

En populärvetenskaplig presentation av projektet:  
**Egenskapsanpassad linoljeimpregnering av gran med  
Linotech-processen**

Thomas Ulvcrona

**Det går att impregnera granved med vattenavstötande olja!**

**Det går att impregnera både juvenil och mogen kärn- och splintved!**

**Det går att utveckla produktionsprocesser för välkarakteriserade  
granmaterial och impregnering med vattenavstötande olja!**

**Det bör gå att utveckla skogsskötselmetoder inriktade för produktion av  
specificerad råvara till impregneringsprocessen!**

## **Bakgrund**

### *Miljövänlig impregnering*

Trä bryts ner av bland annat svampar och bakterier när det exponeras för förhållanden som gynnar nedbrytarnas aktivitet. Vedens fuktkvot, den omgivande temperaturen och den relativa luftfuktigheten är de viktigaste faktorerna som påverkar nedbrytarnas aktivitet. Omfattande kostnader är sammankopplade med att trä ruttar bl. a. i konstruktioner, och generellt är det nödvändigt att förstärka den naturliga beständigheten mot nedbrytning hos de svenska trädslagen om dess ved ska användas för produktion av komponenter i utsatta miljöer. Den ökade beständigheten uppnås idag vanligen efter någon slags industriell behandling med giftiga substanser, m. a. o. oftast impregnering med metallsalter lösta i vatten. Men på grund av den starkt negativa miljöpåverkan som är förknippad med både produktion och användning av traditionellt impregnerade produkter pågår idag en omfattande vetenskaplig forskning och industriell utveckling för att ta fram industriella träskyddsmetoder som ska möta framtida krav på både funktion och låg miljöbelastning. Dessa framtida metoder utvecklas med målet att bättre klara ökande konsumentkrav på redovisning av livscykelanalyser än produkter behandlade med traditionella metoder vilka är baserade på ren giftverkan. En sådan miljövänlig metod är att använda vattenavstötande olja som impregneringsmedel; ett exempel är Linotech-processen som använts i följande studier. En skyddande effekt mot nedbrytning uppnås framförallt när oljan stöter bort vatten från veden och på så sätt håller ner fuktkvoten under en större del av tiden jämfört med obehandlad ved.

### *Mer förädling av gran är önskvärd*

Att impregnera ved av gran (*Picea abies* L. Karst.) med traditionella vattenbaserade impregneringsmetoder är idag svårt, eller mycket svårt, enligt nationella och internationella standarder. Impregneringsresultatet är med traditionella metoder ofta ojämnt och når sällan mer än någon enstaka millimeter in i granveden. Gran uppvisar ett antal skillnader i vedstrukturen jämfört med tall (*Pinus sylvestris* L.). Bland annat är den sammanlagda porarean i strålarna bara ungefär en tiondel så stor som den är i tall. Den sammanlagda effekten av skillnaderna är att torkad granved generellt är mycket mindre genomsläpplig än torkad tallved, vilket är en viktig anledning till att endast splintved av tall idag används som

generell råvara för industriella impregneringsprocesser. En ökad användning av gran som råvara för industriella förädlingsprocesser är generellt önskvärd ur ekonomisk synvinkel.

### **Resultat från inledande forskning rörande impregnering av gran med Linotech-processen (Thomas Ulvcronas lic-projekt)**

#### *Det går att impregnera granved med vattenavstötande olja*

Det var möjligt att uppnå relativt höga, men skilda, oljeupptagsnivåer i alla undersökta vedtyper genom att använda ett givet impregneringsschema med Linotech-processen. Viktigt att framhålla är att splintved generellt hade högre upptag än kärnved. Upptagsnivåerna i splintved och kärnved var mellan 50 och 10-20 % baserat på vedens torra vikt. Vedens fysikaliska egenskaper, speciellt vatteninnehåll beskrivet som vattenfylld porositet, visade sig ha stor påverkan på oljeupptaget. I studien undersöktes sammanlagt 58 provbitar insamlade från totalt 15 träd och impregneringsprocessen upprepades minst två gånger i två olika impregneringsscheman.

#### *Mer homogen elasticitetsmodul efter impregnering*

Alla förädlingsprocesser som arbetar med tryck och temperatur riskerar att negativt påverka vedens mekaniska egenskaper. I en studie undersöktes därför mekaniska korttidsegenskaper i 18 stycken provbitar i jämförelse med 14 stycken kontroller, allt material var slumpvis utvalt från sammanlagt 10 stycken träd. Styvheten skiljde sig inte mellan impregnerad och oimpregnerad splintved av gran efter de utförda impregneringarna. Däremot kunde en mindre variation i styvhet inom det impregnerade materialet skönjas, vilket är intressant. Troligen har hydrauliska effekter betydelse, men orsak och verkan behöver undersökas ytterligare. Om det är så att veden efter impregnering uppvisar en mindre variation än den oimpregnerade veden betyder det att det finns möjligheter att i framtiden producera produkter med mer homogena mekaniska korttidsegenskaper än hos många av de idag tillgängliga produkterna.

### **Resultat från de projekt som finansierats av Norrskogs Forskningsstiftelse: Egenskapsanpassad linoljeimpregnering av gran med Linotech-processen**

#### *Fuktkvotens inverkan på linoljeupptag och torkningseffektivitet vid impregnering av gransplint- och kärnved med Linotech-processen*

De makroskopiska materialegenskaperna vattenfylld porositet och densitet visade sig ha så stor betydelse för oljeupptaget att det gick att beräkna regressionskvationer som förutsade oljeupptaget med en hög förklaringsgrad i alla undersökta vedtyper. I studien bekräftades således återigen betydelsen av detaljerad kunskap rörande råvarans materialegenskaper för förmågan att förutsäga resultatet av den industriella förädlingsprocessen. Sammanlagt undersöktes 168 provbitar insamlade från ett träd. Användandet av ved från endast ett träd möjliggjorde att undersöka variationen mellan vedtyper inom ett träd. Framtida utredningar, baserade på ett större material, bör kunna ta fram industriella system rörande styrning av råvaran till impregneringsprocessen.

*Val av råvara och anpassning av Linotech-processen till olika slutanvändares specifika krav*  
Ett stort problem med användning av trä i produkter är dimensionsförändringar på grund av vattenupptag åtföljt av torkning. I studien undersöktes dimensionsstabiliteten för samtliga vedtyper efter fem olika behandlingar. Impregnering minskade vattenupptaget, och därmed också dimensionsförändringarna, med upp till 29 % i splintved vid den hårda miljötest som gjordes. Proverna placerades i vatten under vakuum för att maximera vattentrycket på

provbitarna utan att använda externt tryck. Resultaten indikerar att det finns möjligheter att producera mer dimensionsstabila och bättre karakteriserade träbaserade material. Dock behöver fler studier göras med lindrigare testmiljö i syfte att hitta vilka nivåer av oljeupptag som är fördelaktigast med hänsyn taget både till funktion och produktionsekonomi.

Dagens metoder för utvärdering av impregneringsresultat gör det svårt att på ett detaljerat sätt utvärdera enskilda komponenter/produkter. Därför genomfördes en studie med syftet att översiktligt utvärdera möjligheterna att använda Near-Infrared Spectroscopy (NIR) som metod för mätning av linoljeupptag. Resultaten visade att det är möjligt att använda NIR som mätmetod med tillfredställande noggrannhet. Därmed finns också möjligheter att utveckla industriella mätmetoder som direkt ute på industrier möjliggör utvärdering av impregneringsresultat med en hög noggrannhet. Det bör i sin tur medge förbättrade möjligheter till effektiv produktutveckling

Kalkyler rörande Linotech-processen och användandet av gran lät sig tyvärr inte göras på ett relevant sätt på grund av bristande tillgång på indata från involverade parter. Med några uppskattade ingångsvärden ges resultat enligt nedan:

#### Exempel

Kostnaden för torkning av virke uppskattas till 150 kr/m<sup>3</sup> medan kostnaden för impregnering med Linotech-processen antas vara 60% högre än för traditionell impregnering. Denna skattning är hög, på sikt bör industriell utveckling medföra att kostnadsskillnaden blir mindre.

Valt sortiment: Brädor 22\*95 med råvarukostnaden 490 och 650 kr/m<sup>3</sup> för gran resp. tall (dvs. en skillnad i råmaterialkostnad om 163 kr per m<sup>3</sup>).

#### Kalkyljämförelse

<i>Gran</i>	<i>Kostnadsslag</i>	<i>Tall</i>
490 kr/m <sup>3</sup>	Råvara	650 kr/m <sup>3</sup>
150 kr	Torkning i. imp.	150 kr
250 kr (olja)	Impregnering	150 kr (trad)
Behövs ej	Torkning e. imp.	100 kr
740 kr (utan torkning innan impregnering)	Totalt kostnader	950 kr (utan torkning efter impregnering)
890 kr (med torkning innan impregnering)		1050 (med torkning efter impregnering)

Jämförelsen indikerar att gran impregnerad med linolja kan bli ett klart konkurrenskraftigt alternativ i jämförelse med konventionellt impregnerad tall.

#### **Framtida möjligheter**

Skogs-/träindustrier måste fortsätta att utveckla innovativa råmaterial, processer och produkter om de ska klara av att behålla och stärka sin konkurrenskraft gentemot andra material. Industrier som mest troligt lyckas i utveckling och lansering av nya produkter är de som har en uttalad strategi för sin produktutveckling. Andra branscher har redan länge utvecklat sådana strategier och en minsta gemensamma nämnare är ”teknisk användbarhet” i de flesta av utvecklingsstegen, detta förutsätter dock användandet av material med homogena

materialegenskaper. De fem studier som redovisats här har bidragit med kunskap som gör det möjligt att fortsätta arbetet med att utveckla mer miljövänliga beständiga träbaserade material genom att använda granved och impregnering med linolja i Linotech-processen. Dessutom uppvisar det impregnerade materialet mer homogena materialegenskaper än många av dagens träbaserade material. Totalt sett visar resultaten att det finns möjligheter till framgångsrik produktutveckling med hjälp av Linotech-processen och en hydrofob olja. Oljan kan i sig dessutom fungera som bärare av andra ämnen som är positiva för produktens egenskaper. Just nu driver vi ytterligare ett antal forskningsprojekt beträffande miljövänlig impregnering, bland annat har detaljerade studier av beständighet inletts för både tall och gran. Dessutom har studier påbörjats för att ytterligare undersöka möjligheterna att använda NIR vid styrning av råvara och för kvalitetskontroll. Ett examensarbete pågår redan där inträngningskarakteristik hos pigmenterad linolja i torkad respektive grön råvara jämförs.

Nämnda studier kan kompletteras med fler studier avseende samspelet mellan vedråvara och impregneringsförfarandet, exv. beträffande infärgning och färgval, limningsegenskaper efter impregnering, lämpliga skruv- och spikförband för impregnerat material, osv.



En 45\*70 regel av gran impregnerad i Linotech-processen och därefter färglagd.

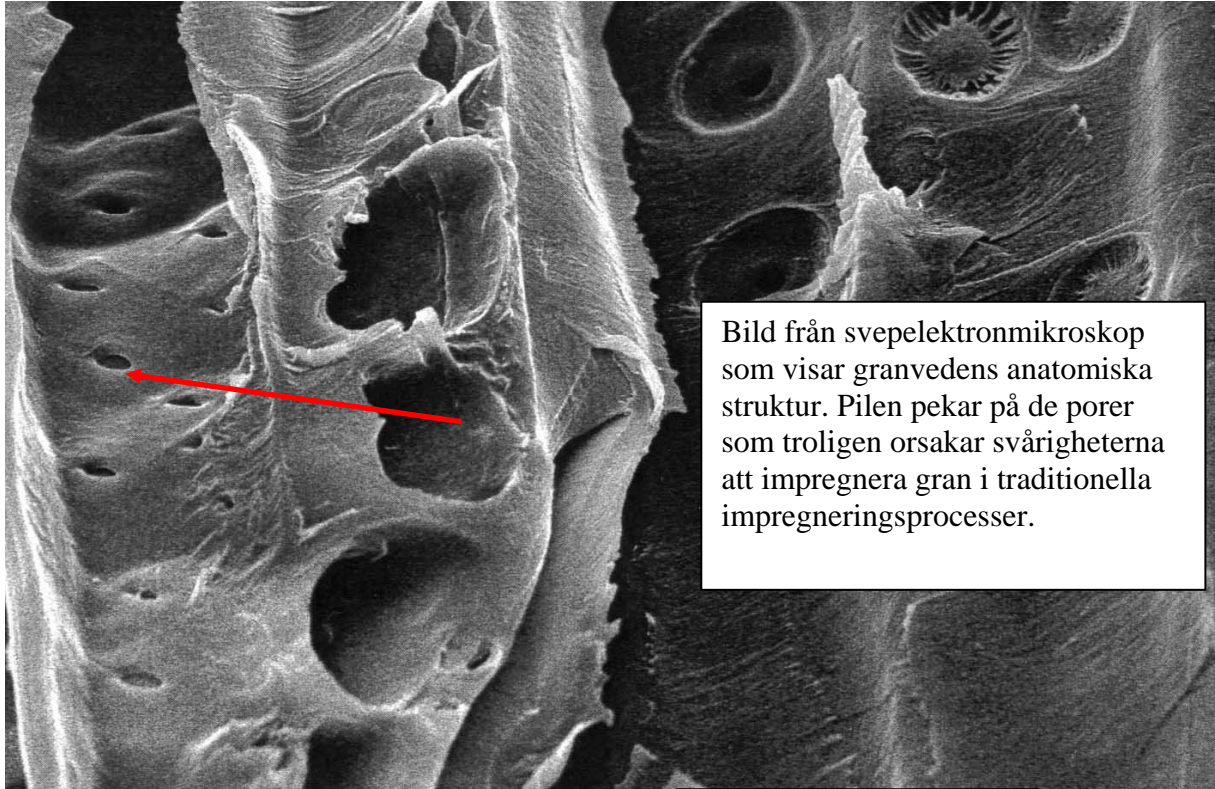
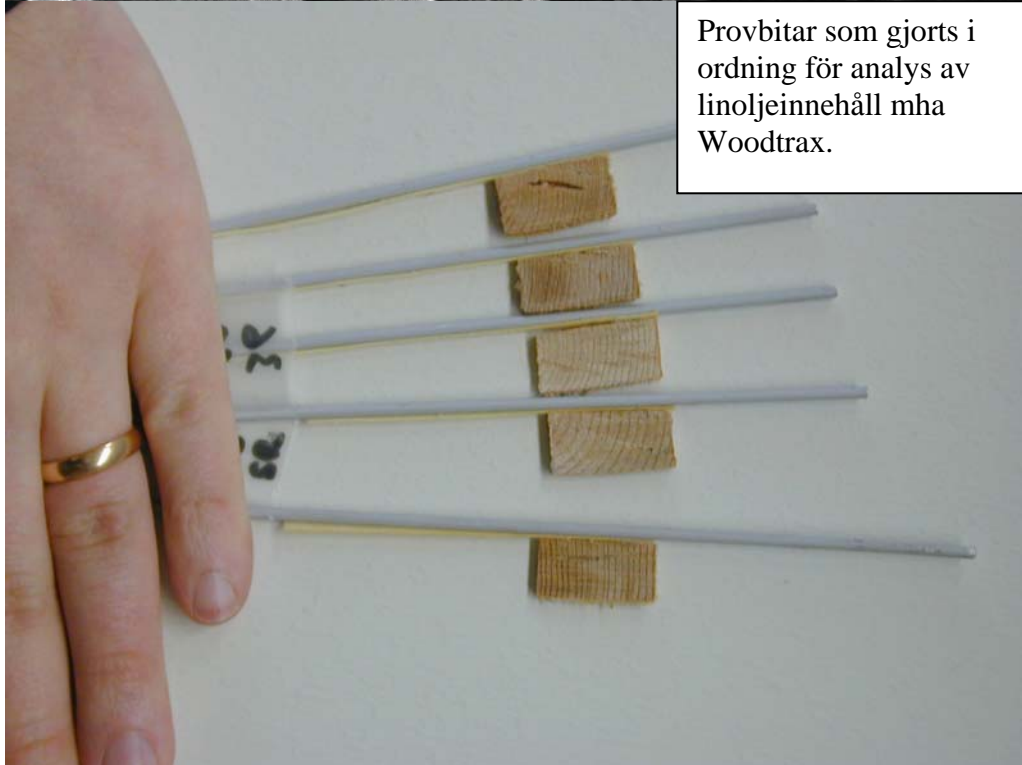


Bild från svepelektronmikroskop som visar granvedens anatomiska struktur. Pilen pekar på de porer som troligen orsakar svårigheterna att impregnera gran i traditionella impregneringsprocesser.



Provbitar som gjorts i ordning för analys av linoljeinnehåll mha Woodtrax.