geometri och tillverkning. Krökta ytor ger ett ökat arkitektoniskt uttrycksmedel. Krökta ytor har vanligtvis använts till stora hallbyggnader och där skalkonstruktionen används fås en kostnadseffektiv lösning.

Att utforma, konstruera och tillverka ”Storälgen” på ett effektivt och säkert sätt är en stor utmaning ur trä och träbyggnadsteknisk synvinkel. Vår avsikt är att knyta ihop design i 3D CAD-miljö, dimensionering och hållfasthetsberäkning med Finita Element metodik, samt tillverkning av utvalda komponenter med CNC-teknik i en elektroniskt obruten kedja. Även om de enskilda bitarna finns och har provats så har aldrig hela denna kedja satts ihop till en helhet. För att få hela kedjan att fungera behövs en del FoU-insatser. En väl fungerande elektronisk kommunikation från formgivning till tillverkning ger stora effektivitetsvinster och helt nya formgivningsmöjligheter i framtida träbyggnadsprojekt. En nulägesbeskrivning av 3D-CAD projektering och exempel på olika intressanta objekt och kontaktpersoner för projektet redovisas i Appendix 1.

Storälgens utsida kommer enligt planerna att utföras i värmebehandlat trä. I detta sammanhang är konstruktiv utformning med hänsyn till beständighet i det närmaste ett utforskat område. En relativt stor del av våra insatser kommer därför att riktas mot denna frågeställning. Vi kommer dessutom att undersöka hur olika norrländska träslag som värmebehandlats kan användas ur estetisk synvinkel vid utformning av den inre miljön. Denna kunskap kommer att vara till stor nytta för användning av värmebehandlat trä i framtida byggprojekt.

Syfte

Att förverkliga Storälgen på Vithatten är inget vanligt byggprojekt. Här ställs frågor rörande dimensionering, konstruktion, beredning, tillverkning och materialval på sin spets. Vi har identifierat två övergripande forskningsfrågor som är viktiga för älgprojektet men framförallt generellt betydelsefulla för att utveckla det framtida träbyggandet. Dessa frågor är:

1. Hur skall en effektiv process för konstruktion och tillverkning av dubbelkrökta ytelement utformas?
2. Hur skall en träfasad som uppfyller högt ställda krav beträffande beständighet (teknisk och estetisk) och underhållsmässighet utformas?

Genomförande och resultat

Projektet är uppdelat i två delprojekt:

1. Konstruktion och tillverkning av dubbelkrökta ytor
2. Värmebehandlat trä i utomhusmiljö

Delprojektet ”Konstruktion och tillverkning av dubbelkrökta ytor” indelas integrerade delar.

Del 1. Konstruktiv utformning, teoretisk bedömning av olika bärande strukturer

Del 2. Projektering och informationsöverföring, inventering och anpassning av ändamålsenlig mjukvara

Del 3. Tillverkning och utformning av dubbelkrökta ytor, tillverkning och provning av mindre prototypelement

Delprojektet ”Värmebehandlat trä i utomhusmiljö” innefattar:

Del 1. Inverkan på beständighet hos furu- och granlameller vid extrem klimatbelastning

Del 2 Konstruktionselement med dubbelkrökta ytor i kombination med värmebehandlat trä

Projektet avslutas 2009.

Ekonomi

Protokollsbilaga 95, beslutsdatum 2008-04-01

S 45 A&B, Hogia proj 55	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	650	101,2
Resor	50	0,5
Utrustning och material	100	19,8
Externa tjänster mm	200	713,5
Lokaler och overhead	386	48,3
Gemensam admkostnad	150	94,7
Övrigt Högskolemoms	64	64,0
TRPT 2008-06-30	1600	1042
KVARSTÅR att upparbeta		558
SUMMA		1600

Projekt 4.17 Laminat – En skiva utan lim

Doktorand: Carmen Cristescu

Handledare: Owe Lindgren

Intressent: Sparbanksstiftelsen Norrland

Bakgrund

Vid LTU:s avdelning för träteknik har det gjorts en patenterbar uppfinning kallad LAMINAT. Det är en träskiva som består av fanér som sammanfogats till plywood eller LVL (Laminated Veneer Lumber). LAMINAT är idag patenterad i Sverige. Dessutom är en PCT-ansökan inlämnad som ett första steg för patentering i andra länder.

Cellerna i det nya materialet komprimeras under högt tryck och hög temperatur och därigenom erhålls en bindning mellan de olika fanerskikten. Inledande studier har visat att med de rätta processparametrar uppnås en fogning med goda egenskaper.

Innan produkten kan föras ut till en kommersiell användning krävs dock fördjupade studier av hur vilka processparametrar som krävs för att uppnå önskade produkttegenskaper.

Syfte

Syfte med detta projekt är att studera och optimera processen med hänsyn till olika önskade produkttegenskaper. Målet är att kunna ge konkreta rekommendationer beträffande hur en industriell process skall utformas.

Genomförande och resultat

Följande processparametrar studeras:

- Träslag
- Fanertjocklek
- Antal fanerskikt
- Parallell eller vinkelrät fiberriktning i närliggande faner.
- Presstryck
- Presstemperatur
- Presstid

Försöken utförs i en varmpress där tryck och temperatur kan styras.

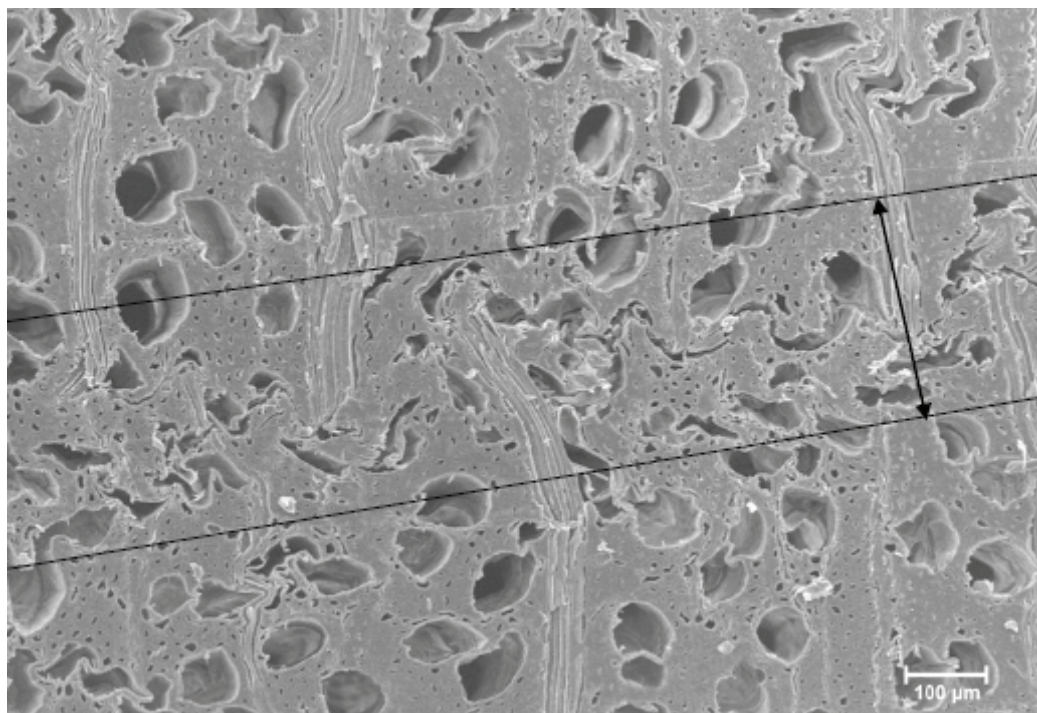
Försöken genomförs i enlighet med den statistiska metoden ”Reducerade flerfaktorförsök”. Denna metodik medger en reduktion av antalet möjliga parameterkombinationer samtidigt som man inte missar någon samverkansfaktor.

De tillverkade skivornas egenskaper testas med avseende på följande parametrar:

- Böjhållfasthet
- Skjuvhållfasthet
- Våtstyrka
- Svällning/krympning
- Hårdhet

Stickprovsmässigt studeras också fogarnas utseende genom svepelektron-mikroskopering.

Sambandet mellan processparametrar och produkttegenskaper kommer att sammanställs i statistiska modeller. På detta sätt kommer man att få ett bra underlag för konkreta rekommendationer över hur en industriell implementering skall utformas.



Skarv mellan två bokfaner med parallell fiberriktning. SEM – bild av ett tvärsnitt i 200 X förstoring. Fogen mellan de två fanererna ligger mellan de två linjerna i bilden.

Avhandling

Cristescu, C. 2008. Bonding Veneers Using Only Heat and Pressure: Bending and Shear Strength. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LIC 2008:43 . ISSN: 1402-1757.

Artiklar

Cristescu, C. 2006. Bonding of laminated veneers with heat and pressure only. 2nd International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products. Porto : Fernando Pessoa University, 2006.

Carmen Cristescu, Owe Lindgren, Kerstin Vännman, Anders Grönlund. 2008 Autoadhesion of Beech (*Fagus Sylvatica*) Veneers – Pressing Parameters and Bending Strength. Submitted for publication in Wood Science and Technology

Ekonomi
Protokollsbilaga 96, beslutsdatum 2008-04-01

D 46 Projekt nr 56	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	500	113,3
Resor	50	9,7
Utrustning och material	150	0,9
Externa tjänster mm		1,5
Lokaler och overhead	200	72,8
Gemensam admkostnad	100	23,8
Övrigt Höskolemoms		40
TRPT 2008-06-30	1000	262
KVARSTÅR att upparbeta		738
SUMMA	1000	1000

5. Mätteknik

Projekt 5.1 Integrerad råvaruförsörjning

Industridoktorand: Urban Nordmark

Handledare: Anders Grönlund, Johan Oja

Intressent: Sveaskog

Bakgrund

Sågverken går från bulkproduktion i riktning mot specialisering och kundorienterad produktion. Vid apteringen sätts gränserna för vilka produkter som kan sågas ur stockarna. Apteringen måste därför styras av sågverkens och deras kunders behov. I dagsläget sker aptering i samband med avverkningen i skogen. Skördaren är utrustad med en dator som maximerar värdet av apteringen. Värdet ges av stockprislistor där olika kombinationer av längd och toppdiameter har individuella priser. Stockprislistorna är därmed det instrument som används för att kommunicera sågverkets behov av olika timmerdimensioner. Det är inte enkelt att skapa sådana stockprislistor. Önskemålen om olika produktdimensioner måste översättas till stockdimensioner och både värdet av produkterna och önskad fördelning måste översättas till stockpriser. Dessutom måste skogens struktur vara känd. Under upparbetning av en stam så mäts stammens diameter kontinuerligt med hjälp av kvistknivarna. På grund av varierande barktjocklek, ojämnheter, is och skräp så blir noggrannheten i diametermätningen dålig. Om apteringen flyttas fram till sågverket kan flera potentiella förbättringar realiseras. Ledtiderna förkortas, stockprislistor kan uteslutas, mätnoggrannheten kan ökas och råvaran kan karakteriseras bättre med modern mätteknik vilket förväntas leda till högre värdeutbyte och bättre kundanpassning.

Syfte

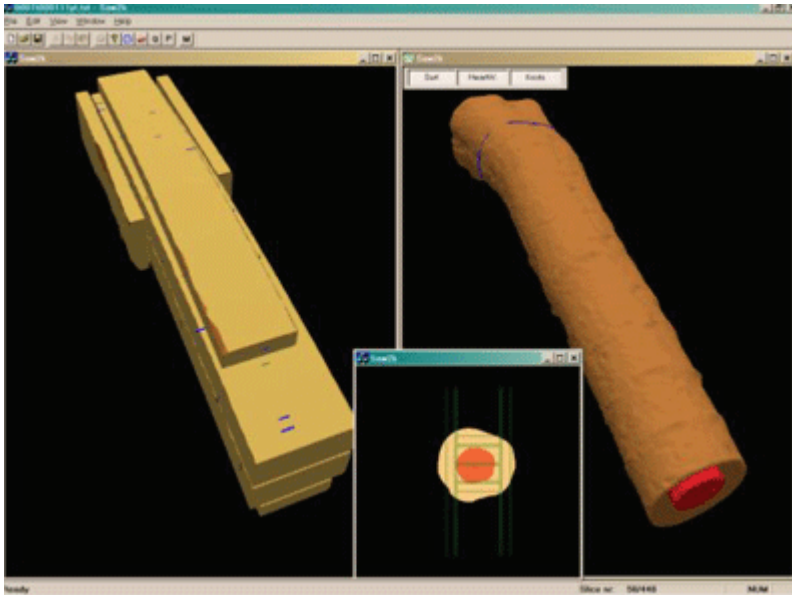
Projektet har utgått från två grundläggande hypoteser, nämligen:

- Det finns en outnyttjad värdepotential i sågverkens råvara som kan tas tillvara genom att utnyttja modern mätteknik.
- En noggrannare karaktärisering av råvaran möjliggör även bättre kundorderstyrning i kedjan skog-sågade trävaror.

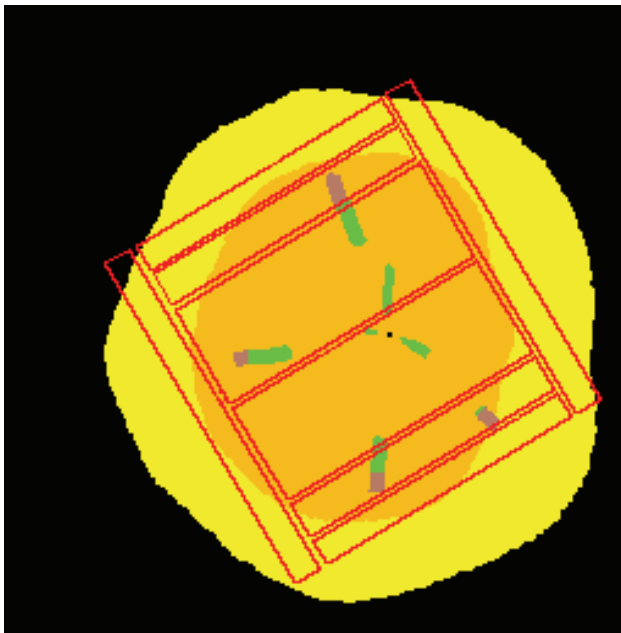
Projektets syfte har varit att verifiera eller förkasta ovanstående hypoteser.

Genomförande och resultat

Inom projektet har ett mycket avancerat sågsimuleringsprogram utvecklats. Indata till programmet utgörs av en parametriserad beskrivning av datortomograferade stockar. Stockarna yttre form beskrivs med ett tvärsnitt för varje cm längs stockarna. I varje tvärsnitt beskrivs den yttre formen och Kärn/splint gränsen med en radie för varje grad. Varje kvist beskrivs av 9 parametrar. Detta program har använts för många av de analyser som gjorts inom detta projekt men används också frekvent inom andra projekt och i undervisning.



Interface till sågsimuleringsprogrammet



Sågmönster utlagt i ett parametriserat stocktvärsnitt



Jämförelse mellan verklig och simulerad bräda

Urban Nordmarks doktorsavhandling består av sex vetenskapliga artiklar och ett konferensbidrag. Artikel I och II beskriver hur kvistar kan detekteras i datortomografibilder av klena tallstammar med hjälp av artificiella neurala nätverk. Artikel III visar hur utfallet av sågade trävaror kan skattas för skogar utifrån uppgifter om ståndort, beståndsegenskaper och trädegenskaper. Artikel IV undersöker hur den inre kvaliteten i stammar kan skattas genom mätning med röntgen och mätning av yttre form för att användas i apteringsbeslut. I artikel V analyseras hur värdeutbyte och kundorderstyrning påverkas av mätmetoderna vid aptering, timmersortering och sågning. I artikel VI studeras hur ekonomin för ett sågverk påverkas av olika längder på timret. Artikel VII förklarar de problem som uppstår när man vill styra produktionen till vissa längder i ett sågverk och artikeln ger förslag på förbättringar för sågverket som leder till högre vinst och bättre kundorderstyrning.

Analyserna har visat att för att nå hela värdet krävs en exakt beskrivning av stammarnas och stockarnas tredimensionella yttre form och inre kviststruktur. En stor del av värdepotentialen kan uppnås med enbart en noggrann beskrivning yttre formen. Formen kan användas för att skatta den inre kvaliteten och tillsammans med simulerad sågning av stammar och stockar ligga till grund för aptering av träden till stockar och för beslut om sågningsmönster för varje stock. Genom att utfallet av sågade trävaror kan skattas redan vid apteringen så underlättas kommunikationen av marknadens behov och det blir lättare att styra produktionen mot kundorder. Det betyder att de uppställda hypoteserna i stort har verifierats.

Avhandlingar

Nordmark, U. 2002. Integrating the bucking operation with production control in sawmilling, 2002:58 * ISSN:42 – 157 * ISRN: LTU – LIC - - 02/58 - - SE.

Normark, U. 2005. Value Recovery and Production Control in the Forestry-Wood Chain using Simulation Technique. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2005:21. ISSN: 1402- 1544.

Artiklar

Nordmark, U. & Chiorescu, S. 2001. Satisfying Consumer Demand - A Comprehensive View of Sawmill Economy Using Simulation Techniques. Proceedings of SawTech, the 7th International Conference on Sawing Technology, Seattle, Washington State, USA, November 8-9

Nordmark, U. 2002. Knot identification from CT images of young *Pinus sylvestris* sawlogs using artificial neural networks. *Scand. J. For:Res* 17: 72 – 78

Nordmark, U. 2003. Models of knots and log geometry of young *Pinus sylvestris* sawlogs extracted from computer tomographic images.. *Scand. J. For:Res* 18: 168 – 175

Nordmark U, & Oja J. 2004. Prediction of board values in *Pinus sylvestris* sawlogs using X-ray scanning and optical three-dimensional scanning of stems. *Scand. J. For. Res.* 19.2004.

Moberg, L. & Nordmark, U. 2006. Predicting lumber volume and grade recovery from Scots Pine stems using tree models and sawmill conversion simulation. Forest Prod. J. 56(4)

Nordmark, U. 2005. Value recovery and production control in bucking, log sorting, and log breakdown. Forest Prod. J. 55(6):73-79.

Nordmark, U.; Eklund, M. & Nygren, M. 2005. Targeting the length of lumber – a case study of a small dimension softwood mill. Forest Prod. J

Ekonomi

Protokollsbilaga 3, beslutsdatum 2000-06-26 med budget 1960 kkr Projekt 11

Protokollsbilaga 43, beslutsdatum 2003-05-13 med budget 2100 kkr Projekt 31

<i>D 1&21 projekt 11&31</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	2730	2349,7
Resor	200	145,5
Utrustning	130	99,9
Material	250	44,9
Lokaler	500	532,4
Gemensamma kostnader	250	323,7
Övrigt		43,9
TOTALT	4060	3540

Projekt 5.2 Träindustriella tillämpningar av NMR-teknik - Förstudie

Projektledare: Owe Lindgren

Projektmedarbetare: Johan Oja

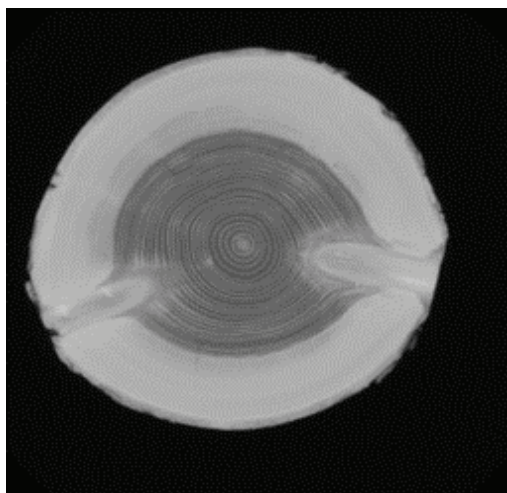
Intressent: Trelleborgs forskningsstiftelse

Bakgrund

För ett normalt sågverk motsvarar råvarukostnaden 70% av produktionskostnaden. Detta gör det naturligtvis mycket viktigt att utnyttja råvaran så effektivt som möjligt. Därför är det intressant att kunna mäta råvarans egenskaper och utnyttja denna information till att styra processen. Till detta krävs metoder för oförstörande mätning av träets, det vill säga stockens eller den sågade varans inre egenskaper.

Datortomografi

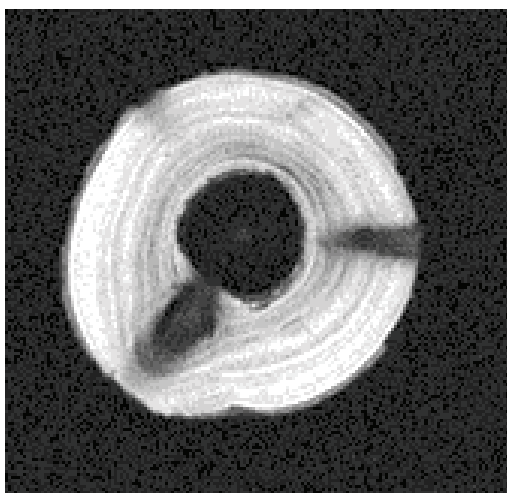
Hittills har de mest framgångsrika metoderna att göra oförstörande mätningar på trä varit gammastrålnings- och röntgenbaserade. Med hjälp av röntgenbaserad datortomografi kan man mäta densitetsvariationer i ett tvärsnitt av till exempel en stock figur nedan.



Exempel på en datortomografibild av en granstock. Ljusa områden motsvarar hög densitet, mörka områden låg densitet.

Möjligheten att göra oförstörande mätningar har gjort datortomografen till ett mycket effektivt forskningsinstrument. Vid Luleå tekniska universitet, Institutionen i Skellefteå har man med hjälp av datortomografi bland annat skapat Stambanken, en världsunik stockdatabas bestående av tomograferade stockar. Datortomografi har även gjort det möjligt att undersöka fuktvandring i trä och att skapa sågsimuleringsverktyg. Data från Stambanken har också varit en mycket viktig del i utvecklingen av en utrustning för industriell röntgen av sågtimmer som idag finns implementerad i industrin

Datortomografen är alltså en etablerad teknik inom träforskningen. Nackdelen med datortomografen är att den ”bara” kan mäta densitet. Det går därför inte att med hjälp av datortomografi skilja på om en densitetsförhöjning verkligen beror på att träet har högre densitet eller om det är fuktkvoten som är förhöjd. En alternativ teknik är NMR (kärnspinnresonans). På samma sätt som vid datortomografi kan man med hjälp av NMR göra oförstörande, bildgivande mätningar av inre egenskaper i till exempel en stock figur nedan.



Exempel på en NMR-bild av en furustock. Ljusa områden motsvarar hög förekomst av väteatomer, mörka områden liten förekomst.

Beskrivning av NMR

NMR är en vanlig teknik i medicinska tillämpningar och utnyttjar det faktum att atomkärnor med ett udda antal protoner och/eller neutroner har ett spinn som ger upphov till ett magnetiskt moment. Normalt studerar man dock endast väteatomer beroende på dels att väte är ett vanligt grundämne, dels att väteatomens kärna är känslig för påverkan. Det magnetiska momentet gör att atomkärnan uppför sig som en stavmagnet. När ett yttre magnetfält läggs på rättar därför atomkärnorna in sig efter magnetfältet. Atomkärnorna har även en resonansfrekvens som är proportionell mot det yttre, pålagda magnetfältet. Detta innebär att man genom att sända ut en radiosignal med samma frekvens som atomkärnans resonansfrekvens kan få atomkärnorna att "vrída" sig så att deras magnetiska moment avviker från det yttre magnetfältets riktning. När radiosignalen stängs av återgår atomkärnorna till ursprungsläget, det vill säga de rättar på nytt in sig efter det yttre magnetfältet. När atomkärnorna återgår till ursprungsläget sänder de ut en radiosignal som mäts och analyseras. Det är denna, från atomkärnorna utsända signal som ger den egentliga informationen. Signalens intensitet och dess avklingningsförlopp beror av mängden atomkärnor per volymenhet, typ av kemisk bindning etc.

Genom att lägga in en gradient i det yttre magnetfältet kan man se till att atomkärnorna får olika resonansfrekvens beroende på var i det undersökta objektet de befinner sig. Det gör att man genom att ändra radiosignalens frekvens kan välja vilket område man ska studera och på så sätt kan man även bygga upp en 3D-bild av det studerade objektet. Dessutom kan man få ytterligare information genom att pulsa radiosignalen på olika sätt. På så sätt kan man göra flera olika mätningar för varje volymselement och därefter utvärdera mätresultaten med hjälp av multivariat statistik.

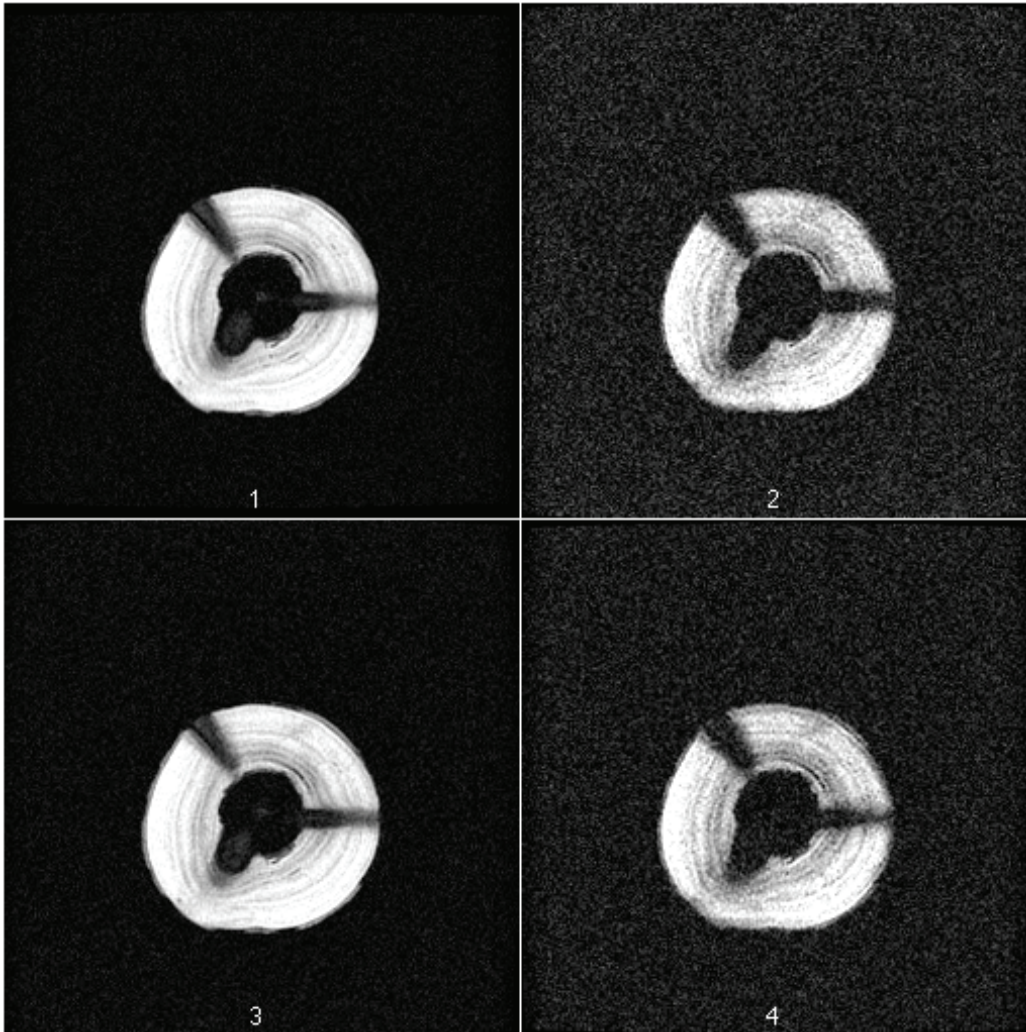
En styrka hos NMR-tekniken är att det är möjligt att mäta både densitet och fuktkvot hos trä. Andra fördelar med NMR är att man inte använder sig av joniserande strålning och att NMR-utrustningen inte innehåller några rörliga delar. När det gäller att använda NMR för att mäta på sågtimmer eller sågad vara i industriell miljö finns det även tydliga nackdelar. Först och främst är NMR-tekniken relativt långsam, man har mätt på trä med en hastighet av upp till 10 bilder/sekund. Andra nackdelar är att fruset vatten uppträder på ett helt annat sätt i NMR-bilder och att det inte får finnas något magnetiskt material i det undersökta objektet. De flesta tillämpningarna av NMR för mätning på trä gäller fuktstudier. När det gäller utveckling av industriella metoder för att mäta inre egenskaper hos sågtimmer eller sågad vara har relativt lite gjorts. Möjligheten att kombinera NMR och datortomografi för att mäta på trä är heller inte närmare undersökt.

Syfte

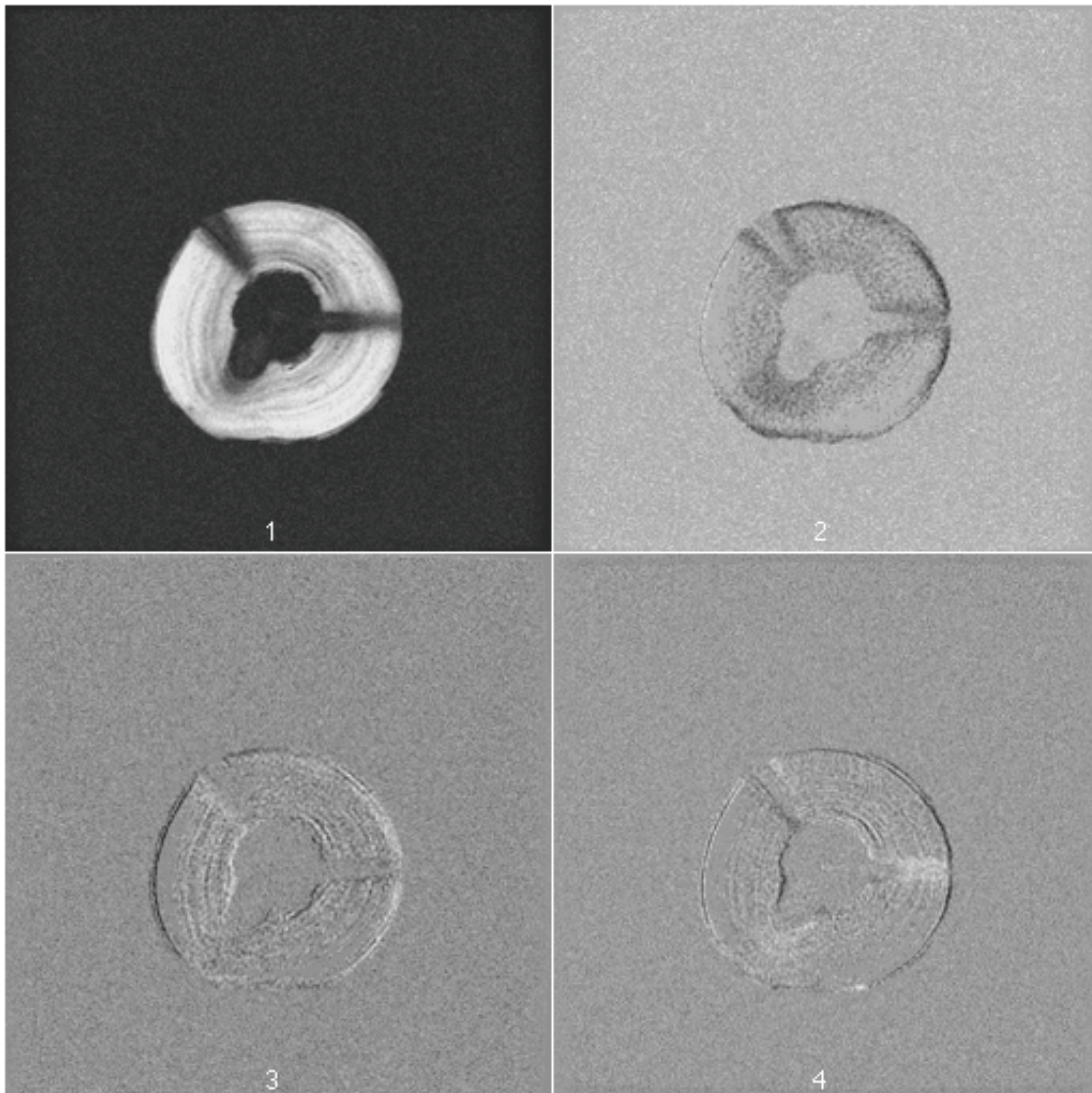
Projektets syfte är att undersöka möjligheten att använda NMR för oförstörande mätningar av olika egenskaper hos trä, både för industriellt bruk och för forskningstillämpningar. De analysmöjligheter som multivariat statistik och multivariat bildbehandling ger kommer särskilt att beaktas inom projektet.

Genomförande och resultat

1. Kartläggning av forskningsområdet – litteraturstudie.
2. Orienterande experimentella undersökningar
3. Fördjupad studie av den mest lovande tillämpningen



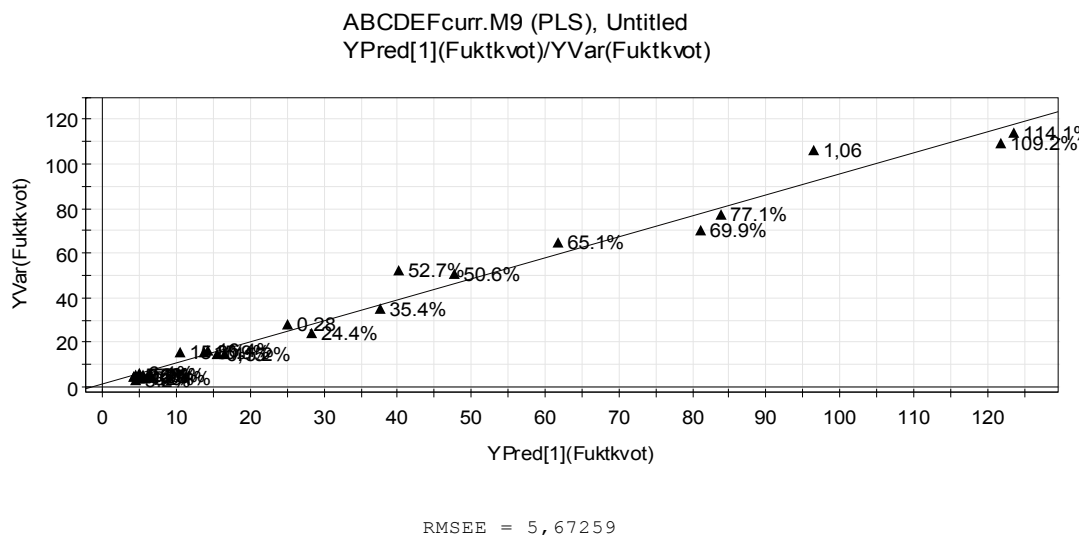
*Samma område i stocken avbildat med fyra olika NMR-sekvenser:
1. Spin echo (T1) 2. Fast spin echo 3. Spin echo (T2) 4. Proton density weighted.*



Resultatet från en principalkomponentanalys av NMR-bilderna i figuren. Bilderna visar scoreplottar för de fyra principalkomponenterna.

Förstudien visar att det finns många metoder att korrelera NMR-signaler och fukttinnehåll i olika material. Här har konventionella FID-, multivariata statistik-, T1- och T2-mätningar genomförts för att få en uppfattning om vilken eller vilka mätparametrar som passar mätningar på trämaterial bäst.

Ett antal mätningar för korrelation mellan fukttinnehåll och FID-kurvor har genomförts. I nedanstående figur visas hur väl man kan prediktera träets fuktkvot med hjälp av de registrerade NMR-signalerna.



Samband mellan registrerad och beräknad fuktkvot.

Slutsatserna från förstudien är att:

- NMR-tekniken är intressant som ersättning eller komplement till röntgenbaserad mätning.
- Det behövs mer erfarenhet av mätning på trä för att hitta de NMR-sekvenser som ger mest information.
- I framtida projekt är det intressant att även använda fast-fas NMR-utrustning för att göra mer detaljerade mätningar framför allt i kärnveden.
- NMR är en utmärkt teknik för att mäta fukttinnehåll i trä. Den klarar av att mäta fukttinnehållet i trä med god noggrannhet både över- och under fibermättnadspunkten vilket är ytterst ovanligt. Man kan också även mäta träets densitet. Tekniken har stora fördelar genom att den är oförstörande, ej har kontakt med materialet och går att göra i tre dimensioner utan rörliga delar.

Artiklar

Lindgren, O. 2006. Träindustriella tillämpningar av NMR-teknik – slutrapport

Lindgren, O. 1996. NMR – Nuclear magnetic resonance – for non-destructive wood moisture content measurements. 10th International Symposium on NDT of Wood, Sopron, Hungary

Ekonomi

Protokollsbilaga 6, beslutsdatum 2000-09-08

<i>P 5 Projekt nr 15</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	370	251,5
Resor	30	85,2
Utrustning och material		31,6
Externa tjänster mm	100	97,8
Lokaler och overhead	200	204,7
Gemensam admkostnad		69,9
Övrigt Högskolemoms		28,3
TOTALT	700	769

Projekt 5.3 Detektering av kådlåpor

Projektledare Olle Hagman

Intressent: Norrskogs forskningsstiftelse

Bakgrund

Gran har idag begränsade möjligheter att förädlas till produkter för inomhusbruk på grund av förekomsten av kådlåpor. För att kunna vidareförädla gran i moderna processer krävs automatiska eller manuella metoder att ta reda på eventuell förekomst av defekter inne i materialet som helt kan nedklassa en slutprodukt.

Kådlåpor har en form som följer en årsring och har därmed en i huvudsak 2-dimensionell form som följer tangentialytan i trädet. Detta medför att kådlåpan ofta ger upphov till tillfredsställande kontrast i två riktningar men inte vid genomlysning i den tredje i riktningen mot tangentialplanet. Förhållandet mellan kådlåpans tjocklek och övrigt trämaterial blir för litet och kådan/luftfickans annorlunda egenskaper som densitet, elektriska egenskaper eller fasskillnader ger inte urskiljbar kontrast.

Kådlåpans varierande innehåll av luft och/eller kåda medför att detekteringssituationen blir mer komplex än om man hade ett homogent material i defekten.

Syfte

Projektet avser att i en förstudie nyttja och utvärdera känd teknik för att välja den sensor eller de kombinerade sensorsystem som kan hitta ej synliga kådlåpor i sågad gran. Slutmålet är detektering i en online lösning.

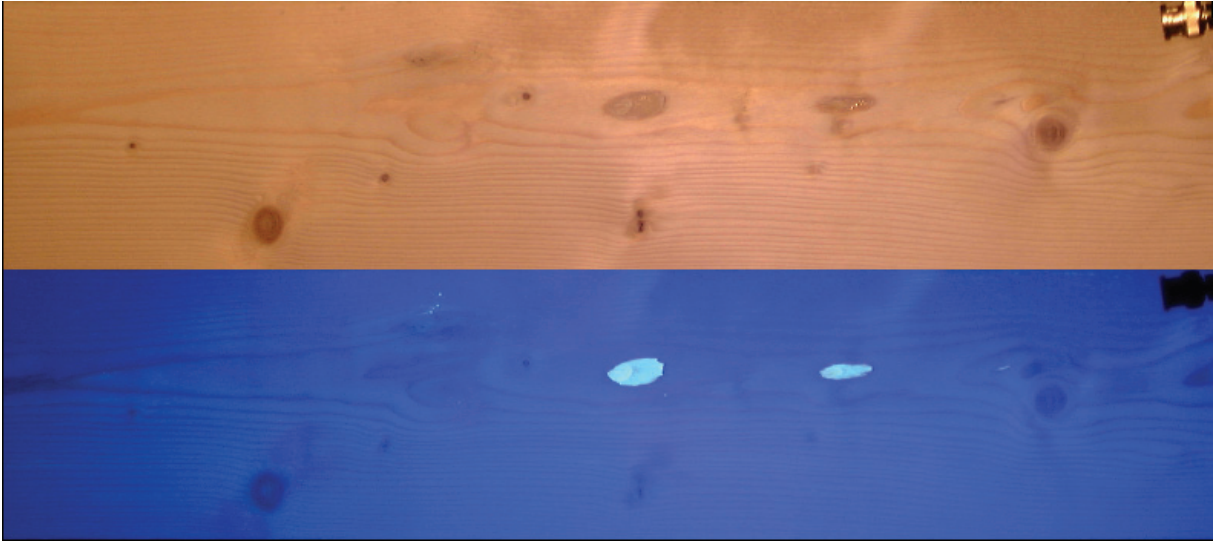
Genomförande och resultat

Följande sensorer har testats:

- för skanning av ytor: *RGB, RGB + UV belysning, Trakeideffekt, IR*
- för skanning av medelvärde av absorption i en riktning: *Planröntgen*
- för tredimensionell representation av provkropp: *CT-skanning och simulerad Cone-beam Scanning*

Resultaten från ytskanningsförsöken visar att en industriell applikation är möjlig. Speciellt kombinationen med en RGB kamera med UV belysningen ger mycket god kontrast för segmentering av kådlåpor, se figur.

RGB + VIS image



RGB + UV image

Granplanka fotograferad med en RGB linjekamera i synligt ljus (VIS) och med UV-belysning. Kådlåpor framträder med kraftig kontrast på grund av fluorescens från kådan

Resultaten från detektion av inre egenskaper är:

- att CT -skanning fungerar för automatisk detektering men är ej möjligt att genomföra i realtidsapplikation med tillgänglig teknik
- Planröntgen fungerar med kådlåpor parallella med djup- dimensionen men inte för kådlåpor parallella med ytan
- Cone-beam ger något bättre upplösning än i planröntgenfallet men sämre än CT rekonstruktion i det simulerade fallet. Idag finns inte de 2-D röntgensensorer som krävs för att omsätta detta i en industriell applikation.

Ett mindre delprojekt genomfördes med syfte att utröna om det finns någon korrelation mellan yttre och inre struktur baserad på densitetsvariation hos stockar och förekomsten av kådlåpor. De data som använts kommer från tomograferade stockar ur granstambanken, som simulerats till Logscannerdata av LTU, samt från samma granstockar där antalet kådlåpor räknats visuellt. Målsättningen med projektet var att ta fram en modell som beskriver eventuella samband. Inga signifikanta samband kunde erhållas.

Artiklar och konferensbidrag

Hagman, O. 2004. Detektering av kådlåpor i gran : sammanfattning av förstudie. / Luleå : Luleå tekniska universitet, 2004. (Teknisk rapport / Luleå tekniska universitet; 2004:02).

Hagman, O. 2003. Kådlåpor : en förstudie för att finna metoder för detektering av kådlåpor i gran. / Luleå : Luleå tekniska universitet, 2003. 40 s. (Teknisk rapport / Luleå tekniska universitet; 2003:13).

Hagman, O&Nyström, J. 2003. Resin pocket detection on surfaces and in 3-d volumes of Norway spruce. / I: Proceedings of the Fifth International Conference on Image Processing and Scanning of Wood. Graz Austria: Joanneum research Forschungsgesellschaft mbH, 2003. s.171-176.

Ekonomi

Protokollsbilaga 23, beslutsdatum 2001-05-28

<i>P 10 projekt nr 20</i>	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	200	182,9
Resor	50	24,5
Utrustning och material	10	3,2
Externa tjänster mm	20	54,1
Lokaler och overhead	80	131,2
Gemensam admkostnad	40	40,1
Övrigt Högskoleoms-		4
TOTALT	400	440

Projekt 5.4 Spårbarhet med fingeravtrycksmetoden

Doktorand: Sorin Chiorescu

Handledare: Anders Grönlund

Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

En kundorienterad produktionsfilosofi och en integrerad trävärdekedja är koncept som såväl forskare som personer verksamma i träindustrin måste förhålla sig till i dagens alltmer globala konkurrenssituation. Kunderna ställer idag en mängd krav som måste uppfyllas för att kunna sälja olika träprodukter. Specifika krav t.ex. beträffande:

- Tvärsnittsdimension
- Längd
- Hållfasthet
- Formstabilitet
- Beständighet
- Fuktkvot
- Estetiska egenskaper
- Leverans just-in-time
- Ursprungsmärkning.

Alla dessa kundkrav innebär att träindustrin måste implementera avancerad mätutrustning, tillförlitliga simuleringsverktyg samt effektiva och säkra informationsflöden som medger att varje träbits ursprung kan spåras och dokumenteras.

Jämfört med tillverkningen av de första träföremålen där det ofta var samma person som valde ut och fällde trädet samt tillverkade slutprodukten – det vill säga en stark koppling från slutprodukternas krav till råvarans egenskaper – är kopplingen numer betydligt svagare då den är fördelad på åtskilliga personer verksamma i åtskilliga processer.

Många menar att bristen på information i kedjan från skog till färdig produkt medför dåligt utnyttjande av produktions- och råvaruresurser samt otillräcklig kvalitetssäkring.

Idag finns i kedjan från skog till slutprodukt en rad lokala utrustningar som genererar data och information om trämaterial. Dessa data används lokalt för att styra de lokala processtegen. Man har dock hittills inte börjat koppla ihop informationen mellan de olika delprocesserna. Det betyder att information om trämaterial som genererats i tidigare steg inte nyttjas för processtyrningen i senare steg. Det saknas således möjlighet till spårbarhet i kedjan från skog till färdig produkt.

Med **Spårbarhet** avses ett sätt eller en metod/teknik att knyta relevanta data till ett objekt på ett sådant sätt att det kan göras tillgängligt vid en annan tidpunkt eller vid ett annat läge i förädlingskedjan. Exempel på objekt i träförädlingskedjan är: stock, plank, paket, ämne, komponent, slutprodukt.

Det har gjorts ett antal försök att uppnå en viss spårbarhet i träförädlingskedjan. Gemensamt för dessa försök är att produkterna skall förses med någon form av märkning samt att systemen kräver att olika typer av avläsningsutrustning måste placeras på olika ställen i förädlingskedjan. Detta medför naturligtvis kostnader för investering i ny utrustning och kostnader för drift (t.ex. transponderkostnader) vilket kan vara ett hinder för implementering av spårbarhetssystem i träförädlingskedjan.

En alternativ metod är fingeravtrycksmetoden. Denna metod baseras på att trä är ett biologiskt material med stor variabilitet. Hypotesen är att varje stock, varje plank och varje träbit är en unik individ med en unik egenskapsprofil. Genom att mäta de olika objektens egenskapsprofil på olika ställen i förädlingskedjan och knyta ihop dessa mätpunkter till en gemensam databas skulle man kunna uppnå spårbarhet på individnivå i hela eller delar av kedjan. Vår utgångspunkt är att mätningen av egenskaper skall utföras av befintlig utrustning i förädlingskedjan.

Syfte

Syftet med detta projekt var att a) validera ett sågsimuleringverktyg; b) med hjälp av sågsimuleringverktøget studera kraven på industriell mätutrustning för mätning av diameter, längd och kvalitet på sågtimmer; c) studera kraven på spårning med hjälp av fingeravtrycksmetoden.

Genomförande och resultat

Sorin Chiorescu har i sin avhandling undersökt tillförlitligheten hos några metoder/verktyg för analys och uppföljning av tillverkningsprocessen. Avhandlingen, som är en sammanläggningssavhandling, omfattar sju vetenskapliga artiklar. Avhandlingen omfattar tre, för processtyrningen viktiga, delar nämligen: simuleringsteknikens validitet, krav på mätnoggrannhet för mätning av stockar och stammar samt möjligheten att spåra enskilda stockar och virkesstycken i förädlingskedjan.

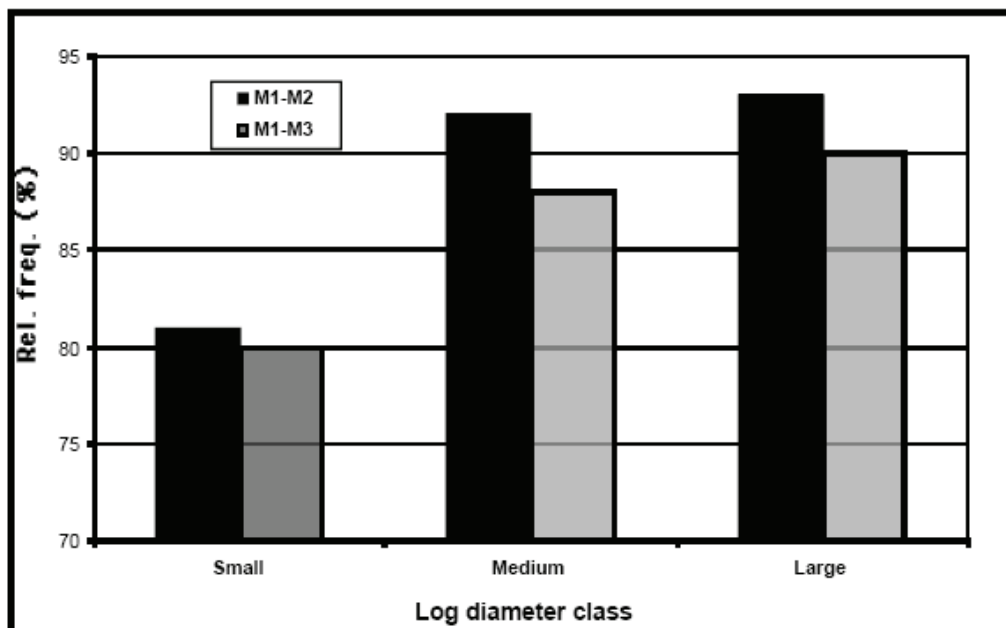
De två första artiklarna innefattar undersökningar av validiteten hos ett verktyg för sönderdelningssimulering. Simuleringsresultaten har jämförts med resultaten för praktisk sågning under ett år på ett sågverk i norra Sverige och med provsågningsresultaten från furustambanken. Jämförelserna visar att man får en god överensstämmelse både beträffande volymsutbyte och kvalitetsutfall om simuleringarna omfattar tillräckligt många stockar (> 100).

I artikel 3 och 4 beskrivs kraven på mätnoggrannhet vid mätning av stockars diameter och längd. Resultaten visar att dagens skördare har för dålig mätnoggrannhet för en kundorderstyrd produktion där man har höga krav på korrekta mått både beträffande diameter och längd. Ett annat problem som berörs är de mätfel som uppstår på grund av variationer i barktjocklek och områden med avskavd bark. En strategi för att minska dessa problem vid inmätningen har utvecklats.

I en kundorderstyrd produktion är det mycket viktigt att ha kunskap om sambandet mellan råvarans egenskaper och färdigvarans egenskaper. Traditionellt har detta undersökts genom att göra provsågningar. Dessa är dock mycket arbetsintensiva och därmed dyra att genomföra vilket leder till att provsågningar blir mycket sparsamt genomförda. Om man automatiskt kunde följa varje stock genom hela sågverket skulle man kunna genomföra en kontinuerlig provsågning vilket sedan kan ligga till grund för förbättrade processtyrningsalgoritmer.

Sorin Chiorescu har i artikel 5 – 7 undersökt möjligheterna att följa (spåra) enskilda stockar i avsnittet mellan timmersortering och sågintag med hjälp av fingeravtrycksmetoden. Denna metod bygger på hypotesen att varje stock är en unik individ. Genom att mäta tillräckligt många egenskaper på olika ställen i kedjan skulle man kunna spåra en enskild stock genom att jämföra egenskapsvektorer (fingeravtryck) vid de olika mätställena. Resultaten visar att det är möjligt att spåra stockar med hjälp av fingeravtrycksmetoden men att mätnoggrannheten har mycket stor betydelse. Mätfel på grund av barkvariationer är härvidlag en svår störkälla.

Avhandlingen har visat att det finns stora möjligheter att förbättra sågverkens processtyrning genom att använda modern mätteknik med hög noggrannhet och avancerad simuleringsteknik. Industriell implementering i större skala blir nästa steg i denna utveckling.



Igenkänningsgrad för barkade stockar som lagrats två veckor mellan mätningarna (M1 – M2) och som lagrats två månader (M1 – M3).

Avhandlingar

Chiorescu, S. 2003 The forestry - Wood Chain. Simulation Technique - Measurement Accuracy - Traceability Concept. LTU 2003:03 ISSN 1402-1544.

Chiorescu, S. Measurement Accuracy in the Forestry-Wood Chain. LTU 2000:29 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Chiorescu, S. & Grönlund, A. 2000. Validation of a CT-based simulator against a sawmill yield. Forest Prod. J. 50(6):69-76.

Nordmark, U. & Sorin Chiorescu, S. 2001. Satisfying Consumer Demand - A Comprehensive View of Sawmill Economy Using Simulation Techniques. Proceedings of SawTech, the 7th International Conference on Sawing Technology, Seattle, Washington State, USA, November 8-9

Chiorescu, S. & Grönlund, A. 2001. Assessing the role of the harvester within the forestry-wood chain. Forest Prod. J. 51(2):77-84.

Chiorescu, S. 2002. Traceability and Chain-of-Custody issues in European and American Forestry: What lies ahead? Proceedings of Workshop organized by World Bank & WWF (Building capacity for forest law enforcement and governance: Developing effective log tracking and chain-of-custody systems), Phnom Penh, Cambodia, March 18-21.

Chiorescu, S. & Berg, P. 2002. The fingerprint approach: using data generated by a 2-axis log scanner to accomplish traceability in the sawmill's log yard. Forest Prod. Journal, 53:(2).

Chiorescu, S. & Grönlund, A. 2002. The visual grading system for Scots pine logs in relation to the quality of sideboards produced. Forest Prod. Journal, 53:(1).

Chiorescu, S.;Berg, P. & Anders Grönlund, A.2003. The fingerprint approach: Using data generated by a 2-axis log scanner to accomplish traceability in the sawmills log yard. Forest Products Journal Vol.53, No.2, pp. 78-84.

Chiorescu, S. & Grönlund, A. 2003. The visual grading system for Scots pine logs in relation to the quality of sideboards produced. Forest Products Journal Vol.53, No.1, pp. 53-60.

Ekonomi

Protokollsbilaga 31, beslutsdatum 2002-01-28

D 13 projekt nr 23	Budget (kr)	Utfall (kr)
Löner och löneomkostn	240	182,3
Resor	10	
Utrustning och material		
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	90	147,9
Gemensam admkostnad	40	33,6
Övrigt Högskolemoms		15,2
TOTALT	380	379

Projekt 5.5 Mätning av växtvridenhet

Doktorand: Paul Sepulveda

Handledare: Anders Grönlund, Johan Oja

Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

Växtvridenhet är en trädegenskap (defekt) som är mycket vanlig hos många barrträträsdrag. Växtvridenhet försämrar virkets brotthållfasthet, E-modul och kan också påverka möjligheterna att åstadkomma släta ytor vid hyvling. Det allra största problemet med växtvridenhet är dock att virke med stor växtvridenhet har uttalade tendenser att bli skevt vid fuktkvotsförändringar.

Växtvridenhet innebär att trädets fibrer är arrangerade i en spiralform runt trädets mittaxel (märg). Träslag med ett ursprung på norra halvklottet har normalt ett LR-mönster vilket innebär att trädets är vänstervridet när trädet är ungt (närmast märgen) för att sedan bli högervridet när trädet blir gammalt (närmast barken). På träd med ursprung från södra halvklottet är mönstret det motsatta (RL).



Exempel på ett kraftigt växtvridet träd.

Trä är ett biologiskt material med stor variabilitet. Följaktligen så förekommer det mer eller mindre frekventa avvikelser från det ovan beskrivna mönstret. Det förekommer t.ex. träd som förblir vänstervridna hela vägen från märke till bark. Det är virke från denna typ av träd som uppvisar de största skevningstendenserna. Genom att mäta växtvridenhetens storlek skulle man alltså kunna sortera ut de stockar som ger virke med stor skevningsbenägenhet.

För forskningsändamål finns det ett antal metoder för mätning av växtvridenhet på stockar. Den vanligaste metoden är förstörande. I detta fall sågar man trissor ur stocken. Dessa trissor klyvs först längs en diameter och sedan mäter man växtvridenheten på radialsnittet på olika avstånd från märken.

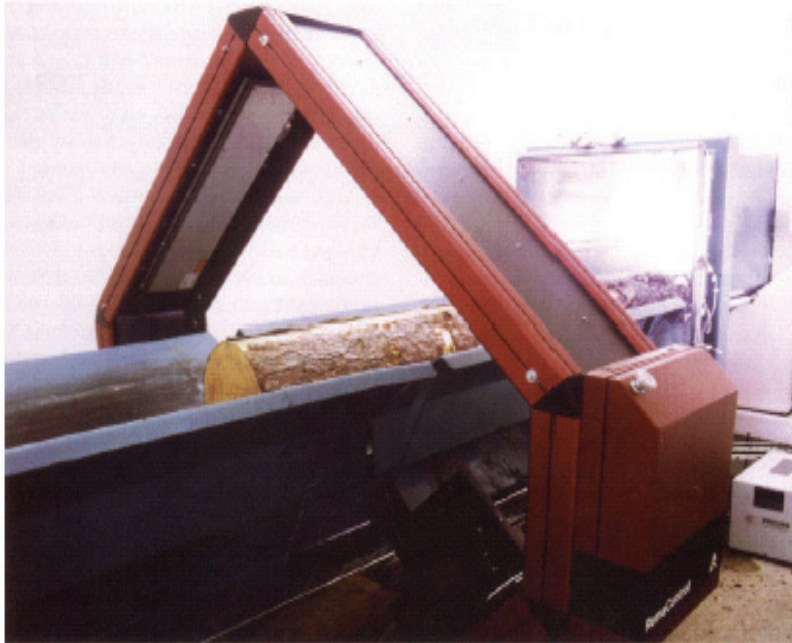
Växtvridenheten kan också mätas i datortomografistackar av tomograferade stockar. Denna metod är icke förstörande men för långsam för industriellt bruk.

På ytan av sågat virke kan växtvridenheten mätas med kapacitiva metoder eller genom att utnyttja trakeideffekten.

För att trä skall kunna bli ett ingenjörsmaterial med noggrant definierade och beskrivna egenskaper är det viktigt att kunna mäta upp egenskaperna så att inte ett oönskat beteende uppstår vid användning av träprodukterna. För att kunna göra detta på det effektivaste sättet ur ekonomisk synpunkt bör mätningen ske så tidigt i förädlingskedjan som möjligt, d.v.s. helst på trädnivå men i vart fall på stocknivå.

Syfte

Syftet med detta projekt var att utveckla, testa och validera statistiska algoritmer för mätning och sortering av stockar med avseende på växtvridenhet. Indata till algoritmerna utgörs av signaler från en tvårriktning röntgenbaserad stocks skanner.



Tvårriktning röntgenbaserad stocks skanner

Genomförande och resultat

Studierna i projektet baseras dels på data från granstambanken och simulerade signaler från stocks skannern, dels på signaler från en stocks skanner som finns installerad på ett sågverk.

Undersökningarna visar att det inte är möjligt att explicit mäta växtvridenheten i bilderna från den industriella skannern. Genom att mäta olika sekundära parametrar har dock en PLS-modell för prediktering av växtvridenhet utvecklats. Modellens förklaringsgrader blev relativt låga men modellen förmår att separera bra och dåliga stockar med acceptabel noggrannhet. För industriellt ändamål är det oftast fullt tillräckligt, det betyder att man nu kan undvika att såga stockar som ger extremt skevt virke.

Avhandlingar

Sepúlveda, P. 2003. NonDestructive Measurement of Spiral Grain with X-rays in Laboratory and in Industry. LTU 2003:14 ISSN 1402-1544.

Sepulveda, P. 2000. Non-Destructive Measurement of Spiral Grain with Computed Tomography. LTU 2000:42 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Sepulveda, P. & Grönlund, A. 2000. Measurement of spiral grain with computed tomography compared with pattern of boards. In Proceeding from 12th International Symposium on Non-Destructive Testing of Wood, Sopron Hungary, September 13- 15 2000, 239 – 244.

Sepúlveda, P. 2001. Measurement of spiral grain with computed tomography. Journal of wood science. 2001 ; vol. 47, nr. 4, s. 289-293

Sepúlveda, P; Kline, E. & Nyström, J. 2001. Measurement of spiral grain with in Norway spruce usining tracheid-effect and concentric surface imaging. For. Prod. J.

Sepúlveda, P.; Oja, J. & Grönlund, A. 2002. Predicting spiral grain by computed tomography of Norway spruce. Journal of Wood Science 48:479-483.

Sepúlveda, P., Kline, D.E. & Oja, J. 2003. Prediction of fiber orientation in Norway spruce logs using a simulated X-ray log scanner: A Preliminary study. Wood and Fiber Science, 35(3) pp. 421-428.

Sepúlveda. P., Oja, J. & Grönlund, A.2002.Modelling spiral grain in saw logs based on data from a simulated X-ray LogScanner. Proceedings of the 4th Workshop on Connection between Forst Resources and Wood Quality: Modelling Approaches and Simulation Software, Harrison Hot Springs, British Columbia, Canada, September 8-15

Sepúlveda. P., Oja, J. & Grönlund, A.2003. Modelling fiber orientation in shorts samples of Norway spruce using an X-ray LogScanner. Journal of Wood Science

Ekonomi

Protokollsbilaga 32, beslutsdatum 2002-01-28

<i>D 14 projekt nr 24</i>	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	355	368,9
Resor	15	
Utrustning och material		
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead	190	231,1
Gemensam admkostnad	60	61,2
Övrigt Högskolemoms		24,8
TOTALT	620	686

Projekt 5.6 Sorteringsnoggrannhet

Industridoktorand: Anders Lycken

Handledare: Johan Oja, Anders Grönlund

Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

Många sågverk och trämanufakturindustrier förbereder beslut om investering i anläggningar för automatisk utseendesortering och optimering av sågat virke. Beslutsunderlaget inför investeringen är i många stycken undermåligt, i det att kunskap saknas både om vad som egentligen behövs, var man står idag med manuell sortering och vad ett nytt automatiskt system förmodas/förväntas/kan klara av. Allt detta är ytterst väsentligt att veta, då sågverken står inför större och större krav på produktivitet, arbetsmiljö, leveransprecision och kundanpassning samt ökad egen lönsamhet.

Det har vid ett antal begränsade studier, med annat ändamål än föreliggande, konstaterats att den manuella sorteringen skiljer mycket mellan olika sorterare på olika industrier, mellan olika sorterare på det enskilda sågverket liksom mellan samma sorterare vid olika tidpunkter.

Tillverkarna av automatiska system för sortering uppger att systemen många gånger är överlägsna människan. Det är de i flera fall, men långt ifrån alla. Frågan är i vilka?

Det är vanligen svårt för sågverket att ställa noggrannhetskrav på tillverkare av automatiska sorteringssystem. Då det ytterst sällan finns statistik över noggrannheten i den manuella sorteringen, varken på det enskilda sågverket eller för branschen som helhet, är det lätt att ställa fel krav, som antingen är för låga eller för höga vid upphandling av automatiska system.

Syfte

Syftet med projektet har varit att:

- Undersöka hur olika regler vid utseendesortering kan struktureras, reglernas bakgrund och deras betydelse för produktionen och handel.
- Kvantifiera noggrannheten hos både den manuella och den automatiska sorteringen, med avseende på kvalitets- som värdeutbytet.
- Undersöka om det är möjligt att förenkla regeluppbyggnaden vid automatsortering.
- Utredda om det går att sortera plankorna redan före sönderdelning.
- Undersöka om det är möjligt att förenkla sorteringen genom att inspektera färre sidor
- Demonstrera användningen av verktyg för simulering av sortering.

Genomförande och resultat

Anders Lyckens avhandling består av fyra artiklar. I den första artikeln har ett antal modeller för hur man kan upprätta och beskriva olika sorteringsregler tagits fram. Detta ger en bra bas för en övergång till automatiska sorteringssystem. Inom ramen för Artikel I har även ett verktyg för simulering av hur sorteringsutfallet påverkas av olika regler testats och demonstrerats.

I Artikel II har sorteringsnoggrannheten jämförts mellan visuell och automatisk sortering. Jämförelsen visar att i de flesta fallen har de automatiska systemen en högre precision än den visuella metoden men att ett automatiskt system medför andra typer av fel jämfört med visuell sortering.

Dagens sorteringsregler är mycket komplexa med ett stort antal inverkanse parametrar. Om man ändrar på en parameter i ett automatsorteringsprogram är det mycket svårt att förutse konsekvenserna av en ändring. I Artikel III har sorteringsreglerna modellerats med hjälp av multivariat statistisk metodik vilket ger möjlighet att skjuta gränserna mellan olika sorteringsklasser genom att ”vrída på” endast en ratt. Detta angreppssätt kommer att bli ett mycket enkelt och kraftfullt hjälpmedel vid industriella applikationer av automatiska sorteringssystem.

I Norden beaktas alla fyra sidorna av ett virkesstycke vid sortering medan man i Centraleuropa endast beaktar flatsidorna. I Artikel IV har Lycken visat att en noggrann sortering enligt Nordiskt Trä kräver att alla fyra sidorna avsynas.

Avhandling

Lycken, A. 2006. Appearance Grading of Sawn Timber. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2006:10. ISSN: 1402- 1544.

Artiklar

Lycken, A. 2000. Sortering och produktmix inom trävaruindustrin – Analys av sorterings-simuleringar. Trätek Rapport P0005008. (In Swedish)

Lycken, A. 2006. Comparison between automatic and manual quality grading of sawn softwood. Forest Products Journal 56 (4).

Lycken, A, Oja, J. 2006. A multivariate approach to automatic grading of Pinus sylvestris sawn timber. Scandinavian Journal of Forest Research. 2006 ; vol. 21, nr. 2, s. 167-174

Lycken, A. 2006. How much is enough? - Grading accuracy depending on number of graded sides. Forest Products Journal.

Ekonomi

Protokollsbilaga 34, beslutsdatum 2002-05-14

<i>D 15 projekt nr 25</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	950	1693,5
Resor	50	54,8
Utrustning och material	25	
Externa tjänster mm	175	21,8
Lokaler och overhead	600	50,0
Gemensam admkostnad	200	189,9
Övrigt Högskolemoms		80,0
TOTALT	2000	2090

Projekt 5.7. Mikrovågsskanning

Doktorander: Nils Lundgren, Jan Johansson

Handledare: Olle Hagman

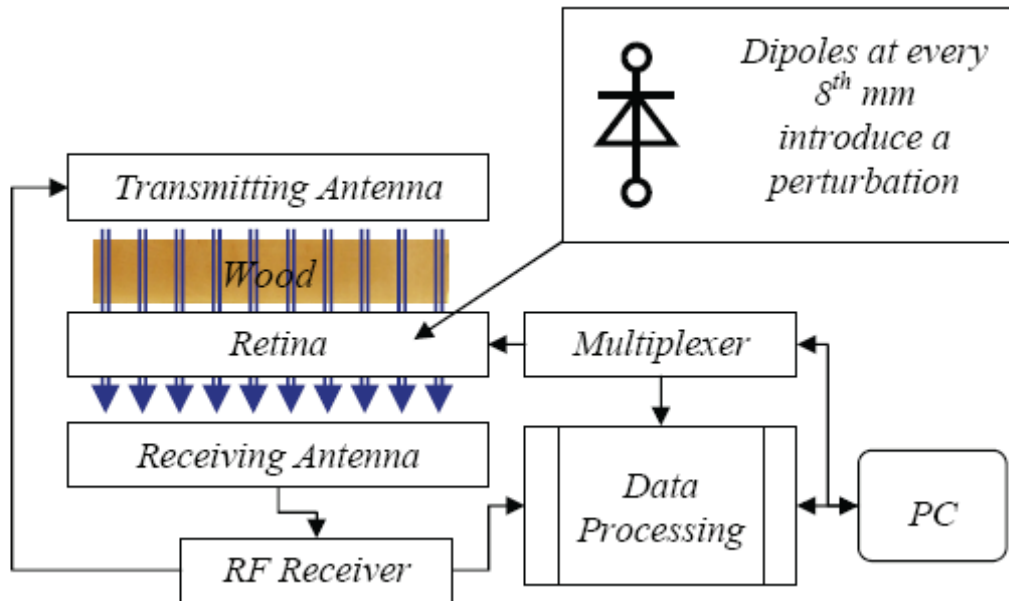
Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

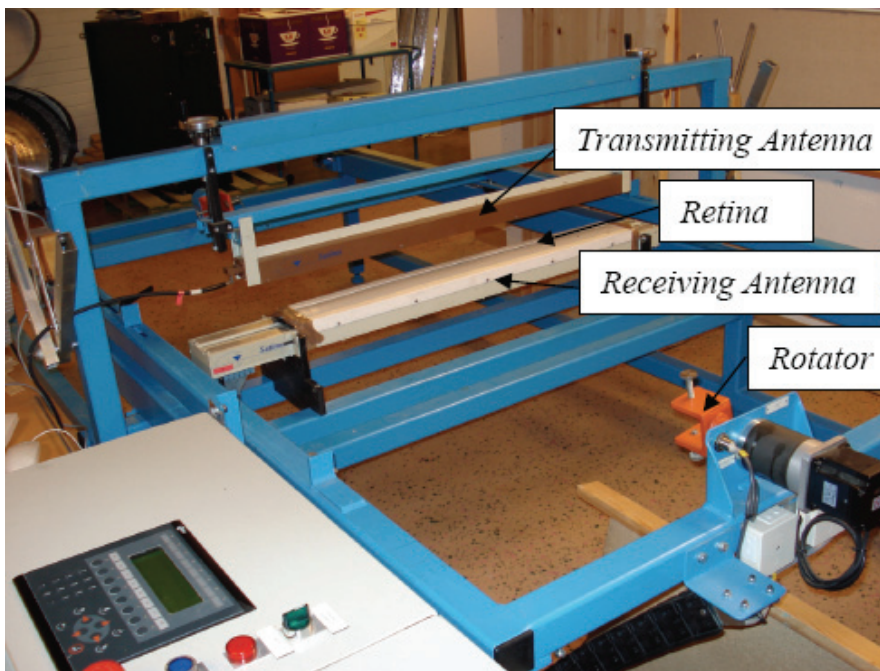
Trä är ett anisotropt material med stor variation inom och mellan individer. För att utveckla sågverksindustrin från produktion till process krävs en ökad kunskap om råvaran för att kunna styra processen mot att leverera ett högt utbyte av produkter med väldefinierade egenskaper. Att kunna se in i råvaran,- stocken, plankan, för att styra process och flöde är en viktig del i ett utvecklat system. Idag är svaret för att kunna mäta och beskriva trä en multisensor bestående av olika sorters bild- eller medelvärdesgivande sensorer som tillsammans ger en bild av den enskilda råvaruindividen. Röntgen kan vara en del i sådant system men ger ingen upplösning i fördelning av vatten och träfiber, den beskriver enbart den totala densitetsfördelningen. Det är här mikrovågor kommer in i bilden genom den mera komplexa

svarsbild som erhålls genom att mäta och modellera vad som händer med en mikrovåg som passerar en träbit.

Mikrovågor kan användas för prediktion av densitet, fibervinkel och fuktkvot i trä. Den skanner som används i denna studie har tagits fram vid Luleå tekniska universitet, Campus Skellefteå i syfte att använda mikrovågor till att skapa genomlysningsskärningar av sågade träprodukter. Skannern är baserad på en sensor (Satimo 9.45 GHz) som mäter amplitud och fasförskjutning av signalen i två ortogonala riktningar. Därigenom kan även polarisation beräknas.



Schematisk bild av mätsystemet som använts i projektet



Laboratiemikrovågsskanner

Syfte

Syftet med studien var att utvärdera om denna typ av sensor kan användas för att prediktera egenskaper hos trä och för hållfasthetsortering av virke. Målsättningen var även att analysera hur mikrovågorna interagerar med trä och att ge förslag på hur sensorn kan förbättras och hur resultatet från mätningarna ska tolkas.

Genomförande och resultat

En kalibrering av sensorn utfördes genom att jämföra uppmätta värden med värden som räknats fram från tabeller över träets dielektriska egenskaper vid olika temperatur, densitet och fuktkvot. Samverkan mellan den inre strukturen i trä och mikrovågor har även analyserats med hjälp av finit elementmodellering. Sensorns respons på variation av olika egenskaper kan då studeras genom att olika förändringar av till exempel fuktkvot eller densitet införs i modellen.

Resultaten visar att torrdensitet och fuktkvot kan predikteras från de uppmätta variablerna men det kräver noggrann kalibrering för olika variationer i materialet. En tänkbar lösning för att kunna beräkna stabila värden för ett material med stor variation är att mäta vid flera olika frekvenser. Eftersom en del av signalen reflekteras vid gränssytor där de dielektriska egenskaperna förändras innehöll amplitudmätningen mycket brus. Den destruktiva fyrpunktsböjning som användes som referens vid hållfasthetsorteringen gav stor spridning men korrelationen som kunde påvisas mellan mikrovågor och hållfasthet är lovande.

Avhandlingar

Lundgren, N. 2007 Microwave Sensors for Scanning of Sawn Timber. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2007:09. ISSN: 1402- 1544.

Lundgren, N. 2005. Modelling Microwave Measurements in Wood. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LIC 2005:61. ISSN: 1402-1757.

Artiklar

Hansson, L.; Lundgren, N.; Antti A. L.; Hagman, O. 2005. Microwave Penetration in Wood Using Imaging Sensor, Journal of International Measurement Confederation 38 pp15–20 (2005).

Lundgren, N.; Hansson, L.; Hagman, O.; Antti, A.L. 2005. FEM Simulation Of Interactions Between Microwaves And Wood During Thawing, Conference on Mathematical Modelling of Wave Phenomena, Växjö University, August 14-19, 2005.

Hansson, L.; Lundgren, N.; Antti, A. L.; Hagman, O. 2005. FEM Simulation of Heating Wood In an Industrial Microwave Applicator, Proceedings from 10th International Conference on Microwave and High Frequency Heating pp 415–418 . Modena and Reggio Emilia University, Modena, Italy, September 12 -15, 2005.

Lundgren, N., Hagman, O. and Johansson, J. 2006. Predicting moisture content and density distribution of Scots pine by microwave scanning of sawn timber II: evaluation of models generated on a pixel level. Journal of Wood Science 52(1):39–43.

Hansson, L., Antti, L. Lundgren, N., Hagman, O. 2006. Finite element modeling (FEM) simulation of interactions between wood and microwaves. Journal of Wood Science. Vol. 52 No. 5, 406-410.

Lundgren, N. ; Brännström, M. ; Hagman, O. & Oja, J. 2007. Predicting the strength of Norway spruce by microwave scanning : a comparison with other scanning techniques. Wood and Fiber Science. 2007 ; vol. 39, nr. 1, s. 167-172

Lundgren, N. ; Gerasimov, V. ; Kozlova, T. ; Zorin, E. 2007.. An online microwave scanner for sawn wood. / Luleå : Luleå tekniska universitet, 2007. 7 s. (Technical report / Luleå University of Technology; 2007:04).

Lundgren, N. & Hansson, L. 2007. PLS models for predicting wood properties from microwave measurements based on three dimensional FEM simulations. Proceedings from the Nordic Workshop in Wood Engineering. Luleå : Luleå tekniska universitet, 2007. 7 s. (Reserach report / Luleå University of Technology; 2007:06).

Ekonomi

Protokollsbilaga 35, beslutsdatum 2002-05-14 3020 kkr Projekt 26

Protokollsbilaga 61, beslutsdatum 2005-09-01 1660 kkr Projekt 42

<i>D 16&32 Projekt nr 26&42</i>	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	2330	2037,4
Resor	100	150,7
Utrustning och material	100	55,7
Externa tjänster mm	220	284,9
Lokaler och overhead	1630	1668,7
Gemensam admkostnad	300	438,4
Övrigt Högskolemoms		187,2
TOTALT	4680	4823

Project 5.8 Processoptimering

Doktorand: Carl-Gustav Lundahl

Handledare: Anders Grönlund

Intressent: Kempestiftelserna

Bakgrund

Moderna sågverk liknar alltmer en processindustri. Mycket stora värden flödar genom processen varje sekund. Tyvärr har inte utvecklingen av processkontroll och processtyrning inom sågverken följt med i sågverkens utveckling mot en processindustri.

I ett modern sågverk genereras enorma mängder av data som nyttjas för att styra processen men det saknas också på de flesta sågverken en mängd data för att kunna genomföra en fullständig processtyrning. På många sågverk görs ingen kontinuerlig kontroll av processparametrar som måttnoggrannhet, felinläggning, utbyte på sågklassnivå, matningshastighet, fliskvalitet, stockluckor, hanteringskador, driftstoppfrekvens och driftstopporsak (alla driftstopp, även korta).

Vad som definitivt saknas på de allra flesta sågverk är metoder för sammankoppling av information, utvärdering, analys och återkoppling till processen. Problemet är att man ser varje bearbetningsmaskin, mätsystem eller databehandlingssystem som fristående system i stället för som en del av en process.

Syfte

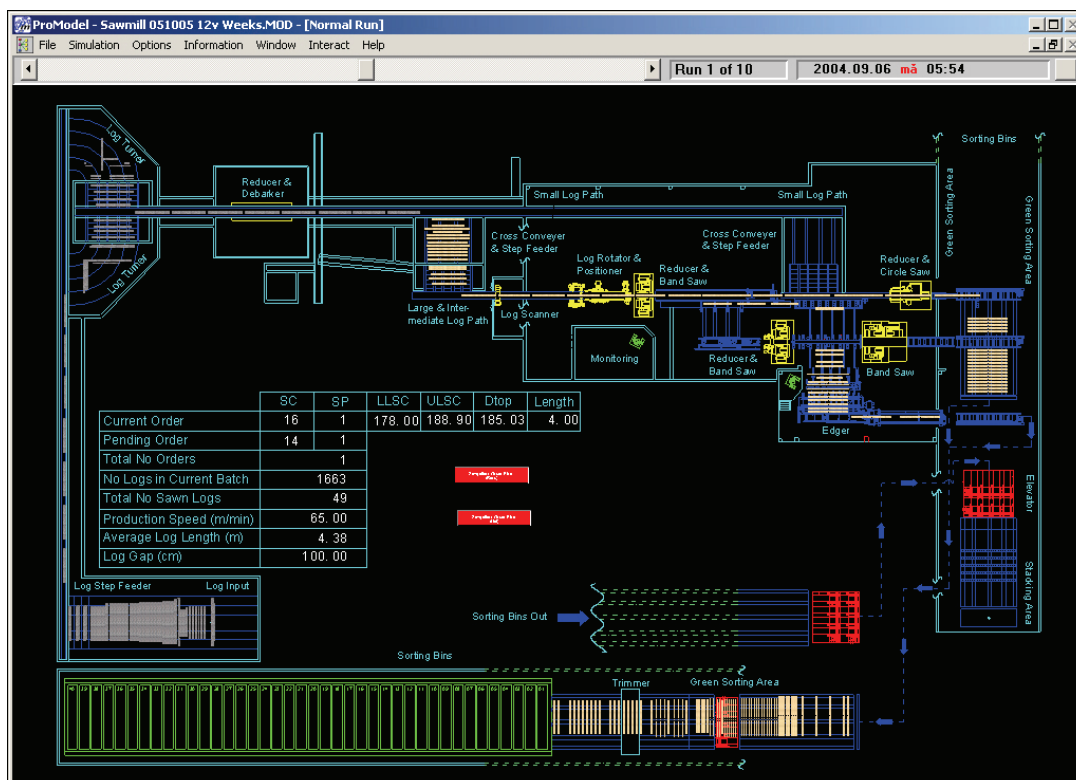
Projektets syfte var att skapa och demonstrera metoder och verktyg som gör det möjligt att överblicka förädlingsprocessen momentant, identifiera status och indikera parametrar som drar processen från optima. för optimering av sågverksprocessen

Genomförande och resultat

Lundahl har i sitt arbete använt sönderdelningssimuleringsmodeller och flödessimuleringsmodeller för att analysera sågverksprocessen. Som ett sammanhållande kitt mellan dessa modeller har konceptet "Overall Equipment Efficiency" (OEE) använts. Styrkan med OEE-konceptet är att man samtidigt kan ta hänsyn till processens kapacitet och till dess kvalitet.

Under arbetets gång visade det sig att värdsågverkens data beträffande stopptider var för bristfälliga för att kunna erhålla en valid flödesmodell. Som en del av projektet har därför ett datainsamlingsverktyg utvecklats.

Lundahls arbete visar att moderna sönderdelnings- och flödesmodeller har en stor potential för analys och optimering av sågverksprocessen. I de flesta fall krävs dock att kvaliteten hos processinformationen förbättras. Det datainsamlingsverktyg som utvecklats inom ramen för projektet ger härvidlag möjligheter till väsentligt förbättrad informationskvalitet.



Flödesmodell över värdsågverket

Avhandling

Lundahl, Carl.Gustav. 2007. Optimized Processes in Sawmills. Licentiate Thesis, Luleå University of Technology. LT 2007:02. ISSN: 1402- 1757.

Artiklar

Lundahl, C.; Grönlund, A. 2005. Process Control in Sawmills. In Proceedings of the 17th International Wood Machining Seminar. Sept. 26 – 28 Rosenheim Germany.

Hagman O. & Lundahl C., 2006 Developing OEE tools for monitoring the sawmill process. - A Triple Helix experience. Cost Action E44 Conference on Wood Resources and Panel Properties. Valencia Spain June 12-14.

Ekonomi

Protokollsbilaga 36, beslutsdatum 2002-10-11

D 17 projekt nr 27	Budget (kkr)	Utfall (kkr)
Löner och löneomkostn	2060	1632,5
Resor	80	17,3
Utrustning och material	160	40,6
Externa tjänster mm	160	34,4
Lokaler och overhead	600	1335,4
Gemensam admkostnad	640	319,7
Övrigt Högskoleoms		137,1
TOTALT	3400	3517

Projekt 5.9 Responsanalys vid torkning

Industridoktorand: Jonas Danvind

Handledare: Tom Moren

Intressent: Valutec

Bakgrund

Dagens metodik för torkning av virke i satstork bygger i stor utsträckning på att fasta ”torkningsscheman” väljs av torkoperatören. Dessa scheman dvs klimattabeller får därefter styra klimatutvecklingen under torkningen. Med denna metodik blir styrningen icke-adaptiv och okänslig för okända variationer i torksatsens egenskaper (främst vatteninnehåll). Resultatet kan bli felaktiga torkningstider dvs felaktig slutfuktkvot och/eller virkesskador, sprickor, kvisturkok, oönskade färgreaktioner mm. Man får m.a.o. ett inoptimalt utnyttjande av torkanläggningen.

Praktiska försök har redan visat på den stora potential en övergång till adaptiva styrsystem vid virkestorkning innebär. Förkortade torkningstider med bibehållen torkningskvalitet har kunnat påvisas i industriell miljö vilket omräknat inneburit en kapacitetsökning på uppemot 50 % i vissa fall jämfört med den torkningsstrategi företaget normalt använder sig av.

För att en övergång till adaptiva styrsystem ska bli framgångsrik krävs dock en mätmetodikutveckling för att bättre än idag ge underlag för ett till styrsystemet kopplat expertsystem. Exempel är just kvistreaktioner, färgresponser och kvisturkok. Kännedom om dessa responser har avgörande betydelse för att konstruera algoritmer som kopplar samman respons med kritiskt klimat under vissa faser av torkningen.

Huvudidén med projektet är att studera, analysera och modellera materialreaktioner vid torkning av trä (virke). Detta är intressant eftersom det ger möjlighet att sammankoppla s.k. expertsystem med adaptiva styrsystem för torkstyrning. Expertsystemet syftar till att hjälpa sågverken att styra egenskaperna för torkat virke mot slutproduktens egenskaper.

För att detta ska vara möjligt krävs att en mätmetodik för oförstörande fukt och förskjutningsmätning på trä under torkning utvecklas. För fuktmätning kommer datortomografi att användas. I det senare fallet krävs en vidareutveckling av ”white light speckle photography”, som medger beröringsfri deformationsmätning hos ytor.

Syfte

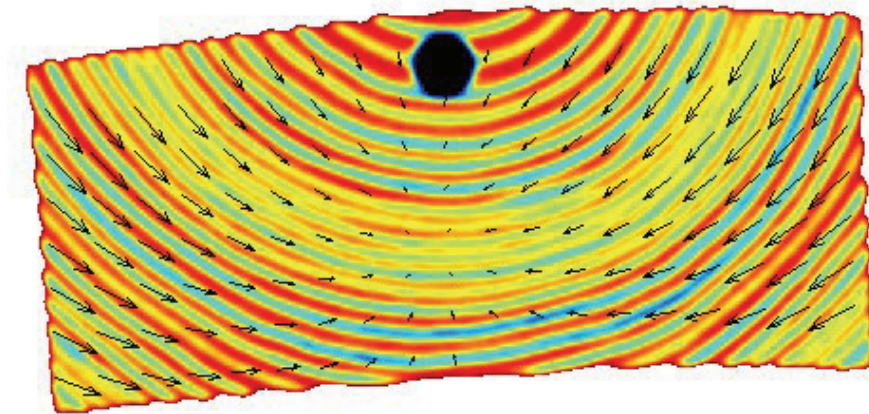
Syftet med projektet är:

- ❑ Att utveckla en mätmetodik som medger samtidig oförstörande och beröringsfri mätning av densitet (CT-scanning) och förskjutning (White light speckle photography) samt beräkning av fuktkvot och töjning.
- ❑ Att med hjälp av denna metodik studera och analysera migration av fritt vatten i splintved samt kvistreaktioner under torkning
- ❑ Att analysera färgresponser efter torkning som är av betydelse för att ändamålsstyra torkning av virke för ”synligt trä”.

Genomförande och resultat

Oförstörande och icke berörande mätningar främst med röntgen CT-skanner på bl a torkning av solitt trä har utförts i flera projekt i ämnet Träfysik.

Därvid har det uppkommit ett behov att förfinas denna mät- och evalueringsmetodik genom att tillföra ytterligare information bl a genom samtidig användning av DSP (Digital Speckel Photography).



Förskjutning av olika delar av ett virkestvårsnitt mätt med DSP, överlagrat på en densitetsbild mätt med CT-skanning.

Huvudsyftet med avhandlingsarbetet har varit att vidareutveckla och sammanföra information från oförstörande mätning på trä under torkning, genom att utveckla numeriska verktyg för samtidig bestämning av förskjutning, töjning och fuktkvot. Härigenom kan precisionen i sådana mätningar förbättras så att en fundamental förståelse för trämaterialens fuktdynamiska egenskaper underlättas. Det principiellt nya och intressanta är att sådana bestämningar nu också kan göras på lokal nivå i materialets inre.

Metodiken lämpar sig väl för exempelvis bestämning av lokala diffusionsegenskaper eftersom såväl lokal fuktkvot och krympning kan bestämmas.

Med det verktyg som Jonas Danvind utvecklat blir det möjligt att göra mycket varierade experimentella studier på trä och andra hygroskopiska material under fuktvariation exempelvis att studera lokala flödesvägar för vattnet (ett exempel visas i avhandlingen: Flödesvägar i en kvist med omgivning), men även tillsammans med bildanalys bestämma spänningstillståndet i material.

Jonas Danvind har i sitt arbete visat hur man genom att sammanföra mätning med CT-skanner och DSP behandlade med numeriska verktyg och bildbehandling, kan få en mycket detaljerad kunskap om bl a träs fuktdynamiska egenskaper på en lokal nivå. Detta har ej varit möjligt med de tekniker som hittills använts när mätningarna är förstörande och berörande. Jonas har även visat att den statistiska metodiken PLS (Partiella minsta kvadratmetoden) kan användas för att modellera fysikaliska egenskaper hos trä.

Betydelsen för praktiska tillämpningar inom träteknologi av Jonas arbete, finns främst inom den industriella torkningstekniken där tillförlitliga materialdata om träs fuktdynamiska egenskaper är en förutsättning för utveckling av torkteknologi och processtyrning.

Avhandlingar

Danvind, J. 2005. Analysis of drying wood based on non-destructive measurements and numerical tools. Doctoral Thesis, Luleå University of Technology. DT 2005:23. ISSN: 1402-

Danvind, J. 2002. Methods for Collecting and Analysing Simultaneous Strain and Moisture Data During Wood-Drying. LTU 2002:05 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Danvind, J. & Synnergren, P. 2001. Method for measuring the Shrinkage Behaviour of Drying wood using Digital Speckle Photography and X-ray Computerised Tomography. 7th International IUFRO, Wood Drying Conference. Tsukuba, Japan, July 9-13

Danvind, J. 2002. Measuring strain and moisture content in a cross section of drying wood using Digital Speckle Photography and Computerised X-ray Tomography. 13th International Symposium on Non-destructive Testing of Wood. Berkley, California, USA, August 19-21.

Danvind, J. 2002. PLS prediction as a tool for modelling wood properties. Holz als Roh- und Werkstoff 60 (2), 130-140.

Scheepers, G.; Danvind, J.; Morén, T.; Rypstra, T. 2005 An Investigation of Fluid Water Movement in Birch during Drying through Variation of Wood Sap Surface Tension and Initial Average Moisture Content. In: Proceedings of 9th International IUFRO Wood-drying Conference. August 21-26, Nanjing, China.

Larsson, R.; Danvind, J.; Imbaud, O.; Morén, T. 2005. Prediction Modelling of Colour Changes on Boards of Norway Spruce and Scots Pine During Low Temperature Drying. In: Proceedings of 9th International IUFRO Wood-drying Conference. August 21-26, Nanjing, China.

Danvind, J.; Morén, T. 2004. Using X-ray CT-scanning for moisture and displacement measurements in knots and their surroundings. In Int. Conf. of COST Action E15 Wood Drying, Athens, Greece, April 21-22.

Danvind, J.; Eriksson, J. & Johansson, H. 2004. Calibration of a constitutive model for diffuse moisture transport in wood using data from X-ray CT-scanning and digital speckle photography. In Int. Conf. of COST Action E15 Wood Drying, Athens, Greece, April 21-22.

Danvind, J. & Ekevad, M. 2006. Local water vapour diffusion coefficient when drying Norway spruce sapwood. J. Wood Science 52:195-201.

Ekonomi

Protokollsbilaga 37, beslutsdatum 2002-11-08

<i>D 18 projekt nr 28</i>	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	740	1021,7
Resor	40	7,6
Utrustning	25	1,4
Material	30	
Lokaler	145	35,7
Gemensamma kostnader	100	106,6
Övrigt		
TOTALT	1080	1173

Projekt 5.10. Integrerad hållfasthetssortering

Industridoktorand: Mattias Brännström
Handledare: Johan Oja, Anders Grönlund
Intressent: StoraEnso Timber

Bakgrund

Det finns idag ingen riktigt bra hållfasthetssorteringsmetod. De metoder som används industriellt har en förklaringsgrad på ungefär 50%. Konsekvensen av denna relativt låga förklaringsgrad blir att man inte till fullo kan nyttja träets hållfasthetspotential samtidigt som man uppfyller stipulerade säkerhetsmarginaler för virkets hållfasthet.

Enda sättet att mäta den verkliga hållfastheten är att belasta virket till brott. Ett annat sätt är att belasta virket till en given gräns, s.k. proof-loading. Om virket då bryts sönder är det inte tillräckligt starkt för den efterfrågade hållfasthetsklassen. Nackdelen med proof-loading är dels att en hel del virke kommer att bli förstört, speciellt i de högre klasserna, dels att det är svårt att integrera metoden i en produktionslinje med hög kapacitet.

De flesta hållfasthetssorteringsmetoderna som används idag bygger på att man mäter med någon oförstörande metod parameter som är relaterad till virkets hållfasthet. Den allra mest använda parametern är elasticitetsmodulen. Det finns en rad undersökningar av hur E-modulen korrelerar med virkets hållfasthet. Dessa undersökningar visar att E-modulen typiskt förklarar mellan 50 – 70% av hållfasthetsvariationerna. Industriellt mäts E-modulen ofta genom mekanisk utböjning av virket eller mätning av resonansfrekvensen för virket.

Andra parametrar som påverkar hållfastheten är densitet, kviststruktur och fibervinkel. Dessa parametra kan mätas med röntgen, mikrovågor och kamerateknik.

Syfte

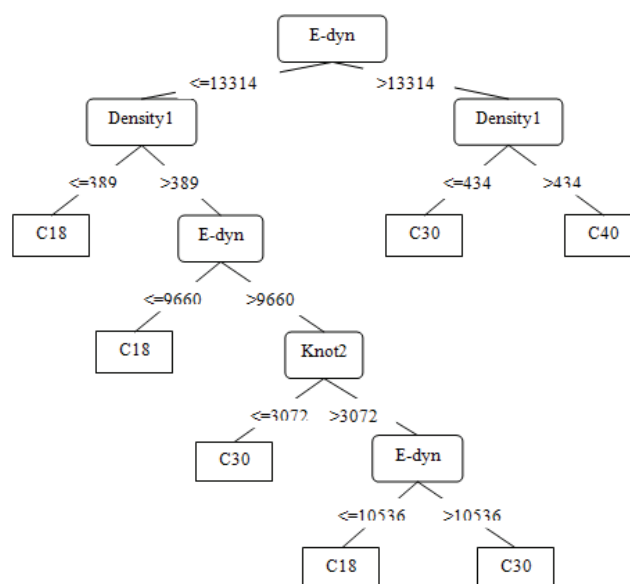
Projektets syfte är att studera, utveckla och validera hållfasthetssorteringsmetoder som lätt kan integreras i sågverksprocessen. Målet är att utbytet i de högre hållfasthetsklasserna(C35+) skall förbättras genom en ökad precision i hållfasthetssorteringsmetoderna. Hypotes är att

precision kan ökas genom att kombinera olika metoder och genom att utveckla mera sofistikerade kvistbeskrivningar.

Genomförande och resultat.

Projektet har innefattat följande metoder studerats och utvärderats:

- Parametrar för densitetsmodeller vid timmerröntgen
- Spårbarhet och modeller vid timmerröntgen.
- Ny teknik för hållfasthetsortering med mikrovågor
- Ny teknik för hållfasthetsortering med hjälp av trakeideffekten.
- Klassificeringsalgoritmer tillämpade på standarden för maskinell hållfasthetsortering.
- Kombination av timmer och planksortering.



Exempel på klassificeringsträd för hållfasthetsortering

De hittills uppnådda resultaten visar att genom en kombination av olika metoder kan man förbättra utbytet av virke i de högre hållfasthetsklasserna.

Doktorsavhandlingen kommer att vara klar vid årsskiftet 08/09.

Artiklar

Brännström, M., Manninen, J. & Oja, J. 2006. Tracheid laser scattering: A simple tool for a rough strength estimation. Workshop on Non-Destructive Testing of Wood Products, December 11-13, 2006. Universidad del Bio-Bio, Concepción, Chile.

Brännström, M. ; Oja, J. & Grönlund, A.. 2007. Predicting board strength by X-ray scanning of logs : the impact of different measurement concepts.. I: Scandinavian Journal of Forest Research. 2007 ; vol. 22, nr. 1, s. 60-70

Lundgren, N. ; Brännström, M. ; Hagman, O. & Oja, J. 2007. Predicting the strength of Norway spruce by microwave scanning : a comparison with other scanning techniques.. I: Wood and Fiber Science. 2007 ; vol. 39, nr. 1, s. 167-172

Brännström, M., Manninen, J. & Oja, J. 2008. Predicting the strength of sawn wood by tracheid laser scattering. BioResources, 3(2), pp: 437-451.

Brännström, M. & Westin, J. 2008. Classification of structural timber by decision trees - A comparison to the certified method. Submitted to Forest Prod. J

Ekonomi

Protokollsbilaga 46, beslutsdatum 2003-11-11

<i>D 24 projekt nr 34</i>	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	2590	2080,1
Resor	315	215,8
Utrustning och material		39,0
Extrna tjänster	90	64,5
Lokaler och overhead	680	827,5
Gemensam admkostnad	370	326,2
Övrigt		24,9
TRPT 2008-06-30	4045	3578
KVARSTÅR att upparbeta		467
SUMMA	4045	4045

Projekt 5.11 Optisk 3D och röntgen

Industridoktorand: Johan Skog

Handledare: Johan Oja, Anders Grönlund

Intressenter: TräCentrum Norrs industripartners.

Bakgrund

Kvalitetssortering av sågtimmer blir allt vanligare. Sorteringen baseras på 3D eller röntgenteknik. Forskningsresultat har visat på att sorteringsnoggrannheten kan förbättras genom att 3D- och röntgendata kombineras. En viktig anledning till detta är att röntgenintensiteten påverkas dels av stockens densitet, dels av stockens diameter (strålningens gångväg genom stocken). Genom att mäta stockens diameter med hjälp av 3D-teknik kan man kompensera för gångvägen och på så sätt mäta densiteten med högre noggrannhet. Detta gör att man även kan mäta till exempel kärnvedsdiameter, densitet och kvistparametrar med högre noggrannhet. Kviststrukturen är mycket viktig både för virkets utseende och dess hållfasthetsegenskaper. På motsvarande sätt har densitet och kärnvedsdiameter en stor inverkan på hur en stock bäst ska utnyttjas. En mer noggrann mätning av en stocks egenskaper gör det därför möjligt att öka kundanpassningen genom att på ett effektivare sätt producera produkter med specifika egenskaper. Exempel på sådana egenskaper är kärnved och toppbrott.

Detektering av röta, sten och metall har varit relativt lågt prioriterade områden och därför har inga större resurser lagts ner på dessa tillämpningar av röntgentekniken. Både vad gäller metall, sten och röta ger gångvägskompensationen större möjlighet att göra en korrekt detektering. Det är därför också intressant att undersöka möjligheten att detektera röta, sten och metall med en kombination av röntgen- och 3D-teknik.

Syfte

Projektets syfte är:

Del 1: Att ta fram algoritmer som kombinerar 3D- och röntgendata

Del 2: Att nyttja den kombinerade informationen till att mäta egenskaper som densitet, kärnvedsandel och kvistparametrar med högre noggrannhet.

Del 3: Att nyttja den kombinerade informationen till att detektera rotröta, sten och större metallföremål i stockar.

Genomförande och resultat.

I ett första steg har sorteringsalgoritmer där data från 3D och röntgen kombineras utan gångvägskompensering utvecklats. Sedan har gångvägskompensering introducerats. Resultaten visar att med gångvägskompensering kan man förbättra kärnvedsdetekteringen högst avsevärt.

En licentiatuppsats beräknas vara klar 2009.

Artiklar

Skog, J. & Oja, J. 2007. Improved log sorting combining X-ray and 3D scanning – a preliminary study. COST E 53 Conference - Quality Control for Wood and Wood Products, October 15-17, 2007, Warsaw, Poland.

Skog, J. & Oja, J. 2008. Heartwood diameter measurements in *Pinus sylvestris* sawlogs combining X-ray and 3D scanning. Submitted to Scand. J. For. Res.

Ekonomi

Protokollsbilaga 79, beslutsdatum 2006-12-18

D 38 projekt nr 48	Budget (kkkr)	Utfall (kkkr)
Löner och löneomkostn	1120	607,2
Resor		4,2
Utrustning och material		1,3
Externa tjänster mm		
Lokaler och overhead		
Gemensam admkostnad	120	61,3
Övrigt		
TPRT 2008-06-30	1240	674
KVARSTÅR att uppjobba		566
		1240

Projekt 5.12 Jämförelse mellan RFID-tekniken och fingeravtrycksmetoden för spårning i trävärdekedjan

Industridoktorand: Jens Flodin

Handledare: Johan Oja, Anders Grönlund

Intressenter: TräCentrum Norrs industripartners

Bakgrund

En effektiv och kontinuerlig uppföljning, optimering och felsökning i sågverksprocessen kräver kontinuerlig återkoppling av information. Att följa varje enskild stock och plank på individnivå kräver stora resurser. Mycket talar dock för att man genom att spåra ett fåtal individer per dag kan samla in tillräckligt med information för att uppnå en stor del av det man vill vad gäller uppföljning, optimering och felsökning.

Den stora vinsten med en kontinuerlig återkoppling av information är att man på så sätt automatiskt och kontinuerligt får tillgång till samma information som annars fås genom kostsamma provsågningar. Idag är provsågningar ett måste vid kalibrering av mätteknik och processtyrning. Ett exempel är röntgen av sågtimmer som gör det möjligt att mäta kvistparametrar, densitet och kärnvedsandel redan på stocken. För att utnyttja denna detaljerade information krävs information om plankorna från stockar där man även har tillgång till mätdata från röntgenutrustningen. Att genomföra en provsågning med 200 stockar som ska följas hela vägen från timmersortering till justerverk är arbetskrävande och tar dessutom produktionstid i anspråk. En sådan provsågning blir därför kostsam, erfarenheter från genomförda provsågningar visar att kostnaden är i storleksordningen 40 000 kr, det vill säga 200 kr/stock.

Teknik som gör det möjligt att få motsvarande information för mindre än en tiondel av kostnaden är därför mycket intressant. Denna typ av information kan även användas till att följa upp förändringar i processen, till exempel utfallet av en investering i såglinjen eller effekten av ändrade timmerklasser.

En annan fördel med automatisk och kontinuerlig återkoppling av information är att man även kan spåra stockar hela vägen från skogen till justerverket. En tänkbar tillämpning är uppföljningen av andelen stockar som sorteras ut som massaved på sågverket. Andelen massaved skiljer mellan leverantörer men det är svårt att reda ut var felet har begåtts. Är det markägaren, timmerköparen, skördarföraren, skotarföraren, lastbilschauffören eller sågverket? Om andelen utsorterat timmer kan minskas så minskar även belastningen på timmersorteringen i motsvarande grad. Om andelen utsorterat timmer är fyra procent så innebär detta att timmersorteringen sorterar massaved cirka två veckor per år. Att hitta och åtgärda en del av felet innebär med andra ord en väsentlig besparing. En annan tillämpning är problem med blånadsskador. Genom att kontinuerligt följa en delmängd av timmerflödet så får man kontroll på lagringstiderna i skogen och på timmerplan.

En intressant möjlighet är att manuellt applicera så kallade RFID-taggar på en liten del av stockarna. RFID-taggar kan sedan detekteras och läsas av automatiskt i både timmersortering och sågintag. Genom att i sågintaget färgmärka stockänden på de märkta stockarna förlängs kopplingen till råsorteringen där ID märkning på individnivå tar vid. På så sätt kan de märkta stockarna följas hela vägen från skog till färdig produkt. RFID-tekniken utvecklas snabbt och redan nu finns det RFID-taggar som kan användas för att i ett

forskningsprojekt märka stockar. Samtidigt pågår ett stort treårigt EU-projekt som startade under hösten 2006. Syftet med detta projekt är att ta fram spårbarhetsteknik som är speciellt utvecklad för att passa tillämpningar inom skogsindustrin.

Ett alternativt angreppssätt för spårning i trävärdekedjan är att använda ”fingeravtrycksmetoden”. Denna metod bygger på det faktum att varje träd, stock eller träbit är en unik individ med unika egenskaper. Genom att mäta varje individs egenskapsprofil och knyta ihop profilerna i en databas så kan man särskilja individen från alla andra individer. Sorin Chiourescu har i sitt SkeWood- finansierade doktorsarbete ”The Forestry – Wood Chain; *Simulation Technique – Measurement Accuracy – Traceability Concept*” visat att metoden är mycket intressant för spårning i trävärdekedjan.

En jämförelse mellan dessa två tekniker visar att med dagens transponderkostnader (15 – 20 kr/st) så är det med RFID-tekniken endast möjligt att spåra en mindre del av flödet. Med fingeravtrycksmetoden skulle det vara möjligt att spåra hela flödet, dessutom behövs inga hårdvaruinvesteringar och man slipper ifrån kostnaden för transpondrar. En nackdel med fingeravtrycksmetoden är att mätnoggrannheten på dagens skördare är för dålig för denna metod vilket medför att automatisk individspårning ända från skogen torde vara omöjligt i dagsläget. Genom att hålla isär timret partivis mellan skog och såg för att sedan koppla på en individuell spårning med fingeravtrycksmetoden från timmersorteringen till färdig produkt så skulle man täcka stora delar av trävärdekedjan på ett bra sätt.

Det finns dock ett antal frågeställningar som måste besvaras innan man kan garantera en framgångsrik industriell implementering fingeravtrycksmetoden.

Chiorescu har undersökt spårning av timmerstockar från timmersortering till sågintag med igenkänningsgrad på ca 90% enbart genom att nyttja variabler som används för andra ändamål. En fråga är hur mycket man kan öka igenkänningsgraden genom att tillföra extra ”spårningsvariabler”, (t.ex. avstånd från stock- eller plankändor till närmaste kvistvarv). En annan obesvarad fråga är hur lika stockar som inte kan skiljas åt i verkligheten är. Är de så lika att det inte har någon praktisk betydelse för processtyrningen?

I Chiorescus arbete ingår inga försök eller analyser att spåra virke på planknivå från såg till slutprodukt. Detta bör också undersökas för att få en klar bild av fingeravtrycksmetodens hela potential.

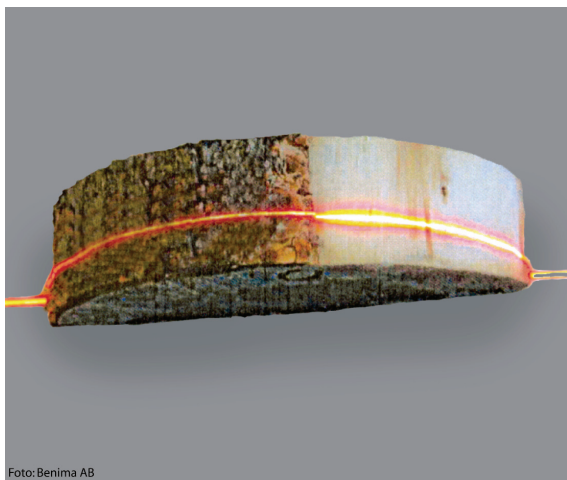
Syfte

Projektets syfte är att studera fingeravtrycksmetodens förmåga att spåra individer från timmersorteringen t.o.m. justerverket när man har tillgång till en röntgenmätarm i timmersorteringen och en kamerabaserad sorteringsutrustning i råsorteringen. Projektet skall utmytna i en teknisk-ekonomisk jämförelse mellan RFID-tekniken och fingeravtrycksmetoden. Denna jämförelse kommer att ge intressentföretagen ett underlag för val av spårningsmetod i framtiden.

Genomförande och resultat

Vid spårning med fingeravtrycksmetoden orsakar mätning av obarkade stockar att mätnoggrannheten försämras. Speciellt i de fall när man har en viss andel av avskavd bark. I en första studie har doktoranden visat att om man tillämpar automatisk mätning av barken

med trakeideffektmetoden och kompenserar för avskavd bark och uppmätt barktjocklek så kan mätproblemen som är associerade till bark till en del bemästras.



Laserljuset sprids mer i veden än i barken. Genom att detektera intensiteten vid sidan av laserlinjen kan barkförekomsten detekteras.



Barkmätning baserad på trakeideffekten.

I senare studier har det påvisats att med en röntgenbaserad stockskaner i timmersorteringen och en kamerabaserad sorteringsutrustning i råsorteringen så kan man individuellt spåra mer än 95% av virkesstyckena. Dessa studier har utförts på barkade furustockar.

Avhandlingar

Flodin, J. 2008. On fingerprint traceability in the Forestry Supply Chain. LTU 2008:49 ISSN 1402-1757.

Artiklar

Flodin, J. ; Oja, J. & Grönlund, A. 2008. Fingerprint traceability using outer shape and the trachid effect. For. Prod. J. 2008, vol 58 , nr 4 pp 21 -27.

Flodin, J., Oja, J. & Grönlund, A. 2007. Fingerprint traceability of sawn products using x-ray log scanning and sawn timber surface scanning. COST E 53 Conference - Quality Control for Wood and Wood Products, October 15-17, 2007, Warsaw, Poland.

Flodin, J., Oja, J. & Grönlund, A. 2008. Fingerprint traceability of sawn products using industrial measurement systems for x-ray log scanning and sawn timber surface scanning. Accepted for publication in Forest Prod. J.

Ekonomi

Protokollsbilaga 80, beslutsdatum 2006-12-18

<i>D 39 projekt nr 49</i>	Budget (kk)	Utfall (kk)
Löner och löneomkostn	1660	1081,6
Resor	50	22,9
Utrustning och material	50	
Externa tjänster mm		2,2
Lokaler och overhead		49,0
Gemensamma admkostnad	200	115,6
Övrigt		0,7
TRPT 30 juni 2008	1960	1272
KVARSTÅR att upparbeta		688
TOTALT	1960	1960

6. Programmets måluppfyllelse

SkeWood-programmets målsättningar beskrivs i avtalet mellan NUTEK/VINNOVA, Stiftelsen Träenigheten och Luleå tekniska universitet. Målsättningarna utgörs av dels kvantitativa målsättningar dels av kvalitativa målsättningar. I vilken utsträckning de är upp fyllda beskrivs nedan.

6.1 Antal doktors- och licentiat examina.

Enligt avtalet skall programmet utbildat och examinerat 14 doktorer. Därvid jämföras två licentiatexamina med en doktorsexamen. Följande 12 doktorer har utexaminerats:

- Ylva Sardén
- Bror Sundqvist
- Lars Hansson
- Urban Nordmark
- Sorin Chiourescu
- Paul Sepulveda
- Anders Lycken
- Nils Lundgren
- Jonas Danvind
- Enar Nordvik
- Margoth Sehlstedt-Persson
- Dennis Johansson

Följande 8 licentiat har examinerats:

- Anders Bystedt
- Sunna Cigén
- Karin Öhman-Sandberg
- Göran Berggren
- Carl-Gustav Lundahl
- Carmen Cristescu
- Jens Flodin
- John Meiling

Ytterligare examinationer kommer att ske enligt följande:

- Ove Nilsson, licentiat våren 2009
- Karin Öhman-Sandberg, doktor våren 2009
- Carl-Gustav Lundahl, doktor våren 2009
- Mattias Brännström, doktor februari 2009
- Johan Skog, licentiat hösten 2009
- Anna Pantze, doktor hösten 2009
- Anders Bystedt doktor våren 2010
- Sazzad Mosharrof, licentiat våren 2010
- Erika Levander, licentiat våren 2010

Totalt har programmet genererat 16 doktorsekvivalenter. Det betyder att målet enligt avtalet är uppnått.

6.2 Publikationer

Vetenskapliga artiklar och konferensbidrag

Enligt avtalet skall programmet generera 60 vetenskapliga artiklar och konferensbidrag. De olika publikationerna redovisas under respektive projekt i kapitel 3 – 5. Totalt har 56 artiklar i vetenskapliga tidskrifter, 55 konferensbidrag och 14 tekniska rapporter publicerats.

Artiklar i fackpress – övrig kommunikation

Enligt avtalet skall det i fackpress publiceras 24 artiklar relaterade till programmet. För samtliga licentiatuppsatser och doktorsavhandlingar har vi skickat ut pressmeddelanden till fackpressen och dagstidningar. I de flesta fallen har också fackpressen, främst Nordisk Träteknik, och de lokala dagstidningarna, främst Norra Västerbotten och Västerbottens Folkblad, publicerat dessa pressmeddelanden.

Dessutom har programmet och olika projekt presenterats vid ett antal seminarier och workshops. Ett axplock av detta framgår av nedanstående sammanställning.

2000

- Artiklar i olika tidningar om 60 miljoner till träforskningen

2001

- Information om programmet vid IUC-Trä årsmötet i Lycksele.

2003

- Sex doktorandprojekt presenterades vid Träfestivalen i Skellefteå.

2004

- Sågverksmännens möte i Sundsvall 28 oktober : Karin Öhman –Sandberg presenterar ”Beständig grankärnved”.
- Ove Nilsson redovisar arbetet ”Moderna träfasader” på ett seminarium vid EPFL i Lausanne den 24 – 27/3.
- Bror Sundqvist interjuvad i vetenskapsradion.
- Urban Nordmark föredrag vid SLU/Skogforsk virkesdagar i nov. 2004
- Olofsson T, Stehn L. och Lagerkvist O. (2004): Industriellt byggande – byggbranschens nya patentrösning, *Väg och vattenbyggaren*, 5/2004.
- Johnsson, H: & Stehn, L. 2004. Säkra våtrumsgolv, *Bygg&Teknik*, 8/2004.

2005

- Föredrag på Trämarknaden i Karlstad 23 november 2005 av Ylva Sardén: ”Byggande av flervåningshus i trä – erfarenheter från Sundsvalls Hamn.”

- Pressreleaser i samband med disputationer och licentiatseminarier.
- Bergström, M.&Stehn L. 2005. Ett effektivt stombyggande i trä, *Bygg&Teknik*, 2/2005.
- Inslag i media i samband med Urban Normarks disputation:
Land Skogsland v36, Sveaskogs interna tidning, Nordnytt, Dagens finans,
Affärsvärlden, NSD, Ekot, Sveriges Radio Västerbotten samt Avanza

2006

- Artikel i NTT samband med Anders Lyckens disputation.
- Artikel i NTT om diagnosverktyget som har ingått i Calle Lundahls licentiatarbete.
- Sardén, Y. & Stehn L. 2006. Industriellt byggande i massivträ, *Bygg & teknik*, 4/06.

2007

- Artikel i NTT om diagnosverktyget som har ingått i Calle Lundahls licentiatarbete.
- Artiklar i Norra Västerbotten och Västerbottens Folkblad i samband med promoveringshögtiden.
- Artiklar om Lars Hanssons avhandling i NTT, Norra Västerbotten, ATL och NSD
- Artikel i Jordbruksaktuellt om Nils Lundgrens avhandling
- Notiser om examina i Norrbottenskuriren och NSD.
- Tre doktorandprojekt presenterades vid Träfestivalen i Skellefteå
- Stehn, L. & Nord T. 2007. Design mot kostnadseffektivisering vid stombyggnad i trä i Österrike respektive Sverige, *Bygg & teknik*, 2/07.
- Stehn, L. & Brege S. 2007. Bättre affärsmodeller ger effektivare träbygg, *Husbyggaren*, 2/07.

2008

- Två seminarier i Chile där Tom Moren och Anders Grönlund presenterar vår forskning
- Ett flertal artiklar rörande Storälgen på Vithatten.
- Artiklar om stipendium till Anders Bystedt och Jens Flodin
- Artikel i Norrans skogsbilaga om Skewoodprogrammets betydelse.
- Stehn, L. 2008. Träbyggföretagen driver på den industriella processen, *Husbyggaren*, 2/08.
- Stehn, L. & Björnfot, A. 2008. Temperaturen på det industriella trähusbyggandet, *V-byggaren*, 5/08.

6.3 Uppbyggnad av forskningsmiljöer inom programmets delområden

Träkommunikation

En mycket stor del av de träprodukter som exporteras från Sverige utgörs av bulkprodukterna bräder och plank. Kännetecknande för bulkprodukter är att konkurrensen mellan olika producenter till stor del är en ren priskonkurrens. Ett annat kännetecken är att informationsflödet mellan slutförbrukare och producenten försvåras av en eller flera mellanhänder i kedjan mellan producent och slutförbrukare. Producenten har dålig information om slutförbrukarens verkliga behov men det omvända gäller också nämligen att

kunden har dålig information om producentens möjligheter att tillfredsställa olika behov och förväntningar.

För att komma ifrån den rena priskonkurrensen på bulkprodukter som sågat virke och biobränslen måste vi lära oss att leverera inte bara fysiska produkter. I leveransen måste också ingå att vi löser kundens problem. Exakt samma tänkesätt bör också för övrigt gälla mera förädlade produkter som komponenter, byggelement, snickerier och möbler.

Nyckelbegreppet i detta sammanhang är Träkommunikation. Med träkommunikation menas ett dubbelriktat informationsutbyte mellan producent och kund beträffande träprodukternas **egenskapsprofil och kundens kravprofil**. Syftet är att lösa kundens problem både genom att leverera en vara och genom att leverera kunskap om varan och hur den kan användas i kundens process. En egenskapsprofil kan omfatta egenskaper som dimension, styrka, kvistmängd, fuktkvot, färg, form, beständighet, estetiskt utseende, bearbetbarhet, miljödeklaration, pris, livscykelkostnader osv.

I vissa fall kan kundernas behov effektivast tillgodoses genom att flera företag samverkar inom kluster. Hur detta görs på bästa sätt är också ett exempel på träkommunikation.

Verksamheten inom delområdet inleddes av förstudier med syfte att identifiera relevanta forskningsfrågor. Det fortsatta arbetet inom träkommunikationsområdet kan klassificeras att ha följ tre olika linjer, nämligen:

- Marknadsföring och tillverkning av träprodukter med synliga ytor
 - Synligt trä (projekt 3.2)
 - Konsumentprodukter (projekt 3.10)
- Kommunikation rörande egenskaper hos byggprodukter
 - Träfasader (projekt 3.8)
 - Volymbyggda trähus (projekt 3.11)
 - Kärnved av gran (projekt 4.4)
 - Livscykelekonomi (projekt 4.14)
- Kommunikation mellan företag i kluster
 - Träkluster (projekt 3.9)

Forskningen inom träkommunikationsområdet hade i början av programmet svårt att komma upp till önskvärd omfattning. Detta påpekas också i halvtidsutvärderingen.

En orsak till detta är att forskningsområdet är relativt nytt både i Sverige och internationellt. Det visades sig svårt i början av programmet att intressera företagen för området så mycket att man var beredd att gå in med medfinansiering. Dessutom hoppade en industridoktorand av sina forskarstudier i ett tidigt skede. Eftersom denna finansiering byggde på att det skulle vara en industridoktorand var det inte möjligt att ersätta denna.

Som ett led i strävan mot att bygga upp forskningsområdet så anställdes i början av 2003 Christer Peterson som professor i Träindustrins marknader. Eftersom forskningsområdet träkommunikation är ett typiskt tvärvetenskapligt område i gränslandet mellan teknik, ekonomi/samhällsvetenskap och beteendevetenskap var rekryteringen av Christer Peterson en medveten strategi för att tillföra kunskap från ekonomi/samhällsvetenskapsområdet.

En erfarenhet som gjorts under uppbyggnadsarbetet inom träkommunikationsområdet är att det kan vara svårt att hitta lämpliga tidskrifter och lämpliga konferenser för ett tvärvetenskapligt område. Detta är naturligtvis ett dilemma ur inomvetenskaplig synpunkt när man vill bygga upp ett helt nytt område.

På LTU/träteknik har vi arbetat inom träkommunikationsområdet sedan 1992 då Olof Broman inledde sina forskarstudier inom området. Trots ett idogt arbete med att försöka intressera omvärlden för denna forskning är det först under de senaste två åren som vi har fått omvärldens respons för denna forskning. Företagens intresse visas genom att vi lyckats knyta ett antal företag som medfinansierar till projektansökningar dels till Wood Wisdom dels till bransch-forskningsprogram trä. Även företagen inom mål 2 – projektet ”Marknadsstyrd flexibel trämanufakturproduktion” har prioriterat denna forskningsinriktning. Från den akademiska sidan har Olof Broman också fått samarbetspropåer från Norge, Finland, Tyskland och SLU i Sverige. Även om projektansökningarna till Wood Wisdom och BFP inte beviljades ser vi dock att det finns goda möjligheter till fortsatt uppbyggnad av området på LTU.

Inom delområdet träkommunikation men utanför SkeWoodprogrammet har Christer Peterson varit involverad i ett antal projekt och constellationer vilket beskrivs nedan.

Här kan nämnas två större forskningsprojekt (*Konsekvensanalys av förändrade marknadssituationer för den svenska trämekaniska industrin* respektive *Landanalys - En benchmarking studie av den trämekaniska industrins utveckling i Sverige, Finland, Österrike och Kanada*). Peterson blev projektansvarig för det första projektet och forskaransvarig för det andra projektet. Medel söktes och beviljades (efter en lång process) med 1 milj. kronor från olika skogsföretag och 1,5 milj. kronor från Kempestiftelserna. Det förstnämnda projektet har genomförts och avrapporterats på ett förtjänstfullt sätt av nationalekonomen Robert Lundmark LTU. För det andra, Benchmarking- projektet avbröts i förtid av olika anledningar.

När Peterson jobbat med *Benchmarking-studien* ett halvår kom en förfrågan från den finska Handelshögskolan i Helsingfors om att medverka i en ansökan till *EUs Sjätte Ramprogram* med ett större internationellt 3-årigt forskningsprojekt, Translearn, för vilket medel (3 milj. €) skulle sökas i Bryssel. Sådana finansieringsmöjligheter måste LTU/Skellefteå tacka ja till! Det blev en tidsödande ansökningsprocess med fem länder (Finland, Danmark, Norge, Sverige och Slovenien) inblandade, med bl. a. organisation av två internationella styrkommittéer (med VINNOVA för Sverige) och planering för skrivande av två böcker. Av 440 ansökningar bedömdes vår ansökan vara bäst! Projektet (Translearn) studerar globaliseringens effekter på olika industrier i de nordiska länderna. Peterson studerar ”vad som händer” inom skogsindustriklustret i Örnsköldsvik när ModoPaper övergick i utländsk ägo. I första hand kommer dessa resultat att jämföras med skogsindustriklustret i Varkaus i Finland. Projektet löper medio 2006-2009.

Träbyggnad

År 2000 skapades avdelningen för Träbyggnad (forskarutbildningsämne) som en delning från avdelningen för Stålbyggnad. Lars Stehn blev vetenskaplig ledare för ämnet och blev docent 2002 och professor 2004. Träbyggnad uppgraderades av LTU till forskningsämne (med fakultetsanslag), Lars Stehn sökte och erhöll professuren.

Det var då den 1:a professuren inom ämnet träbyggnad i Sverige. Detta följdes senare upp av en professur i Träbyggnadsteknik på Växjö universitet (koppling till WDAT) år 2007. Utformningen av ämnet skedde gradvis mellan åren 2000 till 2005 baserat på kunskapsluckan inom konstruktionsteknik och processutveckling samt det kunskapsbehov som behövdes för att stötta, utveckla och modellera den industriella utvecklingen inom träbyggnaden.

Ämnet är inriktat mot att utveckla det industriella **(trä)byggandet**.

- Huvuddelen av forskningen sker i ett tillämpningssammanhang (behovsmotiverat) i samarbete med industriella aktörer.
- Träbyggnad omfattar *konstruktionsteknik* och *byggproduktionsteknik för trä* och därtill kopplade *bygg- och affärsprocesser*.
- I ämnet ingår såväl teoretiskt modellbyggande, inkluderande utveckling och praktisk tillämpning, som
- experimentella laborativa undersökningar och numeriska metoder
- samt intervju-, fall- och enkätstudier.

Träbyggande är centralt i ämnet, men trä inom parentes ovan visar på att de metoder och kunskaper som tas fram i lika hög grad kan användas för vilken typ av industriellt byggande som helst. Visst är fokus på träbyggnaden men i det industriella byggandet skiljer sig inte process, produkt och affärsfrågor nämnvärt från varandra mellan stommaterialen. Vad naturligtvis är välkänt är att de olika materialen (stål, betong och trä) erbjuder olika tekniska möjligheter och prestanda som i många fall skiljer sig väsentligt åt. Men just fokus på processfrågor är viktigt för att fortsätta att ta steg i bostadbyggandets effektivisering. Just denna utformning och definition av ämnet har visat sig mycket lyckosam eftersom forskningen och utbildningen inom ämnet fyller ett behov mellan den traditionella konstruktionsinriktade forskningen och en systemintegrering av processutveckling och affärsutveckling. Detta har gjort forskargruppen till den nu ledande i Sverige. En annan bidragande faktor till Träbyggnads starka tillväxt var att all forskning sker i ett tillämpningssammanhang med företag. Detta har i sin tur attraherat både företags och offentliga medel såväl som resurser från statliga forskningsråd vilket tydligt syns om man tittar på omsättnings- och personalutvecklingen. Träbyggnad har vuxit från

2000 en omsättning på ca 1,4 MSEK (varav SkeWood finansieringen motsvarade ca 60%) och tre anställda (varav 2 doktorander) till

2008 en omsättning på ca 11,6 MSEK (varav SkeWood finansieringen motsvarar ca 2%) och 16 anställda (varav 9 doktorander).

Den akademiska produktionen har varit mycket stark. Sedan 2000 har sju doktorer och åtta licentiater examineras på Träbyggnad.

Doktorsavhandlingar - Träbyggnad

- 2001 Nils Olsson: Glulam Timber Arches – Strength of Splices and Reliability-Based Optimisation. 2001:12D.
- 2004 Helena Johnsson: Plug Shear Failures in Nailed Timber Connections – Avoiding Brittle and Promoting Ductile Failures. 2004:03D.
- 2004 Max Bergström: Industrialized Timber Frame Housing – Managing Customization, Change and Information. 2004:45D.
- 2005 Andreas Falk: Architectural Aspects of Massive Timber – Structural Form and Systems. 2005:41D.
- 2005 Ylva Sardén: Complexity and Learning in Timber Frame Housing – The Case of a Solid Wood Pilot Project. 2005:43D.

- 2006 Anders Björnfot: An Exploration of Lean thinking for Multi-Storey Timber Housing Construction – Contemporary Swedish Practices and Future Opportunities. 2006:51D.
- 2008 Matilda Höök Lean Culture in Industrialized housing – A study of Timber Volume Element Prefabrication,2008:21D

Licentiatavhandlingar - Träbyggnad

- 2001 Helena Johansson: Systematic Design of Glulam Trusses. 2001:07L.
- 2003 Ylva Fredriksson: Samverkan mellan träkomponenttillverkare och stora byggföretag – en studie av massivträbyggandet. 2003:14L.
- 2003 Sunna Cigén: Materialleverantören i byggprocessen – en studie av kommunikationen mellan träkomponentleverantören och byggprocessens övriga aktörer. 2003:69L.
- 2004 Anders Björnfot: Modular Long-Span Timber Structures – a Systematic Framework for Buildable Construction. 2004:34L.
- 2005 Henrik Janols: Communicating Long-Span Timber Structures with 3D Computer Visualisation. 2005:30L.
- 2005 Tomas Nord: Structure and Development in the Solid Wood Value Chain – Dominant Saw Milling Strategies and Industrialized Housing. 2005:57L.
- 2005 Matilda Höök: Timber Volume Element Prefabrication – Production and Market Aspects. 2005:65L.
- 2008 Annicka Cettner: Kvinna i byggbranschen – Civilingenjörers erfarenheter ur genusperspektiv. 2008:05L.

Mätteknik

För att trä skall kunna hävda sig som ett modernt byggnadsmaterial med noggrant specificerade egenskaper krävs det att man kan karaktärisera träegenskaperna så att varje del av trädet allokeras till det användningsområde där största möjliga nytta och därmed värde kan erhållas. Tidigare klarade man detta genom gediget hantverkskunnande. Med dagens högt uppdrivna tempo både inom byggprocessen och inom de träindustriella processerna klarar man inte att styra processerna så att en optimal användning av träets naturliga egenskaper kan uppnås.

Visionen är att i framtiden skall tillverkningsprocesserna styras så att träprodukter med noggrant specificerade egenskapsprofil kan tillverkas och levereras. Detta skall genomföras med minst lika höga produktivitetskrav som vi har idag. För att klara detta krävs att modern mätteknik och informationsbehandling utvecklas och implementeras i hela kedjan från marknad till skog.

Trä är ett biologiskt material med mycket stor variabilitet. I färdiga träprodukter är ofta denna variabilitet en av trämateriallets största tillgångar. Man talar om tråkänsla. I tillverkningsprocessen och i forskningssammanhang förorsakar denna variabilitet dock stora problem. I grunden är det denna variabilitet som skall bemästras med hjälp av olika mättekniker.

Ny och förbättrad mätteknik behövs både för att förbättra styrningen av de industriella processerna och för forskningsändamål. För forskningsändamål krävs förbättrade metoder för

att karaktärisera trämaterialen på nano- och mikronivå upp till mätning av egenskaper i hela hus tex. fuktmätning. Ofta kommer dock forskningens och industrins mätteknikbehov att sammanfalla. Det innebär att mätteknik som först utvecklas för forskningsändamål på sikt kan överföras till industriell användning.

Vid industriell mätning medför träets stora variabilitet att det ofta inte räcker med en typ av sensor utan man måste kombinera flera typer av sensorer för att kunna fånga trämaterialens hela spektrum av egenskaper. I princip är det intressant att nyttja hela det elektromagnetiska och de mekaniska vågornas spektra. Även andra tekniker som tex. kärnspinnresonans (NMR) kan komma ifråga.

Dagens mätsystem är tämligen komplexa. Erfarenheten har också visat att användarnas förmåga att nyttja systemens hela potential ofta är en stor flaskhals i strävan att uppnå optimala processer. Framtidens system kommer tekniskt sett att bli ännu mera komplexa. För att framtidens system skall bli lönsamma måste därför ansträngningarna att förbättra användarinterfacen få minst samma höga prioritet som utvecklingen av de tekniska systemen. Användarvänliga hjälpmedel för att ta hand om och tolka informationen från mätsystemen måste därför utvecklas. I detta sammanhang bör speciellt kommunikationen mellan marknad och produktion beaktas. Utvecklingen av användarinterfacen måste kompletteras med kraftfulla utbildningsinsatser.

På LTU/Skellefteå och SP-Träteknik i Skellefteå har vi arbetat inom området träindustriell mätteknik allt sedan mitten av 80-talet. Arbetets inriktning har hela tiden följt ovan beskrivna vision och behovsanalys.

En bas i vår forskning inom området har varit vår datortomograf. Den gamla tomografen började bli alltmer utsliten (ingen tomograf i världen har presterat så många bilder). Därför har vi under sommaren 2008 bytt ut den gamla tomografen mot en ny. Den nya har finansierats av Nils och Dhorti Troedssons forskningsstiftelse och Sparbanken Norrlands forskningsstiftelse.

Exempel på stora projekt inom området är furu- respektive granstambanken men framförallt utvecklingen av en röntgenbaserad stockskanner som nu finns på 14 sågverk. Vi har genom åren också arbetat med andra skanningstekniker som t.ex multispektral skanning, mikrovågsskanning, NMR, speckelinterferometri, trakeideffekten osv.

För sitt arbete med att utveckla röntgentekniken till en industriellt fungerande teknik på sågverk fick Anders Grönlund, Johan Oja och Stig Grundberg det prestigefulla Schweighoferpriset år 2007.

Arbetet inom mätteknik i Skewoodprogrammet har i princip haft samma inriktning som det tidigare arbetet inom området. Skewoodprogrammet har dock gjort det möjligt att bygga upp vår forskning till en internationellt ledande nivå. Inom området har 14 doktorer utexaminerats.

SkeWood programmet har också haft en väsentlig betydelse för uppbyggnad av fokusområdet "Mätteknik och processtyrning för kundorderstyrd produktion i sågverk" inom TräCentrum Norr. Här finns ett Triple helix koncept som är mycket starkt och har lett till en utveckling av industrins och akademins/institutets gemensamma kompetens och beställarförmåga. Denna utveckling har möjliggjort att forskningen resulterat i att TCNs sågverksföretag intar en

absolut internationell frontposition när det gäller röntgenbaserade mätsystem. Detta leder till nya behov inom andra delar av värdekedjan som i sin tur skapar industribaserade projekt med krav på både forskning och utveckling som garanterar fortsatta långsiktiga industriella satsningar. Detta ger en bas för FoU-projekt inom området som tillsammans med samverkande finansieringskällor medger en forskningsmiljö på mellan 5-10 personer. Ur TCNs perspektiv finns det inför 2009 fyra professorer (Olle Hagman, Owe Lindgren, Anders Grönlund, Tom Moren) två docenter (Johan Oja, Lena Antti) samt ytterligare sex lic/doktorer tillgängliga att arbeta inom mätteknikområdet, en med internationella ögon betraktat mycket stark senior forskargrupp.

6.4 Forskningens industriella relevans

Av avtalet framgår att verksamheten skall inriktas mot egenskaper hos och förädling av trä med syfte att möta den träbearbetande industrins- och dess slutkunders behov av forskning för att säkerställa en marknadsstyrd produkt- och processutveckling. Av detta följer att den forskning som byggs upp skall vara av relevans och intresse för den träbearbetande industrin och träbyggsektorn.

Att de projekt som genomförts inom programmet varit relevanta och intressanta för den träbearbetande industrin och träbyggsektorn har till stor del garanterats av det krävts en femtioprocentig medfinansiering. Samtliga projekt har syftat till att lösa olika industrianknutna problem men tidsrymden från färdiga projektresultat till industriell implementering varierar naturligtvis mellan de olika projekten. Dessutom har styrgruppens sammansättning med en övervägande del av ledamöterna från industrin också varit en garant för industrirelevansen.

Inom samtliga delområdena fortsätter samarbetet mellan akademi och industri inom ramen för TräCentrum Norr, Lean Wood Engineering och olika mål 2 projekt. Detta visar att industrin upplever att den forskning som byggs upp och bedrivs inom dessa områden är av stor relevans för företagen. TCN, LWE och mål 2 ger möjlighet till en fortsatt samverkan och kunskapsöverföring mellan industri och akademi enligt ett triple helix koncept.

Nedan görs en beskrivning för de olika delområdena hur den industriella implementeringen av resultat bedrivits och kommer att bedrivas.

Träkommunikation

Projekt 3.2 ”Ökad användning av synligt trä” har visat på vilka faktorer som är viktiga när man ska kommunicera utseendet på träprodukter med synliga ytor. Resultaten visar att fotorealism inte är den optimala lösningen. Genom att i viss grad manipulera faktorer som ljus, kontrast osv. kan kommunikationen av produkternas egenskaper förbättras.

Primär användare av resultaten är företag som utvecklar visualiserings- och CAD-program för träindustrins räkning samt reklamfolk som arbetar på uppdrag av träindustrin.

Projekt 3.10 ”Effektiv produktion av konsumentprodukter med krav på estetiska egenskaper” visade att med hjälp av moden mätteknik, visualisering och mätning av kundpreferenser kan man förbättra materialutnyttjandet högst avsevärt (ur en given mängd råvara kunde man öka mängden godkända golvplankor med 27%). Inom projektet har ett databasverktyg för visualisering, kundpreferensstudier och generering av nya sorteringsalgoritmer utvecklats. Verktöget kommer att vidareutvecklas inom ramen för Mål 2-projekt ”Marknadsstyrd flexibel trämanufakturproduktion”. I dagsläget kan metodiken och verktöget användas av LTU och SP-Träteknik för industriella uppdrag. För att enskilda företag skall kunna använda verktöget krävs att användarvänligheten förbättras. Vi kommer att erbjuda intresserade programvaruföretag att ta över verktöget produktifiering.

I projekt 3.9 ”Framväxten av ett dynamiskt tränätverk ...” har doktoranden studerat hur ett antal företag startade ett projekt vars övergripande idé var att om man på ett optimalt sätt tar till vara varje företags kompetensmässiga styrka så kommer man att uppnå en vinn-vinn-situation där ett plus ett blir mera än två. Resultat av projektet blev att man bildade ett gemensamt bolag, Bygg i Trä AB som sedan har byggt de omskrivna höga trähusen på Älvsbacka strand i Skellefteå.

Projektet beskriver processen från projektstart fram till bildandet av det gemensamma bolaget. I uppsatsen visas på viktiga saker att beakta för att uppnå en effektiv och lyckosam process. Resultaten är helt klart intressanta för företag som överväger en djupare samverkan med andra företag, men även intressanta för myndigheter som länsstyrelser Nutek m.fl.

Träbyggnad - material

Vissa av de projekt som kommer att beskrivas i detta delavsnitt har i den tidigare projektsammanställningen i kapitel 3 – 5 inordnats under träbyggnad medan andra inordnats under mätteknik. Gemensamt för projekten är dock att det övergripande målet har varit att förbättra funktionaliteten hos träet som skall användas till olika byggrelaterade produkter.

I projekt 4.4 ”Kärnved av gran för utomhusbruk” har doktoranden i laboratorie- och fältförsök visat att grankärna är mera beständig än både gransplint och furusplint. På basis av dessa resultat har en företagsgrupp genomfört en marknadsundersökning för olika tänkbara produkter av grankärna. Man har även studerat alternativa sönderdelningsmönster för produktion av grankärneprodukter. Forskningsresultaten är i detta fall direkt industriellt implementerbara.

Projekt 4.7 ”Träresponser från micro till macro”, projekt 4.12 ”Konditionering av träkomponenter med mikrovågsteknik” och projekt 5.9 ”Responsanalys vid torkning” behandlar alla hur man med hänsyn till det ingående trämateriallets egenskaper skall styra torkningen så att man på ett optimalt sätt kan möta kundernas krav på de färdiga produkternas egenskaper. Primär avnämning av forskningsresultaten är torktillverkarna som i sitt arbete med att utveckla torktekniken mot framtidens krav kontinuerligt har infört de nya rönerna i sina konstruktioner. Detta för att möta trä- och byggindustrins allt hårdare krav på träprodukternas funktionalitet.

Projekt 4.5 ”Värmebehandling av trä”, projekt 4.6 ”Egenskapsförbättring av trä”, och projekt 4.9 ”Värmebehandling av byggvirke” behandlar alla olika aspekter av värmebehandling med det övergripande målet att kunna styra träets egenskaper mot av kunderna önskat börvärde. I projekten har man dels studerat hur värmebehandlingen påverkar träegenskaper som färg,

beständighet, styvhet osv. men också hur man skall styra processen så att de efterfrågade egenskaperna kan nås. Avnämare till dessa projektresultat är främst träindustriföretag och torktillverkare men även arkitekter och byggare. Arbetet inom området har lett till att viss tillverkning och användning av värmebehandlat trä har kommit igång i Sverige. Långt fler satsningar är på planeringsstadiet.

Som en biprodukt till arbetet inom värmebehandlingsområdet och projekt ”Laminat” har ett patent rörande en skiva bestående av sammanpressade faner utan tillsats av lim sökts och beviljats.

Träbyggnad - system

Den nationella attraktionskraften av LTU/Träbyggnad har också visat sig i att personal, i första hand Lars Stehn, har skapat, utvecklat och lett flera (delvis parallella med SkeWood) FoU program och statliga satsningar inom träbyggområdet. Dessa program har i mångt och mycket uppstått som behov i spåren av den industriella expansionen av träbyggandet som pågått sedan normändringen 1995 vilket var startpunkten för ökad användning av trä i flervåningshus. De stora möjligheter som öppnades för tretton år sedan har nu visat sig i:

- ett ökat byggande av flervåningshus i trä men också som ett alltmer lönsamt segment för de företag som bygger
- en ökad bredd av företag, dvs allt ifrån marknadsledande företag som driver hela den industriella utvecklingen till små nystartade företag som arbetar med tidiga innovationer och tekniklösningar
- att träbyggnadsföretagen arbetar mycket strategiskt med frågeställningar för att stärka sin produkt.

Programmen och utredningarna som följt denna utveckling har också i sig bidragit till den industriella utvecklingen samt utvecklingen av Träbyggnad som akademisk samarbetspartner till företagen. Följande program hänger därför tidsmässigt ihop, de har haft en stor betydelse för branschen, har letts av Träbyggnad och har påverkat utvecklingen av ämnet.

- **Trämekanikprogrammet** (1998 – 2004)
- **WoodWorks programmet** (2003 – 2007)
- **TräCentrumNorr-Träbyggsystem** (2005 -)
- **LeanWood Engineering** (2006 -)
- **Nationella Träbyggnadsstrategin - Fortbildningsprogrammet** (2006 – 2008)

Kopplingarna mellan Trämekanikprogrammet → WoodWorks programmet → Lean Wood Engineering presenteras nedan.

Erfarenheterna från Trämekanik programmet leder fram till WoodWorks programmet

Trämekanikprogrammet drevs mellan 1998-2004 med omfattningen 72 Mkr varav SSF finansierade 45Mkr, Industrin 17 Mkr, Universitet/FO-finansiärer 10 Mkr. Deltagande universitet och högskolor var LTU, KTH, CTH, LTH, VXU. Lars Stehn var programdirektör och programmet hade sitt administrativa säte på LTU.

Trämekanikprogrammet startades genom en dialog mellan universitet och högskolor, NUTEK och SSF. Fyra tematiska områden (modellering, komposit, trä-fukt och produkter) definierades av forskare för att lösa forskningsmässigt intressanta problemställningar. Redan under programmets första år initierades en dialog i styrelsen (företagsdominerad) om att förändra och styra programmet mot en mer företagsnära utveckling. Styrelsens arbete gick

hand i hand med SSFs analysarbete (2000-2002) om forskning för att stötta en effektiv produktframtagningsprocess.

Fokus för projekten i Trämekanikprogrammet låg inom traditionella områden som tillämpad materialvetenskap, mätteknik, hållfasthetslära, konstruktionsteknik osv. Inget av projekten i Trämekanikprogrammet hade som mål metoder för produktutveckling detta var inte i fokus för de forskare som definierat innehållet eller SSFs uppdrag för programmet. Ingen forskning fanns inom marknads och affärsutveckling. Dessa konstateranden och erfarenheterna under (och efter genomförandet) av Trämekanikprogrammet pekade tydligt på att det krävdes en ökad teoretisk och praktisk förståelse för affärs- och processutveckling för att kunna utnyttja marknadspotentialen med byggandet i trä - och speciellt för att öka effektiviteten och med det industrialiserade byggandet i trä.

Idén som då växte fram var att (i enlighet med SSFs modell och exempel på framgångsrik forskning inom bilindustrin) knyta samman teknikutvecklingen och ökad prefabricering i trä med marknadens föränderliga krav. Ansatsen skulle då leda till bättre möjligheter till kundanpassning och resurssnålhet till konkurrenskraftiga priser för träbyggandet. Inriktningen på WoodWorks programmet växte därför fram ur fram ur:

- tidigare forskningsprojekt (mest ur avsaknaden av marknadsinriktade projekt) och förändringsarbetet inom Trämekanikprogrammet,
- erfarenheterna från det då pågående conITwood projektet, inom SkeWood, som tydligen pekade ut avsaknad av förtroende mellan parterna (bygg och träleverantörer) som avgörande för att få en industriell utveckling till stånd samt
- den industriella utvecklingen på träbyggnadsområdet, se nedan.

WoodWorks programmet 2003-2007

Under 2003 utvecklades och formaliserades samarbetet mellan forskargruppen Träbyggnad och forskargruppen inom Industriell marknadsföring, på Linköpings tekniska högskola under Professor Staffan Brege. Lars Stehn var programdirektör och programmet hade sitt administrativa säte på LTU-Träbyggnad.

Ur erfarenheterna ovan och de behov vi såg då, se nedan, växte idén och realiseringen om ett FoU-program för teknik- och affärsutveckling i boenderelaterade trävärdekedjor fram. Detta program som kallades WoodWorks finansierades av Kempe Stiftelserna, Sågverkens forskningsstiftelse, VINNOVA, Norrskogs forskningsstiftelse, Industridoktorandfinansiering från SCA och Setra och fakultetspengar från LTU och LiTH kom att examinera 7 licentiater och 4 doktorer. Programmet pågick mellan 2003 – 2007 med störst aktivitet 2005-2006. Kärnvärdena i WoodWorks var att ta tydlig utgångspunkt i byggvärdekedjornas främre led och de krav som kommunicerades bak mot råvaruledet. Fokus var på FoU om teknik- och affärsutveckling för att överbrygga konflikten mellan den divergenta skogproduktlogiken och byggindustrins ökade krav på koordinering bakåt i kedjan vad gäller framtagning av prefabricerade systemkomponenter.

När WoodWorks programmet sjösattes gjordes detta med en tydlig relation till de då tre stora satsningarna WDAT, Skewood samt Trämekanikprogrammet. För att WoodWorks skulle komplettera dessa satsningar bedömde vi att likheten var störst med WDAT-programmet. Wood Works hade ett tydligare fokus på byggkedjorna och systemintegration och låg i sin affärsutvecklingsdel på en tydligare strategisk nivå vilket var komplementärt till WDAT som då bedömdes ligga mera konsumentnära. Det tekniska byggspåret i WoodWorks utformades för ett mer uttalat fokus mot byggprocess- och systemutveckling men med flera kontaktytor mot WDAT och Skewood.

Det som kan konstateras var att beröringsytorna med SkeWood programmet utnyttjades genom att ConITwood projektet samkördes, rent vetenskapligt (inte ur finansierings

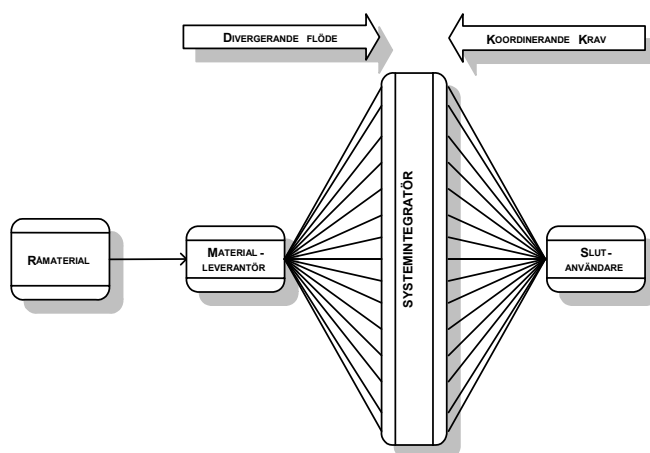
synpunkt) inom WoodWorks. Uppfattningen är att WDAT uppfattade WoodWorks som en tydlig konkurrent varför intresset för samarbete var lågt och något egentligt utbyte aldrig uppstod.

Utmaningen och motiven för WoodWorks programmet som vi såg det 2003

Svensk vidareförädlade träindustri stod inför en stor utmaning i form av att öka träanvändningen inom byggsektorn. Möjligheterna fanns, på det nationella planet förbereddes nationella träbyggnadsstrategin. Det var därför viktigt att branschen kompetensmässigt kunde svara upp på de krav på nya teknik- och affärsutveckling som började att ställas.

Stora byggföretag blev mer och mer fokuserade på att bli samordnare av övergripande projekt samt att allt mer ”bara” hantera slutmonteringen av byggsystem på byggplatsen. Härigenom tonades själva byggmästarrollen ner. Detta betyder att husbyggnadsföretag började ställa högre krav på underleverantörer att hantera större andel av produktionen redan i tidigare led, och speciellt att kunna utveckla och leverera prefabricerade systemlösningar.

Den träbaserade byggvärdekedjan (för flervåningshus) kännetecknades då av en brist på vidareförädlade företag som tog över utveckling och tillverkning av prefabricerade byggkomponenter – s k systemintegratorer enligt figuren nedan.



- *Materialleverantörer:* sågverk och komponenttillverkare (inkl. prefab)
- *Slutanvändare:* Husbyggföretag, byggvaruhus, fastighetsägare
- *Systemintegrator:* Aktör som förser kunder med t.ex. träbaserade systemlösningar eller samordnad distribution av träprodukter.
- *Koordinerande krav:* Kundens krav på systemlösningar samt samlade leveranser/distribution.
- *Divergerande flöde:* Flödet från producenter av ett stort antal produkter, dvs att timmer vidareförädlas till ett stort antal (oförutsägbara) produkter beroende vad man kan få ut av timret.

Projekten inom programmet arbetade med följande frågeställningar

- Företagsnära forskning om affärsutveckling
 - Utveckling och design av värdekedjor
 - Nya och/eller konsumentnära affärskoncept
 - Marknadsutveckling
- Företagsnära forskning om industriellt träbyggande

- Funktionella systemkomponenter
- Logistik, inköp och produktionsstyrningssystem
- Informationsstrategi och IT-lösningar

Åtta licentiater och fem doktorer examinerades på LTU och LiTH inom WoodWorks.

Erfarenheterna från WoodWorks programmet leder fram till Lean Wood Engineering

Projektarbetet inom WoodWorks programmet ledde oss fram till att följande strategiska utmaningar fanns för att teoretiskt och praktiskt öka förståelsen för träbyggandets fortsatta utveckling:

- Större krav på projektledningen leder till att utvecklade projektstyrningsmekanismer baserat på långsiktighet och förtroende behövs.
- Då varje byggprojekt fungerar självständigt (delvis nya projektteam varje gång) innebär detta att inläringen från projekt till projekt är ytterst centralt för en kontinuerlig utveckling och förbättring.
- Varje steg i byggprocessen sker isolerat och de olika aktörerna saknar gemensamma mål, företag och projekt saknar många gånger en samordning och därmed ett artikulerat processperspektiv.
- Kompletterande forskning om industrialiseringsprincipens påverkan på prefabriceringsstrategi, byggstyrning och kundanpassning måste till eftersom tänkandet runt lean production (mekanisk industri) inte låter sig automatiskt överföras till lbyggindustri.
- Det behövs en högre grad av standardisering av tekniska lösningar och samhällsrelaterade (brandmyndigheter, kommuner etc.) tolkningar av funktionskrav.

För att möta och utveckla dessa utmaningar med hjälp av FoU på universiteten var slutsatsen att detta bör ske genom en samlade forskningsansats med grupper som företrädare och kombinerar en ingenjörsmässig forskningstradition och en samhällsvetenskaplig.

Mätteknik - sågverk

Den röda tråden för ett flertal projekt har varit att utveckla modern mätteknik och processtyrning för att möjliggöra ett förbättrat råvaruutnyttjande och bättre styrmöjligheter för en kundorderstyrd produktion på sågverken. Följande projekt ingår i denna grupp:

- Projekt 5.1 ”Integrerad råvaruförsörjning”
- Projekt 5.4 ”Spårbarhet med fingeravtrycksmetoden”
- Projekt 5.5 ”Mätning av växtvridenhet”
- Projekt 5.6 ”Sorteringsnoggrannhet”
- Projekt 5.7 ”Mikrovågsskanning”
- Projekt 5.10 ”Integrerad hållfasthets-sortering”
- Projekt 5.11 ”Optisk 3D och röntgen”
- Projekt 5.12 ”Jämförelse av RFID och fingeravtrycksmetoden”

Vårt tidigare forskningsarbete och arbetet inom SkeWood-programmet har lett till att röntgentekniken nu har implementerats på allvar ute på sågverken. Rema Control har idag levererat 14 röntgenskanners och konkurrerande företag ett tiotal till sågverk i Sverige, Finland och Mellanuropa. Tekniken är således idag industriellt accepterad men hela potentialen med den nya tekniken är långt ifrån utnyttjad. Det fortsatta arbetet med att

utveckla röntgentekniken och olika processtyrningsalgoritmer drivs idag vidare inom ramen för TräCentrum Norrs mätteknikgrupp i nära samarbete med många svenska sågverksföretag.

Inom ramen för projekt 5.1 ”Integrerad råvaruförsörjning” har ett mycket avancerat sågsimuleringsprogram utvecklats. Detta program används idag av LTU och SP-Träteknik i utbildning och i olika forskningsprojekt. Programmet används även av en del industriföretag.

Inom projekt 5.6 ”Sorteringsnoggrannhet” har en helt ny metod för generering av sorteringsalgoritmer tagits fram. Denna metod är direkt industriellt implementerbar för de företag som har automatsorteringsutrustningar för utseendesortering.

Projekt 5.7 ”Mikrovågsskanning” har gett underlag för specialdesign av en skanner som mäter träfuktkvot och densitet. Innan teknikens möjligheter till fullo kan komma träindustrin till del så måste en utrustningstillverkare nyttja resultaten vid utveckling av en ny skanner som är anpassad till trä.

Projekt 5.10 ”Integrerad hållfasthetsortering” har visat att genom att kombinera olika existerande hållfasthetsorteringsmetoder så kan man förbättra utbytet av virke i de högre hållfasthetsklasserna. Detta resultat är direkt industriellt implementerbart. Projektresultaten kan också ge underlag för revidering av olika standarder så att de anpassas till nya metoder och den nya strategin att kombinera olika mätmetoder längs produktionskedjan.

Inom ramen för projekt 5.8 ”Processoptimering” har ett diagnosverktyg för insamling av produktionsdata utvecklats. Utvecklingen har skett i samarbete med ett lokalt dataföretag som nu produktifierat verktyget, marknadsför och säljer det. Man har idag sålt 5 utrustningar. Pilotutrustningen som installerades på projektets värdsågverk har köpts av värdsågverket som nu använder det i sin dagliga driftuppföljning. Detta har lett till att man förbättrat tillgängligheten i såglinjen med 6 – 7 %.

6.5 Samverkan med andra forskningsmiljöer

LTU:s bredaste samverkansyta är utan tvekan med SP-Träteknik. Samarbete förekommer inom alla SkeWoods delområden, många gånger inom ramen för TräCentrum Norr men även i andra projekt. Inom mätteknikområdet och torkningsområdet fungerar LTU/Skellefteå och SP-Träteknik i Skellefteå mer eller mindre som en gemensam forskargrupp inom respektive område.

Med SLU förekommer samarbete inom beständighetsområdet (Grankärna), värmebehandling och mätning av människors preferenser för synligt trä. I det senare fallet är också Norsk Tretekniskt Institut involverat och Linköpings universitet.

Med Växjö Universitet har samarbete skett inom grankärneprojektet.

Med förekommer samarbete inom industriellt byggande och projektet ökad användning av synligt trä.

Lean Wood Engineering (LWE) är ett samarbete mellan Luleå tekniska universitet (LTU), Linköpings tekniska högskola (LiTH) och Lunds tekniska högskola (LTH). Lars Stehn är

programdirektör och programmet har sitt administrativa säte på LTU-Träbyggnad. Inom träbyggnadsområdet samarbetar LTU också med mittuniversitetet rörande emissionsfrågor.

Inom mätteknikområdet samarbetar vi med Skogforsk, VTT i Finland och STFI. Andra samarbetspartners inom detta område är Wood Quality Initiative (WQI) på Nya Zeeland där Olle Hagman och Jan Nyström har varit som gästforskare. Ytterligare en partner inom detta område är Forintec Vancouver Kanada där Johan Oja varit för att starta upp deras verksamhet med tomografering av trä.

Med INPL i Nancy Frankrike har vi samarbete inom limningsområdet.

6.6 Kunskapsöverföring – samverkan med industrin – fortlevnad efter SkeWood - programmets slut

TräCentrum Norr (TCN)

Som ett led i ta tillvara den kompetens som byggts upp inom Skewood programmet startades en centrumbildning inom Luleå tekniska universitet.

TräCentrum Norr har byggts upp kring SP-Träteknik i Skellefteå och LTU med avdelningarna för träteknik, träfysik och trä- och bionanokompositier i Skellefteå samt avdelningen för träbyggnad i Luleå.

TräCentrum Norr skall vara ett dynamiskt och innovativt samverkansforum med fokus på fem strategiska aktiviteter:

- Branschgemensam behovsmotiverad FoU inom hela trävärdekedjan
- Koordinering och kompetensutveckling
- Fördjupad samverkan mellan forskning och näringsliv för att uppnå och utveckla en stark, behovsmotiverad FoU-verksamhet
- Nätverk som ökar kreativitet och utvecklingskraft
- Generera nya idéer och problemlösningar samt bidra till synergier mellan företag

För att kunna etablera TräCentrum Norr och därigenom behålla och utveckla den kompetens som byggts upp vid LTU och SP-Träteknik i Skellefteå krävs att långsiktiga fasta basresurser tillskapas. Dessa medel behövs främst för dessa fem strategiska aktiviteter.

De fasta basresurserna finansierats 2005-2010, av skogsägarna (statliga och privata) i de båda länen, länsstyrelserna i BD och AC län samt Skellefteå kommun. En stor del av det totala resursbehovet, 50%, har finansierats av den trämekaniska industrin genom insatser i företagspecifika utvecklingsprojekt och delfinansiering av gemensamma utvecklingsprojekt.

Under 2006 fastställdes ett femårigt branschprogram för Skogsindustrin (Nationell Strategisk forskningsagenda, NRA) som ett resultat av den förra regeringens insikt om skogens betydelse och förda branschsamtal med Skogsindustrierna. Detta program har dessutom en vidare koppling mot EU:s sjunde ramprogram med dess Forest-based sector Technology Platform, FTP. Via detta program samordnas alla statliga FoU-insatser via VINNOVA med industrins egna insatser. Inom NRA har för den trämekaniska delen av programmet identifierats satsningsområden som överensstämmer mycket väl med de som TräCentrum Norr definierat:

- NS-1: Bygga och leva med trä TCN: Industriellt träbyggande
- NS-2: Träprodukters livslängd och livscykelkostnader TCN: Ökad beständighet hos utomhusprodukter ovan mark
- NS-3: En effektivare träförädlingsprocess TCN: Mätteknik och processtyrning för kundorderstyrd produktion i sågverk

Att så är fallet är ingen slump dels på grund av att TCNs aktörer även är tunga aktörer på ett nationellt plan men även på grund av att utvecklingsområdena sticker ut så tydligt vid ett flertal analyser. TCN har här en betydande roll att koordinera den nordliga träindustrins behov med övriga nationella behov och skapa en utväxling på insatta resurser tillsammans med andra liknande centrumbildningar:

- Centrum för Byggnad och Boende med Trä CBBT
- Lean Wood Engineering, LWE
- EcoBuild

Här har hittills samverkan med LWE varit framgångsrik och ansträngningar pågår att utveckla samverkan med CBBT.

Samverkan mellan TCN och SkeWood har varit strategisk då flera projekt har varit en kombination av forskningsrelaterade problemställningar i kombination med TCNs mer utvecklingsbetonade kortsiktiga industriella problemställningar. Industrins insats har på detta sätt fått en dubbel betydelse i form av resurser och närkontakt mellan industri och akademi.

Sammanlagt 11 av de som avlagt akademiska examina inom SkeWoodprogrammet har varit aktiva i TCN projekt. Minst 4 av dessa personer kommer fortsätta inom akademien med TCN som delfinansieringskälla.

Lean Wood Engineering programmet

- Ett "distribuerat" samarbete mellan 15 partners.
- Instiftat som ett kompetenscenter på Luleå tekniska universitet.
- För närvarande finns 16 projekt formulerade varav 9 är besatta.
- Totalt kommer 7 industridoktorand och 10 - 11 institutionsdoktorander/seniorforskarprojekt att bedrivas
- 3 år: December 2006 – December 2009
- Budget: 17.8 MSEK/år (VINNOVA 34%, Universitetet 34%, Industrin 32%).

LWE är ett samarbete mellan Luleå tekniska universitet (LTU), Linköpings tekniska högskola (LiTH) och Lunds tekniska högskola (LTH). Lars Stehn är programdirektör och programmet har sitt administrativa säte på LTU-Träbyggnad.

Den bärande vetenskapliga idén är att utveckla koncept, modeller och metoder baserade på "Lean Production" filosofi och transformeringen av detta till industriellt träbyggande integrerat med teoriområdet "Timber Engineering" som inkluderar konstruktionsteknik och pålitlighet av strukturella system. Forskningen om affärsutveckling samordnas och driver process- och teknikforskningen genom att utveckla och utnyttja teorier och metoder från "Strategy, Marketing and Management of Technology". Genom ett matristänkande kommer

projekten samtidigt att leda till en förståelse för och utveckling av verkningsfulla och effektiva värdekedjor. I styrningen av projekten i LWE läggs fokus på att nya idéer och koncept demonstreras, testas och implementeras av de medverkande industriparterna.

7. Programdirektörens slutkommentarer

Som aktiv medverkande i SkeWoodprogrammets tillblivelse och därefter ansvarig för dess genomförande vill jag i nedanstående avsnitt ge några personliga kommentarer över vad som har varit bra och vad som varit mindre bra. Jag hoppas att dessa kommentarer kan vara till nytta för ett eventuellt nytt program.

Först av allt vill jag framhålla att SkeWood har varit mycket värdefullt för uppbyggnad och vidareutveckling av den trärelaterade forskningen på LTU. Programmet har gjort det möjligt att bedriva en livskraftig forskarutbildning och har därigenom också gett en viss finansieringsbas för ett antal seniora forskare och därmed en forskningsmiljö som uppnått en godtagbar storlek. Jag vill mena att bygga upp och vidmakthålla en forskningsmiljö av överkritisk storlek kräver att man har ett program av SkeWoods storlek och typ i ryggen. Att enbart förlita sig på små korta projekt innebär att en orimligt stor del av tiden åtgår till arbete med att söka pengar.

Minst lika viktigt som forskning och forskningsmiljö för en universitetsinstitution är att ha en samlad kompetens som kan ge en bra grundutbildning. På LTU/Skellefteå har vi under mera än tjugio år utbildat civilingenjörer i träteknik. Vi är stolta över att så många av de som har studerat träteknik hos oss nu finns på ledande positioner i den svenska träindustrin. Vår ambition är att hela tiden förbättra vår grundutbildning för att klara detta krävs en större kompetensbredd än spetskompetensen inom en specifik forskningsmiljö. Mot denna bakgrund är det lite märkligt att denna aspekt inte fick något gehör vid SkeWoodprogrammets utformning och start.

SkeWoodprogrammet har byggt på att industrins medfinansiering har skett projektvis. Jag är medveten om att det var enda möjligheten att få programmet till stånd men anser att det skulle ha varit bättre om industrins medfinansiering funnits i en pott vid programmets start. Det skulle ha gett styrgruppen större möjlighet att styra programmet mot önskade mål. Det skulle också gjort det möjligt att samordna de olika doktorandprojekten så att flera doktorander och seniora forskare kunnat arbeta i team med näraliggande frågeställningar.

Fördelen med den projektvisa finansieringen är att de företag som satsar pengar i ett specifikt projekt verkligen är intresserade av detta projekt. Därmed garanteras också industrirelevansen. Jag tror dock att man också kan få en bra industrikoppling om representanter för de företag som satsat pengar i en gemensam pott kan påverka programmets inriktning och aktiviteter genom att aktivt medverka i styrgruppsarbetet.

Den allra största delen av projekten inom SkeWood har bestått av doktorandprojekt där kravet på vetenskaplighet är högt. Samtidigt har vi haft ett krav på att forskningen skall vara industriellt relevant och resultaten direkt industriellt implementerbara. I vissa fall kan dessa krav vara motstridiga. Detta har inte varit något stort problem men erfarenheterna från programmets två sista år när projekt med samma huvudinriktning bedrivits parallellt inom SkeWood och TräCentrum Norr har varit en mycket lyckad lösning. I dessa fall har de mera tillämpade delarna av frågeställningen bedrivits inom TCN och de mera grundläggande delarna inom SkeWood. På detta sätt kan man snabbt lösa industrins mest näraliggande frågor samtidigt som man bygger upp ny kunskap inom området som en bas för den framtida utvecklingen inom området. Jag anser att denna uppläggning är tillämpad och mera

grundläggande forskning går hand i hand vara en mycket bra strategi för samarbetet mellan industri, institut och akademi.

Som tidigare nämnts har den stora delen av projekten varit doktorandprojekt. Detta har medfört att budgeten för enskilda projekt varit i storleksordningen 3 – 4 miljoner kr. Detta har fått till följd att det varit svårt för mindre och medelstora företag att gå in som medfinansierare i olika projekt. En större andel seniorprojekt skulle ha gjort det möjligt att genomföra fler projekt med en lägre budget än doktorandprojekten och därmed skulle fler mindre och medelstora företag kunnat involveras i programmet.

I slututvärderingen hävdas att programdirektören har haft ansvar för över 40 projekt. Detta är helt felaktigt. Ansvaret för ett enskilt projekt på ett universitet ligger på handledare och doktorand samt för seniorprojekt på projektledaren. Utvärderingsgruppen menar också att man borde haft en programledare för vart och ett av de tre delprogrammen. Detta har naturligtvis varit en fullt möjlig organisation men skulle helt klart medfört ökade administrationskostnader. Frågan är vad administrationen av ett forskningsprogram får kosta. För SkeWood- programmet har de specifika administrationskostnaderna uppgått till ca.10%. Jag tycker att det är på övre gränsen av vad som kan accepteras.

Till programmet har en vetenskaplig referensgrupp (VR) varit knuten. I programmets inledning bestod denna grupp s insatser framförallt i att granska olika projektförslag ur vetenskaplig synpunkt. VR: s utlåtanden utgjorde sedan ett beslutsunderlag för styrgruppen. Under senare delen av programmet genomfördes årliga workshops med olika teman med deltagande från VR, doktorander, handledare och styrgrupp. Jag upplevde att dessa workshops var mycket givande eftersom VR och styrgrupp vid dessa tillfällen agerade som ett värdefulla stödorgan till programmets doktorander och handledare. Dessa workshops medförde också att doktoranderna i programmet lärde känna varandra bättre och fick kunskap av vad de andra inom programmet gjorde. En erfarenhet av detta är att vi borde ha haft lite fler gemensamma träffar framförallt i början av programmet.

Bilaga1. Styrgruppens slutkommentarer

En styrgrupp bestående av representanter från industrin och Nutek/VINNOVA tillsattes för att genomföra Skewoodprogrammet. När programmet nu avslutas vill styrgruppen lämna några kommentarer till programutformningen.

Arbetet i styrgruppen

Styrgruppen deltog inte i programskrivningen. Den har saknat en beskrivning av sina befogenheter och sitt ansvar. En arbetsordning för styrgruppen borde ha funnits från början. Kontinuitet i styrgruppen har varit en av våra styrkor och samtliga ledamöter har i positiv och konstruktiv anda verkat för Skewoodprogrammets bästa.

Den vetenskapliga referensgrupp som tillsattes efter halva projektiden var enbart till marginellt stöd i styrgruppens beslut men vår uppfattning är att de utgjorde ett bra stöd åt doktorander genom de workshops med vetenskapliga rådet och doktoranderna som genomfördes vid ett antal tillfällen.

Någon referensgrupp för industriell relevans har inte tillsatts.

Uppsatta mål och uppnådda resultat

Målsättningen att på tre utvalda programområden uppnå världsklass var helt orealistisk både med hänsyn till tillgängliga medel, utgångsläge och inriktningen mot doktorander. För att nå så högt ställda mål bör ett program enligt vår mening i allt väsentligt inriktas mot seniorforskning.

Styrgruppen anser att de uppställda och mätbara målen i form av antal doktorander/ licentiatier samt artiklar i fackpress har uppnåtts med god marginal.

Vidare anser vi att programmet inom området mätteknik påtagligt förhöjt den vetenskapliga kompetensen och inom vissa segment når den världsklass. Inom detta område kan också påvisas reella resultat och industriell relevans genom att utvecklade metoder idag finns i tillämpning vid flertal sågverk. (Näringslivet har genom investeringar bekräftat programmets kvalitet och industriella relevans)

Vi anser också att satsningen inom träbyggnadsområdet har varit mycket positiv. Området startade från ingenting och har under programtiden uppnått en ledande position i Sverige med huvudsaklig inriktning mot processteknik och ”lean production”. Dominerande uppdragsgivare har varit två träbyggnadsföretag som under senare år utvecklats till ledande inom industriellt flervåningsbyggande i trä. Inom träbyggnadsområdet finns nu en väl etablerad forskargrupp med god fortsatt finansiering från nationella och regionala forskningsprogram.

Området träkommunikation har under programtiden inte uppnått erforderlig kritisk massa och det är styrgruppens uppfattning att forskningsområdet inte placerats i rätt miljö. Vi tror att verksamheten skulle kunna ha utvecklats bättre vid annan institution.

Fördelar med Skewoodmodellen

Det som under de inledande förhandlingarna upplevdes som ett problem, det vill säga att industrins medfinansiering inte kunde allokeras från start utan fick ske successivt och projektvis under programmets tid, visat sig vara en styrka vad avser industriell relevans. Beviljade projekt har per definition varit förankrade i industrin och därmed ökat engagemanget från deras sida.

Nackdelar med Skewoodmodellen

Styrgruppen kan samtidigt konstatera att dess möjlighet att skapa ett sammanhållet program med samverkande projekt var mycket liten. Fokuseringen på att examinera doktorer kom därför att dominera, vilket kom att begränsa möjligheten att kombinera dessa med seniorprojekt för att lyfta kompetensnivån mot nationell och internationell nivå.

Programmets inriktning på doktorander, d.v.s. relativt långa projekt, har säkert varit huvudanledningen till att styrgruppen upplevt brist på projekt initierade av industrin. Huvuddelen av de beviljade projekten har initierats av forskare som lyckats engagera industrin att medverka.

Endast ett mycket begränsat antal föreslagna projekt har avvisats av styrgruppen.

Råd till framtida program

Styrgruppens erfarenhet av programmets upplägg och genomförande ger anledning att efterlämna några erfarenheter av det genomförda programmet och råd inför uppstart av ett nytt med likartad målsättning:

- **Målformuleringen** Det går inte att med enbart doktorandprojekt driva företagets verksamhetsutveckling och skapa akademisk hög kompetens. En annan skrivning som styr mot en högre andel seniorprojekt med kortare projekt och snabb leverans av resultat till industrin bör göras
- **Färre delområden** Redan tre delområden blev för mycket med denna typ av projektfinansiering. Tillse dessutom att förutsättningar för en ny miljö verkligen föreligger – både på den akademiska och den industriella sidan.
- **Förbered näringslivet** Industrins förmåga att känna sina behov på längre sikt (ett doktorandprojekt 4 år) är begränsad. En förstudie och analys bör genomföras innan projektarbete startar.
- **Rimliga mål** Analysera tillgänglig FoU-utförargrupp. Sätt rimliga mål i relation till kompetens och kapacitet.
- **Utvärdering** Utvärderingsgruppen bör sammansättas så att den industriella relevansen verkligen bedöms alternativt bör en helt separat grupp tillsättas för att utvärdera den industriella relevansen.

Luleå / Skellefteå i november 2008

Ants Suurkuusk

Sven-Olof Holmström

Hans-Erik Johansson

Håkan Widmark

Lennart Karlsson

Sören Edmark

Bengt Lindgren

Bilaga 2. Ekonomi

1. Förutsättningar vid programmets start maj 2000 som senare ändrades

Avtal med de tre parterna, NUTEK, Luleå tekniska universitet och Stiftelsen Träenigheten slöts i maj 2000. I avtalet fastställdes att programmets ram skulle uppgå till 60 MSEK. Statens finansiering skulle utgöras av kontanta medel medan intressenternas finansiella åtagande skulle utgöras av kontanta medel, kostnader för industridoktorander, material och eget arbete.

Det fastslogs i huvudavtalet att separata projektavtal skulle upprättas i takt med fattade beslut. Dispositionstiden för resp. projekt skulle samtidigt fastställas för att rekvisitionsperioderna till NUTEK skulle följas. Vid avtalstecknandet beslöts att rekvisitioner från NUTEK skulle göras i sedvanlig ordning, dvs när kostnader uppkommit och när intressenter visat på sin del av finansieringen. I huvudavtalet 8.4 framgår detta tydligt "Huvudavtalet utgör ej grund för utbetalning".

2. Nya villkor

Under hösten 2000 fattade regeringen beslut om att NUTEKs verksamhet skulle omorganiseras. VINNOVA skulle därmed överta NUTEKs roll och bli statens "aktör" i detta program. I avtalet med NUTEK förutsattes periodvisa ekonomiska rekvisitioner vid givna tidpunkter. Denna förutsättning kullkastades då VINNOVA blev aktör istället. I och med att medfinansieringen från intressenterna inte hade fastställts i huvudavtalet utan att de skulle regleras för varje projekt kunde inget liknande avtal övergå från NUTEK till VINNOVA.

Luleå tekniska universitet (LTU) ombads att till NUTEK innan december 2000 insända en rekvisition omfattande 30 MSEK, dvs hela den statliga finansieringen, vilket även utbetalades till ett konto hos LTU den 19 dec 2000. Därmed hade staten avhändert sig sin finansiella del till programmet och en annan statlig myndighet, LTU, förutsattes förvalta dessa medel medan intressenterna förväntades tillskjuta medel allt eftersom ända fram till 30 juni 2008. Parterna fick under december 2000 ett beslutsbrev från NUTEK där detta framgick. Detta beslutsbrev kom därmed att ersätta huvudavtalet.

Det ålades ett ansvar på programdirektören och styrgruppen att förvalta medlen som tillförts programmet och se till att intressenterna skulle bidra med "minst hälften". Ramarna för resp programområde skulle även följa den stipulerade omfattningen.

Samma "etappindelning" kvarstod i det nya beslutsbrevet som anges i kapitel 2. Vid halvtidsutvärderingen för tiden fram till 31 dec 2000 konstaterades att 21 MSEK hade upparbetats i programmet av budgeterade 26 MSEK. Som ett resultat av halvtidsutvärderingen tillskrev VINNOVA universitetet möjligheten att fullfölja programmet ända fram till 30 juni 2008.

3. Villkorsförtydliganden under programtiden

Ramar för budgetavvikelse

Avvikelser vid projektavslut har visat sig vara både positiva och negativa. Styrgruppen fattade efter några år ett beslut om att projekten inte fick avvika mer än 150 kkr från budgeten. Uppkomna avvikelser skulle "belasta kontot för administrativa kostnader". (Projektet har i de flesta fall drivits fram till planerad licentiatexamen eller till disputation.)

Administrationspåslag

Styrgruppen och programdirektören hade att ta ställning till hur omfattade administrationen och styrgruppsarbetet skulle bli under de åtta programåren. Redan vid de första projektbesluten tog styrgruppen ett enhälligt beslut att administrationen skulle utgöra 10 % av resp projekt. För det praktiska arbetet har ett påslag med denna procentsats använts på projektkostnaderna, vilket också styrgruppen godkände då budget för programmets administration uppskattades att bli lägre än 6 MSEK. (Utfall enligt långtidsbudgeten = 5350 kkr.)

Det praktiska arbetet har därför inneburit att vid varje projekts redovisning har nedlagda kostnader summeras och därefter ett påslag 10 % adderas. Samtidigt har LTU löpande förskottat förvaltningskostnader i och med att fakturor, löner mm har betalats av universitetet när kostnaderna uppkommit. Dessa kostnader har utgjort en insats för LTU till dess reglering har kunnat göras vid projektredovisning, vilket har skett ca två-fyra gånger per år.

Effekten har blivit att det tog flera år innan styrgrupps och administrationskostnaderna hade hunnit "inkasseras" eftersom detta skett i takt med att projekten upparbetats. Vid halvtidsutvärderingen var avräkningen negativ, men i samband med att fler projekt startades och kostnader arbetades upp har påslag tillkommit som kunnat möta de verkliga kostnaderna för administrationen. Som mest uppgick överskottet till 160 kkr vid utgången av år 2007 men detta behövdes år 2008 eftersom administrationspåslaget även var satt så att det skulle "räcka till" att täcka kostnaderna för slututvärderingen.

Högskolemomsen utgör en kostnad i SkeWood-programmet

Universitetet måste lyfta av högskolemoms från samtliga inbetalda och rekviderade bidragsmedel från privata givare. Högskolemomsen tillfaller omgående skatteverket genom att bidragsmottagaren gör en inbetalning till skatteverket. Beloppet utgör 8 % av rekviderade bidragsmedel.

Högskolemoms uppkom när svenska universitet och högskolor blev mervärdeskattepliktiga och därmed fick göra avdrag för alla inköp, även till utrustningar mm trots att stor del av finansieringen kommer från statliga anslag. Under 90-talet fastställdes att en kompensation till staten skulle tas ut genom ett avlyft från privata bidragsmedel.

Detta medförde att resp projektbudget krympte för de projekt där universitetet hade rekviderat bidragsmedel från stiftelser och fonder som är att betrakta som bidragsgivare. Styrgruppen i samråd med VINNOVA beslutade att högskolemomsen skulle tas som en kostnad i SkeWood-programmet för att intressenternas insatser skulle kunna representera den av intressenten utbetalade beloppet och inte enbart det reducerade nettobeloppet som bokförts som intäkt hos bidragsmottagaren LTU.

I och med att högskolemomsen utgjorde en kostnad i SkeWood programmet skulle även det beloppet ingå i kostnadsmassan för resp projektet. Beslutet att administrationspåslag skulle göras på alla kostnader innebar att påslaget beräknades även på högskolemomsen. Vid programmets slut har högskolemoms belastat en fjärdedel av projekten, totalt ca 0,8 MSEK. I några fall har deltagande företag rekviderat bidrag från stiftelser och fonder men då har inget avlyft gjorts ty högskolemomsen gäller bara när högskolor är mottagare av sådana medel.

Dispositionstider

I NUTEKs ursprungliga villkor i huvudavtalet fastslogs att hela SkeWood-programmets dispositionstid utgör tiden 2000-01-01--2008-06-30. Där framgår även betydelsen att en sådan skulle fastställas för varje projekt. I och med att VINNOVA inte blev utbetalande enhet så fattade styrgruppen beslut om att programdirektören löpande skulle informera styrgruppen om ev. förseningar vilket även ingått som en informationspunkt vid åtminstone varannat styrgruppsmöte.

Möjlighet till förlängning efter den 1 juli 2008.

Kravet för att kunna nyttja resterande del av de av NUTEK tillskjutna medlen efter den 30 juni 2008 är att intressenter visat att de bidragit med sin insats och att dessa medel skulle vara SkeWood-programmet tillhanda innan slutdatumet den 30 juni 2008. VINNOVA har för styrgruppen förtydligt att ifall den privata finansieringen var ordnad för beslutade projekt så skulle det vara möjligt för projektledarna att bedriva resp projekt vidare inom ramen för programmet. Det kan konstateras att samtliga projekts intressentfinansiering hade inkommit före den 30 juni 2008 varför pågående projekt har kunnat fortgå.

Dessa projekts kvarvarande budget uppgår, enligt långtidsbudgeten till 5754 kkr och kommer att rapporteras till VINNOVA i enlighet med särskilda regler. WDAT-programmet som avslutades några år före SkeWood-programmet har liknande villkor varvid avrapportering sker till VINNOVA.

4. Långtidsbudget, löpande beslutsunderlag

Programdirektören presenterade vid första styrgruppsmötet en långtidsbudget där planerade projekt angavs. Efter att beslut fattats följdes dessa upp årsvis mot den beslutade budgetramen. Denna långtidsbudget har allt eftersom kompletterats med utfall några gånger per år och utökats med alla beslut. Det har varit ett "levande dokument" som kompletterats med tillkommande planerade projekt och utfallen på de igångvarande. Vid projektavslut har man kunnat konstatera ifall projektbudgeten infriats. I de flesta projekt har det visat sig bli smärre avvikelse mot budget. Mallen för långtidsbudget har hela tiden använts som beslutsunderlag för styrgruppen eftersom den på ett tydligt sätt visar på hur projekten framskrider, i vilken takt kostnaderna upparbetas och vad som kvarstår för tiden framöver.

5. Bokföring och bokföringsprogram

Redovisningen har organiserats av programmets administratör, Monica Tjerngren. Ett administrationspåslag skulle beräknas på resp projekts utfall och bokföras som en generell "gemensam admkostnad". Detta påslag skulle senare behöva avstämmas mot verkliga kostnader för styrgruppsmöten, ledamöternas konsultfakturor och resekostnader, doktorand-träffar, administrationen samt för programdirektörens tid.

Att administrationspåslaget skulle följa samma fördelningsmodell som övriga programmet var givet varför varje sådant "påslag" skulle kunna regleras mot både industrins insats och NUTEK-medlen.

Det kan också konstateras att institutionen i Skellefteå införde tidsskrivning för all personal från år 2000 det har därför varit enkelt att följa den nedlagda tiden i programmet. För träforskarna vid LTU Skellefteå var detta ingen nyhet, de har använt mer eller mindre manuella tidredovisningssystem sedan 1980-talet. Från år 2003 har all tidredovisning på institutionen skett i Agresso, som också är universitetets redovisningssystem.

Insatser från olika företag mm gjordes i takt med att kostnaderna arbetades upp och intäkterna från intressenterna skulle vara inbetalade innan reglering från inestående NUTEK-medel kunde regleras. Kostnader för projekt fanns ju redan bokförda på många olika håll, industridoktorandernas verkliga kostnader för löner och resor mm hade redan bekostats av resp arbetsgivare och de var redan redovisade i resp företag eller andra organisationer. Administratörer hos företagen har sammanställt projektkostnader och rapporterat dem kvartalsvis till SkeWood och dessa har tillsammans med redan upparbetade kostnader inom LTU bokförts i ett helt fristående bokföringsprogram, Hogia.

Det måste här klargöras att SkeWood-programmet på inget sätt har varit att betrakta som ett företag eller en centrumbildning utan endast som ett fristående program där kostnader samlats ihop från flera olika arbetsgivare och företag. De kostnader som ingår i redovisningen för programmet har endast tillkommit programmet därför att någon annan organisation eller företag har betalat löner, sociala avgifter mfl kostnader i första läget.

Ekonomitabell till slutrapport SkeWood-programmet

INBETALNINGAR	Utfall 080630 (kr)	Utfall slut (kr)
Privata intressenter	30.000	30.000
Övr stat finansiärer	400	400
VINNOVA	30.000	30.000
Summa	60.400	60.400

KOSTNADER	Utfall 080630 (kr)	Ber utfall slut (kr)
Löner och löneomkostn	33.214	36.793
Resor, möten mm	2.719	3.050
Utrustning, material	1.073	1.173
Externa tjänster res.spridn	2.537	2.937
Högskolemoms	790	790
Trpt direkta kostnader	40.333	44.741
Lokaler mm	4.136	4.336
Gemensamma kostnader	10.226	11.321
Summa	54.695	60.400

