



VINNOVA ANALYS  
VA 2011:06

# EFFEKTANALYS AV FORSKNINGSPROGRAM INOM MATERIAL FRÅN FÖRNYELSEBARA RÅVAROR

JENNY VON BAHR, RED - WSP



**Titel:** Effektanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror

**Författare:** Jenny von Bahr, red - WSP Analys & Strategi

**Serie:** VINNOVA Analys VA 2011:06

**ISBN:** 978-91-86517-42-7

**ISSN:** 1651-355X

**Utgiven:** Juni 2011

**Utgivare:** VINNOVA - Verket för Innovationssystem/Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

**Diariernr:** 2010-00779

---

## **VINNOVA utvecklar Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt**

VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet och ska öka konkurrenskraften hos forskare och företag i Sverige.

Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt i Sverige genom finansiering av behovsmotiverad forskning och utveckling av effektiva innovationssystem. För att göra detta har vi cirka 2 miljarder kronor att investera i nya och pågående projekt varje år.

En viktig del av VINNOVAs verksamhet är att öka samarbetet mellan företag, högskolor och universitet, forskningsinstitut och andra organisationer i innovationssystemet. Vi gör det på flera sätt, bland annat genom långsiktiga investeringar i starka forsknings- och innovationsmiljöer, genom att investera i projekt som ska öka kommersialiseringen av forskningsresultat eller genom att skapa katalyserande mötesplatser.

VINNOVA är ett statligt verk under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Sammanlagt arbetar drygt 200 personer på VINNOVAs kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren. VINNOVA bildades 1 januari 2001.

Strategin för VINNOVAs arbete med effektanalyser är att:

- successivt bygga upp den metodologiska kompetensen
- genomföra effektstudier utifrån olika effektperspektiv
- genomföra effektstudier för VINNOVAs samtliga verksamheter
- formulera nödvändiga krav på VINNOVAs uppföljningsrutiner

I serien VINNOVA Analys publiceras studier, analyser, utredningar och utvärderingar som tagits fram inom eller på uppdrag av VINNOVAs avdelning för Verksamhetsutveckling.

# Effektanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror

Jenny von Bahr, red – WSP Analys & Strategi



## Konsulter inom samhällsutveckling

WSP Analys & Strategi är en konsultverksamhet inom samhällsutveckling. Vi arbetar på uppdrag av myndigheter, företag och organisationer för att bidra till ett samhälle anpassat för samtiden såväl som framtiden. Vi förstår de utmaningar som våra uppdragsgivare ställs inför, och bistår med kunskap som hjälper dem hantera det komplexa förhållandet mellan människor, natur och byggd miljö.

WSP är ett globalt företag som erbjuder kvalificerade konsulttjänster för samhälle och miljö. Med drygt 250 kontor världen över och mer än 9 500 medarbetare är WSP ett av de största konsultföretagen i Europa och bland de tio största i världen. Verksamheten bedrivs huvudsakligen i Storbritannien och Sverige, men också i övriga Europa, USA, Afrika och Asien.

I Sverige är WSP ett rikstäckande konsultföretag med ca 1900 medarbetare. Verksamheten bedrivs inom följande affärsområden: WSP Analys & Strategi, WSP Byggprojektering, WSP Environmental, WSP International, WSP Management, WSP Samhällsbyggnad och WSP Systems.

WSP Sverige AB  
Besöksadress: Arenavägen 7  
121 88 Stockholm-Globen  
Tel: 08-688 60 00, Fax: 08-688 69 99  
Email: [info@wspgroup.se](mailto:info@wspgroup.se)  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

## Förord

För att förstå och dra lärdom av de långsiktiga effekterna av VINNOVAs insatser genomförs effektanalyser. I dessa analyseras effekter av flera relaterade insatser än de som omfattas av enskilda program. Effektanalyserna, som VINNOVA genomför på regeringens uppdrag, tillhandahåller en beskrivning och en förståelse av mer övergripande och långsiktiga effekter av satsning på forskning och utveckling.

Denna rapport behandlar effekter av tre program som löpte under tiden 1994- 2007 inom området förnybara material med stöd från VINNOVA och dess föregångare Nutek. Programmen har sammantaget lett till effekter av betydande värde. Ett 10-tal nya produkter har lanserats på marknaden. Försäljningsvärdet på produkterna uppgick under 2010 till minst 50 miljoner kronor per år och ökar. De nya produkterna kännetecknas av helt nya egenskaper samt att de är baserade på förnyelsebara råvaror. Vidare har sju nya företag startats som en direkt eller indirekt effekt av programmen. Programmen har också haft stora effekter på kunskapsspridning, nätverkande och uppbyggnad av forskningsmiljöer. Tillsammans har de bidragit till att Sverige inom flera områden nått en världsledande ställning. I några fall har den kunskapsuppbyggnad som skett som en bieffekt lett till att befintliga produktionsprocesser effektiviserats. Däremot kan ännu inte några större positiva effekter på miljön konstateras, men potentialen för framtida sådana effekter är stor.

Vi tackar alla som bidragit till eller delat med sig av sina erfarenheter och därmed möjliggjort genomförandet av denna studie.

Analysen har på uppdrag av VINNOVA genomförts av WSP Analys & Strategi med Jenny von Bahr som ansvarig.

VINNOVA i juni 2011

*Charlotte Brogren*  
Generaldirektör

*Göran Marklund*  
Direktör  
Avdelningschef för Verksamhetsutveckling



# Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>9</b>
<b>Summary .....</b>	<b>14</b>
<b>1 Inledning .....</b>	<b>19</b>
1.1 Syfte .....	19
1.2 Bakgrund och historik .....	19
1.3 Metod .....	22
<b>2 Forskningsprogrammen och deras mål .....</b>	<b>26</b>
2.1 PROF .....	26
2.2 PROFYT .....	27
2.3 Gröna material .....	28
2.4 Bedömning av måluppfyllnad .....	29
<b>3 Ekonomiska effekter .....</b>	<b>31</b>
3.1 Patent .....	31
3.2 Prototyper .....	32
3.3 Produkter på marknaden .....	32
3.4 Pilotanläggningar .....	33
3.5 Nya företag .....	33
3.6 Utveckling av befintlig produktion .....	33
3.7 Effekter hos deltagande företag .....	34
3.8 Utländska företag .....	35
3.9 Framtida effekter .....	36
3.10 Bedömning och lärdomar .....	36
<b>4 Mobilitet, människor och miljöer .....</b>	<b>37</b>
4.1 Disputerade m m .....	37
4.2 Nätverk .....	37
4.3 Följdprojekt .....	38
4.4 Forskningscentrum .....	39
4.5 Effekter i företagen .....	40
4.6 Övriga effekter .....	41
4.7 Bedömning och lärdomar .....	41
<b>5 Miljöeffekter .....</b>	<b>43</b>
5.1 Direkta miljöeffekter .....	43
5.2 Indirekta miljöeffekter .....	44
5.3 Framtida miljöeffekter .....	45
5.3.1 Faktorer som påverkar framtida miljöeffekter av VINNOVAs forskning .....	45
5.3.2 De studerade forskningsprojektens framtida potential .....	46
5.4 Miljöfrågor till deltagande företag .....	50

5.5	Miljöeffekter – sammanfattning och slutsatser .....	51
<b>6</b>	<b>Bedömning av programutformning och arbetsformer .....</b>	<b>53</b>
6.1	Forskning kontra kommersialisering .....	53
6.2	Patentfrågor .....	54
6.3	Pris och omvärldsbevakning .....	55
6.4	Finansieringsmodell .....	55
6.5	Produktutveckling kontra processoptimering.....	56
6.6	Arbetsformer .....	56
<b>7</b>	<b>Har uppsatta mål nåtts? .....</b>	<b>57</b>
7.1	Har målen för programmet PROF uppnåtts?.....	57
7.2	Har målen för forskningsprogrammet PROFYT uppnåtts? .....	58
7.3	Gröna material.....	59
7.4	Wood Material Science Research .....	60
7.4.1	Sammanvägt omdöme samtliga program .....	60
<b>8</b>	<b>Case 1 - Barriärskikt av bioplast.....</b>	<b>61</b>
8.1	Ekonomiska effekter .....	62
8.2	Miljöeffekter.....	64
8.3	Mobilitet, människor och miljöer.....	64
8.4	Bedömning och lärdomar .....	66
<b>9</b>	<b>Case 2 - Nya användningsområden för träråvara.....</b>	<b>67</b>
9.1	Ekonomiska effekter .....	69
9.2	Miljöeffekter.....	71
9.3	Mobilitet, människor och miljöer.....	72
9.4	Övriga långsiktiga effekter.....	76
9.5	Bedömning och lärdomar .....	76
<b>10</b>	<b>Case 3 – Vegetabiliska oljor .....</b>	<b>77</b>
10.1	Ekonomiska effekter .....	78
10.2	Miljöeffekter.....	79
10.3	Mobilitet, människor och miljöer.....	79
10.4	Bedömning och lärdomar .....	80
<b>11</b>	<b>Case 4 – Biokompositer.....</b>	<b>81</b>
11.1	Ekonomiska effekter .....	82
11.2	Miljöeffekter.....	83
11.3	Mobilitet, människor och miljöer.....	84
11.4	Bedömning och lärdomar .....	85
<b>12</b>	<b>Case 5 – Nya koncept och material .....</b>	<b>87</b>
12.1	Ekonomiska effekter .....	88
12.2	Miljöeffekter.....	90
12.3	Mobilitet, människor och miljöer.....	90
12.4	Bedömning och lärdomar .....	92



<b>13 Case 6 Domsjö .....</b>	<b>94</b>
13.1 Ekonomiska effekter .....	96
13.2 Miljöeffekter.....	97
13.3 Mobilitet, människor och miljöer.....	97
13.4 Övriga långsiktiga effekter.....	98
13.5 Bedömning och lärdomar .....	98
<b>Bilaga 1: Referenslista.....</b>	<b>100</b>
<b>Bilaga 2: Intervjulistå kedjereaktionsstudien.....</b>	<b>101</b>
<b>Bilaga 3: Intervjulistå företagsstudien .....</b>	<b>103</b>
<b>Bilaga 4: Referensgrupp .....</b>	<b>104</b>



# Sammanfattning

WSP Analys & Strategi har på uppdrag av VINNOVA studerat långsiktiga effekter av tre forskningsprogram som bedrevs under perioden 1994 till 2007.

## Programmen

De tre olika forskningsprogram som studerats hänger ihop. PROF (1994-1997) fungerade som visionär uppstart för ett nytt forskningsområde och innebar fokus på behovsmotiverad grundläggande forskning om material från förnyelsebara råvaror. PROFYT (1998-2002) byggde vidare där PROF slutade och inriktades mot lovande forskningsspår, medan Gröna Material (2003-2007) främst inriktades på demonstratorprojekt, samfinansierades med företag och innebar ett ökat fokus på att produktifiera forskningsresultaten. Programmen genomfördes med flera syften, bland annat att få fram nya material med ett högre förädlingsvärde från förnybara råvaror för att stärka svensk industris konkurrenskraft. Forskningsmedel har huvudsakligen delats ut till forskningsinstitutioner på universitet och högskolor med kemisk eller teknisk inriktning samt till forskningsinstitut, men även företag har deltagit i projekten.

## Effekter i korthet

Programmen har haft stora effekter på kunskapsspridning, nätverkande och uppbyggnad av forskningsmiljöer. Även om forskningsprogrammen numera avslutats bedrivs forskningen vidare i nya kunskapscentra och andra forskningsprogram som till stor del finansieras av EU. En anledning till att Wallenberg Wood Science Centre startade var en presentation av kunskaper från forskning inom programmen om hur man kan utnyttja lågvärdig bark som en källa för värdefulla kemikalier. Även forskningen om biokompositer inom fordonsindustrin har tagits över av industrin.

Programmen har lett till nya produkter på marknaden och till att sju nya företag har startats. Försäljningen av produkterna uppgår till minst 50 mkr per år och ökar. Om oljepriserna går upp finns flera strategiska patent och prototyper som skulle kunna kommersialiseras.

Några stora miljöeffekter syns ännu inte. Av de åtta produkter som kommit ut på marknaden är det hittills endast en, en båtottenfärg, som har någon större positiv effekt på miljön. En indirekt miljöeffekt var att ett tidigt projekt identifierade en stor potential i att använda naturmaterial i flera olika produkter, bland annat tvättmedel. Fortsatt forskning utanför programmen har lett till att syntetiska tensider med mycket negativ miljöpåverkan har kunnat fasas ut. Även inom andra områden finns potential för stora framtida positiva miljöeffekter.

Sammantaget bedömer WSP att resultatet av programmen hittills gett tillbaka minst lika mycket till samhället som programmen har kostat, samtidigt som svenskt näringslivs långsiktiga konkurrenskraft har stärkts.

## **Ekonomiska effekter**

Ett av huvudsyftena med programmen har varit att få fram nya, kommersiellt gångbara produkter från förnyelsebara råvaror. Resultatet av denna studie visar att minst åtta nya produkter eller tjänster har kommit ut på marknaden och att svenska företags försäljning av dessa idag uppgår till minst femtio miljoner kronor per år samtidigt som försäljningen ökar med uppskattningsvis 20 till 30 procent per år. De tydligaste exemplen på nya produkter är högreaktiv cellulosa från Domsjö Fabriker, glutenfritt bröd från Garbo Food, lackerad plåt från SSAB samt miljövänlig båtfärg från Ecomarine.

De nya produkterna kännetecknas av helt nya egenskaper samt att de är baserade på förnyelsebara råvaror. Vad det gäller det lackerade stålet är det själva lacken som är framtagen av förnybara material. Den produkt som har gett störst avkastning är Domsjö försäljning av lågviskoscellulosa, en produkt som det finskägda företaget Visko förädlar vidare till en produkt som används som korvskinn. Lågviskoscellulosan bygger på högkvalitativ forskning kring nanomaterial och har helt nya materialegenskaper. Omsättningen på produkten ökar snabbt och kommer under år 2010 att uppgå till 42 miljoner kronor.

Vidare så har sju nya företag startats som en direkt eller indirekt effekt av forskningsprogrammen även om de flesta av dessa fortfarande inte har kommit igång med någon försäljning.

Inom projekten har vi identifierat 21 patent samt 19 olika prototyper. En del av dessa representerar produkter som är på väg ut på marknaden medan andra har haft problem med att klara av en kommersialisering. De produkter som har tagits fram inom forskningsprojekten, men inte kommit ut på marknaden har visserligen ofta haft en hög funktionalitet, men hejdas av att de har haft en låg processbarhet vilket har inneburit att de inte har kunnat konkurrera prismässigt med konventionella material baserade på olja. Kan tillverkningsprocesserna effektiviseras ytterligare eller i det fall oljepriset skulle stiga kraftigt finns en rad ytterligare produkter som skulle vara mogna för en marknads lansering.

Ett problem som i vissa fall har dykt upp efter att forskningsprojekten har avslutats är att det saknas finansierare för marknadsintroduktion av produkter. En del patent har fångats upp av utländska företag som haft bättre möjligheter att kommersialisera resultaten.

## **Mobilitet, människor och miljöer**

De tre forskningsprogrammen har tillsammans varit avgörande för att Sverige inom flera områden nått en världsledande ställning jämfört med en situation där Sverige snarast låg långt efter ledande forskningsnationer inom området. De områden där Nuteks och VINNOVAs pionjärsatsning har bidragit till att Sverige har världsledande forskarmiljöer är följande:

- Nanocellulosa
- Tillverkning av lågviskoscellulosa

- Membranprocesser för separation inom industrin
- Bioraffinaderi
- Kemisk uppbyggnad av material till önskad struktur och egenskaper

Programmen har aktivt gynnat framväxten av nätverk mellan forskare på olika högskolor, forskningsinstitut och företag. Detta har skett genom regelbundna nätverksträffar samt genom att flera aktörer ingått i respektive projekt. Väldigt många av de intervjuade lyfter fram detta som mycket betydelsefullt. Hela 94 procent av de undersökta projekten har bidragit till att bygga upp nationella nätverk och 45 procent av projekten har även resulterat i internationella nätverk. Forskarna och företagsrepresentanterna har sedan utvecklat sina nätverk och startat nya följdprojekt, nya samarbeten mellan institutioner och företag samt använt nätverken för att snabbt och lätt kunna informera sig om kunskapsläget.

Andra effekter av satsningen är att sju nya kompetenscentra har startats varav flera är finansierade av näringslivet själva. Det gäller bland annat Wallenberg Wood Science Center där Wallenbergsfamiljen har investerat 400 miljoner kronor. Dessa kompetenscentra har tagit över där VINNOVA slutade och bedriver idag en mycket kvalificerad forskning.

Minst 77 procent av projekten har lett till följdprojekt och ofta flera sådana. Vi har identifierat 33 personer som har disputerat inom projekten. Nio av dessa har fortsatt inom industrin där de gör mycket stor nytta med att höja kompetensen, utveckla nya produkter och effektivisera processer.

### **Miljöeffekter**

När forskningsprogrammen startade var ett syfte att de skulle leda till minskade konsekvenser för miljön genom att nya miljöanpassade produkter skulle ersätta fossilt baserade. För att detta ska ske krävs att det kommer ut en produkt på marknaden och att den tränger ut en annan mer miljöskadlig produkt. Detta har hittills skett i liten utsträckning. Endast en produkt, en båtbottnfärg som ersätter annan giftigare båtbottnfärg bedöms ha fått stora positiva miljöeffekter.

Miljöaspekten är inte den viktigaste aspekten för företagen. Även om miljöfrågan är en drivkraft så krävs normalt också att den nya produkten har någon fördel jämfört med konventionella produkter, till exempel förbättrad funktion eller lägre total kostnad genom minskad energiförbrukning. Om till exempel oljepriserna går upp finns flera strategiska patent och prototyper som skulle kunna kommersialiseras.

Det finns fortfarande stor potential för positiva miljöeffekter i framtiden, t.ex. av förnybart baserade barriärskikt i livsmedelsförpackningar. Vid högre miljökrav på tyger finns potential att öka försäljningen av högreaktiv cellulosa som kräver väsentligt mindre användning av kemikalier för produktion än bomullstyg. Om bioraffinaderier blir verklighet i stor skala skulle det kunna medföra stora miljövinster.

En fjärdedel av de intervjuade företagen uppger att deltagandet i programmen gett positiva miljöeffekter såsom minskat företagens miljöpåverkan eller förbättrat företagens miljöprofil.

### **Övriga effekter**

En indirekt effekt av programmen är att flera företag och institutioner har fått upp ögonen för forskning eller nätverkssamarbete och sedan fört vidare denna positiva erfarenhet till andra forskningsområden. En annan effekt är att företag och forskare som har lärt känna varandra inom VINNOVAs forskningsprogram sedan har gått vidare med forskningsprojekt inom andra forskningsområden, ofta på en internationell nivå och i större nätverk.

I några fall har det visat sig att den kunskapsuppbyggnad som skett hos forskare och företag som en bieffekt lett till att befintliga produktionsprocesser utvecklats samt att produkter av konventionell plast har utvecklats. Exempelvis har forskningsresultat använts för att optimera konventionell plastproduktion, skräddarsy traditionell viskosproduktion efter kundens behov och till att tillverka medicinska hjälpmedel av konventionell plast. Vidare har forskning också skett inom området bioraffinaderi där befintliga processer och flöden optimeras och fler sidoströmmar tas om hand. Det behöver inte nödvändigtvis ge nya produkter av nya material, men bioraffinaderi-konceptet ökar förädlingsvärdet av råvaran, veden, och därmed lönsamheten för hela processen. Denna positiva bieffekt är kopplad till det faktum att doktorander som disputerar inom de VINNOVA-finansierade projekten sedan fortsätter som forskare inom industrin.

### **Måluppfyllelse**

En slutsats av studien är att det tar lång tid att åstadkomma ekonomiska effekter och ännu längre tid för att uppnå miljöeffekter samt att de senare till stor del är beroende av oljeprisets utveckling samt av regleringar inom exempelvis kemiområdet. Programmet PROF får goda omdömen när det gäller att bygga upp kunskap, kompetens och initiera nätverk mellan forskning och företag. Det efterföljande programmet PROFYT inriktades mot de mest lovande forskningsspåren och bedöms ha uppfyllt sina realistiska mål. Programmet Gröna material, 2003-2007, finansierade VINNOVA tillsammans med industrin. Det bedöms ha uppnått mål om att få fram nya produkter och öka sysselsättningen medan målet ”starkt ökad användning av förnyelsebara råvaror i material och produkter” ännu bara i mycket liten utsträckning uppnåtts.

### **Effektstudiens uppläggning**

WSP Analys & Strategi har inom ramen för projektet studerat 47 olika forskningsprojekt, indelade i sex olika *case*, som tillsammans omfattat 138 miljoner kronor. Ett femtiotal personer har intervjuats i en *kedjeintervju* och tjugo intervjuer har genomförts i en kompletterande *företagsstudie*. Detta innebär att samtliga i denna rapport beskrivna effekter utgör en delmängd av resultaten och därför skall ses som miniminivåer.

**Tabell 1 Teman på de olika Casen samt deras omfattning**

<b>Case</b>	<b>Benämning</b>	<b>Antal projekt</b>	<b>Forskningsanslag</b>
1	Barriärskikt av bioplast	16	29,4 mkr
2	Nya användningsområden för träråvara	14	45,5 mkr
3	Vegetabiliska oljor	3	4,4 mkr
4	Biokompositer	8	40,6 mkr
5	Nya koncept och material	6	18,6 mkr
6	Domsjö	(6)*	(28 mkr)*
	<b>Summa</b>	<b>47</b>	<b>138 mkr</b>

*\*Projekten i Case 6 ingår även i Case 1 till 5*

# Summary

On behalf of VINNOVA, WSP Analysis & Strategy has assessed the long-term impacts of three research programmes that were carried out during the period 1994-2007.

## **The Programme**

The three research programmes under assessment are closely linked. PROF (1994-1997) was a pioneering programme which helped launch a new field of research and focused on needs-based basic research on materials produced from renewable raw materials. PROFYT (1998-2002) continued the work of PROF and was oriented towards promising research themes, whilst Gröna Material (“Green Materials”, 2003-2007) was co-financed by companies and focusing on commercial development of results. The research programmes were carried out with several purposes, including the development of new materials with higher refining values from renewable raw materials in order to strengthen the competitiveness of Swedish industry. Research funding was primarily awarded to research institutes at universities and colleges with chemical or technical competence, although other research groups and companies also participated in the projects.

## **Summary of impacts**

The programmes have had a major impact by enabling dissemination of research, networking and development of research environments. Although the research programmes have concluded, research continues in new knowledge centres and through other research programmes, which are largely financed by the EU. One reason for the launch of the Wallenberg Wood Science Centre was a presentation of findings from research in the programmes on how low-value bark can be used as a source for valuable chemicals. Even research on use of biocomposites in the vehicle industry has been taken over by the industry.

The programmes led to the launch of new products and at least seven new companies. Sales of these products account for at least 50 million SEK per year, a figure that is increasing. Should the oil price increase, there are several strategic patents and prototypes that could be commercialised.

No major environmental impacts have been observed. Of the eight products that are available on the market, only one – an anti-fouling paint for ships – has had a clear positive impact on the environment. An indirect environmental impact was that one of the first projects identified a significant potential to use natural materials in several different products, including washing powder. Continued research outside of the programmes has enabled the phasing out of synthetic surfactants (which have a detrimental impact on the environment) from washing powder. There is also potential in other fields of research to enable positive environmental impacts in the future.



In conclusion, WSP considers that the programmes have provided at least as much value to society as the cost of the programmes. Simultaneously, the long-term competitiveness of Swedish industry has been strengthened.

### **Economic impacts**

One of the key objectives of the programmes was to develop new, commercially-viable products from renewable raw materials. The results of this study show that at least eight new products or services have reached the market and that Swedish companies' sell at least 50 million SEK of these products per annum, a total increasing by an estimated 20-30 percent each year. The four clearest examples of new products are highly-reactive cellulose from Domsjö Fabriker, gluten-free bread from Garbo Food, lacquered steel from SSAB and environmentally-friendly anti-fouling paint from Ecomarine.

The new products are characterized by entirely new properties and are based on renewable raw materials. With regard to lacquered steel, it is the lacquer that is produced using renewable materials. The product giving the highest rate of return was Domsjö Fabriker's low-viscose cellulose, a product which the Finnish-owned company Visko developed into a product that can be used as sausage skins. Low-viscose cellulose is a product of high-quality research on nanomaterials and the product has unique material properties. Turnover of this product is rapidly increasing and in 2010 will reach 42 million SEK. In addition, seven new companies have started as a direct or indirect consequence of the research programme, although most have not yet started selling their products.

Within the project, we have identified 21 patents and 19 different prototypes. Of these, several represent products that will reach the market whilst others have had problems with commercialisation. Those products that were developed within the research projects but have not yet reached the market have often had strong functionality, but have are difficult to produce or are produced in small volumes, meaning they are unable to compete commercially with conventional oil-based materials. If production processes could be made more efficient, or if oil prices were to increase significantly, a number of other products may mature and reach the market.

A problem that has occasionally surfaced is that, once the research projects have ended, there is no clear financier for the market introduction of products. Thus, several patents have been purchased by foreign companies which have greater possibilities to commercialise the results.

### **Mobility, people and environments**

The three research programmes have together been decisive in enabling Sweden to become a world-leader in several fields in which Sweden, prior to the programmes, was weakly-positioned. Nutek and VINNOVA's pioneer projects have contributed to enhancing the status of Sweden's research environments in the following fields:

- Nano-cellulose
- Production of low-viscose cellulose

- Membrane processes for separation in industry
- Bio-refineries
- Chemical construction of materials to meet desired structures and properties

The programmes have actively contributed to the growth of networks between researchers at different colleges, research institutes and companies. This has occurred in the form of regular network meetings and inclusion of numerous partners in the different projects. Many of those interviewed praised this successful format. 94 percent of the projects assessed in this study have developed national networks and 45 percent have also resulted in international networks. Researchers and company representatives have thus developed their networks and been able to start successor projects, establish new partnerships between institutions and companies and use their networks to quickly and easily share information on the state of research in their fields.

Another effect of the research is that seven new research centres have started, of which several are wholly-funded by the private sector. This includes, for example, the Wallenberg Wood Science Centre, in which the Wallenberg family has invested 400 million SEK. These research centres have taken over where VINNOVA finished, and today carry out highly-qualified research.

At least 77 percent of the projects have led to successor projects, in some cases several. This study identified 33 individuals who have defended their doctoral thesis within the projects. Nine of these people have continued to work in industry where they play valuable roles in increasing competency, developing new products and increasing the efficiency of industrial processes.

### **Environmental impacts**

When the research programmes began, one objective was to reduce environmental impacts through development of environmentally-adapted products to replace fossil-based products. For this to be achieved, products must reach the market and then squeeze the market share of environmentally-damaging products. To date, this has occurred on a small scale and only one product, an anti-fouling paint for ships which replaces other toxic anti-fouling paints, can be judged to have achieved significant positive environmental impacts.

Environmental considerations are often not the most important priorities for companies. Although environmental issues can be a driving force, it is usually essential that a new product has a clear advantage over conventional products, such as improved functionality or lower total costs due to lower energy consumption. Should the oil price increase, it is possible that more strategic patents and prototypes may be commercialised.

There is significant potential to achieve positive environmental impacts in the future, e.g. through use of renewable-based barrier layers in grocery packaging. Higher environmental standards for textiles offer potential for increased sales of highly-reactive cellulose, which require significantly less chemicals during production than cotton

fabrics. If biorefineries are constructed on a large-scale, there will be enormous environmental benefits.

One quarter of interviewed companies said that their participation in the programme had led to positive environmental impacts, such as reduction of the company's environmental impacts or improvement of the company's environmental profile.

### **Other impacts**

An indirect impact of the programmes was that more companies and institutions have been alerted to the research and networks and subsequently spread positive experiences to other fields of research. Another impact was that companies and researchers who have got to know each other through VINNOVA's research programme have since gone on to develop research projects in other fields, often in international projects and with larger networks.

In some cases, the development of knowledge among researchers and companies has, as a side-effect, led to the improvement of existing production processes and development of new products using conventional plastics. For example, research results were used to optimise conventional plastic production, customise traditional viscose production according to customer's needs and to produce medical equipment from conventional plastics. Further research has also taken place on biorefineries, where existing processes and flows have been optimized and more bi-products can be treated. This does not necessarily lead to new products from new materials, but the biorefinery concept increases the added-value of the raw material, wood, and therefore increases the cost-effectiveness of the whole process. This positive side-effect is related to the fact that doctoral students that presented their thesis within VINNOVA-financed projects have subsequently continued their careers as researchers within industry.

### **Achievement of targets**

A conclusion of the study is that it takes a long time to achieve economic impacts and an even longer time to realize positive environmental impacts, with the latter also depending to a large extent on the price of oil and regulation of areas such as chemicals. The PROF programme is judged to have had a positive impact by developing knowledge, competence and starting networks between researchers and companies. Its successor PROFYT was oriented towards the most-promising fields of research and is judged to have achieved its realistic targets. The Green Materials programme was co-financed by VINNOVA and industry. The programme is judged to have achieved its objective of developing new products and increasing employment, whilst the objective "strongly increase use of renewable raw materials in materials and products" has to a much lesser extent been fulfilled.

### **Methodology**

Within the framework of this project, WSP Analysis & Strategy have studied 47 different research projects, divided into six groups of *Cases*, which together received 138 million SEK in grants. Over 50 individuals were interviewed in a *chain interview* and 20 interviews were conducted in a supplementary *company study*. This means that

this report's described impacts represent only part of all results, and therefore, the findings should be seen as indicative minimum thresholds.

**Table 1 Themes and range of the different Cases**

<b>Case</b>	<b>Title</b>	<b>Number of projects</b>	<b>Research grant (mSEK)</b>
1	Barrier layers from bioplastics	16	29.4 million SEK (mSEK)
2	New uses for forestry raw materials	14	45.5 mSEK
3	Vegetable oils	3	4.4 mSEK
4	Biocomposites	8	40.6 mSEK
5	New concepts and materials	6	18.6 mSEK
6	Domsjö (biorefinery)	(6)*	(28 mSEK)*
	<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>138 mSEK</b>

*\*Projects in Case 6 are also included in Cases 1-5.*

# 1 Inledning

WSP Analys & Strategi har på uppdrag av VINNOVA genomfört en effektstudie av myndighetens, samt föregångaren NUTEKs, forskningsprogram inom området förnybara material. Effektstudien utgår från VINNOVAs metod för effektstudier och den förstudie som WSP Analys & Strategi tidigare har tagit fram på uppdrag av VINNOVA. För att öka läsbarheten används i denna rapport *VINNOVA* som ett samlingsnamn för *NUTEK och VINNOVA* förutom i sammanfattningen, i avsnittet *Bakgrund och historik* samt i samband med andra historiska avsnitt. Vidare ersätts begreppet *material från förnyelsebara råvaror* med uttrycket *förnybara material*.

## 1.1 Syfte

Effektstudien syftar till att belysa de långsiktiga effekterna av forskningsprogrammen inom området förnybara material. Studien ska inkludera effekter på samhällets miljöpåverkan, ekonomiska konsekvenser i form av företagsutveckling och ekonomisk utveckling för aktuella företag, generering av kunskap och kunskapsspridning samt övriga bestående effekter.

## 1.2 Bakgrund och historik

Varför startade NUTEK det första forskningsprogrammet PROF? Här ges en kort bakgrund till hur programmet växte fram och vad man förväntade sig att få ut av det. Det fanns flera orsaker till att forskningsprogrammen startades. Det handlade om hur miljödebatten såg ut, hur jordbruket och skogsbruket omvandlades samt om industrins behov av spetsforskning för att stå sig i den internationella konkurrensen med mera.

### Miljödebatten

Miljöfrågorna uppmärksammades alltmer i slutet av 80 - och i början av 90-talet. Detta var innan vanliga förpackningar hade börjat återvinnas i och med Producentansvarslagen som gick igenom 1998. I debatten blev livsmedelsförpackningen en symbol för nedsmutsning, brist på komposterbarhet och hög resursförbrukning. Behovet av förpackningar överhuvudtaget ifrågasattes. Idealet var förpackningar som var ätbara eller åtminstone komposterbara. För industrin blev det nödvändigt att visa att förpackningar även kan vara nyttiga. Många kommer säkert ihåg Tetra Paks bild på ett par händer med mjölk i händerna. Under samma tidsperiod kom Miljödepartementet ut med ett förpackningsdirektiv.

### Jordbruket

Jordbruket genomgick stora förändringar, bland annat som ett led i reformeringen inför medlemskapet i EU och det fanns en stark drivkraft att finna andra och nya användningsområden för grödor som alternativ till livsmedelsproduktion.

EU hade stora forskningsprogram inom området främst fokuserade på energigrödor. I Danmark och Holland fanns stora program även för bioraffinaderier utgående från grödor.

### **Industrins behov**

Från myndighetshåll hade man förväntningar på att kunna få fram förnybara material som skulle kunna konkurrera ut etablerade högindustrialiserade volymprodukter som till exempel polyeten. Från industrins sida ansågs detta inte vara en realistisk målsättning. Det som motiverade industrin att engagera sig var istället ett stort intresse för potentialen med förnyelsebara råvaror. Från industrins sida såg man ett behov att klarlägga vilka egenskaper som skulle kunna vara möjliga att uppnå och vilken kemi och molekylstruktur som kan kopplas till vilka egenskaper. Det som var drivkraften var möjligheten att utveckla nya material för nya tillämpningsområden eller som förbättringar i existerande tillämpningar. Det vill säga smalare och mindre generella användningsområden än att helt ersätta polyeten.

### **Svenska förutsättningar**

Sverige bedömdes ha en gedigen forskningstradition på kolhydrat- och naturproduktområdet, inklusive cellulosafibrer, inom universitet och högskolor samt till viss del inom industrin. Kunskapsnivån bedömdes som hög inom separationsteknik och beträffande utrustning och processer. Den svenska tillgången till skogsråvara nämns som en förutsättning samt även tillgång till grödor som vete, havre, raps, korn, lin, potatis och sockerbetor.

### **Omvärldens satsningar**

En anledning till de svenska satsningarna var att omvärlden hade kommit långt i sina satsningar inom området förnybara material. Bland annat hade företag inom olika produktområden i Europa som Biopac, Caltex, ICI, Novamont och Raison Thetaat lanserat produkter från förnyelsebara råvaror. Även i USA ökade satsningarna på forskning, utveckling och kommersialisering av nya industriella produkter från jordbruksråvaror. Satsningen finansierades delvis av US Department of Agriculture. Även Japan hade hög forskningsaktivitet inom området men inte lika långt gången kommersialisering.

### **Tidiga satsningar**

Forskningen inom området förnybara material tog fart under 1980-talet då Styrelsen för teknisk utveckling (STU) initierade ett antal ramprogram för att finansiera forskning över flera år. Ett av dessa program kallades *Cellulosafiberbaserade flerkomponent-system* och verkade delvis inom området förnybara råvaror. Även Forskningsrådsnämnden (FRN) uppmärksammade behovet av forskning för att lösa framtidens problem. FRN fokuserade på fytokemi som en möjlighet för Sverige och finansierade tillsammans med Skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR) en idéutvecklingsutlysning. Ett antal av de projekt som framkom inom forskningsprogrammet fick vidare finansiering. Projektets framgång varierade, men programmet ansågs ha varit framgångsrikt när det gäller att skapa kunskap och framgångsrika forskargrupper, men

misslyckat när det gäller att ta fram kommersiella produkter. Industrins intresse för forskningen var svagt och ett betydligt bättre samarbete med industrin fördes fram som en nyckel till vidare arbete inom området.

### **Framväxten av PROF**

I början av 1990-talet arrangerade STU seminarier och möten mellan forskare och industrirepresentanter inom området förnybara material för att generera forskningsidéer. En bred samling av industriföretag var också drivande bakom denna process och uppvaktade STU tillsammans med forskningsrepresentanter. Industrins intresse samt intresse för att delta som medfinansierare av forskningen ledde fram till att STU skapade forskningsområdet *Nya miljövänliga produkter från förnyelsebara resurser*. Inom forskningsområdet lanserades forskningsprogrammet PROF, *Nya produkter ur förnyelsebara råvaror, 1994-1997*. Industrin var framförallt intresserad av de nya materialens *funktion* inte av detaljerad information om kemiska processer och ingående ämnen.

### **Kompetenscentrum**

Under 1990-talet genomförde Nutek en utlysning för att skapa framgångsrika forskningsmiljöer inom olika ämnesområden, så kallade kompetenscentrum. Två forskningsmiljöer som fick finansiering verkade inom området förnybara material, CAP, Centrum för amfifila polymerer från förnyelsebara råvaror vid Lunds universitet och SNAP, Centrum för naturproduktbaserade tensider (Centre for Surfactants from Natural-Based Products) vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm. Verksamheten vid de båda kompetenscentren kom igång år 1995 och kom att få stor betydelse för forskningen inom området.

### **PROFYT**

I slutet av 1990-talet skapade Nutek forskningsprogrammet PROFYT, *Nya funktionella cellulosa- och agroprodukter, 1998-2002*, som en uppföljare till det tidigare PROF. Inom PROFYT fanns huvudsakligen två olika projektgrupper, stärkelsebaserade projekt och projekt inriktade på hemicellulosa.

### **Gröna Material**

I inledningen av 2000-talet presenterade IVA, Nutek och Industridepartementet en studie som benämndes *Teknisk framsyn*, där det konstateras att möjligheterna för Sverige bör vara stora inom området förnyelsebara material. Nutek (senare VINNOVA) genomförde därefter en översyn av de genomförda forskningsprogrammen på området och kom fram till att en del av de forskningsidéer och produkter som hade tagits fram inom forskningsprogrammen och de båda kompetenscentren var redo att testas industriellt. Utgående från visionsbilden (för 2020) i Teknisk framsyn tog VINNOVA i samarbete med representanter från forskarvärlden och industrin fram en handlingsplan, en ”roadmap” för hur forskningen skulle bedrivas inom området förnybara material. Som ett resultat av detta arbete skapades år 2003 programmet Demonstratorer inom Gröna material som pågick till år 2007. Samma år instiftades programmet Wood Material Science Research som finansierades av VINNOVA, Formas och ett antal

finska aktörer. Programmet pågick mellan åren 2003 och 2007 och VINNOVA finansierade tillsammans med industriaktörer projekt som gick under temat *Modifiering och process av trämaterial till eko-effektiva och innovativa produkter*.

### **Utveckling över tiden**

Det första programmet PROF hade inriktningen mot behovsmotiverad grundläggande forskning, i programmet PROFYT kunde forskningen inriktas mot de mest lovande forskningsspåren medan programmet Gröna Material hade ett tydligt fokus på att få fram demonstratorer. Vidare var de senare programmen större än de tidigare. Idag finns dock inget samlat forskningsprogram inom området. Jämfört med i början på nittiotalet har många förändringar skett både i Sverige och i omvärlden. Utvecklingen har dock inte ändrat på grundanalysen som gjordes i början på 1990-talet: Sverige har tillgång till många förnyelsebara råvaror som bör kunna användas för att tillverka nya material och produkter och därigenom stärka svensk industri. Till viss del har dock industrin själva tagit över finansieringen av forskningen inom området.

## **1.3 Metod**

### **Förstudie**

I förstudien gick WSP igenom vilka forskningsprogram med koppling till VINNOVA som har funnits inom området förnybara material. För att kunna studera långsiktiga effekter fokuseras effektanalysen på forskningsprojekt som inleddes under 1990-talet eller tidigt 2000-tal. Kartläggningen i förstudien visade att de forskningsprogram som var lämpliga att studera var: PROF, Nya produkter ur förnyelsebara råvaror (1994-1996), PROFYT, Nya funktionella cellulosa- och agroprodukter (1997-2002) samt Gröna material (2003-2007).

Från mitten av 1990-talet fram till mitten av 2000-talet har även forskning bedrivits i de två kompetenscentren CAP, *Centrum för amfifila polymerer från förnyelsebara råvaror* och SNAP, *Centrum för naturproduktbaserade tensider (Centre for Surfactants from Natural-Based Products)*. CAP som var lokaliserat till Lund sysslade mestadels med tillämpad forskning och generisk kunskap. Forskningsprojekten rörde allt från polymerer och cellulosa till stärkelse. Ett fåtal projekt handlade om vegetabiliska oljor.

På kompetenscentrat SNAP, Kompetenscentrum för naturproduktsbaserade tensider, på KTH i Stockholm indelades forskningen i industriella och biologiska applikationer. Forskningsprojekten handlade främst om naturproduktsbaserade ytaktiva ämnens/tensiders funktion och egenskaper för att på sikt hitta tillämpningar av tekniskt och kommersiellt intresse. Dessa kompetenscentra är redan väl utvärderade men omnämns vid flera ställen i studien. De studerade forskningsprogrammen inom området förnybara material åskådliggörs i nedanstående tabell.



**Tabell 2 Studerade forskningsprogram inom området förnybara material**

<b>Forskningsprogram</b>	<b>Årtal</b>	<b>Anslag (exklusive företagens bidrag)</b>
Nya produkter ur förnyelsebara råvaror (PROF)	1994-1996	15,3 mkr
Nya funktionella cellulosa- och agroprodukter (PROFYT)	1997-2003	38,5 mkr
Gröna Material, inklusive delprogrammet Wood Material Science Research	2003-2007	70 mkr

### **Kartläggning av projekt**

Ett första steg i denna effektstudie var att kartlägga vilka projekt som ingick i respektive forskningsprogram. Tre olika listor på program fanns att tillgå: en sammanställning på projekt, projektnummer, projektrubrik samt utbetalade medel från Susanne Andersson på VINNOVA, ett utdrag av tabeller på projekt ur VINNOVAs databas samt arkiverade uppgifter sparade på papper i pärmar. Då de olika listorna på projekt inte överensstämde exakt valdes Susanne Anderssons sammanställning ut som utgångspunkt, men den kompletterades i några fall med projekt hämtade från databasen.

### **Indelning i Case**

För att strukturera effektanalysen har forskningsprojekt inom samma tema i de tre forskningsprogrammen indelats i olika grupperingar som benämns *case*. Med ett case avses en forskningsfrågeställning som har fått bidrag under flera år och eventuellt inom flera olika forskningsprogram. Ofta har flera olika institutioner fått stöd för likartad forskning som bedrivits i samarbete mellan olika aktörer.

För att göra urvalet av lämpliga Case tog WSP hjälp av en referensgrupp med personer som på olika sätt deltagit i VINNOVAs forskningsprogram. Denna fick i uppgift att hjälpa till med att välja ut Case samt dela in forskningsprojekten i lämpligt Case. De Case som valdes ut var följande:

- 1 Barriärskikt av bioplast
- 2 Nya användningsområden för träråvara
- 3 Vegetabiliska oljor
- 4 Biokompositer
- 5 Nya koncept och material
- 6 Domsjö

Ovanstående case innehåller ett varierande antal projekt. Vissa av forskningsprojekten skulle teoretiskt sett kunna höra till fler än ett forskningsområde, men har då allokerats dit de bedömts passa bäst.

Caset Domsjö är ett specialcase för att belysa VINNOVAs olika forskningsprogram ur ett deltagande företags perspektiv. Forskningsprojekten som ingår i caset Domsjö ingår även i de andra casen under respektive tema.

## Kedjereaktionsstudie

Kedjereaktionsstudien innebär att en utvärderare tar kontakt med personer som har varit inblandade i de utvalda projekten, i första hand forskningsledarna. I nästa led av ”kedjan” har även andra viktiga personer som forskningsledaren nämnt intervjuats. Intervjuerna har genomförts med hjälp av tematiska *öppna frågor*. Frågorna har fokuserat på resultat från forskningen och hur följderna av dessa resultat kan urskiljas idag:

- Beskriv projektet
- Beskriv ekonomiska effekter som patent, nya produkter och företag
- Beskriv effekter på forskning, kunskapsspridning och nätverkande
- Beskriv effekter på miljön
- Beskriv övriga effekter
- Analys och lärdomar, intressanta iakttagelser

Syftet med de öppna frågorna har varit att inte styra de intervjuade alltför hårt utan att få dem att prata fritt om olika långsiktiga effekter. Nackdelen med denna metod har varit att det har varit svårt att sammanställa och aggregera resultaten. *Därför vill vi understryka att de sammanfattande resultaten kan ligga i underkant eftersom en viss underrapportering kan ha blivit en effekt av intervjumetoden. Exempelvis kan den intervjuade berätta om en ny produkt men inte nämna att produkten föregicks av en prototyp.* I kedjereaktionsstudien gick vi även vidare och intervjuade fler personer än projektledaren. Totalt har femtio personer intervjuats, varav 23 representerat en forskningsinstitution, fjorton stycken ett företag, tio ett forskningsinstitut och två VINNOVA samt en konsult till VINNOVA. Se bilaga 2. Flera av dessa personer har intervjuats flera gånger. Vissa personer har varit inblandade i flera forskningsprojekt, medan andra bara har deltagit i en avgränsad del av ett projekt. De flesta intervjuerna har genomförts per telefon men ett tiotal intervjuer har genomförts på plats hos respondenten.

Resultaten av kedjestudien redovisas i tabeller. I de fall en viss effekt har nämnts av någon intervjuad i ett projekt så har det tabellfältet färgats grönt. När det gäller antalet patent, prototyper, produkter på marknaden, pilotanläggningar, nystartade företag, disputerade samt forskningscentra har vi redovisat antalet kända fall för respektive projekt. När det gäller om projektet lett till nationella eller internationella nätverk samt följdprojekt redovisas om effekten förekommit eller inte. Vi har inte försökt beräkna antalet nätverk eller följdprojekt.

## Intervjustudie av företag

Kedjestudien har kompletterats med en riktad intervjustudie av företag som deltagit i programmet Gröna material. I denna studie fick företagen besvara nitton frågor som byggde på vanliga effekter av programmen som kommit fram under kedjereaktionsstudien. På så sätt användes kedjereaktionsstudien som underlag för att välja ut lämpliga frågor till företagsstudien. Företagsstudien genomfördes genom att tjugo intervjuer gjordes med representanter för företag som deltagit i programmet Gröna material. En

del personer blev intervjuade flera gånger eftersom en del företag deltog i flera olika projekt. Nitton olika frågor ställdes och svaren ger en bild av vilka effekter som deltagande företag upplevt av att delta i programmet. En lista på deltagande företag erhöles från VINNOVA. Urvalet av företag gjordes enligt följande: Utländska företag samt företag utan känd kontaktperson ströks direkt. Det senare urvalet skedde efter principen att de företag som vi först kom i kontakt med intervjuades i första hand. Dessutom eftersträvades en sådan spridning av intervjuerna att så många olika projekt som möjligt skulle täckas av minst en intervju.

Effekter som identifierats i företagsstudien men inte tidigare i kedjereaktionsstudien har lagts till resultaten från kedjereaktionsstudien i tabeller och dylikt.

### **Miljö**

I miljökapitlet beskrivs både kvantifierbara och icke kvantifierbara effekter. Eftersom få produkter har kommit ut på marknaden finns inga stora miljöeffekter att beskriva idag. Fokus läggs därför på att beskriva tänkbara framtida effekter av forskningen.

### **Rapportens disposition**

För att underlätta för läsaren har de sammanfattande kapitlen som summerar undersökningens resultat lagts först medan beskrivningen av Casen som de sammanfattande kapitlen bygger på lagts i slutet av rapporten.

## 2 Forskningsprogrammen och deras mål

### 2.1 PROF

År 1993/94 startades forskningsprogrammet *Nya produkter ur förnyelsebara råvaror*. Programmet omfattade 13 miljoner kronor och finansierade forskning inom fyra olika delområden: barriärskikt, ytaktiva ämnen, gelbildare och modifierade biofibrer.

I den programskrift som togs fram för programmet PROF går att läsa att de huvudsakliga målen med forskningsprogrammet var att utveckla kunskap som möjliggör för svensk industri att utveckla och tillverka nya, miljöanpassade och på en internationell marknad kommersiellt gångbara produkter baserade på inhemska förnyelsebara råvaror samt att stödja forskning som kan ge upphov till framtida material och produkter. Produkterna ska kunna produceras i betydande volymer och ändå vara tillräckligt kvalificerade för att motivera de ekonomiska åtaganden som utvecklingen av nya material innebär.

I programbeskrivningen har dessa mål vidareutvecklats. Där står bland annat att forskningsarbetet på lång sikt ska leda till minskade konsekvenser för miljön och att forskningsprogrammet ska lägga grunden för en strategisk samverkan mellan ett antal teknikledande svenska företag och kvalificerade högskoleinstitutioner och institut. I nedanstående tabell redovisas samtliga mål för forskningsprogrammet PROF.

**Tabell 3 Mål för forskningsprogrammet PROF**

Typ av mål	Målformulering
<i>Programsyfte</i>	Att stödja forskning som kan ge upphov till framtida material och produkter. Dessa skall kunna produceras i betydande volymer och ändå vara tillräckligt kvalificerade för att motivera de ekonomiska åtaganden som utvecklingen av nya material innebär.
	Att utveckla kunskap som möjliggör för svensk industri att utveckla och tillverka nya, miljöanpassade och på en internationell marknad kommersiellt gångbara produkter baserade på inhemska förnyelsebara råvaror.
<i>Programmål</i>	Den initiala forskningsuppgiften är (därför) att fysikaliskt och kemikaliskt definiera kraven för sådana material samt bedöma förutsättningarna för att framställa dem från förnyelsebara råvaror i Sverige.
	Att utveckla nya produkter, som ersätter de som för närvarande baseras på t.ex. petroleum. För detta måste man utgå från förnyelsebara råvaror.
	Att lägga grunden för en strategisk samverkan mellan ett antal teknikledande svenska företag och väl kvalificerade högskoleinstitutioner och institut.
	Att arbetet skall leda till minskade konsekvenser för miljön.
	Att utnyttja naturskapade strukturer för industriell produktutveckling. En ökad kunskap om råvarorna ger förutsättningar att utveckla produkter med nya funktionella egenskaper.
	Att skapa kunskap för att ta fram sådana produkter som företagen sedan kan utnyttja för sin egen forskning och produktutveckling inom området.

Typ av mål	Målformulering
	Att samla den forskningskompetens som finns vid ett antal institutioner vid flera av landets högskolor och universitet och skapa samarbeten mellan dessa och med pågående forskning inom EG och framför allt USA på motsvarande områden. Dessutom ska programmet sträva efter att etablera effektiva samverkansformer mellan industrin och forskare vid universitet, högskolor och institut.

## 2.2 PROFYT

År 1997/1998 inleddes forskningsprogrammet Nya funktionella cellulosa- och agroprodukter. Programmet som kom att förkortas PROFYT var en fortsättning på PROF och flera forskningsprojekt återfinns inom båda forskningsprogrammen. PROFYT pågick till år 2002 och inom programmet beviljades projekt för drygt 7 miljoner kr per år.

Forskningen inom programmet inriktades på tre delområden; stärkelse, hemicellulosa och vegetabiliska oljor. Målen för PROFYT var mer generellt skrivna än de för PROF. Där PROF har målet ”producera i betydande volymer” har PROFYT målet ”resultera i ett antal nya produkter” och så vidare. Detta visar en förståelse för att även nischprodukter kan vara viktiga. Den starka fokuseringen och begränsningen till inhemska råvaror och förutsättningar har tagits bort.

Bort togs även de tydliga målen om samarbete mellan inhemska högskolor och universitet samt målen om internationellt samarbete.

Fokus i PROFYT låg på att stärka samarbetet mellan forskningsmiljöer och industrin, skapa en grund för utveckling av kretsloppsanpassade produkter och bygga upp en inhemsk kunskapsbas som kan användas för att utveckla produkter och material baserade på förnybara råvaror i framtiden. Målen för forskningsprogrammet PROFYT redovisas i tabellen nedan.

**Tabell 4 Mål för forskningsprogrammet PROFYT**

Typ av mål	Målformulering
<i>Mål på kort sikt</i>	Att stärka och konsolidera de redan uppstartade samverkansformerna mellan forskningsmiljöer och industrin
	Att kartlägga små och medelstora företags möjligheter inom området.
	Att utgöra ett väl avvägt, fokuserat program inom området med ett starkt företagsengagemang.
<i>Mål på lång sikt</i>	Att skapa en grund för en framgångsrik utveckling av kretsloppsanpassade produkter, baserade på förnyelsebara råvaror.
	Att bygga upp ett nätverk av företag och forskningsutförare för att möjliggöra kunskaps- och tekniköverföring inom området.
	Att den fortsatta teknikutvecklingen skall resultera i ett antal nya produkter.

Typ av mål	Målformulering
	Att med hjälp av forskning skapa en inhemsk kunskapsbas som skall användas för att utveckla framtida produkter och material baserade på förnyelsebara råvaror. Programmet skall lägga grunden för en omfattande samverkan inom området mellan svensk industri, högskoleinstitutioner och institut.

## 2.3 Gröna material

År 2003 skapades forskningsprogrammet Gröna material från förnyelsebara råvaror av VINNOVA. Programmet pågick till år 2007 och delade totalt ut cirka 70 miljoner kr. Inom Gröna material fanns delprogrammet Demonstratorer som hade två utlysningar, åren 2003 och 2004. Tanken med delprogrammet var att forskningsresultaten från de tidigare programmen nu skulle börja resultera i marknadsmässiga produkter.

Syftet med Gröna material var att öka användningen och den industriella produktionen av nya material och produkter från förnybara råvaror. Tanken var att insatserna på lång sikt skulle bidra till en hållbar utveckling kombinerad med ekonomisk tillväxt.

Samhällets resursanvändning, miljöbelastning och klimatpåverkan skulle minska.

**Tabell 5 Mål för forskningsprogrammet Gröna material**

Typ av mål	Målformulering
<i>Övergripande mål</i>	Att utveckla ett flertal nya produkter och material baserade på förnyelsebara material, som är konkurrenskraftiga alternativ till de fossilbaserade och som resulterar i industriell produktion, nya företag och sysselsättning i Sverige.
	Att med grund i ny kunskap om växtförädling och termiska, mekaniska, kemiska och biologiska processer utveckla effektiva processer för utvinning av fibrer och andra råvarukomponenter samt bearbetningsprocesser för nya typer av material.
<i>Mål för delprogrammet Demonstratorer</i>	Att ta viktiga steg för att förverkliga visionen om en starkt ökad användning av förnyelsebara råvaror i material och produkter.
	Att visa nya material och produkter som tillverkas från förnyelsebara råvara, alternativt visa processer som kan användas för framställningen.
	Att visa realismen i ett förslag eller en idé och ta inledande steg mot en framtida kommersialisering.
	Att ta fram beslutsunderlag inriktat på fortsatt utveckling och industrialisering i samarbete med industrin.

**Wood Material Science Research** – År 2003 inleddes även det svensk-finska forskningsprogrammet Wood Material Science Research som ett delprogram inom ramen för programmet Gröna Material samt VINNOVAs program Trämanufaktur, men med några egna specialutformade mål. Forskningsprogrammet finansierades av VINNOVA och Forskningsrådet Formas i Sverige samt TEKES, *the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation* och Finlands Akademi och Skogs- och Jordbruksministerium. Programmet pågick till år 2007 och hade en total budget på cirka 20 miljoner Euro varav cirka 2,3 miljoner Euro från VINNOVA.

Forskningsprogrammet bestod av två delar, där den ena var mer forskningsinriktad, medan den andra inriktade sig på industriell medverkan. VINNOVA har inom den industriellt inriktade delen av programmet finansierat sex projekt. Detta område tangerar forskningsområdet förnybara material och flera av dessa projekt har därför inkluderats i effektstudien.

Syftet med forskningsprogrammet Wood Material Science Research var delvis att öka kunskapen och förbättra materialegenskaperna hos olika typer av förnybara material. Ett annat centralt mål för programmet var att skapa förutsättningar för industriellt och forskningsbaserade samarbeten som resulterade i nya ekoeffektiva produkter.

**Tabell 6 Mål för delforskningsprogrammet Wood Material Science Research**

Typ av mål	Målformulering
<i>Programsyfte</i>	Att främja konkurrenskraften för skogs- och skogsbaserad industri genom utveckling av innovativa, eko-effektiva och kostnadseffektiva skogsbaserade produkter, processer och tjänster.
	Att stärka kunskapsbasen genom nätverkande mellan svenska och finska forskningsresurser verksamma inom det vedråvarubaserade innovationssystemet.
	Att främja forskning kring trämaterial och stärka internationellt multidisciplinärt samarbete

## 2.4 Bedömning av måluppfyllnad

Alla tre programmen har flera likalydande mål och en gemensam inriktning som inte förändras från PROF till Gröna Material. Denna huvudinriktning kan exemplifieras med ett av PROFs programsyften: Att utveckla kunskap som möjliggör för svensk industri att utveckla och tillverka nya, miljöanpassade och på en internationell marknad kommersiellt gångbara produkter baserade på inhemska förnyelsebara råvaror.

Generellt kan man säga att målen för det inledande forskningsprogrammet PROF är högst satta. Där finns stora visioner kring att forskningen skall kunna efterlikna naturskapade strukturer, bidra till produktion av framtida material i betydande volymer, skapa samarbete med pågående forskning inom EG (EU) och USA och så vidare. Målen för nästkommande program, PROFYT är mer nedtonade. Där nämns inget om internationellt samarbete. Istället talas om att skapa en inhemsk kunskapsbas. Miljömålen är mycket nedtonade och målen för produktionen handlar om att skapa en grund för att utveckla framtida produkter och material. Däremot betonas i högre grad företagssamverkan och möjligheter för små- och medelstora företags möjligheter nämns.

I det tredje programmet Gröna material inklusive delprogrammet Wood Material Science Research är miljömålen fortfarande nedtonade. Samtidigt är målet att programmet skall resultera i industriell produktion, nya företag och sysselsättning i Sverige mer tydligt formulerat än i tidigare program samt även placerat som första mål.

Däremot återkommer målet med internationell samverkan eftersom delprogrammet Wood Material Science Research är ett samarbetsprojekt med Finland.

Sammanfattningsvis ser vi en tydlig trend från tydliga miljömål till tydliga mål kring sysselsättning och produktion. Dessutom blir målen kring vad forskningen kan nå rent naturvetenskapligt mer realistiska. Ordet naturskapade strukturer återkommer aldrig efter det inledande programmet PROF.



## 3 Ekonomiska effekter

I detta kapitel sammanfattar vi effekterna på ekonomin från två delundersökningar. Kedjereaktionsstudien omfattar intervjuer med 50 olika personer som deltagit i ett eller flera av 47 olika forskningsprojekt. Dessa har blivit intervjuade med öppna frågor vilket kan leda till att antalet prototyper med mera kan ligga något i underkant. Vi vill även påminna om att casen inte omfattar samtliga forskningsprojekt. Företagsstudien som omfattar tjugo intervjuer med företagsrepresentanter som deltagit i projekt inom programmet Gröna Material. Dessa har fått svara på nitton likalydande frågor med fasta svarsalternativ. De fem olika casen är följande:

- 1 Barriärskikt av bioplast
- 2 Nya användningsområden för träråvara
- 3 Vegetabiliska oljor
- 4 Biokompositer
- 5 Nya koncept och material

Det finns även ett sjätte case, *Case 6*, som går på ”tvären” och därför redovisas separat i kapitel 12.

Tabell 7 Ekonomiska effekter för Case 1 till 5

	Mkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
Case 1	29,4	2	2	1	1	2
Case 2	45,5	11	6	2	4	2
Case 3	4,4	1	1	1		
Case 4	40,5	4	10	1		1
Case 5	18,6	3		3		2
		21	19	8	5	7

Grönt fält betyder att effekten har förekommit i minst ett projekt inom respektive case

### 3.1 Patent

Flera av de forskare och företagsföreträdare vi har intervjuat berättar att den VINNOVA-finansierade forskningen har lett fram till ett eller flera patent. Patenten avser ofta inte en färdig produkt utan en viss metod eller ett led i framställningen. Totalt har vi identifierat 21 patent. Antalet är sannolikt underskattat eftersom en del angett att ”flera patent togs” utan att veta exakt hur många.

Det Case som lett till flest patent är Case 2 med hela elva patent vilket är mycket även med hänsyn taget till att Caset har de största utbetalade beloppet. Detta beror på att forskningen inom detta Case kommit in på flera intressanta framtidsområden som exempelvis nanoteknologi. Här är exempel på patent från Case 2:

- En absorberande till hygienprodukter som aldrig kommersialiserats

- En teknik för att producera plastfilm av kornskalsrester,
- Ett EU patent för att producera filmer och gel från ved
- Fyra patent för tillverkningsprocesser för att få fram nanocellulosa
- Hårborttagningsmedel. Patentet såldes till brittiskt företag.
- Medel som förbättrar upptagningen av medicin mot hudcancer. Patentet såldes till brittiskt företag.

## 3.2 Prototyper

Antalet prototyper i undersökningen kan vara något underskattat. Vi har totalt identifierat nitton prototyper. Flest, tio stycken, prototyper har kommit ut ur Case 4, *Biokompositer*. Detta hänger säkert samman med att det är relativt lätt att ta fram prototyper inom detta Case.

## 3.3 Produkter på marknaden

Totalt har vi hittat åtta produkter som kommit ut på marknaden. Flest produkter har kommit ut från Case 5; nya koncept och material.

**Tabell 8 Försäljning av nya produkter från Case 1 till 5**

Produkt	Företag	Försäljning eller merförsäljning 2009 eller 2010
Glutenfritt bröd	Garbo Food	5 mkr*
Hög reaktiv cellulosa	Domsjö Fabriker	42 mkr
Nanocellulosa i livsmedel	Borregaard (Norskt)	i.u.
Lackerat stål	SSAB	3-3,5 mkr
Stolen Ögla	IKEA	Försäljningen har upphört
Djurfoder	Lantmännen	i.u.
Båtbotten färg	Ekomarine	1,16 mkr 2009
Modelverktyg	i.u.	i.u.
<b>Summa</b>		<b>51,4 mkr</b>

*\*Merförsäljning på grund av förbättrad kvalitet*

En del av dessa produkter kan vara i tillverkning, men eftersom flera företag inte vill lämna ut uppgifter om detta vet vi inte omfattningen av den eventuella produktionen. Vårt intryck är dock att resultaten främst kommit till användning inom medicin och hälsoområdet. Plaststolen Ögla såldes tidigare på IKEA men verkar inte vara i produktion längre. Den produkt som vi helt säkert vet att den tillverkas och säljs är högreaktiv cellulosa från Domsjö. Försäljningen av denna omsätter 42 miljoner kronor per år. Utöver detta finns en miljöanpassad båtfärg som säljs idag av Ekmarine och som maximalt omsätter drygt en miljon kronor per år.

Dessutom känner vi till en produkt inom det medicintekniska området som tillverkas av konventionell plast som säljs. Försäljningssiffrorna för denna produkt är dock inte offentliga. De uppges dock ha överträffat förväntningarna.

### 3.4 Pilotanläggningar

Vi har hittat fem pilotanläggningar, främst inom Case 2. I övrigt verkar försöken ha genomförts i laboratorium eller genom att forskarna har hyrt in sig i någons pilotanläggning. Exempel på pilotanläggningar:

- Norska Borregård har byggt en bioraffinaderi-pilotanläggning och använder nanocellulosa för livsmedelsapplikationer.
- Innventia ska bygga en pilotanläggning för tillverkning av 100 kg styrkemedel för papper per dag.
- Xylophane har fått pengar från VINNOVA för att bygga en pilotanläggning för tillverkning av plastfilm från kornskalsrester.

### 3.5 Nya företag

Vi har identifierat sju nystartade företag från de fem olika Casen:

- Possibla som är ett litet, passivt utvecklingsbolag, utan anställda eller omsättning, som tillhör inkubatorföretaget Encubator på Chalmers.
- Xylophane som är ett utvecklingsbolag som har sju till åtta fast anställda som har fått forskningspengar från VINNOVA inom programmet Forska och Väx. De har även fått privat riskkapital för att bygga en pilotfabrik för tillverkning av bioplast tillverkad av kornskalsrester.
- Re8 är ett passivt utvecklingsbolag som äger ett patent och som kommer att vara fortsatt passivt tills en eventuell prisökning på olja/plast inträffar.
- Ett brittiskt företag inom kosmetika har bildats.
- Forskningsbolaget Ekomarine AB som omsätter 1,3 mkr (2009) och har fyra anställda. De har en produkt: miljövänlig båtbottnfärg.
- En av projektledarna har bildat ett företag som har köpt rättigheterna att använda ett patent på trälim. Företaget har sökt pengar för att utveckla produkten. Än så länge har företaget inte fått positiva besked på sina ansökningar.
- Nordlight AB. Är ett bolag utan försäljning med en anställd.

### 3.6 Utveckling av befintlig produktion

En mycket viktig effekt av forskningsprogrammen är att de har haft effekt på deltagande företags befintliga produktion. För Domsjö (se kapitel 14) del var den indirekta effekten att man lärde sig att systematiskt kartlägga effekterna av olika behandlingar av befintliga material från den befintliga produktionen. Detta har gjort det lättare för Domsjö att erbjuda sina kunder den cellulosa-kvalitet som bäst uppfyller kundens prestandakrav. Detta har lett till ett ökat antal kunder och affärer. Värdet på detta är svårt att sätta, men WSP uppskattar merförsäljningseffekten till flera hundra miljoner kronor. Ytterligare en förklaring till merförsäljningen är att Domsjö genom VINNOVAs projekt fått träffa utvecklingssidan hos kunderna och på så sätt lärt sig hur de tänker och vilka egenskaper hos materialet de värderar.



## **Patent**

I två av tjugo intervjuer har företaget berättat att de har ansökt om patent under projektperioden och att patentet har beviljats. Det är ett internationellt patent som avser att använda fettsyraestrar som lösningsmedel i färglack. Det andra patentet avser internationellt patent för bandlack.

I två fall fanns det redan ett patent innan projektstart. Minst två patentansökningar har gjorts där patenten inte har beviljats ännu. Patenten avser bl a nya cellulosebaserade fibrer och hemicellulosa som barriär.

## **Prototyper**

Under de tjugo intervjuerna har det framkommit att fler än fem olika prototyper har tagits fram och dessutom två demonstratorer. Prototyperna avser bl a plåt med bandlack, en cellulosebaserad komponent till separator och inredningskomponenter till fordon.

## **Byggt en pilotanläggning?**

Inte i något fall har man byggt en ny pilotanläggning. Man har istället använt befintliga anläggningar, med eller utan modifieringar, för att ta fram prototyperna.

## **Fått ut produkt på marknaden**

I ett fall har man kunnat marknadsintroducera en produkt, en bandlack, men än så länge till ett begränsat antal kunder. Under några intervjuer har företagen förklarat att en marknadsintroduktion kan vara möjlig om 3-5 år.

## **Knoppat av ett nytt företag eller sålt patent till nystartat företag**

En företagsavknoppning har genomförts. Det nya företaget heter Nordlight, och i två andra fall har man sålt vidare patenträttigheterna till befintliga företag.

## **3.8 Utländska företag**

Flera utländska företag har dragit nytta av VINNOVAs olika forskningsprojekt. Dels Norska Borregård som ingår i forskningsinstitutet Innventias företagskluster och som har byggt en pilotbioraffinaderifabrik samt även använder nanoteknologi för tillverkning av livsmedelsapplikationer. Dessutom har Innventia sålt två patent till brittiska företag varav ett nybildades. Patenten avsåg ett medel för behandling av hudcancer respektive ett hårborttagningsmedel. Ett amerikanskt företag, Cargil, intresserade sig för resultaten från forskningen kring poly-laktat. Cargil har idag en stor del av patenten på poly-laktat och tillverkar förpackningar av det materialet: Cargil Dow.

Ett annat exempel är företaget ITT Rayonier som ligger långt fram inom nanotekniken och bland annat tar fram nanocellulosa som bindemedel till såser. De har dragit nytta av kunskap som kommit fram i VINNOVAs forskningsprogram.

Dessutom finns det exempel på patent och svenska forskare som har hamnat i Finland, men det beror ju delvis på att programmet Wood Science drevs tillsammans med finska Tekes.

### 3.9 Framtida effekter

En rad lovande patent har tagits eller håller på att tas. Bland annat på filmer som skulle kunna ersätta plast eller aluminium som skyddsfilm i förpackningar. Idag används plasten polyeten som material i matvaruförpackningar och utgör 40 procent av den totala syntetiska plasten som konsumeras idag, mer än 50 miljoner ton per dag i Europa. Värdet på den marknaden är global och räknas i miljarder kronor. Det finns även andra stora marknader där produkter kan stå inför sitt stora genombrott men det är alltid många hinder på vägen från patent till färdig produkt och vi kan inte i dagsläget bedöma de ekonomiska effekterna av detta.

Många förnybara material är dyrare än konventionella alternativ och har därför svårt att konkurrera och komma ut på marknaden. Det ekonomiska värdet av forskningen skulle öka dramatiskt om oljepriset gick upp kraftigt. Citat från ett företag:

*”Vi har en del patent kvar som ligger vilande nu. De är förnyade men passiva. Materialen blev för dyra. Om råoljepriset skulle gå upp skulle materialen kunna bli intressanta”*

Sverige är ett land rikt på trä men med höga löner och relativt höga virkespriser. Det är därför mycket värdefullt för den svenska industrin att få hjälp att öka förädlingsvärdet på sina produkter. Citat från ett företag:

*”Det är viktigt att få fram förnybara material baserade på cellulosa med högt förädlingsvärde. Det är en överlevnadsstrategi för företagen”*

### 3.10 Bedömning och lärdomar

Sammanfattningsvis bedömer vi att de mål som satts upp för VINNOVAs forskningsprogram har nåtts. Det finns idag en storskalig produktion av flera nya produkter till ett värde av drygt 50 miljoner kronor per år och antalet produkter och försäljningen ökar år från år. Dessutom produceras en del produkter som ligger lite utanför det ursprungliga forskningsområdet. Fortfarande rör det sig om medelstora volymer, men på sikt finns en större potential.

En del forskningsresultat ”stannar” inte kvar i Sverige utan suggs upp av utländska företag. Det är därför en förutsättning att klimatet för risktagande och investeringar i Sverige är tillräckligt bra för att forskning av denna typ skall ge maximal utdelning.

## 4 Mobilitet, människor och miljöer

I detta kapitel sammanfattas långsiktiga effekter på forskning och nätverkande.

Vi har sammanställt rapporterade effekter från de olika Casen i nedanstående tabell. Som det framgår av tabellen har effekterna varit stora.

**Tabell 11 Effekter på forskning och nätverkande för Case 1 till 5 sammantaget**

	Mkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följdprojekt
Case 1	29,4	7	16	10		8
Case 2	45,5	8	13	7	5	14
Case 3	3,6	2	3		1	3
Case 4	40,5	9	8	1	2	7
Case 5	18,6	7	4	3	2	5
<b>Summa</b>		<b>33</b>	<b>44</b>	<b>21</b>	<b>7*</b>	<b>37</b>

*Grönt fält betyder att effekten har förekommit i minst ett projekt inom respektive case. \*Några forskningscenter har kopplingar till flera Case.*

### 4.1 Disputerade m m

Generellt har mycket av forskningen i de projekt som varit föremål för studien bedrivits av doktorander. Totalt har vi identifierat 33 doktorander som har disputerat eller skall disputerat inom eller i anslutning till projekten. För att skapa sig en bild av projektens betydelse för dessa personer har vi i den mån det varit möjligt följt upp dessa doktorander för att undersöka vad de gör idag. Den visar att nio av de disputerade har fortsatt inom industrin, ofta med att arbeta med produktutveckling och industri-forskning. Dessa forskare hjälper till att utveckla de berörda företagens produktionslinjer, produkter samtidigt som de bidrar till att öka kunskapsuppbyggnaden inom företagen. De bidrar även till att hålla företagen uppdaterade om det aktuella forskningsläget. Flera personer har doktorerat inom materialkunskap eller polymerteknologi vilket är värdefulla utbildningar för industrin.

Tolv disputerade återfinns inom forskningsvärlden och forskar inom samma eller närliggande ämnesområden. En del av dessa arbetar i första hand med undervisning, en del befinner sig i Sverige och andra utomlands.

Tolv personer skall antingen snart disputerat eller så saknar vi uppgift om vart de har tagit vägen. I denna grupp ingår även personer som arbetar på myndigheter.

### 4.2 Nätverk

En viktig effekt av VINNOVAs satsningar på förnyelsebara material är de nya samarbeten såväl nationella som internationella som resulterat genom de olika projekt

som har bedrivits. Nästan alla projekt, 44 stycken, har lett till uppbyggnaden av nationella kontaktnät av forskare och företag. Där så inte har varit fallet har projektet i regel inneburit någon form av förstudie eller annat mindre, avgränsat projekt med en mindre budget. De företag och forskare som har intervjuats har vittnat om att dessa samarbeten har varit mycket värdefulla även i andra sammanhang.

Inom 21 av projekten nämner de intervjuade forskarna eller företagen dessutom att deras *internationella* forskar- och företagskontakter har breddats och fördjupats vilket i många fall har lett till utökade samarbeten, exempelvis forskning inom större, ofta EU-finansierade projekt. Ett sådant exempel är det numera mycket nära samarbetet mellan Innventia och VTT i Finland kring skogsmaterialforskning. Innventia har dessutom tagit fram ett antal nya datamodeller för estimering av trädensitet, fiberdimensioner, kemisk komposition i trä och för massaegenskaper, vilket har lett till en stor och utökad forskning inom området.

Särskilt Case 2 var mycket framgångsrikt när det gäller att bygga upp kontakter mellan forskare och skapa kontakter mellan forskningsvärlden och näringslivet. Flera livaktiga sådana ”cluster” lever kvar inom detta område. Sverige är idag världsledande inom ett antal områden som har tydlig koppling till Case 2:

- Nanocellulosa
- Tillverkning av lågviskoscellulosa
- Membranprocesser för separation inom industrin
- Bioraffinaderi
- Skräddarsydda polymerer

### 4.3 Följdprojekt

Det är vanligt att de VINNOVA-finansierade projekten leder till följdprojekt. Att delta i större nätverk och därigenom öka kunskapsutbytet breddar synsättet hos forskare och institutioner. En effekt av detta kan vara att nya kombinationer av kunskap och erfarenheter ger nya och innovativa idéer som kan generera nya forskningsprojekt. Minst trettiosex av de undersökta projekten har lett till ett eller flera följdprojekt. Flera av PROF-projekten har följts av fortsättningsprojekt inom PROFYT och/eller Gröna Material. Andra projekt har öppnat upp för helt nya forskningsområden och därmed en rad följdprojekt. Ett exempel är inom Case 1 där forskningen startat från i princip noll och med stöd från VINNOVA har ett helt forskningsområde byggts upp i Sverige. Det förefaller som framförallt forskningsprogrammen PROF och PROFYT knöt ihop den befintliga kompetensen inom landet. Genom detta etablerades ett professionellt nätverk inom såväl universitetsvärlden som industrin och många som deltagit pekar på detta som något mycket värdefullt. Det har lett till ett stort kunskapsutbyte och samarbetsprojekt mellan industri och högskolor.

Ett annat exempel finns inom Case 5 där några av projekten anses som banbrytande genom att forskningen som utfördes ledde till stora och nya kunskapsområden. Projektet WoodBiocon kan sägas vara ett pionjärprojekt inom bioraffinaderiforskningen. Med



avseende på skogsindustrins restprodukter hade man bara tidigare undersökt hur energi kunde utnyttjas ur dem. Genom att omvandla materialet till nya material höjdes förädlingsvärdet på skogsindustrins restprodukter avsevärt. Syntetiskt suberin hade inte framställts innan KTH hade möjligheten att utföra detta projekt. Metoden används vidare inom ett 6:e ramprogramprojekt kallat "sustainpak" och inom Wallenberg Wood Science Center för ett flertal applikationer.

**Tabell 12 Nya forskningsområden till följd av forskningsprogrammen**

Forskningsprojekt	Forskningsområde
Förbättrade barriäregenskaper genom utnyttjande av cerealibiprodukter Stärkelse - en förnyelsebar råvara för nya material	Institutionens arbete har gett expertis inom hur man kemiskt bygger upp material till den struktur och de egenskaper man vill ha. Det handlar om att modifiera biomassan i olika delsteg, vilket möjliggör att göra en film eller biogel. Institutionen har nu kommit så långt att de som enda institution på KTH fått del av EU:s ERC-pengar som går till extra utvald forskning. ERC stöder institutionens forskning med 2,5 Euro under ett antal år.
Skräddarsydda hemicellulosor och LCC som funktionella kemikalier till framtida material	Projektet ledde till att Chalmers kompetensmässigt nådde en kritisk massa inom hemicellulosa, inrättade en professur år 2000 och etablerade en institution med som mest 8-9 doktorander.
Nanostructured Cellulose Products	Detta projekt har varit avgörande för den utveckling som skett i Sverige inom detta område. På Innventia arbetar en grupp internationellt ledande forskare vidare inom nanomaterial. Den fortsatta forskningen har bland annat resulterat i en publicering i de ansedda forskartidskrifterna New Scientist och Science i juni 2008 om ett nano-papper starkt som kevlar.

## 4.4 Forskningscentrum

Intressant är att de fem Casen bidragit till starten av sju nya forskningscenter av olika slag. Case 2 ledde till hela fem nya forskningscenter. Några forskningscentrum har koppling till flera olika case.

- Wallenberg Wood Science Center är ett gemensamt center för Chalmers och KTH. WWSC har en forskningsbudget på 400 miljoner kronor som är investerade av Wallenbergfamiljen.
- Biomac Innovation center på KTH. stöds av VINNOVA.
- DomInnova, nystartad forskningsavdelning på Domsjö
- Kompetenscentrumet CAP, *Centrum för amfifila polymerer från förnyelsebara råvaror* vid Lunds universitet som delfinansierades av VINNOVA (avslutat).
- Avancell, som är ett forsknings- och idé-samarbete mellan Södra och Chalmers med fem doktorander.
- SNAP, *Centrum för naturproduktbaserade tensider*. Stöddes av VINNOVA men är numera nedlagt.
- EcoBuild, ett Institute Excellence Centres. Delfinansierat av VINNOVA.

Wallenberg Wood Science Center har koppling till Case 2, 4 och 5. Ett exempel på koppling är att det inom case 5 kom fram kunskap om hur man kan utnyttja lågvärdig



### **Större internationella och nationella nätverk**

I sexton av tjugo företag har deltagandet i projektet lett till ett större nationellt nätverk. I de fall det inte har lett till det beror det på att företagen säger att de redan hade ett stort nätverk. Däremot har endast tre av tjugo uppgett att de har fått ett större internationellt nätverk.

### **Deltagande i nya FoU-projekt**

70 procent av företagen har deltagit i nya FoU-projekt som fortsatt efter programmet. Det har exempelvis gällt andra VINNOVA-program som exempelvis branschforskningsprogrammet för skogs- och träindustrin. Andra har gått vidare med forskningen i EU-finansierade projekt. Några exempel på nya FoU-projekt är att hitta förnybara ämnen att ersätta nuvarande bindemedel med inom ramen för kompetenscentret EcoBuild samt forskning kring funktionella barriärer.

### **Ökning av egna FoU-satsningar**

I 35 procent av fallen har deltagandet i forskningsprogrammet Gröna material lett till att företagen ökat sina egna satsningar inom forskningsområdet.

## **4.6 Övriga effekter**

En indirekt effekt som har uppmärksammats i ett flertal intervjuer är att de deltagande aktörerna har fått upp ögonen för forskning eller nätverkssamarbeten rent allmänt. De har sedan fört vidare denna positiva erfarenhet till andra forskningsområden. Ett bra exempel är den forskningschef på ett stort företag som i vår intervju berättade att deltagandet i VINNOVAs projekt, där ett internationellt forskningsnätverk skulle etableras, ökade intresset för internationella nätverk i hela organisationen. Det ledde till att fler och fler deltog i den typen av engagemang vilket ledde till ny kunskap inom helt andra områden.

Kontakter mellan deltagande aktörer har resulterat i samarbeten inom andra områden än inom förnybara material. Det är tydligt att flera av projekten lett till utökade samarbeten, ofta på en internationell nivå och i större nätverk och ofta inom verksamhetsområden som ligger utanför det ursprungliga projektet.

En annan effekt på samma tema är att vissa av forskningsprojektens samarbeten mellan industri och universitet har belyst ett behov av utbildningar på universitetsnivå. Domsjös samarbete med andra företag inom processindustrin och Umeå Universitet har resulterat i att en utbildning för processoperatörer har skapats på universitetet, något som kan vara viktigt för att branschen ska kunna rekrytera framtida medarbetare.

## **4.7 Bedömning och lärdomar**

VINNOVAs arbetssätt med nätverkssträffar, projekt med flera deltagande aktörer från högskola, forskningsinstitut och företag har lett till en mängd positiva spinn-off effekter i form av nya personliga nätverk, kreativt kunskapsutbyte som lett till nya följdprojekt och uppbyggnaden av världsledande kluster inom vissa spetsforskningsområden. Under

kedjereaktionsstudien där de intervjuade forskarna fick prata fritt ur hjärtat låg betoningen på hur viktigt deltagandet i forskningsprojektet hade varit för uppbyggnaden av deras personliga nätverk av professionella kontakter inom deras kunskapsområde. Detta har, berättade de, lett till stor nytta oavsett om de sedan fortsatte inom forskningen eller som forskningsledare på ett företag.

## 5 Miljöeffekter

Forskningsprogram inom området förnybara material har haft flera olika syften. Ett av dem är att ge positiva miljöeffekter genom att i större utsträckning använda förnybara material istället för fossila eller kemikaliebaserade. I programbeskrivningarna till de forskningsprogram som har studerats uppmärksammas miljöaspekten i flera uppsatta mål. Bland annat slås fast att forskningen ska leda till minskade konsekvenser för miljön och att syftet med forskningen är att ta fram nya miljöanpassade produkter som ska ersätta fossilt baserade. Ett av forskningens långsiktiga mål har alltså varit att ta fram produkter som när de når marknaden ger positiva miljöeffekter.

### 5.1 Direkta miljöeffekter

För att en direkt miljöeffekt ska kunna uppstå krävs flera saker:

- 1 Att en produkt kommit ut på marknaden.
- 2 Att denna produkt har trängt ut en annan produkt.
- 3 Att den andra produkten är mer miljöskadlig.

De forskningsprojekt som har studerats inom ramen för denna effektstudie har till stor del genomförts under senare delen av 1990-talet och tidigt 2000-tal. Det tar dock lång tid att ta fram en marknadsmässig produkt och ännu längre för denna att slå igenom på marknaden. Eventuella framtida effekter diskuteras längre fram i detta kapitel. De produkter som kommit ut på marknaden hittills är:

**Tabell 14 Direkta miljöeffekter av produkter ute på marknaden**

Produkt	Ersätter	Miljöeffekt
Glutenfritt bröd	Annat glutenfritt bröd	Ingen
Hög reaktiv cellulosa	Korvskinn av tarm, plast eller tyg	Ingen – liten
Nanocellulosa i livsmedel	Andra livsmedelstillsatser	Ingen – liten
Lackerat stål	Annat stål	Ingen – liten
Stolen Ögla	Trä eller plaststolar	Ej kvar på marknaden
Djurfoder	Annat djurfoder	Ingen – liten
Båtbotten färg	Annan, giftigare båtbottenfärg	Stor
Modellverktyg		Ingen – liten

Med andra ord är den tydligaste direkta miljöeffekten från de sex casen utvecklingen av en giftfri båtbottenfärg. Neptune Formula är en biologiskt verkande båtbottenfärg. Färgen är helt giftfri och ger ett effektivt skydd mot marin påväxt av musslor, snäckor, havstulpaner och liknande. Den tillverkas av förnyelsebara råvaror från jord- och skogsbruk. Denna båtbottenfärg ersätter traditionella båtbottenfärger som baseras på giftiga metaller som koppar och zink. Dessa gifter bryts inte ner och anrikas när de väl kommit in i ekosystemet. Negativa effekter på exempelvis musslor, mikroalger,

blåstång och fiskar har observerats. Skador på sedimentlevande organismer har också konstaterats. Dessutom ersätter den nya båtottenfärgen illegala båtottenfärger som innehåller koppar samt ämnet Irgarol. Irganol är ett bekämpningsmedel som giftigt för alger och blåstång i och med att det hämmar fotosyntesen. Irgarol är också giftigt för många djur exempelvis kräftdjur, fisk och ostronlarver. En övergång till förnyelsebar båtottenfärg minskar därmed skadorna på det marina ekosystemet.

I intervjuerna med forskare och representanter för näringslivet har diskuterats vad som krävs för att skapa produkter som bidrar till en minskad miljöpåverkan och för att produkterna ska slå igenom på marknaden. Flera av de intervjuade framhåller att miljöfrågan ofta är en drivkraft, men att det viktigaste är funktion och ekonomiska faktorer. Först och främst måste den nya beståndsdel eller produkten vara lika bra eller bättre än sina föregångare. Ett företag accepterar inte en kvalitetssänkning, även om produktens miljöbelastning skulle vara avsevärt mycket lägre. En central faktor är även kostnaden. Ett företag som tar fram en ny produkt får svårt att övertyga sina kunder att betala ett högre pris, enbart för att produkten är framställd på ett mer miljövänligt sätt. Den miljöanpassade produkten får inte kosta mer än den befintliga på marknaden, utan bör helst vara billigare för att kompensera för eventuella omställningskostnader i produktionsprocessen. Detta är ett högt krav med tanke på att råvaror som olja och plast är förhållandevis billiga, även om priserna de senaste decennierna har stigit.

Förutom ekonomi finns det en rad andra faktorer som gör att forskning och produktutveckling inom området förnybara material är intressant för näringslivet. En av dessa aspekter är den möjlighet som miljövänliga produkter ger för marknadsföringssyften. Flera av de företag som är inblandade i de forskningsprojekt som har studerats använder miljöanpassade produkter för att stärka sin miljöimage och många av de intervjuade menar att dessa möjligheter kommer att utnyttjas ännu mer i framtiden.

## 5.2 Indirekta miljöeffekter

I nedanstående stycke presenteras ett exempel på forskningsprojekt från de studerade programmen som indirekt lett till positiva miljöeffekter.

Ett tidigt forskningsprojekt som handlade om att kartlägga och framställa ytaktiva egenskaper (tensider) från naturen var *Syntes och karakterisering av ytaktiva ämnen av naturproduktbaserade alicykliska föreningar*. I detta projekt identifierades en stor potential att använda naturmaterial i flera olika produkter, bland annat tvättmedel. Projektet låg bland annat till grund för att kompetenscentrat SNAP bildades där forskningen om bionedbrytbara tensider för industritvättmedel fortsatte och idag har syntetiska och syreförbrukande tensider kunnat fasas ut från tvätt- och rengöringsmedel, vilket innebär en kraftigt minskad miljöpåverkan.

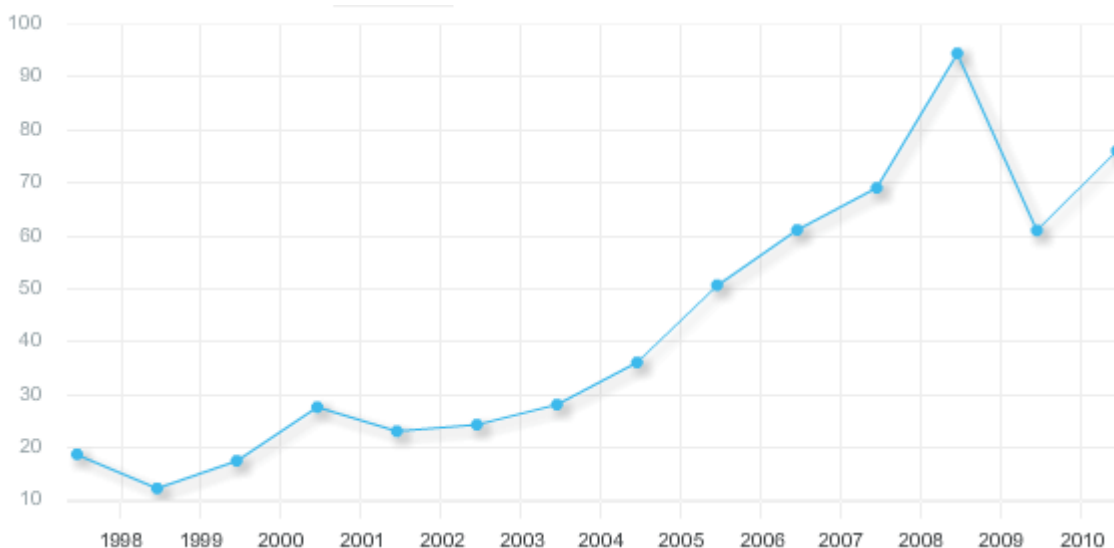
## 5.3 Framtida miljöeffekter

Genomgången i föregående kapitel visar att det är relativt få av forskningsprojekten som har hunnit börja ge signifikanta miljöeffekter. Detta ska dock inte ses som ett misslyckande då syftet med forskningen är att ge resultat på lång sikt. I detta avsnitt kommer det att diskuteras vilka miljöeffekter som kan tänkas inträffa till följd av den studerade forskningen och vilka faktorer som kommer att påverka förutsättningarna för de miljöanpassade produkter som har tagits fram inom forskningsprojekten.

### 5.3.1 Faktorer som påverkar framtida miljöeffekter av VINNOVAs forskning

Hur stora framtida miljöeffekter denna typ av forskning kan ge beror till stor del på vilket marknadsgenomslag de förnybart baserade produkterna kommer att få. Även om minskad miljöpåverkan är en av drivkrafterna för dessa typer av produkter har flera intervjuobjekt konstaterat att det inte går att introducera en produkt som är dyrare än de som för närvarande finns på marknaden. Ofta innebär det att tillverkningskostnaden för de nya miljöanpassade produkterna måste pressas rejält, alternativt att priset på olja och plast stiger. I nedanstående figur redovisas oljeprisets utveckling de senaste åren.

Figur 1 Oljeprisets utveckling, årsgenomsnitt år 1997-2010, Dollar per fat

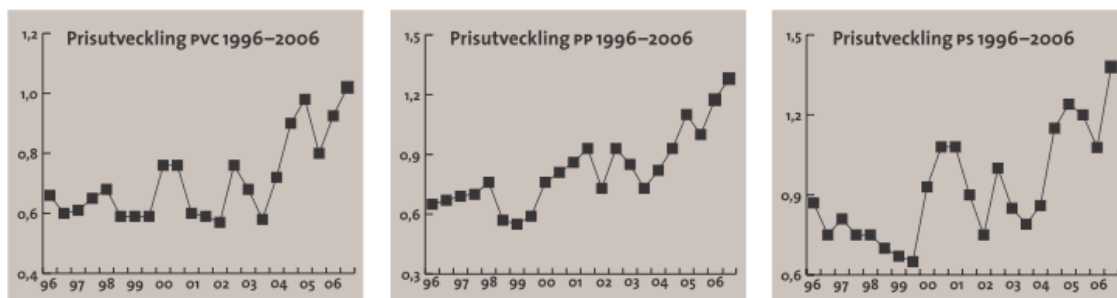


Källa: OPEC

I figuren illustreras oljeprisets utveckling sedan slutet av 1990-talet. Som kan utläsas av figuren har oljepriset stigit kraftigt och mer än trefaldigats mellan år 1998 och år 2009. De flesta bedömare menar att oljepriset kommer att fortsätta att stiga. Ett allt högre oljepris är positivt för de förnybara produkterna som ofta konkurrerar med fossilbaserade motsvarigheter.

I de forskningsprojekt som har studerats i denna effektstudie har flertalet produkter tagits fram som avser att ersätta plastbaserade produkter. Det är därför relevant att studera hur plastpriset har utvecklats sig det senaste decenniet.

Figur 2 Plastprisets utveckling år 1996-2006



I figurerna redovisas hur genomsnittspriset har utvecklats för tre olika typer av plaster; PVC, polypropen och polystyren. Ur figurerna kan utläsas att priserna för alla de tre plasttyperna har stigit sedan slutet av 1990-talet. Även priset för en annan vanlig plast, polyeten, har stigit under det senaste decenniet.

Att olje- och plastpriserna stiger innebär inte bara att nya produkter som är förnybart baserade får bättre konkurrenskraft, utan även att äldre förnybart baserade produkter som har lagts i malpåse på grund av dålig lönsamhet plötsligt kan bli konkurrenskraftiga. En produkt som har tagits fram i ett forskningsprojekt, men som inte klarar av att slå igenom på marknaden kan med andra prisrelationer ha bättre förutsättningar att lyckas.

Som ett illustrerande exempel kan Lyckebystärkelsen användas. Företaget tog i ett forskningsprojekt fram arabinoxylane som syftar till att ersätta olja. Forskningsresultaten, som idag ligger vilande, kan vid ett högre oljepris komma till stor nytta för de företag som idag äger patent på material från förnyelsebara råvaror.

En annan faktor som kan få stor inverkan på hur stora miljöeffekterna av VINNOVAs forskningssatsningar blir, är det allmänna miljöintresset. Det blir allt vanligare att företag använder miljöanpassade produkter i sin marknadsföring och denna utveckling kommer sannolikt att fortsätta. Större krav från konsumenterna kan göra miljöanpassade produkter mer intressanta för företag som därmed får incitament att ta en initial anpassningskostnad för att producera en miljövänligare produkt.

### 5.3.2 De studerade forskningsprojektens framtida potential

Flertalet av de studerade forskningsprojekten som har studerats har stora möjligheter att reducera miljöpåverkan i framtiden. I detta stycke lyfts ett antal forskningsprojekt per case fram och projektens potential att leda till minskad miljöpåverkan beskrivs.

#### Case 1 och 2 Barriärskikt av bioplast

Förpackningar med ett barriärskikt av plast från olja har en stor del av marknaden för livsmedelsförpackningar. Exempelvis producerade Tetra Pak 141 379 miljoner förpackningar år 2008. Dessa förpackningar innehåller ett barriärmaterial av oljebaserad plast. Det finns även produkter med ett barriärskikt av aluminium. Det finns idag få biologiskt



nedbrytbara och förnyelsebara material på marknaden och ett nytt fungerande material skulle därför få stort genomslag. Det finns redan idag en stor efterfrågan på marknaden på miljövänliga produkter.

Både inom Case 1 och 2 har försök gjorts för att få fram barriärskikt från förnyelsebara material. Inom case 1 ingår projekt där man försökte tillverka dessa filmer av potatisstärkelse. Utvecklingen av denna typ av plast har stött på flera typer av problem, exempelvis problem med lukt och fuktkänslighet. En del tekniska problem har lösts men andra återstår, exempelvis prisnivån. Skulle barriärskikt av potatisstärkelse komma ut på marknaden skulle det minska behovet av olja och aluminium samt öka återvinningsbarheten hos förpackningarna.

Även inom Case 2 har forskningen inriktats mot att få fram filmer från träråvara eller från kornskalsrester. Här har forskningen varit mer framgångsrik och flera utvecklingslinjer och nya patent har tagits fram. Det gäller dels utvecklingen av plastfilmer från kornskalsrester som lett fram till företaget Xylophane. Under år 2010 har en första fabrik invigts. Xylophanes fabrik kan tillverka 1 000-2 000 ton förnyelsebar plast per år. Materialet är baserat på naturlig råvara och är både förnyelsebart och bionedbrytbart. Xylophane är en effektiv barriär mot syrgas, fett och aromämnen. Med ett tunt skikt i förpackningen kan hållbarheten på många känsliga livsmedel förlängas. Exempel på passande användningsområden är förpackningar för syrekänsliga mejeriprodukter, feta snacks eller djurmat liksom aromatiska produkter som kryddor och kaffe.

Dessutom pågår en stor satsning där KTH och Tetra Pak försöker få fram plastfilm från vedbottnar. Det finns även fler lovande spår i form av patent tagna på bland annat plastfilm hos företagen Re8 samt Possibla. Även inom projektet *Nanostructured Cellulose Products* studerades tillämpningar och tillverkning av nanocellulosa som i framtiden skulle kunna leda fram till att nanomaterial skulle kunna fungera som barriärskikt.

Om någon av dessa satsningar skulle lyckas finns det stora miljövinster att hämta. De biobaserade filmerna kan exempelvis ersätta aluminiumskiktet inuti en förpackning, vilket gör att både material och stora mängder energi sparas då aluminium är mycket energikrävande att tillverka. Andra positiva effekter är att det kommer att bli lättare att bränna upp eller kompostera uttjänta förpackningar om de inte har ett aluminiumskikt inuti sig.

### **Andra framtida miljöeffekter inom Case 2**

Det finns även kopplingar till forskning som syftar till att rena och återvinna avloppsvatten i massabruk.

Domsjös deltagande i forskningsprojektet Newcell inom Case två ledde fram till utvecklingen av högreaktiv cellulosa. Produktionen av hög-reaktiv cellulosa ökar stadigt sedan 4-5 år tillbaka. I dagsläget produceras 6000 ton högreaktiv cellulosa. Vid högre miljökrav på tyger finns potential att ytterligare öka försäljningen av högreaktiv cellulosa beroende på att kunderna behöver använda väsentligt mindre kemikalier för

produktion. Produktion av bomullstyg innebär stor användning av vatten, bekämpningsmedel och kemikalier. I dag finns en stor marknad i Kina men på grund av högkonjunkturen är efterfrågan hög även på vanlig viskocellulosa som är billigare att tillverka. Detta gör att det inte är lönsamt att sälja högreaktiv cellulosa då denna är dyrare att framställa. När efterfrågan minskar kommer sannolikt kraven på kvalitet att öka vilket gör det lättare att hålla uppe priset på högreaktiv cellulosa som håller högre kvalitet.

### **Case 3 – Vegetabiliska oljor**

Inom Case 3 har VINNOVA finansierat ett mindre antal projekt som handlar om att använda vegetabiliska oljor i material och produkter. Case 3 är det som omfattar minst antal forskningsprojekt och innehåller endast ett projekt som konkret har resulterat i förutsättningar för minskade utsläpp i framtiden.

Inom projektet *Nya bandlacker med reaktiva spädare från förnyelsebara råvaror* tog SSAB fram en produkt där man målar sin tunnplåt innan man säljer denna vidare till industri- och byggföretag. Ett problem har varit att det går åt stora mängder bindemedel och lösningsmedel för att måla tunnplåten, något som inte är bra för miljön. I forskningsprojektet testade SSAB om det gick att använda förnybara råvaror i produktionen istället. Det visade sig att det fungerade bra med den vegetabiliska oljan RME och att det dessutom gav dubbel effekt, då man förutom att ersätta fossilt baserade bindemedel även behöver mindre mängder lösningsmedel när de förnybara råvarorna används.

SSAB har lanserat denna produkt under år 2010 men i liten skala.

Mätningar visar att det förnybara inslaget i produkten minskar miljöpåverkan med cirka 20 procent, även om det är svårt att avgöra hur stor andel RME som reagerar och hur stor del som fastnar i slutprodukten. Produktens förväntade marknadsgenomslag är svårt att avgöra idag. Förutsättningarna bör dock vara goda att miljöeffekterna ska bli signifikanta då det säljs stora volymer av denna typ av färg i Europa varje år, uppemot 160 miljoner kg.

### **Case 4 – Biokompositer**

Forskningsområdet biokompositer handlar om att med hjälp av förnybara råvaror skapa biokompositer som kan ersätta oljebaserade plaster i olika produkter. I flera projekt handlar det om att modifiera cellulosa eller naturfibrer för att hitta nya användningsområden där det idag används plaster eller andra oljebaserade material.

I forskningsprojektet *BIOAUTO* har möjligheten att utveckla interiörmaterial till bilar av förnybara material studerats. Projektet anses vara lyckat och forskningen bedrivs nu vidare och finansieras av industrin själv. Uppskattningar visar att miljöpåverkan från materialet i fordon skulle kunna minskas med mellan 40-60 procent om produktion kommer till stånd. De inblandade intressenterna bedömer det som troligt att produkterna i framtiden kommer att finnas på marknaden, framför allt motiverat av sin bättre miljöprestanda, men även av de lägre tillverkningskostnaderna jämfört med fossilt baserade material. Nutek spelade en avgörande roll i inledningen av forsknings-satsningen, även om andra finansiärer nu har tagit över.

Det är svårt att göra en konkret värdering av storleken på potentiell utsläppsminskning som resultat av forskningsprojektet. En schablonmässig uppskattning kan dock ge en bild av storleken på den potential som finns. Enligt ovan minskar miljöpåverkan från materialet i fordon med 40-60 procent till följd av forskningsresultaten. Tillverkningen av en bil uppskattas orsaka utsläpp på fem ton koldioxid. Om det antas att tio procent av dessa utsläpp härstammar från tillverkningen av interiörmaterialet skulle den minskade miljöpåverkan vid produktionen av svenska personbilar uppgå till 50 000 ton per år.

I en rad forskningsprojekt har utökade användningsmöjligheter för trä studerats. Ett exempel på resultat från dessa forskningsprojekt är IKEAs stol "Ögla". Forskningsprojektet *Nya eko-effektiva och beständiga biokompositer för utomhusapplikationer* låg till grund för den. Stolen, som tidigare enbart tillverkades i plast innehåller idag 50 procent trä. Stolen har tagits ur produktion men enligt IKEA har de planer på att återlansera den efter viss vidareutveckling.

Ett annat produktexempel är Södras Paper Pulp Chair, en stol tillverkad av cellulosa. Det är dock svårt att uppskatta eventuell minskad miljöpåverkan till följd av projektet.

Forskningsprojektet *Träkompositer genom självlimmande fibrer* inom programmet Gröna material studerade möjligheten att tillverka ett miljövänligt lim för att ersätta de formaldehydbaserade lim som tidigare användes. Programmet var en framgång och en produkt som både är billigare och har bättre miljöegenskaper togs fram. Potentialen för att minska miljöpåverkan bedöms vara mycket stor om en produkt av denna typ slår igenom på marknaden.

### **Case 5 – Nya koncept och material**

Denna grupp av forskningsprojekt omfattar forskning baserad på ett antal olika förnybara råvaror från framför allt skogs- och lantbruksindustrin. Huvudmålet i de flesta projekt har varit att ta fram material ur restprodukter som genererats inom de klassiska svenska näringarna skog och jordbruk. Det miljörelaterade målet har varit att hitta nya användningsområden för naturmaterial där det idag används petroleumplaster eller andra oljebaserade material eller kemikalier.

Flera av de studerade forskningsprojekten kan ge en dubbel miljöeffekt då de använder restprodukter som annars ger en skadlig påverkan på miljön och sedan dessutom ersätter miljöskadliga ämnen.

*Förädlade produkter ur bark från Nordiska träslag genom biokonvertering och kemisk teknologi* var ett forskningsprojekt där gröna kemikalier framställdes av bark. Bark som skalas av träden vid massfabriker lagras ofta på marken innan de eldas upp, vilket gör att farliga ämnen som exempelvis COD och starkt färgade ämnen riskerar att lakas ut till vattendrag. Om dessa substanser tas omhand innan lagring kan denna miljöpåverkan förhindras och den förnybart baserade kemikalien kan även ersätta en fossilt baserad. Just detta forskningsprojekt resulterade dock inte i några konkreta produkter, men generellt kan sägas att potentialen att minska miljöpåverkan på detta sätt är stor. Bark är en restprodukt från skogsindustrin och mängden bark skulle räcka till att utvinna

ungefär 40 000 ton suberin om året, vilket i sin tur skulle kunna ersätta oljebaserade spärrskiktmaterial i förpackningar. Dessutom skulle miljöpåverkan från den tid som barken lagras på marken innan den eldas upp minska.

VINNOVA har inom ramen för forskningsområdet Förnybara material i regel inte finansierat forskning inom området förnybar energi. Ett viktigt undantag finns dock, då VINNOVA år 2005 finansierade projektet *NovaBinders* som en del av ett EU-projekt. Inom projektet *NovaBinders* studerades användningen av tallolja och furfural som bränsle. Finansieringen gav intressanta kunskaper och bidrog till att SunPine AB i maj år 2010 invigde en fabrik som ska producera 100 000 kubikmeter råtalldiesel om året. Om bränslet antas ersätta fossil diesel ger produktionen minskade koldioxidutsläpp årligen på cirka 250 000 ton. Det ska dock noteras att företagen bakom satsningen har fått forskningsstöd från flera olika statliga forskningsfinansiärer utöver VINNOVA.

Inom projektet *Glupack* studerades nya användningsområden för gluten, en biprodukt till etanolproduktion. Trots att forskningen visade att gluten inte var lämpligt till förpackningar fick Lantmännen stor användning för forskningskunskaperna. Bland annat användes kunskaperna för att utveckla ett djurfoder av den drank som utgör restprodukt av etanolproduktion. Lantmännen gick tillsammans med andra intressenter dessutom vidare och skapade en båtbottenfärg av vegetabiliska proteiner delvis med kunskaper från *Glupack*.

## 5.4 Miljöfrågor till deltagande företag

I *företagsstudien* ställdes tre frågor på temat miljö. Svaren visar att miljöaspekten inte är den viktigaste aspekten för företagen men att deltagandet haft positiva miljöeffekter för en fjärdedel av företagen.

**Tabell 15** Antal företag, av tjugo stycken, som svarat positivt på olika frågor

Minskat företagets miljöpåverkan?	■	■	■	■															
Förbättrat företagets miljöprofil?	■	■	■	■	■														
Kunder beredda att betala 5 % mer för miljöanp. produkt?	■	■	■	■	■	■													

Varje ruta representerar ett företag. Gröna rutor motsvarar positiva svar

### Minskat företagets miljöpåverkan eller förbättrat företagets miljöprofil

De aktuella projekten har i regel inte lett till att minska företagets miljöpåverkan eller förbättra företagets miljöprofil. Man har förklarat den begränsade miljöeffekten med att det inte blivit någon produkt ännu eller att den nya produkten utgör en så liten del av den totala produktionen än så länge. Företagen bedömer dock att miljöeffekten kan kunna öka på sikt när fler produkter har marknadsintroducerats.

## Är kunderna beredda att betala 5 procent mer för en produkt med lägre miljöpåverkan?

Sex av tjugo företag bedömer att det går att få ett något högre pris på en produkt med lägre miljöpåverkan, allt annat lika. Ett sådant exempel är då kunderna ser en möjlighet att förbättra sin egen miljöprofil genom att använda en produkt med lägre miljöpåverkan. I andra fall bedömer företagen att produkten måste ha någon fördel jämfört med konventionella produkter. Till exempel att funktionen är förbättrad eller att totalkostnaden är lägre exempelvis genom minskad energianvändning.

### 5.5 Miljöeffekter – sammanfattning och slutsatser

Det är tydligt att de studerade forskningsprojekten ännu inte lett till några stora miljöeffekter förutom i fallet med den miljöanpassade båtottenfärgen. Orsaken ligger både i att det inte är så många produkter som har kommit ut på marknaden ännu, och i att de produkter som har kommit ut på marknaden inte har någon större miljöeffekt jämfört med konkurrerande alternativ. Jämför exempelvis det utvecklade glutenfria brödet. Det har varken större eller mindre miljöpåverkan än tidigare glutenfria bröd.

Det finns dock utvecklingslinjer som har potential att ge stora miljöeffekter om de kommer ut på marknaden. Detta gäller inte bara de utvecklingslinjer som syftar till att byta ut barriärskikten i livsmedelsförpackningar utan även andra utvecklingslinjer. Antag exempelvis att bioraffinaderier utvecklas och tar marknadsandelar från petroleumindustrin. Om bioraffinaderier blir verklighet i stor skala skulle det medföra enorma miljövinster. Frågan är dock hur mycket av effekten som då kan tillskrivas VINNOVA då myndighetens finansiering utgör en bråkdel av de resurser som läggs på forskning inom området, både nationellt och internationellt.

Sammantaget bedömer vi att de tre forskningsprogrammen har haft svårt att nå upp till sina uppsatta miljömål. PROF har två miljöinriktade program mål som delvis har uppnåtts, exempelvis *”arbetet skall leda till minskade konsekvenser för miljön”* medan PROFYT helt uppnått sitt miljöinriktade mål *”att skapa en grund för en framgångsrik utveckling av kretsloppsanpassade produkter, baserade på förnyelsebara råvaror”*. Gröna Material har ett miljöinriktat mål som vi bedömer som ännu inte uppnått. Det är målet *”att ta viktiga steg för att förverkliga visionen om en starkt ökad användning av förnyelsebara råvaror i material och produkter”*. Orsaken är inte att forskningen inte har haft rätt inriktning utan att formuleringen *starkt ökad användning* ligger alldeles för långt ifrån de uppnådda resultaten så här långt. Viktigt att betona är naturligtvis att programmet Gröna Material avslutades år 2007 och det därför är för tidigt att utvärdera de långsiktiga effekterna av detta program.

Det finns stora svårigheter med att sätta upp mål om positiva miljöeffekter för denna typ av forskning. Flera av forskningsprojekten är inriktade på grundläggande forskning och kommer även vid ett framgångsrikt arbete inte att ge några direkta miljöeffekter. Däremot kan i princip alla forskningsprojekt ge positiva miljöeffekter på längre sikt. Storleken på miljöeffekterna är idag omöjliga att bedöma och det är dessutom svårt att avgöra hur stor del av de framtida effekterna som kan tillskrivas VINNOVAs forskning.

Detta gör att konkreta mål om positiva miljöeffekter blir oerhört svåra att uppfylla. Hur ska då VINNOVA formulera sina mål för att de inte ska bli verkningslösa? Ett alternativ är att sätta riktlinjer kring vad forskningsprojekten ska handla om. Krav och riktlinjer på att forskningsprojekten måste visa hur de på lång sikt, vid ett lyckat utfall, kan bidra till positiva miljöeffekter skulle kunna vara ett sätt att få in miljöaspekten i forskningen utan att sätta svåruppfyllda mål om minskad miljöpåverkan som en direkt effekt av forskningen. I praktiken är det också så VINNOVA har hanterat miljöaspekten i sina forskningsprogram. VINNOVA har finansierat en rad projekt som med sina projektmål tydliggjort att de inte kommer att resultera i direkta positiva miljöeffekter, utan främst på längre sikt kan bidra till en bättre miljö.

## 6 Bedömning av programutformning och arbetsformer

I detta kapitel diskuteras om programutformningen och arbetsformer varit ändamåls-enliga. Underlag för bedömningarna utgörs av synpunkter som varit vanligt före-kommande från framförallt de forskare vi har intervjuat. Kommentarer som har lämnats av enstaka forskare och som inte verkar stämma med den bild övriga har av programmet har vi lämnat därhän. Vi har sedan bedömt om forskarnas kommentarer är relevanta med avseende på samhällsnytta och effektivitet.

### 6.1 Forskning kontra kommersialisering

I programmen PROF och PROFYT kunde forskarna ägna sig åt behovsmotiverad grundläggande forskning. I programmet Gröna Material ökade fokus på att få fram demonstratorer. Flera forskare som deltagit i programmet Gröna Material har önskat sig större frihetsgrader inom projekten. De vill ha längre tid på sig, slippa kravet på produktifiering och möjlighet att studera intressanta spår som dyker upp längs vägen istället för att leverera exakt det de fått pengar för. De skulle föredra att kunna ägna sig åt forskning i lugn och ro för att bygga upp den inhemska kompetensen inom området. Forskare upplever ibland att de fått avbryta sin forskning i förtid. Vidare har flera forskare önskat en större frihet att söka pengar till intressanta forskningsprojekt utan att behöva pressa in dem inom olika teman och ramar som VINNOVA sätter upp. Exempelvis nämns att flera projekt fått avslag på grund av att de innehållit energiforskningsdelar som VINNOVA inte finansierar utan skall finansieras av Energimyndigheten istället.

Vår bedömning av dessa kommentarer är att de till stor del speglar forskarnas eget intresse och att detta intresse behöver balanseras mot samhällets intresse. VINNOVAs uppgift är att främja hållbar tillväxt i Sverige genom finansiering av behovsmotiverad forskning och utveckling av effektiva innovationssystem. VINNOVAs mål är att öka konkurrenskraften hos forskare och företag i Sverige. Ur den synvinkeln är det rimligt VINNOVAs medel riktas så att forskarnas forskning styrs in mot resultat som bedöms kunna användas kommersiellt samt läggs upp så att den sker kostnads- och tidseffektivt. Däremot kan det vara begränsande även för VINNOVAs syfte att projekt som innehåller energiforskningsdelar fått avslag. Ett möjligt förslag vore att öka samarbetet med Energimyndigheten och gemensamt samfinansiera intressanta program.

Ett annat problem som nämns av flera forskare är svårigheter att få finansiering till att kommersialisera resultaten. Eftersom näringslivet ofta är ovilligt att ta några större ekonomiska risker så efterlyses mer pengar till första delen av kommersialiseringssfasen. Detta skulle enligt forskarna öka nyttiggörandet av forskningsresultaten. En forskare föreslår att VINNOVA skulle kunna dela upp pengarna så att exempelvis en tredjedel

går till grundläggande forskning, en tredjedel till produktifiering och en tredjedel till kommersialisering.

Vår bedömning är att forskarna tar upp en känd svaghet i det svenska innovtions-systemet. Sverige har en hög FoU-andel och många patent i förhållande till BNP och antal invånare, men har svårare att omsätta detta i kommersialiserade produkter och tillväxt. I studien har vi också hittat betydligt fler produkter som nått prototypstadiet än färdiga produkter ute på marknaden. Det kan avspegla att prototyperna med dagens oljepris inte är konkurrenskraftiga eller att det behövs mer stöd i kommersialiseringsstadiet. Annars finns en risk för att samhället förlorar på att först stödja forskning under lång tid fram till en färdig prototyp för att sedan inte hjälpa till i det sista steget ut på marknaden. Det finns en brist på riskkapital för tidiga kommersialiseringsskeden. VINNOVA bör vara medvetet om detta problem och överväga sätt att överbrygga det, antingen genom egna insatser eller genom att hänvisa till andra instanser.

Möjligheten till kommersialisering påverkas också av prisutvecklingen för konkurrerande produkter. Idet här fallet har utvecklingen av priserna på olja och plast påverkat vilka lösningar som idag kan vara kommersiellt bärkraftiga. Även om prisstegringar på olja och plast har kunnat förutses, så är det möjligt att de hittills varit mindre än vad som förväntades när programmen startade.

## 6.2 Patentfrågor

Ett stort antal forskare samt företagsrepresentanter har kommit in på ämnet patentstrider under intervjuerna. De pekar på problemet att det inom forskningsvärlden ibland råder total öppenhet med forskningsresultat genom exempelvis publiceringar i internationella vetenskapliga magasin och ibland råder stort hemlighetsmakeri. Generellt sett minskar intresset för att samarbeta och utbyta information ju närmare kommersialisering av resultaten man kommer. Kritik har framförts mot att det funnits oklara regler kring vad som gällt angående att ta patent på forskningsresultat som kommit fram i samarbete mellan olika institutioner och forskare. Några framför att VINNOVAs handläggare inte har styrt upp projektmöten ordentligt vilket har lett till öppna konflikter mellan forskarna. Inom forskningsprogrammen PROF och PROFYT fanns inga speciella regler utan det som gällde var svensk lagstiftning som de deltagande förväntades känna till. Inom programmet Gröna Material infördes kravet att de deltagande parterna skulle teckna ett ömsesidigt avtal innan projektet inleddes. VINNOVA tillhandahöll dock inga mallar för hur ett sådant avtal skulle kunna se ut och avtalen som tecknades var ibland bristfälliga.

Det fanns dessutom inga tydliga regler kring vad i projektet som är offentligt material respektive inte. Rättigheterna till resultaten blir oklara när det finns ett krav i projekten på en femtioprocentig finansiering från industrin, vilket innebär att rättigheterna till resultaten är delat utan fulla rättigheter för någon part. Forskar man nära produktutvecklingsfasen blir resultaten väldigt känsliga och tydliga regler behövs för vem som ska och kan driva patentansökningar i projektet eller inte. Forskarna jämför här med EU:s forskningsprogram där dessa regler är tydliga.



Vår bedömning är att VINNOVA måste vara medveten om detta och förhålla sig till problematiken. Dels för att undvika onödiga schismer mellan olika projektdeltagare men även för att projekten skall ge full utdelning vilket inte blir fallet om deltagare håller inne med viktig information av rädsla för att dela med sig av den eller att patent och produkter som skulle kunna bli kommersialiserade inte blir det på grund av oklara rättigheter till resultaten.

### **6.3 Pris och omvärldsbevakning**

De intervjuade ger en samstämmig bild av att det har varit svårt att få fram tillräckligt konkurrenskraftiga, förnyelsebara material. Det generella problemet inom forskningsområdet förnybara material har inte varit att få fram nya produkter eller material utan att framställningskostnaden nästan alltid har varit högre än för konventionella material. I några fall har det även varit svårt att nå samma prestanda. Ytterligare ett problem har varit att prestanda och pris visserligen varit konkurrenskraftiga men att produktionsprocesserna har varit annorlunda vilket gjort att de konkurrerats ut av företagens befintliga produktion som redan är i drift och där investeringar i produktionsparken redan är gjorda. Detta är inte konstigt med tanke på hur storskalig och effektiv konventionell materialproduktion är.

Tyder detta på att NUTEK eller VINNOVA gjorde en för optimistisk bedömning av möjligheterna att få fram förnyelsebara material när de aktuella forskningsprogrammen startade? Hade man en övertro på kommande prishöjningar på oljebaserade produkter som inte har infriats? Vår bedömning är både ja och nej. Ja, eftersom vi har fått intrycket av att man generellt sett har varit lite för tidigt ute. Möjligen har de som startade detta forskningsområde överskattat industrins och konsumenters vilja att betala extra för miljöanpassade produkter. Denna vilja är generellt sett mycket låg. Har då Sverige varit för tidigt ute och dragit ett för tungt lass utan att kunna dra nytta av det? Nej, eftersom vi ser att NUTEKs och VINNOVAs bedömningar även varit offensiva och framåtsyftande på ett mycket positivt sätt. Inom några områden ligger Sverige numera i forskningsfronten tack vare NUTEKs och VINNOVAs framsynta satsningar. Detta innebär att även om flera olika initiala forskningsspår visat sig vara svårframkomliga så har man lyckats pricka rätt inom ett tillräckligt stort antal områden.

### **6.4 Finansieringsmodell**

Den finansieringsmodell som har använts, det vill säga att 50 procent av projekten skall finansieras av industrin, har lett till att öppna upp naturliga kontaktytor mot industrin samt att sålla bort projekt som ligger så långt bort från produktifiering att inga industriföretag har velat vara med att betala. Både forskare och anställda inom industrin lovordar de nätverk de byggt upp genom de olika projekten och både grupperns kunskap och insikt i den andra gruppens situation ökar. Flera forskare nämner dock att medfinansieringskravet leder till att små företag får stora svårigheter att delta. Detta är dock ett generellt problem för alla liknande forskningsprogram.

## 6.5 Produktutveckling kontra processoptimering

I samband med att vi intervjuat olika personer om ekonomiska resultat av den VINNOVA-stödda forskningen har det i flera fall visat sig att stora ekonomiska vinster legat i optimering av befintliga produktionsprocesser vilket har varit en bieffekt av forskningen kring nya material eller liknande. Exempelvis har resultaten använts för att optimera konventionell plastproduktion för att skräddarsy traditionell viskosproduktion till kundens behov eller för att tillverka medicinska hjälpmedel av konventionell plast. Vidare innebär konceptet Bioraffinaderi också att befintliga processer och flöden optimeras och att fler sidoströmmar tas om hand. Det behöver inte nödvändigtvis vara till nya produkter av nya material, men bioraffinaderikonceptet ökar förädlingsvärdet av råvaran, veden, och därmed lönsamheten för hela processen. Vår analys är därför att det vore önskvärt att VINNOVA i högre grad även fokuserade på optimering och effektivisering av befintliga industriprocesser istället för att fokusera på helt nya produkter och helt nya material.

Vidare verkar det som de av VINNOVA finansierade doktoranderna gör mycket stor nytta inom svensk industri och att det därför är önskvärt att VINNOVA indirekt fortsätter att finansiera industrinära doktorandtjänster. Då doktoranderna ofta senare får i uppdrag att effektivisera och optimera befintliga produktionsprocesser bör detta även påverka inriktningen på de doktorandtjänster som finansieras.

## 6.6 Arbetsformer

Många som har intervjuats har tyckt att arbetsformen att arbeta i projekt med deltagare från olika forskningsinstitutioner och företag har fungerat mycket bra. Särskilt har möjligheten att bygga nätverk bland både anställda på företag och bland forskare betonats. Några problem har dock identifierats utöver det som tidigare nämnts angående frågor om patent:

- För lite integration mellan de olika forskningsprojekten. Det har inte funnits tillräckliga mekanismer för att kommunicera och dela sina resultat med andra forskargrupper. Man har gjort jämförelser med EU:s forskningsprogram där dessa mekanismer finns inbyggda i programmen.
- Dålig samordning mellan de olika forskningsprojekten vilket både leder till onödigt spretig forskning och att forskningen överlappar på ett ineffektivt sätt. Man har påpekat att i USA och Japan är man idag mycket mer organiserad och systematisk med avseende på stödet för denna typ av forskning.

Vår bedömning är dock att de flesta intervjuade har varit mycket nöjda med arbetsformerna och särskilt möjligheterna att bygga upp egna, professionella nätverk

## 7 Har uppsatta mål nåtts?

I det följande går vi, mål för mål, igenom respektive forskningsprogram för att diskutera om målen har nåtts och viktiga faktorer till att de har gjort det eller inte. Avslutningsvis ger vi ett slutomdöme enligt skalan, rött, gult och grönt, där grönt innebär att målet har uppnåtts medan rött innebär att det inte har uppnåtts. Observera att PROF och PROFYT har bedömts även utifrån effekter som uppkommit i programmet Gröna Material eftersom de tre programmen hänger ihop. Gröna Material kan på så sätt ses som lite diskriminerat eftersom en del mål som är tänkta att nås på lång sikt inte har fått så många år på sig att uppfyllas än.

**Rött** = Målet är inte uppnått

**Beige** = Målet har delvis uppnåtts

**Grönt** = Målet har uppnåtts.

Gradering har gjorts utifrån en helhetsbedömning utifrån allt insamlat material.

### 7.1 Har målen för programmet PROF uppnåtts?

Vi bedömer nedan huruvida forskningsprogrammet PROF på lång sikt nått de uppsatta målen. Det betyder att forskningsprogrammets mål kan ha nåtts inom ramen för ett senare program men att kopplingarna till PROF varit tydliga. PROF får bäst omdömen när det gäller att bygga upp kunskap, kompetens och initiera nätverkande mellan företagande. De mål som handlar om att få fram nya produkter har uppnåtts. Däremot har programmets miljörelaterade mål inte uppnåtts fullt ut. Det är ännu svårt att se några omfattande miljövinster från programmet.

Tabell 16 Mål för forskningsprogrammet PROF

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
<i>Programsyfte</i>	Att stödja forskning som kan ge upphov till framtida material och produkter. Dessa skall kunna produceras i betydande volymer och ändå vara tillräckligt kvalificerade för att motivera de ekonomiska åtaganden som utvecklingen av nya material innebär.	Nya produkter som tillverkas i reellt stora volymer har utvecklats och de är tveklöst tillräckligt kvalificerade.
	Att utveckla kunskap som möjliggör för svensk industri att utveckla och tillverka nya, miljöanpassade och på en internationell marknad kommersiellt gångbara produkter baserade på inhemska förnyelsebara råvaror.	Modos högreaktiva cellulosa exporteras och säkert fler av de nya produkterna. Kunskapsnivån inom svensk industri har höjts.
<i>Programmål</i>	Den initiala forskningsuppgiften är (därför) att fysikaliskt och kemikaliskt definiera kraven för sådana material samt bedöma förutsättningarna för att framställa dem från förnyelsebara råvaror i Sverige.	I flera av de initiala projekten inom PROF genomfördes gedigna forskningsinsatser av grundforskningskaraktär som lagt en stabil kunskapsgrund för fortsatt utveckling.

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
	Att utveckla nya produkter, som ersätter de som för närvarande baseras på t.ex. petroleum. För detta måste man utgå från förnyelsebara råvaror.	Mycket små volymer petroleumbaserade produkter har ersatts. Potential att ersätta större volymer finns i framtiden.
	Att lägga grunden för en strategisk samverkan mellan ett antal teknikledande svenska företag och väl kvalificerade högskoleinstitutioner och institut.	Detta mål har uppfyllts väl med flera långsiktiga forsknings-samarbeten mellan företag och forskningsvärlden som i flera fall ligger i internationell världsklass.
	Att arbetet skall leda till minskade konsekvenser för miljön.	Några produkter har lett till minskade miljöeffekter.
	Att utnyttja naturskapade strukturer för industriell produktutveckling. En ökad kunskap om råvarorna ger förutsättningar att utveckla produkter med nya funktionella egenskaper.	Flera material med fundamentalt nya egenskaper har utvecklats från förnybara material.
	Att skapa kunskap för att ta fram sådana produkter som företagen sedan kan utnyttja för sin egen forskning och produktutveckling inom området.	En rad olika företagsanknutna forskningscenter har startats och forskning inom området bedrivs vidare av företagen själva i deras egen produktutveckling.
	Att samla den forskningskompetens som finns vid ett antal institutioner vid flera av landets högskolor och universitet och skapa samarbeten mellan dessa och med pågående forskning inom EG och framför allt USA på motsvarande områden. Dessutom ska programmet sträva efter att etablera effektiva samverkansformer mellan industrin och forskare vid universitet, högskolor och institut.	Flera forskare vittnar om att ett fungerande forskarnätverk byggdes upp under PROF-tiden som i lite olika konstellationer fortfarande är aktivt. PROF bidrog i hög grad till att olika internationella nätverk startades och till att fungerande samverkansformer mellan industrin och forskningsvärlden kom till stånd.

## 7.2 Har målen för forskningsprogrammet PROFYT uppnåtts?

Här följer en bedömning av huruvida målen för forskningsprogrammet Profyt har nåtts. Tre av målen som anges för Profyt är mål på kort sikt. Dessa analyserar vi inte eftersom fokus i denna rapport ligger på långsiktiga effekter. Enligt vår bedömning är alla långsiktiga mål för PROFYT uppnådda. Detta program utmärker sig för sina realistiska och rimliga mål.

**Tabell 17 Mål för forskningsprogrammet PROFYT**

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
Mål på kort sikt	Att stärka och konsolidera de redan uppstartade samverkansformerna mellan forskningsmiljöer och industrin	Denna studie studerar i första hand långsiktiga effekter.
	Att kartlägga små och medelstora företags möjligheter inom området.	
	Att utgöra ett väl avvägt, fokuserat program inom området med ett starkt företagsengagemang.	
Mål på lång sikt	Att skapa en grund för en framgångsrik utveckling av kretsloppsanpassade produkter, baserade på förnyelsebara råvaror.	Detta mål är uppnått.

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
	Att bygga upp ett nätverk av företag och forskningsutförare för att möjliggöra kunskaps- och tekniköverföring inom området.	Detta mål har uppnåtts.
	Att den fortsatta teknikutvecklingen skall resultera i ett antal nya produkter.	Detta mål har uppnåtts.
	Att med hjälp av forskning skapa en inhemsk kunskapsbas som skall användas för att utveckla framtida produkter och material baserade på förnyelsebara råvaror. Programmet skall lägga grunden för en omfattande samverkan inom området mellan svensk industri, högskoleinstitutioner och institut.	Detta mål har uppnåtts med bred marginal.

### 7.3 Gröna material

Här bedömer vi hur väl målen för Gröna Material har nåtts. Generellt sett betonar detta program i mycket högre utsträckning än PROF och PROFYT ekonomiska variabler som nya företag och sysselsättning. De mål som handlar om att få fram nya produkter och ökad sysselsättning har uppnåtts. Detsamma gäller målen för kunskapsuppbyggnad. Däremot har vi svårt att se att målet ”*starkt ökad användning av förnyelsebara råvaror i material och produkter*” har uppnåtts ännu. Andelen material som har bytts ut är fortfarande mycket liten.

Tabell 18 Mål för forskningsprogrammet Gröna material

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
<i>Övergripande mål</i>	Att utveckla ett flertal nya produkter och material baserade på förnyelsebara material, som är konkurrenskraftiga alternativ till de fossilbaserade och som resulterar i industriell produktion, nya företag och sysselsättning i Sverige.	Dessa mål har uppnåtts.
	Att med grund i ny kunskap om växtförädling och termiska, mekaniska, kemiska och biologiska processer utveckla effektiva processer för utvinning av fibrer och andra råvarukomponenter samt bearbetningsprocesser för nya typer av material.	Vår bedömning är att detta program i hög grad lett till effektivare processer för produktion av nya material.
<i>Mål för delprogrammet Demonstratorer</i>	Att ta viktiga steg för att förverkliga visionen om en starkt ökad användning av förnyelsebara råvaror i material och produkter.	Detta mål är <i>ännu ej</i> uppnått.
	Att visa nya material och produkter som tillverkas från förnyelsebar råvara, alternativt visa processer som kan användas för framställningen.	Detta mål är uppnått.
	Att visa realismen i ett förslag eller en idé och ta inledande steg mot en framtida kommersialisering.	Detta mål är uppnått.
	Att ta fram beslutsunderlag inriktat på fortsatt utveckling och industrialisering i samarbete med industrin.	Okänt.

## 7.4 Wood Material Science Research

Här utvärderar vi målen för delprogrammet Wood Material Science Research inom programmet Gröna Material. Vi bedömer att samtliga mål har uppnåtts helt förutom det första målet handlar om stärkt konkurrenskraft för skogssesindustrin som vi inte bedömer är helt uppnått ännu.

**Tabell 19** Mål för forskningsprogrammet Wood Material Science Research

Typ av mål	Målformulering	Omdöme
<i>Programsyfte</i>	Att främja konkurrenskraften för skogs- och skogsbaserad industri genom utveckling av innovativa, eko-effektiva och kostnadseffektiva skogsbaserade produkter, processer och tjänster.	Detta mål är delvis uppnått.
	Att stärka kunskapsbasen genom nätverkande mellan svenska och finska forskningsresurser verksamma inom vedråvarubaserade innovationssystemet.	Detta mål är uppnått med bred marginal.
	Att främja forskning kring trämaterial och stärka internationellt multidisciplinärt samarbete	Detta mål är uppnått med bred marginal.

### 7.4.1 Sammanvägt omdöme samtliga program

Sammanfattningsvis ser vi ett tydligt mönster att målen för kunskapsspridning, nätverkande och uppbyggnad av forskningsmiljöer har nåtts i mycket hög utsträckning. Det gäller även målen för samverkan mellan forskningsvärlden och företagsvärlden. Målen för att få fram produkter och få ut dessa på marknaden har också uppnåtts, helt eller delvis. Slutligen har programmen haft problem med att nå upp till de miljömål som satts upp. Det går visst att se vissa positiva effekter på miljön, men jämfört med andra miljöåtgärder torde kostnadseffektiviteten vara låg. Sammantaget bedömer vi dock att det varit väl satsade pengar som gett tillbaka minst lika mycket till samhället som programmen har kostat samtidigt som svenskt näringslivs långsiktiga konkurrenskraft har stärkts.

## 8 Case 1 - Barriärskikt av bioplast

Det gemensamma syftet för projekt som har sorterats in under Case 1 är att få fram barriärskikt av förnybara material. Grundtanken var att utnyttja förnyelsebara råvaror som finns i Sverige, exempelvis potatis för att tillverka bioplaster som skulle kunna ersätta plaster baserade på fossilolja. Syftet var även att öka komposterbarheten för förpackningar och att minska samhällets beroende av fossilbaserade material. När forskningen drog igång så var detta ett ungt forskningsområde vilket ledde till att många av projekten i flera fall fick en grundforskningskaraktär där tillverkningsmetoder och materialegenskaper kartlades.

Arbetet inleddes 1994 med att VINNOVAs föregångare NUTEK, inom ramen för forskningsprogrammet PROF, delade ut pengar till intressanta projekt som bedömdes leda forskningen framåt. Medlen fördelades på olika universitet och forskningsinstitut som sedan ålades att samarbeta och utbyta information. Detta ledde till regelbundna nätverksträffar där forskarna utbytte kunskaper samt lärde känna varandra bättre. Även stora företag var knutna till projekten för att garantera en stark koppling till näringslivet. Bland annat var Tetra Pak och Lyckeby Stärkelsen engagerade. Vi har kartlagt femton forskningsprojekt som omfattar utbetalningar på 29,4 miljoner kronor.

**Tabell 20 Forskningsprojekt inom Case 1 – Barriärskikt av bioplast**

Projekttitel	Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, mkr
Stärkelsebaserade plaster med barriäregenskaper framtida pappersbeläggingsmaterial	CTH, Institutionen för Polymerteknologi	PROF	650
Engångsmaterial av nedbrytbara polymerer baserade på förnyelsebar råvara	Se ovan	PROF	2 245
Stärkelsebaserade plaster med barriäregenskaper framtida pappersbeläggingsmaterial	Se ovan	PROFYT	1 275
Modifierade amyloser för framtida bioplaster	Se ovan	PROFYT	3 190
Engångsmaterial av nedbrytbara polymerer baserade på förnyelsebar råvara	Se ovan.	PROFYT	750
Mjukgöring av modifierad stärkelse	Se ovan	PROFYT	400
Modifierade amyloser för framtida bioplaster	SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik	PROF	2 692
Stärkelsebaserade plaster med barriäregenskaper framtida pappersbeläggingsmaterial	Se ovan	PROFYT	3 992
Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag	Se ovan	GM	5 500
Förbättring av förnyelsebara råvarors barriäregenskaper med hjälp av plasmateknik	YKI, Ytkemiska Institutet	PROF	925
Förbättring av förnyelsebara råvarors barriäregenskaper med hjälp av plasmateknik	Se ovan	PROFYT	1 500

Projekttitel	Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, mkr
Mjölksyra ur förnyelsebara råvaror	Lunds tekniska Högskola, Teknisk mikrobiologi	PROF	1 580
Mjölksyra ur förnyelsebara råvaror	Se ovan	PROFYT	1 358
Blocksampolymerer från amylos	LU Kemisk teknologi	PROF	150
Modifierade amyloser för framtida bioplaster	CTH, Materialteknik	PROFYT	2 851
Stärkelse en förnyelsebar råvara för nya material	KTH Polymerteknologi	PROFYT	381
<b>Summa</b>			<b>29 439</b>

Den tidiga forskningen visade att plast tillverkad av stärkelse hade flera negativa egenskaper. Dels var det fuktkänsligt, det vill säga att plasten inte tålde fukt, och dels var det svårt att bearbeta till en färdig produkt. Detta innebar att forskningen anpassades och det genomfördes en rad projekt med plasmateknik för att med hjälp av upphettade gaser (plasma) belägga plasten med olika beläggningar för att minska fuktkänsligheten. Forskningen har sedan fortsatt och resulterat i flera användbara produkter som fortfarande inte är ute på marknaden, men som håller på att kommersialiseras. Problemet ligger just nu i att få fram kostnadseffektiva processer så att priset kan konkurrera med konventionella fossiloljebaserade plaster. Mycket tyder på att kommersialiseringen står inför sitt genombrott, men hur det går är bland annat kopplat till hur oljepriset utvecklas framöver. En kraftig höjning av oljepriset skulle ge utvecklingen en skjuts.

## 8.1 Ekonomiska effekter

Det har gått trögt att få fram patent, prototyper, pilotanläggningar, produkter och företag inom detta Case. Noterbart är att Chalmers institution för Polymerteknologi inte fått fram några sådana resultat inom detta Case trots stor tilldelning av pengar. Däremot har SIK, Institutet för livsmedel och Bioteknik, drivit flera projekt som varit följdprojekt till varandra, och lyckats få fram både patent, prototyper, produkter, pilotanläggningar samt ett nystartat utvecklingsbolag.

Tabell 21 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 1

Högskola eller forskningsinstitut	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
CTH, Institutionen för Polymerteknologi	PROF	650					
	PROF	2245					
	PROFYT	1275					
	PROFYT	3190					
	PROFYT	750					
	PROFYT	400					



Högskola eller forskningsinstitut	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik	PROF	2692					
	PROFYT	3992					
	GM	5500	1	1	1	1	1
YKI, Ytkemiska Institutet	PROF	925					
	PROFYT	1500					
Lunds tekniska Högskola, Teknisk mikrobiologi	PROF	1580					
	PROFYT	1358					
LU Kemisk teknologi	PROF	150					
CTH, Materialteknik	PROFYT	2851	1	1			1
KTH Polymerteknologi	PROFYT	381					
<b>Totalt</b>		<b>29 439</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Grön ruta avser att projektet lett till respektive effekt

### Patent, prototyper och pilotanläggningar

Inom detta Case är två patent kända. Ett patent har tagits avseende tillverkning av stärkelsefilm. Det patentet ägs av ett utvecklingsbolag kopplat till Chalmers. Det andra patentet avser ett patent på en teknik att blåsa plastfilm. I bägge fallen har prototyper tagits fram. Projektet *Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag* har ett följdprojekt. Detta projekt *RewFunc, Förnybara funktionella barriärer*, kommer att bedrivas i större skala med flera deltagande företag och projektet väntas leda till nya patent och produkter.

För övrigt kan nämnas att forskningen på polylaktat i Lund intresserade det amerikanska företaget Cargil så mycket att de följde forskningen under ett helt år (2003). Idag har Cargil en stor andel av patenten på polylaktat vilket gör det svårt att gå vidare inom detta forskningsområde. Det är oklart i vilken mån forskningen i Lund ledde fram till dessa patent.

En pilotanläggning för bstrykning av papper har byggts upp i stor skala inom ramen för projektet *Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag*.

### Produkter på marknaden

Projektet ledde fram till att SIK kom in på området proteiner och skummaterial. Det i sin tur ledde till utvecklingen av nya sorters glutenfritt bröd som säljs av Garbo Food. Denna utveckling delfinansierades av Jordbruksverket och VINNOVAs program Forska och Väx. Garbo Foods omsättning ökade under 2009 från 5 till 10 miljoner kronor på grund av projektet som resulterade i att det glutenfria brödets egenskaper förbättrades

när det gäller färskhållning och smak. 2010 kommer omsättningen att öka ytterligare till cirka 12 miljoner kronor.

## Nya företag

Caset har resulterat i två nya företag:

- Företaget Possibla som är ett passivt utvecklingsbolag utan anställda. Företaget har patent på teknik att blåsa plastfilm.
- Utvecklingsbolaget Re8 har startats av en sistaårselev på Chalmers entreprenörsskola. Företaget som varit igång i tre år är passivt och har inga anställda. Företaget avvaktar en eventuell, framtida prishöjning på olja.

Sammanfattningsvis har det inom detta case varit svårt att få fram produkter som klarat av en marknadsintroduktion. Den forskning som varit mest framgångsrik har varit den som lett fram till kunskap inom ett angränsande område: Glutenfritt bröd.

## 8.2 Miljöeffekter

Eftersom det fortfarande inte finns några färdiga produkter på marknaden från detta Case, förutom glutenfritt bröd, så är miljöeffekten ännu obefintlig.

## 8.3 Mobilitet, människor och miljöer

De personer som deltagit i detta Case beskriver hur de startat från noll och med stöd från VINNOVA har lyckats bygga upp ett helt nytt forskningsområde i Sverige. Särskilt viktigt verkar ha varit att forskningsprogrammen PROF och PROFYT knöt ihop befintlig kompetens i Sverige. Det ledde till ett professionellt nätverk inom både universitetsvärlden och industrin som många intervjuade anger har varit mycket värdefullt.

Forskningsbidragen till de utvalda mottagarna inom detta Case har bidragit till att minst sju personer har doktorerat. Av dessa håller fyra idag på med avancerad forskning och utveckling inom svenskt näringsliv. De arbetar med produktutveckling och forskning på ett bioteknikföretag, ett plaströrstillverkningsföretag, ett plastföretag samt ett medicintekniskt företag. De bidrar där med sitt materialkunnande till stor nytta för svenskt näringsliv.

Tabell 22 Effekter på forskning och nätverkande i Case 1

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följdprojekt
CTH, Institutionen för Polymerteknologi	PROF	650	1	1	1		1
	PROF	2 245	1	1	1		1
	PROFYT	1 275		1	1		
	PROFYT	3 190	1	1	1		

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följprojekt
	PROFYT	750		1	1		
	PROFYT	400		1	1		
SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik	PROF	2 692	*	1	1		1
	PROFYT	3 992	*	1	1		1
	GM	5 500	*	1	1		1
YKI, Ytkemiska Institutet AB	PROF	925		1			1
	PROFYT	1 500		1			
LU, Teknisk mikrobiologi	PROF	1 580	1	1			1
	PROFYT	1 358	1	1	1		
LU Kemisk teknologi	PROF	150		1			
CTH, Materialteknik	PROFYT	2 851	2	1			1
KTH Polymerteknologi	PROFYT	381		1			
			7	16	10	0	8

\*Redovisas under Chalmers

### Disputerade

Som tidigare nämnts har minst sju personer disputerat inom Case 1. Vanligast är detta inom större projekt. En del doktorander har ingått i flera projekt. Vi har valt att redovisa dem under endast ett projekt.

Vi vill visa på bredden i det de bidrar med genom att exemplifiera vad några av dem gör: En kvinnlig forskare som nu arbetar med produktutveckling på Astra Tech berättar:

*”Polymerkunskap har jag haft väldigt stor nytta av. Jag har utbildat fyrtio personer här på företaget genom en serie på sex föreläsningar och i höst kommer trettio personer att delta i en kompletterande utbildning”*

Samma före detta doktorand har i sitt arbete utvecklat medicintekniska produkter. En produkt, ett implantat, såldes till ett utvecklingsföretag i Umeå. Produkten är ännu inte ute på marknaden. Det är däremot Losfric sens, en vidareutvecklad och mer användarvänlig urinkateter för kvinnor med problem att tömma blåsan, exempelvis ryggmärgsskadade. Den har sålt bättre än förväntat och är nominerad till utmärkelsen Svensk design. Samma forskare hjälper även till i andra sammanhang exempelvis att utveckla titanimplantat i käken genom att ge råd kring hur polymerer skall användas i tillverkningsprocessen. En kunskap som kortar företagets utvecklingstider. En annan person som gått till den konventionella plastindustrin har hjälpt till med att utveckla en ny extruderingsprocess som ökade produktionshastigheten med fyra till fem gånger.

### Nationella nätverk

Samtliga projekt har lett till ett ökat nationellt nätverk. Flera nämner detta som en mycket viktig effekt som de har nytta av i sitt dagliga arbete långt efter att projekten har

avslutats. De nationella nätverken har lett till ett stort kunskapsutbyte, spridning av kunskap in i industrin och möjlighet att dra igång nya samarbetsprojekt mellan industri och högskolor.

### **Internationellt nätverkande**

En del projekt har även lett till uppbyggnad av internationella nätverk. Några exempel på nätverk eller samarbeten är:

- Ett samarbete med ett universitet i Sydafrika,
- Ett internationellt nätverk inom *Traditional grains*, traditionella grödor.
- EU-projekt för spridning av kunskap mellan olika länder
- Ett samarbete med Holland har inletts som gav mycket ny kunskap.
- Till följd av ovanstående samarbete startades också ett europeiskt nätverk: *International Center for biopolymertecnology* med representanter från Nederländerna, Sverige, Finland, Österrike, Italien och Portugal.

### **Följdprojekt**

En annan vanlig effekt är att forskningsprojekten leder till följdprojekt både inom området förnyelsebara material men och närliggande områden. Minst åtta projekt har lett till följdprojekt.

## **8.4 Bedömning och lärdomar**

Vår bedömning är att projekten inom Case 1 mer än väl har nått målen för nätverkande och forskning. Det är en återkommande kommentar i intervjuerna att stödet till denna forskning har byggt upp värdefulla nätverk samt en unik kompetens i Sverige som inneburit att Sverige fått en ledande position inom detta forskningsområde. Flera nämner även att Sverige var tidigt ute och vi förstår att flera andra länder numera har kommit ikapp, och kanske gått förbi, Sverige.

Vad det gäller framtagandet av nya produkter har det tagit längre tid än man hade hoppats på. Orsaken är att bioplast har så pass dåliga grundegenskaper att den måste processas i flera steg vilket leder till att den inte kan konkurrera prismässigt med konventionell plast som produceras av billig, fossil olja. Det finns därför två vilande utvecklingsbolag som ännu inte har fått fram sina produkter på marknaden eftersom de är för dyra i dagsläget. Däremot har forskningen lett fram till ny forskning som i sin tur lett fram till nya sorters glutenfritt bröd som säljs och finns ute på marknaden.

## 9 Case 2 - Nya användningsområden för träråvara

Detta Case omfattar forskning som syftar till att få fram nya material från träråvara. Detta för att höja förädlingsvärdet av skogsråvara för svensk trä- och massaindustri. En av grundtankarna har varit att finna användningsområden för alla delar av träråvaran.

Svensk träindustri har höga kostnader för löner samtidigt som svenskt virke har långa tillväxtcykler. Konkurrensen från länder med lägre kostnadsnivå eller med snabbväxande virke ökar vilket leder till ett behov att få fram produkter med ett högre förädlingsvärde.

Samtidigt har både klimatfrågan och resursfrågan visat på behov av alternativ till olja. Forskningen inom detta Case har lett till ett stort antal olika tillämpningar. Många har stannat på forsknings-, patent eller prototypstadiet, men det har även kommit fram två produkter på marknaden: Högreaktiv cellulosa till livsmedelsförpackningar och nanocellulosa till livsmedelsapplikationer. Dessutom verkar flera utvecklingslinjer stå inför sitt kommersiella genombrott. Det tydligaste exemplet på nya produkter står företaget Domsjö för. Vi har valt att lägga Domsjö i ett separat Case för att ge detta exempel tillräckigt med utrymme men omnämner de viktigaste delarna även i detta Case.

### **Hemicellulosa och bioraffinaderier**

Några av de forskningsprojekt vi valt att studera handlar om hur man kan använda hemicellulosa bättre. Hemicellulosa, som sitter som en smet kring fibrerna på en växt, är den näst största biopolymeren på jordklotet och även den mest outnyttjade råvaran. Innan VINNOVAs program PROF startade fanns det lite forskning inom ämnesområdet. Därför försökte forskarna extrahera hemicellulosa ur ved samt ta fram en metodik för att extrahera den från andra komponenter i veden samt studera dess egenskaper. Bland annat försökte man i ett tidigt projekt studera om hemicellulosan kunde användas till filmer eller geler. Detta var ett pionjärprojekt inom bioraffinaderikonceptet för träråvaror. För snabbväxande grödor finns tidigare exempel.

Flera forskningsprojekt inom detta Case har utvecklat bioraffinadertekniken vidare. Ett bioraffinaderi är en fabrik som tar till vara alla råvaror och sidoströmmar från vedråvara på ett liknande sätt som ett traditionellt raffinaderi omvandlar råolja till en rad olika oljebaserade produkter. Forskningen kring detta har exploderat internationellt de senaste åren och Sverige ligger, bland annat tack vare dessa forskningsprojekt, långt framme i utvecklingen.

Hemicellulosa som råmaterial har en mycket stor potential men det är ett komplext område. Hemicellulosa består av komplexa strukturer som varierar mellan olika växter och över årstiderna m.m. Inom ramen för detta Case bedrevs ett grundläggande

kartläggningsarbete som bland annat resulterade i ett standardverk över olika hemicellulosors strukturer och egenskaper som används än idag. Andra resultat är att forskarna har byggt upp ett internationellt nätverk inom hemicellulosa, deltagit och anordnat internationella konferenser och sammanfört forskargrupper över världen.

## Nanoteknologi

De minsta enskilda elementen i cellulosa-fibrer benämns nanofibrer eller mikrofibriller. Bildandet av dessa är ett resultat av den naturliga tillväxten av trädet. Om man lyckas sönderdelar veden så att nanofibrerna friläggas finns stor potential att tillverka mycket starka material. Denna teknik har utvecklats inom detta case.

**Tabell 23 Forskningsprojekt inom Case 2 – Nya användningsområden för trä-råvara**

Projekttitel	Ansvarig organisation	Program	Utbettat belopp, tkr
In situ tvärbinding av holocellulosa – bionedbrytbara högabsorberande hybridfibrer	CTH, Polymerteknologi	PROF	730
In situ tvärbinding av holocellulosa – bionedbrytbara högabsorberande hybridfibrer		PROFYT	2 133
Skräddarsydda hemicellulosor och LCC som funktionella kemikalier och byggstenar i framtida material		PROFYT	4550
Karaktärisering av hemicellulosafraktioner för tillverkning av polymerer ur förnyelsebara råvaror	STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut, (Innventia)	PROFYT	3 337
Novel food delivery materials based on hemicelluloses, NovHemi		GM	7 500
Tekniska appliceringar av mikrofibrillär cellulosa (MFC)		PROFYT	I.U.
Nanostructured Cellulose Products		WMSR	6 100
Modifiering av hemicellulosa	KTH, Polymerteknologi	PROFYT	296
Modifiering av hemicellulosa		PROFYT	2 509
Nya barrvedshemicellulosa-baserade frisättningsystem för tillämpningar inom medicin och jordbruk		GM	2 360
Nya cellulosa-derivat från trä, Newcell		WMSR	8 350
Funktionella polymerer ur förnyelsebara råvaror -gelbildning i polyelektrolytssystem	LU Fysikalisk Kemi	PROF	185
Fraktionering av lignocellulosa för produktion av förnyelsebara polymerprodukter / hemicellulosabaserade polymerer	LU, Kemisk apparatteknik	PROF	1 829
Fraktionering av lignocellulosa för produktion av förnyelsebara polymerprodukter / hemicellulosabaserade polymerer		PROFYT	5 625
			<b>45 505</b>

## 9.1 Ekonomiska effekter

Case 2 har varit förhållandevis framgångsrikt när det gäller att få fram patent, produkter och företag. Då det delvis rör sig om samma forskningsinstitutioner, samma arbetsmetoder och upplägg som i Case 1 bedömer vi att orsaken till den relativa framgången står att finna i att träråvara har visat sig vara lättare att bearbeta till användbara material än vad potatisstärkelse har varit. Inom detta Case redovisas även Xylophane, ett företag som tillverkar plastfilm av kornskalsstärkelse i sin pilotfabrik. Detta eftersom denna teknik har tydligare kopplingar till forskningen i case 2 än i case 1.

Tabell 24 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 2

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
CTH, Institutionen för Polymerteknologi	PROF	730					
	PROFYT	2 133	1	1			
	PROFYT	4550	1	1		1	1
STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitution (Innventia)	PROFYT	3 337					
	GM	7 500	2	1			
	PROFYT	I.U.					
	WMSR	6 100	6	1	1	2	1
KTH, Polymerteknologi	PROFYT	296					
	PROFYT	2 509					
	GM	2 360	1	1		1	
	WMSR	8 350		2	1		
LU Fysikalisk Kemi	PROF	185					
LU, Kemisk apparatteknik	PROF	1 829					
	PROFYT	5 625					
			11	7	2	4	2

### Patent

Detta Case har lett fram till elva patent. Bland annat avser patenten:

- En absorbent till hygienprodukter som aldrig kommersialiserats
- En teknik för att producera plastfilm av kornskalsrester
- Ett EU-patent för att producera filmer och gel från ved
- Fyra patent för tillverkningsprocesser för att få fram nanocellulosa
- Hårborttagningsmedel. Patentet såldes till brittiskt företag.
- Medel som förbättrar upptagningen av medicin mot hudcancer. Patentet såldes till brittiskt företag.

## **Prototyper**

Vi har inte frågat direkt efter prototyper i undersökningen, men vi har tolkat resultaten som att det framkommit prototyper i minst sex av projekten varav minst två olika i ett projekt. Exempel på prototyper är:

- Plastfilm tillverkad av kornskalsrester
- Sårvårdsprodukter av nanocellulosa
- Tabletter tillverkade av nanocellulosa
- Hårborttagningsmedel
- Medel som förbättrar upptagningen av medicin mot hudcancer

Dessutom tillkommer effekter med mindre tydlig koppling till projekten där resultaten lett fram till substanser som används i frisyrgel och schampo. Dessa effekter har dock inte räknats med i tabellen.

## **Pilotanläggningar**

Forskningen inom detta Case har lett fram till fyra kända pilotanläggningar i olika stadier:

- Xylophanes pilotfabrik för att tillverka plastfilm. Se vidare under rubriken Nya företag.
- Plastfilm från vedbottnar skall testas i Tetra Paks pilotanläggning i Lund.
- Norska Borregård som har tagit till sig nanotekniken och byggt en pilotanläggning. Nu planerar man att bygga ett bioraffinaderi.
- Innventia bygger en pilotanläggning för tillverkning av 100 kg styrkemedel för papper per dag.

## **Produkter på marknaden**

Inom detta Case har det kommit fram några produkter:

- Domsjö producerar högreaktiv cellulosa för 42 miljoner kronor per år som säljs till finska Visko som använder den för att producera korvskinn
- Norska Borregård använder nanocellulosa i olika livsmedelsapplikationer. Vi räknar denna användning som en produkt.
- Det är oklart om de brittiska företagen, se nedan, producerar något.

## **Nya företag**

Två nya företag har bildats som ett resultat av forskningen:

- Xylophane som är ett utvecklingsbolag med 7 till 8 anställda som har fått forskningspengar från VINNOVA inom programmet Forska och Väx. De har även fått privat riskkapital för att bygga en pilotfabrik för tillverkning av bioplast tillverkad av kornskalsrester.
- Ett brittiskt företag som bildades i samband med att ett patent såldes.



## Övriga effekter

Genom deltagande i VINNOVAs forskningsprogram hittade Domsjös dåvarande forskningschef en avgörande svensk kund till sin viskostillverkning och kunde attrahera och behålla ytterligare kunder framförallt i Asien. Värdet av detta är svårt att uppskatta. Domsjös omsättning uppgår dock till 2 miljarder kronor per år varav drygt 50 procent utgörs av viskosprodukter. Övriga produkter från Domsjös bioraffinaderi är också beroende av viskosproduktionen eftersom de uppstår som biprodukter till denna. Värdet på detta är svårt att sätta, men WSP uppskattar mersäljningseffekten till flera hundra miljoner kronor.

Intressant är att Domsjö antagligen haft större nytta av att delta i VINNOVAs projekt för att förädla sin ordinarie produktionslinje än av att utveckla helt nya produkter. Utvecklingen av nya produkter medför stora kostnader i investeringar för att få hela produktionslinjen att fungera. Bland annat bromsas försäljningen av att Domsjö ännu inte kan leverera sin produkt på rulle, vilket innebär en stor investering för att klara av. VINNOVA skulle därför kunna fundera på att i framtida program i högre grad stödja utvecklingen av befintliga produktionsprocesser istället för av helt nya produktlinjer.

En annan övrig effekt är att forskare från Lund som deltagit i dessa forskningsprojekt idag sprider sitt kunnande om membranprocesser, som de delvis byggt upp inom VINNOVAs forskningsprogram, till svensk och utländsk industri. Det ökar användningen av restprodukter och därmed också deras konkurrenskraft. Företag som har tagit del av kunskaperna är exempelvis Domsjö, Södra och Stora Enso.

## Framtida effekter

En rad lovande patent har tagits eller håller på att tas, bland annat på filmer som skulle kunna ersätta plast eller aluminium som skyddsfilm i förpackningar. Värdet på den marknaden är global och räknas i miljarder kronor, men det finns många hinder på vägen från patent till färdig produkt. Några citat från företagen visar hur de ser på framtiden:

*”Vi har en del patent kvar som ligger vilande nu. De är förnyade men passiva. Materialen blev för dyra. Om råoljepriset skulle gå upp skulle materialen kunna bli intressanta”*

*”Det är viktigt att få fram förnybara material baserade på cellulosa med högt förädlingsvärde. Det är en överlevnadsstrategi för företagen”*

## 9.2 Miljöeffekter

### Direkta effekter

Miljöeffekterna av de produkter som forskningsprogrammen lett till är än så länge begränsade. Den enskilt tydligaste miljöeffekten är Domsjös produktion av lågviskoscellulosa. Denna har ökat ständigt de senaste 4-5 åren. I dagsläget produceras 6000 ton lågviskoscellulosa. Denna lågviskoscellulosa ersätter i huvudsak korvskinn tillverkade på annat sätt, exempelvis korvskinn från tarmar, tyg eller av plast. Eftersom det finns ett

flertal olika metoder för att tillverka korvskinn är det svårt att uttala sig om miljöeffekten. Den kan vara både positiv och negativ men knappast särskilt stor åt något håll.

### Indirekta effekter

Projekten inom detta Case har indirekt understött hela Domsjös övergång till att börja producera viskos. Viskostillverkning är mycket mer miljövänlig än tillverkning av bomull. Produktion av bomullstyg kräver stor vattenförbrukning, ofta i länder med vattenbrist, samtidigt som den kräver stor användning av bekämpningsmedel. En övergång till tyg tillverkat av tråråvara är därför klart att föredra ur miljösynpunkt.

### Framtida effekter

Det finns en stor potential i att byta ut plast eller aluminiumfolielagret i förpackningar, vilket flera patent och forskningsprojekt syftar till. Dock finns det inga färdiga lösningar än med koppling till just denna forskning, men det finns en mycket stor potential.

Det finns även kopplingar till forskning som syftar till att rena och återvinna avloppsvatten i massabruk.

Ökat förädlingsvärde inom skogsindustrin gör den mer konkurrenskraftig jämfört med plastindustrin vilket på sikt skulle kunna minska behovet av plastbaserade produkter. Det kan minska bidraget till klimateffekten samt minska åtgången av ändliga resurser.

## 9.3 Mobilitet, människor och miljöer

Stödet till forskningen inom detta Case har varit mycket framgångsrikt när det gäller att bygga upp kontakter mellan forskare, skapa kontakter mellan forskningsvärlden och näringslivet samt att leda fram till fortsatt forskning inom området. Sverige är idag världsledande inom ett antal områden som har tydlig koppling till de studerade forskningsprogrammen. Att forskningen verkligen lett framåt syns när man sammanställer effekterna i en överskådlig tabell. Jämfört med Case 1 har ungefär lika många personer disputerat och även här har i stort sett alla projekt lett till att nationella nätverk har byggts upp. Sedan skiljer det sig åt. Case 2 har lett till fem nya forskningscenter av olika slag medan Case 1 inte ledde till något forskningscenter. Inom Case 2 har också alla projekt lett vidare till följdprojekt vilket inte var fallet inom Case 1 där en del projekt visade sig vara återvändsgränder.

Tabell 25 Effekter på forskning och nätverkande i Case 2

Ansvärig organisation	Program	Utbetalt belopp, mkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följdprojekt
CTH, Institutionen för Polymerteknologi	PROF	730		1			1
	PROFYT	2 133		1	1	1	1
	PROFYT	4550	2	1	1		1
STFI-Packforsk AB	PROFYT	3 337		1			1

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, mkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följprojekt
STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitution	GM	7 500	1	1	1		1
STFI	PROFYT	I.U.		1			1
STFI	WMSR	6 100		1	1	2	1
KTH, Polymerteknologi	PROFYT	296		1			1
KTH, Polymerteknologi	PROFYT	2 509	2	1			1
KTH Polymerteknologi	GM	2 360	1	1			1
KTH, Polymerteknologi	WMSR	8 350		1	1	1	1
LU Fysikalisk Kemi	PROF	185				1	1
LU, Kemisk apparatteknik & Biokemi	PROF	1 829	1	1	1		1
LU, Kemisk apparatteknik	PROFYT	5 625	1	1	1		1
			8	13	7	5	14

### Disputerade

Minst åtta personer har disputerat inom Case 2. Av dessa har fem personer gått vidare till företag, varav en till ett finskt företag. En person har gått till PRV:s patentavdelning. En är kvar inom forskningsvärlden.

### Nationella nätverk

Nästan samtliga projekt har varit viktiga för att bygga upp forskarnas och de deltagande företagen nationella nätverk inom forskningsområdet. Detta är ett tydligt resultat av VINNOVAs arbetssätt och regler som uppmuntrar till samverkan mellan olika institutioner och med företag. Att detta arbetssätt har lett till ett ökat nätverkande och korsbefruktnings mellan olika kompetenser och samhällssektorer vittnar många intervjuade forskare om. Nätverken har även fungerat som en viktig brygga till industrin:

*“Det är viktigt att VINNOVA främjat samarbete med industrin, det har varit mycket fruktbart. VINNOVA har underlättat genom att den industrinära forskningen delvis måste finansieras av industrin. I vår forskargrupp befruktade de olika projekten varandra. Det är viktigt att kombinera olika kunskaper”*

Deltagande företag vittnar om att deltagande i VINNOVAs projekt lett till stora fördelar för dem. De betonar hur viktigt det är att vara med och knyta nationella och internationella kontakter, höra vad som är på gång samt att få en fördjupad kunskap om hur kunderna tänker. En anställd på ett företag berättar:

*”Det är värdefullt att få lära sig vad de andra företagen sysslar med och att träffa kunder. Det är inte så många som forskar på mitt företag. Att delta i VINNOVAprojekt ger inblick i forskningsfronten. Exempelvis fick jag träffa utvecklingssidan hos kunder och vi kunde då diskutera vilka egenskaper de önskade vilket varit oerhört värdefullt. I normala fallet träffar man endast inköpsidan. Kontakterna har lett till order i miljonklassen för oss.”*

### **Internationella nätverk**

En rad internationella kontakter har tagits och minst sju internationella nätverk har byggts upp inom de olika projekten i Case 2. Detta har uttryckligen uppskattats av de deltagande forskarna och företagen. Ett exempel på den nytta deltagande i ett internationellt nätverk har för ett företag är kunskaper om konkurrenternas kunskapsläge. En företagsrepresentant berättar:

*”Det är viktigt att ha koll på att se hur det ser ut i världen. Har man en bra trendspaning är det lättare att bedöma om det är idé att satsa på en ny produkt eller inte vilket kan spara mycket pengar genom att man slipper felsatsningar”.*

### **Forskningscenter**

Den livaktiga forskning som VINNOVAs stöd har bidragit till har direkt eller indirekt lett till att fem nya forskningscenter har startats:

- Wallenberg Wood Science Center på KTH. Har en forskningbudget på 400 miljoner kronor från Wallenbergfamiljen.
- Biomac Innovation center på KTH.
- DomInnova, nystartad forskningsavdelning på Domsjö
- Kompetenscentrumet CAP, *Centrum för amfifila polymerer från förnyelsebara råvaror* vid Lunds universitet som delfinansierades av VINNOVA (avslutat).
- Avancell, som är ett forsknings- och idésamarbete mellan Södra och Chalmers med fem doktorander.

### **Följdprojekt och internationell expertis**

Samtliga forskningsprojekt har lett till följdprojekt. Flera följdprojekt är mycket stora och omfattande med stora företag inblandade. Inom flera områden är Sverige internationellt ledande:

- Nanocellulosa
- Tillverkning av lågviskoscellulosa
- Membranprocesser för separation inom industrin
- Bioraffinaderi
- Kemisk uppbyggnad av material till önskad struktur och egenskaper

VINNOVAs stöd har ofta varit avgörande för att forskningskompetensen i Sverige skall nå en viss kritisk massa inom ovanstående områden. En forskare på ett utvecklingsföretag berättar:

*”VINNOVAs engagemang har varit avgörande för den utvecklingen vi har idag. Idag är Sverige ledande inom området tillsammans med två olika japanska forskarkluster.”*

Vi går här igenom område för område hur situationen ser ut:

*Nanocellulosa.* På Innventia arbetar en grupp internationellt ledande forskare vidare inom nanomaterial. Tillsammans med två japanska forskarkluster är svenska forskare ledande i världen inom detta område. Nu fortsätter utvecklingen och allt fler företag intresserar sig som exempelvis SCA. Skogsindustrin satsar pengar i tillämpningarna för pappersmasseindustrin i samarbete med Innventia. Innventia själva ska bygga en pilotanläggning för tillverkning av 100 kg styrkemedel för papper per dag. Intresset för denna pilotanläggning är mycket högt. När de gick ut med detta hörde 100 intressenter från hela världen av sig.

*Tillverkning av lågviskoscellulosa.* Domsjö är idag världsledande inom området lågviskoscellulosa. De har utvecklat nya cellulosasorter med helt unika egenskaper som går att skraddarsy efter kundens önskemål. De satsar stort på forskning och utveckling och har startat en ny forskningsavdelning, DomInnova.

*Membranprocesser för separation inom industrin.* På Lunds universitet finns idag världsledande kompetens inom membranprocesser, det vill säga hur man avskiljer olika komponenter från varandra vilket behövs inom exempelvis ett bioraffinaderi eller i en högteknologisk avloppsanläggning. Ökad separation ökar möjligheten att få fram fler produkter från en och samma råvara vilket ökar förädlingsvärdet och därmed företagets konkurrenskraft. Exempelvis kan pappersindustrin få fram fler produkter, inte bara pappersmassa. Forskarna på Lunds universitet är världsledande och hjälper företag från andra länder, till exempel Sydafrika och Schweiz (mot betalning) samt svenska företag (utan betalning).

*Bioraffinaderi.* Sverige hör till de ledande länderna inom bioraffinadertechniken. Dels på grund av specialkunskaper inom membranprocesser, inom nanoteknik samt tillverkning av lågviskositetscellulosa, se ovan. Domsjö ser på sin anläggning som ett av världens enda bioraffinaderier.

*Kemisk uppbyggnad av material till önskad struktur och egenskaper.* KTHs Institution för Polymerteknologi, har en världsledande expertis inom hur man kemiskt bygger upp material till den struktur och de egenskaper man vill ha. Det handlar om att modifiera biomassan i olika delsteg, vilket möjliggör att göra en film eller biogel. Institutionen började från noll och har nu kommit så långt att de som enda institution på KTH fått del av EU:s ERC-pengar som går till extra utvald forskning. ERC stöder institutionens forskning med 2,5 Euro under ett antal år. Flera nya produkter är på gång, men man vill inte tala högt om detta innan alla patent är på plats. Ett följdprojekt följer på det

internationellt patent som togs 2009 på en produkt som nu ska utvecklas vidare i ett samarbete som finansieras av Tetra Pak och VINNOVA. Det omfattar 8 miljoner per år. Inom detta projekt räknar KTH och Tetra Pak att få fram biofilmer till livsmedelsförpackningar.

## 9.4 Övriga långsiktiga effekter

Få övriga effekter har rapporterats. En forskningschef på ett stort företag berättade att de som deltog i VINNOVAs projekt var så engagerade i byggandet av ett internationellt forskningsnätverk att det ökade intresset för internationella nätverk i hela organisationen. Det ledde till att nya internationella forskningsnätverk byggdes upp vilket ledde till ny kunskap inom helt andra områden. Bland annat ökade kunskapen om flerfasströmning som är viktigt när man utvecklar och konstruerar maskiner. Detta har lett till snabbare produktion, bättre kvalitet och ökad möjlighet att styra produktionen och produkterna.

## 9.5 Bedömning och lärdomar

Case 2 har varit mycket framgångsrikt. Det har varit fruktbart med arbetsformer som gynnar framväxten av nätverk mellan forskare och företag. Det har stöttat svensk forskning att nå världsklass inom minst fem olika områden, det har kommit ut flera produkter varav en, högreaktiv cellulosa, tillverkas i Sverige och säljs för ett värde på 42 miljoner kronor per år. Kunskapsuppbyggnaden i företagen genom företagsrepresentanter som deltagit i projekten *eller* genom att disputerade doktorander tagit anställning i industrin har lett till att företagen även utvecklat sin befintliga produktion. Vad gäller miljöeffekter är det svårt att se några sådana idag, men på sikt finns det en stor potential exempelvis när det gäller att öka återvinningsbarheten hos förpackningar.

## 10 Case 3 – Vegetabiliska oljor

Målet med forskningen på området vegetabiliska oljor var att använda vegetabiliska oljor för att ersätta fossila oljor som råvara och komponent i olika produkter. Forskningsområdet består av ett par fristående forskningsprojekt som här analyseras som en grupp.

### Bakgrund

Caset vegetabiliska oljor innehåller endast ett fåtal forskningsprojekt och en relativt liten summa forskningsmedel. Forskningen är dock så pass avgränsad från övriga områden att den med fördel kan ses som ett eget forskningsområde.

De forskningsprojekt som ryms inom detta case har främst drivits av KTH, där både institutionen för polymerteknologi och institutionen för bioteknologi har deltagit. Utöver de projekt som finns inom de olika forskningsprogrammen har en stor del av den av VINNOVA finansierade forskningen skett inom ramen för kompetenscentrat SNAP, knutet till Lunds universitet.

Från den privata sektorn var Lantmännen en viktig aktör, inblandad i flera forskningsprojekt. Bland de deltagande företagen märks SSAB och Akzo Nobel. Forskningsprojekten inom området har ägt rum under tidigt 1990-tal och fram till mitten på 2000-talet. Tabellen nedan listar de forskningsprojekt som har studerats närmare inom ramen för området vegetabiliska oljor.

**Tabell 26 Forskningsprojekt inom Case 3 – Vegetabiliska oljor**

Projekttitel	Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr
Syntes och karakterisering av ytaktiva ämnen av naturproduktbaserade alicykliska föreningar	KTH Kemi, YKI samt Ytkemiska institutet	PROF	795
Råvaror till färgbindemedel ur förnyelsebara råvaror	KTH Polymerteknologi	PROFYT	1 647
Nya bandlackar med reaktiva spädare från förnyelsebara råvaror	KTH Bioteknologi	GM	1 950
			<b>3 597</b>

Redan inom det tidiga forskningsprogrammet PROF lyfts i programmålen inom området ytaktiva ämnen (tensider) fram som en av de största och viktigaste grupperna av specialkemikalier med en bred användning som tillsatsmedel inom vitt skilda områden som mineralanrikning, färg och lim, rengöring, smörjning och valsning, livsmedel och läkemedelsformuleringar. Under senare år har miljöaspekter på tensider kommit allt mer i fokus och ett förändringstryck har skapats inom området. Biologisk

nedbrytbarhet och fisktoxicitet hos produkterna och deras metaboliter lyfts fram som viktiga faktorer att ta hänsyn till.

Inom programmet PROFYT lyftes vegetabiliska oljor fram som ett av tre delområden. Bland de mer konkreta programmålen talas det om att hitta förnyelsebara alternativ till tensider. Tydligt är dock att större delen av forskningen inom området sker utanför de forskningsprogram som VINNOVA finansierar, där endast ett fåtal projekt på området kom med.

I VINNOVAs stora roadmap-arbete lyfts vegetabiliska oljor fram ytterligare. Där specificeras produktgrupper där produkter baserade på vegetabiliska oljor kan ersätta produkter baserade på fossila oljor. Exempel på produktgrupper som nämns är smörjmedel, tryckfärger och målarfärger.

## 10.1 Ekonomiska effekter

Forskningen inom Case 3 får anses vara lyckad. Caset har resulterat i ett globalt patent och en produkt som har börjat säljas på marknaden. Notera att tabellen inte gör anspråk på att vara heltäckande, utan endast listar de konkreta resultat som har framkommit i undersökningen.

**Tabell 27 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 3**

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
KTH Kemi, YKI, Ytkemiska institutet	PROF	795					
KTH Polymerteknologi	PROFYT	1 647	1				
KTH Bioteknologi	GM	1 950		1	1		
<b>Summa</b>		<b>4 392</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		

### Patent och prototyp

Ett patent som även tagits internationellt på en färg för tunnplåt som är baserad på vegetabiliska oljor istället för oljebaserade produkter. Dessutom minskar denna färg behovet av oljebaserade lösningsmedel. Patentet togs innan projektet inom Gröna Material inleddes men räknas här som en följd effekt till det tidigare projektet inom PROFYT.

### Produkter på marknaden

Den målade tunnplåten har börjat säljas på marknaden och flera stora svenska byggföretag har visat stort intresse. Produkten omsätter redan 3,5 miljoner kronor per år.

Ett tidigt forskningsprojekt handlade om möjligheten att kartlägga och framställa ytaktiva egenskaper (tensider) från naturen. Projektet ledde till vidare arbete inom



kompetenscentret SNAP som i sin tur anses ha bidragit till att utveckla bionedbrytbara tensider som används i exempelvis industrivättmedel. Detta redovisas ej i tabellen nedan eftersom effekten inte är en direkt effekt av forskningen av Case 3.

## 10.2 Miljöeffekter

Vegetabiliska oljor har stora möjligheter att på sikt ersätta fossila oljor och därigenom bidra till stora förbättringar av arbetsmiljön. Det enda forskningsprojekt som ryms inom de studerade forskningsprogrammen som har lett till några tydliga positiva miljöeffekter är projektet *Syntes och karakterisering av ytaktiva ämnen av naturproduktbaserade alicykliska föreningar* som indirekt har bidragit till att syntetiska och syreförbrukande tensider har kunnat fasas ut från tvätt- och rengöringsmedel vilket minskar miljöpåverkan på sjöar och hav.

Den nya plåtfärgen som SSAB lanserat under hösten 2010 har konstaterats ge små miljöeffekter, då inslaget förnybara material i produkten visserligen ökar, men effekten är relativt låg.

## 10.3 Mobilitet, människor och miljöer

Kunskapsgenerering till följd av forskningen inom området har skett i flera olika led. Några av forskningsprojekten inom området härstammar från mitten av 1990-talet och kan därmed anses vara lite av ett startprojekt för annan forskning på området.

Tabell 28 Effekter på forskning och nätverkande i Case 3

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, mkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följprojekt
KTH Kemi, YKI, Ytkemiska institutet	PROF	795	1	1		1	1
KTH Polymerteknologi	PROFYT	1 647		1			1
KTH Bioteknologi	GM	1 950	1	1			1
			2	3	0	1	3

### Disputerade och nätverksuppbyggnad

Inom detta Case har minst två personer disputerat varav en har gått vidare till industrin (Asea).

### Nätverk

En viktig effekt av forskningsprojekten är de samarbeten som har skapats i samtliga tre projekt. Företag från varje steg i värdekedjan har deltagit. Det handlade om Lantmännen, Akzo Nobel och SSAB. Däremot har inga internationella nätverk byggts upp inom detta område.

## **Följdprojekt**

Samtliga forskningsprojekt inom detta case har lett till följdprojekt av olika slag. SSAB deltar till exempel i forskningscentret Ecobuild, där forskare studerar möjligheterna att även göra ett förnybart polyesterbindemedel, för att ytterligare öka graden av förnybara komponenter i materialet. Även Lantmännen och Akzo Nobel deltar i fler forskningsprojekt som finansieras av VINNOVA och som till viss del kan kopplas till detta projekt.

## **Forskningscenter**

Projektet Syntes och karakterisering av ytaktiva ämnen av naturproduktbaserade alicykliska föreningar ledde vidare till VINNOVAs forskningscenter SNAP.

## **10.4 Bedömning och lärdomar**

I VINNOVAs arbete med att ta fram en ”road map” (en handlingsplan) i början på 2000-talet för sin fortsatta forskningsinsats gavs flera exempel på produkter där vegetabiliska oljor skulle kunna komma att spela en väsentlig roll i att ersätta fossila inslag. Forskningen på vegetabiliska oljor var då redan inledd.

Ett viktigt allmänt mål för VINNOVAs forskning inom området förnybara material har varit att den ska leda till teknikutveckling och att nya produkter når marknaden. Inom området vegetabiliska oljor finns en produkt ute på marknaden. Förväntningarna på marknads lanseringen är relativt stora och det är möjligt att produkten kan få ett stort genomslag.

Forskningsområdet vegetabiliska oljor har varit ett mindre område inom området förnybara material med få projekt och små anslag. Forskningen på vegetabiliska oljor har till stor del bedrivits på annat håll och med inriktning mot bränslen istället för material.

Klart är dock att vegetabiliska oljor tidigt lyftes fram som ett viktigt område i VINNOVAs roadmap, men detta har inte avspeglats i form av ett stort antal projekt, eller mycket anslag i de forskningsprojekt som har plockats in i forskningsprogrammen PROF, PROFYT och Gröna Material. En stor del av VINNOVAs satsning har istället legat inom kompetenscentren SNAP och CAP.

En lärdom av de forskningsprojekt som finns inom området är att det är svårt för vegetabiliska oljor att konkurrera med oljebaserade material då dessa är relativt billiga. Det finns sällan några stora ekonomiska fördelar med att ersätta petroleumbaserade produkter med förnybara, vilket innebär att de förnybara råvarorna måste leda till funktionsförbättringar för att kunna slå sig in på marknaden.

En annan intressant iakttagelse är att miljöeffekterna i det projekt som har lett fram till en kommande produkt är små. Det är svårt att avgöra om detta är generellt för forskningen inom området, men det är tydligt att miljöeffekterna inte är den drivande faktorn inom detta forskningsområde.

# 11 Case 4 – Biokompositer

Det övergripande målet med forskningsområdet biokompositer är att med hjälp av förnybara råvaror skapa biokompositer som kan ersätta oljebaserade plaster i olika produkter. I flera projekt handlar det om att modifiera cellulosa eller naturfibrer för att hitta nya användningsområden där det idag används plaster eller andra oljebaserade material. Resultaten från de studerade projekten är i regel positiva och innehåller både produktutveckling och kunskapsgenerering.

## Bakgrund

Forskningen inleddes redan under PROF-tiden men samtliga projekt som ingår i detta Case har ingått i forskningsprogrammet Gröna Material och drevs under perioden 2003 till 2007. En del av resultaten bygger dock på tidigare projekt, exempelvis *Nya fibrer, nya material - en förstudie av bioteknikens möjligheter*, som var ett forskningsprojekt av mycket grundläggande karaktär som finansierades av ett annat VINNOVAprogram.

Flera olika institutioner är inblandade i forskningsprojekten, exempelvis institutionen för bioteknologi samt Institutionen för fiber- och polymerteknologi på KTH samt Luleå Tekniska Universitet. Forskningsinstitut som deltagit är IFP Research AB, numera Swerea, STFI Packforsk, numera Innventia och Trätec, numera SP (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut). Bland de deltagande företagen märks SCA, Akzo Nobel och SSAB. Tabellen nedan listar de forskningsprojekt som har studerats närmare inom ramen för området biokompositer.

**Tabell 29** Forskningsprojekt inom Case 4 – Biokompositer

Projekttitel	Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr
BIOAUTO - 3D-Biocomposites for automotive interior application	IFP Research AB	GM	6 650
In-situ polymerisation av gröna material	IFP Research AB	GM	5 835
Nya cellulosabaserade kompositer	KTH, Institutionen för bioteknologi	GM	6 750
Biointeraktiva fibrer för antibakteriella tillämpningar	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	GM	250
Träkompositer genom självlimmande fibrer	LuTH, Institutionen i Skellefteå	GM	2 500
Våtprocess för formning av biokompositer lämpade för 3D-skal	STFI-Packforsk AB	GM	10 000
Nanointerfaced Cellulose Fibre Composites	STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut	GM	2 500
Nya eko-effektiva och beständiga biokompositer för utomhusapplikationer	Trätec, Institutionen för träteknisk forskning	GM	6 150
			<b>40 635</b>

Forskningsprojekten har haft som mål att skapa nya eller bättre produkter och material av förnybara beståndsdelar. Forskningsområdet biokompositer relaterar till ett av de mål som fanns redan för forskningsprogrammet PROF. I en av målformuleringarna till detta forskningsprogram angavs att

*”biofibrer utgör en viktig, förnyelsebar råvara som fungerar som förstärkningsfiber i det kompositmaterial som är huvudkomponenten i såväl träd som andra växter. Det långsiktiga målet bör vara att bygga nya typer av material med polymerer baserade på förnyelsebara råvaror och förstärkta med biofibrer”.*

Denna formulering fanns alltså tidigt med i VINNOVAs måldokument för området. Detta ledde dock inte till att några projektförslag kom in inom detta område. Det dröjde istället till programmet Gröna Material innan forskningen inom området biokompositer inom VINNOVAs program tog fart. När forskningen väl kom igång inom Gröna Material fokuserades den på demonstratorprojekt. Flera av projekten har haft som mål att demonstrera nya material, beståndsdelar eller produkter.

## 11.1 Ekonomiska effekter

Till stor del kan forskningsprojekten beskrivas som lyckade ur forskningshänseende. Flertalet nya material har testats och i vissa fall gått vidare till att användas för att skapa nya produkter. Ett antal produkter ligger i utvecklingsskeden strax innan marknads-lansering. Minst två projekt har lett till att konkreta produkter finns på marknaden om än i form av testprodukter.

Nedan listas alla kända företag, produkter och patent som delvis eller helt har skapats ur forskningen inom området biokompositer. Notera att tabellen inte gör anspråk på att vara heltäckande, utan endast listar de konkreta resultat som har framkommit i undersökningen.

**Tabell 30 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 4**

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotani.	Företag
BIOAUTO - 3D-Biocomposites for automotive interior application	GM	6 650		2			
In-situ polymerisation av gröna material	GM	5 835		2			
Nya cellulosebaserade kompositer	GM	6 750		1			
Biointeraktiva fibrer för antibakteriella tillämpningar	GM	250					
Träkompositer genom självlimmande fibrer	GM	2 500	2	1			1
Våtprocess för formning av biokompositer lämpade för 3D-skal	GM	10 000	1	2			
Nanointerfaced Cellulose Fibre Composites	GM	2 500	1	1			

Ansvarig organisation	Program	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
Nya eko-effektiva och beständiga biokompositer för utomhusapplikationer	GM	6 150		1	1		
			4	10	1	0	1

### Patent

Tre forskningsprojekt inom Case 4 har resulterat i patent varav ett forskningsprojekt resulterat i ”en rad” patent i Sverige, Europa och Sydamerika. Detta ger minst fyra patent totalt. Patenten omfattar bland annat följande:

- Ett trägolvlím
- Biokompositmaterial till möbler
- Förstärkningsmaterial som går att använda inom automotivområdet och även förpackningsområdet.

### Prototyper

Inom detta case har det kommit fram prototyper i sju av åtta projekt vilket är mycket högt. Exempelvis har följande prototyper tagits fram:

- En ”plastkork” tillverkad av cellulosa-fibrer.
- En ”Paper Pulp chair” och en lampa i biokompositmaterial.
- Testprodukter inom området förnybart och luktfritt möbelkonstruktionsmaterial.
- Ett förnybart trälim

### Produkter

IKEAs stol ”Ögla” som har återtagits för att förbättras innan den återintroduceras. IKEA har inte velat lämna ut någon försäljningssiffra.

### Nya företag

En av projektledarna har bildat ett företag som har köpt rättigheterna att använda ett patent på trälim. Företaget har försökt söka pengar till att utveckla färdigt produkten i ett labb för att sedan marknadsintroducera den. Än så länge har företaget inte fått positiva besked på sina ansökningar.

## 11.2 Miljöeffekter

Flera av de material och produkter som har tagits fram i de studerade forskningsprojekten har potential att minska miljöpåverkan främst genom att ersätta andra kemikalier som i de flesta fall är oljebaserade. Flera av de intervjuade före detta projektledarna framhåller att miljöpåverkan är en viktig faktor och i vissa fall drivande för forskningen på området. Ofta är dock ekonomiska variabler överordnade miljöeffekterna. En företagsrepresentant uttrycker sig så här:

*”att imagefrågor som miljö matchar inte priset i tyngd och att det är en lång process att initiera nya koncept i en industri.”*

Det är svårt att bilda sig en uppfattning om hur stora miljöeffekter som forskningen kan ge upphov till. Klart är att de nya material och produkter som eventuellt kommer att lanseras på marknaden som ett resultat av forskningen till större del är förnybara än de produkter som de syftar till att ersätta. Det varierar dock hur stor del av produkten som blir förnybar som effekt av den nya beståndsdel eller kompositen. Marknadsframgången bestämmer sedan hur stora utsläppsminskningar som uppstår.

### 11.3 Mobilitet, människor och miljöer

Tabell 31 Effekter på forskning och nätverkande i Case 4

Projekttitel	Utbetalt belopp, tkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följd-projekt
BIOAUTO - 3D-Biocomposites for automotive interior application	6 650		1			1
In-situ polymerisation av gröna material	5 835		1			1
Nya cellulosebaserade kompositer	6 750	1	1	1	1	1
Biointeraktiva fibrer för antibakteriella tillämpningar	250	1	1			1
Träkompositer genom självlimmande fibrer	2 500	1	1			
Vätprocess för formning av biokompositer lämpade för 3D-skal	10 000	4	1			1
Nanointerfaced Cellulose Fibre Composites	2 500		1			1
Nya eko-effektiva och beständiga biokompositer för utomhusapplikationer	6 150	2	1		1	1
		9	8	1	2	7

#### Disputerade

Minst nio personer har eller skall snart disputeras inom Case 4. Fyra av dessa håller precis på att bli klara. Tre har fortsatt med forskning, en har gått till Volvo och en har flyttat tillbaka till Sydamerika där hon tagit patent på trälim.

#### Nationella och internationella nätverk

Inom detta Case är det tydligt att deltagarna har byggt upp sina nationella nätverk. I de flesta projekt har flera företag och forskningsinstitut deltagit. Det är något som leder till att nya samarbeten skapas och många av de intervjuade vittnar om att dessa samarbeten

har varit värdefulla även i andra sammanhang. En orsak till detta är att VINNOVA har ställt krav på inblandning från den privata sektorn. Företagens inblandning är en garant för att forskningen blir mer marknadsnära och steget från forskningsresultat till marknadsintroduktion kan reduceras.

Det internationella nätverksbyggandet har däremot varit begränsat inom detta case. En intervjuad har tagit upp det som en effekt.

### **Följdprojekt**

När det handlar om kunskapsuppbyggnad är effekterna av forskningsprojekten i Case 4 stora. Sju av projekten har i flera fall resulterat i vidare forskning inom samma område, men med delvis andra finansiärer. Särskilt viktigt är att Swerea gick vidare med forskningen kring kompositer inom ramen för Fordonstekniska forskningsrådet. I ett projekt som drevs av Volvo lyckades man lösa luktproblematiken, det vill säga att de nya materialen luktar illa. Resultatet av detta är att man gått vidare med ett projekt som till hundra procent finansieras av industrin med syfte att industrialisera sina produkter. Några exempel på projekt:

- Forskningen inom ramen för Fordonstekniska forskningsrådet.
- Projektet ”Kill that creep” och ”I-bulk”
- Ett projekt om kompositer från lin och hampa och ett projekt som nu drivs av Swerea och till 100 procent finansieras av industrin.
- Projekt där restprodukter från Södras massaproduktion används.

### **Forskningscentra**

Projekten inom Case 4 har lett fram till forskningsprogrammet *Biomine* som finansieras av, SSF, *Stiftelsen för Strategisk Forskning* samt forskningsprogrammet Carbomat. Forskningscenter som delvis startats på grund av projekten i Case 4 är:

- Ecobuild.
- Wallenberg Wood Science Center

## **11.4 Bedömning och lärdomar**

För att bedöma resultatet av forskningen inom området biokompositer kan de mål som sattes upp för området användas. I det långsiktiga målet sägs att forskningen ska skapa nya typer av material och produkter baserade på förnybara råvaror och förstärkta med biokompositer. Detta mål är också syftet för flera av de studerade forskningsprojekten. Det verkar som om det har varit lättare att få fram prototyper (nio stycken) än produkter på marknaden (en). Denna produkt, stolen Ögla på IKEA, har som tidigare nämnts även dragits in från försäljning. Måluppfyllelsen av det långsiktiga målet beror på vad som sker med dessa prototyper.

Eftersom inga produkter, förutom IKEA-stolen Ögla har kommit ut på marknaden är miljöeffekterna obefintliga. Om fler produkter når marknaden kan positiva miljöeffekter uppkomma.

När det gäller forskningsmiljöer och samarbeten mellan universitet och industri finns flera goda exempel på framgångsrika projekt inom området. Flera forskningsprojekt har lett till att omfattande nya forskarmiljöer har skapats i form av nya forskningsprogram eller nya projekt inom befintliga forskningsprogram. Det är tydligt att den privata sektorn har varit aktivt involverade i forskningsprojekten, vilket har lett till att nya samarbeten och kontaktytor har skapats.

Ett problem som i vissa fall har dykt upp efter att projekten har avslutats är att det när produkten står i läge att marknadsintroduceras saknas finansiärer. Ibland har även utvecklingen av produkterna avstannat på grund av att de nya produkterna konkurrerar med de deltagande företagens befintliga produkter. I vissa fall är det då inte lönsamt för företaget att göra de investeringar som krävs för att lansera den nya produkten, även om denna i sig är ekonomiskt lönsam, eftersom försäljningen av den nya produkten endast ersätter företagets försäljning av befintliga produkter. Dessa typer av problem är svåra för den enskilde forskaren att förutspå. Det är därför viktigt att tillsammans med de deltagande privata aktörerna tidigt planera vad som ska göras om forskningen resulterar i en produkt.

Det finns en hel del lärdomar att dra från forskningen på biokompositer. En intressant iakttagelse är att trots att NUTEK redan vid etableringen av forskningsprogrammet PROF identifierade området som väsentligt, kom inte forskningen igång på allvar förrän långt senare i det efterföljande forskningsprogrammet Gröna Material. En slutsats är att det är svårt att tvinga fram forskning på ett område om inte den privata sektorn har intresset. När väl forskningen på området biokompositer kom igång har den gett relativt stora resultat i form av flertalet nya material och produkter och en stor kunskaps-spridning i form av nya samarbeten och forskarmiljöer. Det är dock i de flesta fall för tidigt att säga om forskningen kommer att ge några större bestående effekter på ekonomi och miljö.



## 12 Case 5 – Nya koncept och material

Nya koncept och nya material omfattar forskning baserad på ett antal olika förnybara råvaror från framförallt skogs- och lantbruksindustrin. Exempel på ämnen som förekommer i dessa industriers restprodukter som legat som bas för forskningsprojekten är bland annat gluten, furforal, tallolja och bark. I många fall är syftet med projekten att utveckla biotekniska eller kemiska extraktions- och modifieringsmetoder för att kunna tillverka nya material från restprodukter. I något fall har kunskapsinsamling och kartläggning inom träforskningen fokuserat på att utveckla en databas med mätdata och ett integrerat system av modeller för trädets tillväxt och egenskaper.

Syftet med de flesta projekt har varit att ta fram material ur restprodukter som genererats inom de klassiska svenska näringarna skog och jordbruk. Det miljörelaterade målet har varit att hitta nya användningsområden för naturmaterial där det idag används petroleumplaster, andra oljebaserade material eller kemikalier. Användningsegenskaperna för dessa material har exempelvis varit barriärmaterial, absorbenter, smörjmedel, antioxidationsmedel eller förtjockningsmedel.

I några projekt har syftet varit att försöka syntetisera och efterlikna naturens egna egenskaper, så kallad biomimetri. Exempel på sådana projekt är syntetisering av suberin och tallolja från pappersmassaavfall för användning som vattenavvisande skikt samt studier av vävnader i maneter, sjögurkor, havsanemoner och tång för att ta fram en ny generation av biologiskt inspirerade superabsorbenter.

Tre av sex studerade forskningsprojekt inom detta Case har bedrivits av forskningsinstitutet STFI Packforsk (numera Innventia). Inom Caset ingår även ett projekt vardera från högskolorna KTH, Chalmers respektive företaget Kiram AB.

Resultaten från de studerade projekten är i regel positiva och innehåller främst kunskapsgenerering i form av nya projekt, utökade samarbeten och kunskapscenter, men även produktgenerering i andra ledet det vill säga genom forskningsprojekt som initierats till följd av de aktuella projekten.

Inom Nya koncept och material utmärker sig ett par projekt, ”glutenprojektet”, ”Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten”, med en beviljad budget på upp till 4,5 miljoner kronor är ett. Ett annat är ”manetprojektet” ”Marine-inspired high performance superabsorbents based on renewable resources”. Dessa projekt ledde till lyckosamma resultat och kunskap som sedan resulterade i utökad forskning och produktutveckling.

Tabellen nedan listar de forskningsprojekt som valts ut till caset *Nya koncept och material*. Forskningsprojekten ingår i programmet Gröna Material, men bygger delvis på resultat från tidigare projekt som startades inom programmet PROFYT.

**Tabell 32 Projekt inom området Nya koncept och material**

Projekttitel	Ansvarig organisation	Utbetalt belopp, tkr
NovaBinders	Kiram AB	3 100
Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten	STFI-Packforsk AB	4 410
WoodBiocon -Förädlade produkter ur bark från nordiska trädslag genom biokonvertering och kemisk teknologi.	STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut	3 400
Biomimetisk syntes av suberin för nya biomaterial	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	630
Marine-inspired high performance superabsorbents based on renewable resources	CTH, Institutionen för material- och ytkemi	4 600
Inowood -Multi-sectorial database. model system and case studies supporting innovative use of wood, step 2	STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut	2 470
		<b>18 610</b>

De övergripande resultaten från projekten är följande: I projekt NovaBinders som var en del av det större EU-projektet EcoBinders undersöktes användningsområden för restprodukter från pappersmassaindustrin bland annat tallolja och furforal som biobaserade bindemedel. Forskningen kring användningsområden var relativt framgångsrik och furforal används idag som bindemedel i gjuteriprodukter eller som impregneringsmedel i trä. Lantmännen hade inom projektet Glupak ambitionen att finna nya användningsområden för gluten som är en biprodukt till etanolproduktionen inom spannmålsindustrin. Inom projektet bedrevs arbete på framtagande av barriärfilm för användning i produkter och industriprocesser. Funktionsutvecklingen var framgångsrik men inte processbarheten. Det gick ej att använda materialet till förpackningar. Innventia tog inom WoodBiocon (en satsning genom det europeiska forskningssamarbetet ERA-Net) fram en metod för att fraktionera ut suberin ur björkbark för användning som spärrskikt i förpackningar eller som smörjmedel. De forskar vidare mot en produktutveckling idag. Projektet bidrog även till att KTH forskade på att framställa syntetiskt suberin, vilket inte var utfört tidigare. På Chalmers identifierades mekanismen bakom molluskers superabsorberande förmåga. De förstod strukturerna men man kunde ej utvinna eller syntetisera dem. Inom Inowood, ett samarbete med Åbo Universitet och VTT utvecklade Innventia en databas med mätdata om och ett integrerat system av modeller för träds tillväxt och egenskaper avseende gran och tall. De tog fram dataprogram för modellering och simulering av tillväxt och olika ved- och fiberegenskaper.

## 12.1 Ekonomiska effekter

Projekten har inte direkt lett fram till konkreta produkter eller företag. Däremot har kunskap och initiativ i projekten lett vidare i andra och tredje led till patent, nya företag och produkter. Projektet Nova Binders var uppstarten till fortsatta initiativ som inom några få år ledde till kommersiell tillverkning av biodiesel från tallolja och ett företag har bildats. Efter en tids uppehåll forskar dåtida projektdeltagare i Nova Binders idag

vidare på lignin och de håller på att söka patent för ett visst användningsområde som är konfidentiellt. Detta är en viktig effekt men en indirekt sådan och står därför inte med i tabellsammanställningen nedan. Resultaten från projektet Glupack användes av Lantmännen i nytt projekt till utveckling av djurfoder från drank, något som idag är kommersialiserat. Kunskap om partikelstorleken i glutenmaterialet bidrog till ett projekt där en patenterad båtbottnfärg – Neptune Formula – skapades.

I den efterföljande tabellen listas alla kända företag, produkter och patent som helt eller delvis har skapats ur forskningen inom området Nya koncept och material. Notera att tabellen inte gör anspråk på att vara heltäckande, utan endast listar de konkreta resultat och andrahandseffekter som har framkommit genom undersökningen.

**Tabell 33 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 5**

Projekttitel	Utbetalt belopp, tkr	Patent	Prototyp	Produkt	Pilotanl.	Företag
NovaBinders	3 100					1
Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten	4 410	1		2		1
Förädlade produkter ur bark från nordiska trädslag genom biokonvertering och kemisk teknologi.	3 400	2				
Biomimetisk syntes av suberin för nya biomaterial	630					
Marine-inspired high performance superabsorbents based on renewable resources	4 600					
Multi-sectorial database. model system and case studies supporting innovative use of wood, step 2	2 470			1		
		3	0	3	0	2

### Patent

Vi har identifierat tre patent: Dels ett patent på båtbottnfärg och sedan minst två patent, ett svenskt och ett finskt inom projektet *Förädlade produkter ur bark*.

### Produkter på marknaden

I ett projekt har fyra nya modellverktyg utvecklats. Med dessa kan man sälja tjänster, det vill säga ny tjänsteproduktion.

I projektet *Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten* användes resultaten till utveckling av djurfoder från drank i ett projekt via Lantmännen. Dessutom bidrog kunskap om partikelstorleken i glutenmaterialet till ett projekt där båtbottnfärg skapades. Bottenfärgen -Neptune Formula- lanserades genom EkoMarine.

En indirekt effekt som inte redovisas i tabellen är att projektet *NovaBinders* var uppstarten till fortsatta initiativ som ledde till kommersiell tillverkning av biodiesel från tallolja.

## Nya företag

Nordlight AB som även bedriver annan verksamhet samt företaget EcoMarine.

## 12.2 Miljöeffekter

Av de produkter som kommit ut på marknaden är det båtbottnfärgen som har störst miljöeffekt. Båtbottnfärgen Neptune Formula är en biologiskt verkande båtbottnfärg. Färgen är helt giftfri och ger ett effektivt skydd mot marin påväxt av musslor, snäckor, havstulpaner och liknande. Den ersätter konventionella samt även illegala båtbottnfärger som innehåller koppar, zink samt det giftiga ämnet Iragol.

### Indirekta effekter

En indirekt effekt som inte redovisas i tabellen är att projektet *NovaBinders* var uppstarten till fortsatta initiativ som ledde till kommersiell tillverkning av biodiesel från tallolja. Tallolja är ett förnybart bränsle som kan ersätta oljebaserade bränslen.

### Framtida effekter

I övrigt finns det stora framtida potentialer vilka diskuteras närmare i kapitlet om Miljöeffekter.

## 12.3 Mobilitet, människor och miljöer

De kunskapsgenererande effekterna av forskningsprojekten har i detta case varit långt större än de ekonomiska och projekten har i flera fall resulterat i vidare forskning inom samma område, men med delvis andra finansörer. De flesta doktorander som har arbetat inom de studerade projekten arbetar idag kvar inom området.

Tabell 34 Effekter på forskning och nätverkande i Case 5

Projekttitel	Utbetalt belopp, tkr	Disputerade	Nat nätverk	Int nätverk	Forskn center	Följdprojekt
NovaBinders	3 100		1	1	1	1
Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten	4 410		1			1
Förädlade produkter ur bark från nordiska trädslag genom biokonvertering och kemisk teknologi.	3 400	2	1	1	1	1
Biomimetisk syntes av suberin för nya biomaterial	630	1				1
Marine-inspired high performance superabsorbents based on renewable resources	4 600	2	1			
Multi-sectorial database. model system and case studies supporting innovative use of wood, step 2	2 470	2		1		1
		7	4	3	2	5

## Disputerade

Själva forskningen inom projekten har vanligtvis bedrivits av en eller flera doktorand-studenter, totalt sett sju stycken inom detta case. Fyra av de disputerade finns kvar inom forskningsområdet och har fått anställning på universitet eller andra forskningsinstitut. I ett fall har en doktorand gått vidare till företag men inte inom samma område som forskningen. I två fall är det oklart vad som hänt med doktoranderna.

## Nationella och internationella nätverk

En tydlig effekt av forskningsprojekten är de samarbeten som har skapats till följd av forskningen. I de flesta projekten har flera forskningsinstitut deltagit. Det är något som leder till synergier och många av de intervjuade vittnar om att dessa samarbeten har varit värdefulla även i andra sammanhang. I tre av sex projekt inom Case 5 är det tydligt att det internationella kontaktnätet har breddats och fördjupats vilket har lett till utökad forskning inom större, ofta EU-finansierade projekt. Ett sådant exempel är det numera mycket nära samarbetet mellan Innventia och VTT i Finland kring skogsmaterialforskning. Exempel på internationell samerkan:

- *NovaBinders* var en del av EU-projektet EcoBinders, 26 företag och universitet från ett tiotal länder inom EU från år 2005-2008.
- *Multi-sectorial database*, ingick i EU-finansierade Era-Net satsningen Wood Wisdom med arton partners från tolv länder.

## Forskningscentra

Det är svårt att bedöma hur stor del av dessa effekter som kan tillskrivas de enskilda forskningsprojekten, men det kan konstateras att flera stora forskningssatsningar delvis kan spåras till projekten i caset "Nya koncept och material". Projektet NovaBinders satsningar på utvecklande av biobaserade bindemedel kan delvis ligga till grund för delar av EcoBuild, ett av de Institute Excellence Centres som idag är verksamt inom fem huvudområden: utvecklande av biobaserade bindemedel, biobaserade färger och ytbehandlingar, biokompositer, modifierat trä samt metoder för att säkerställa beständighet och ecoeffektivitet. EcoBuild är placerat vid SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut på KTHs campus i Stockholm och finansieras av VINNOVA, Stiftelsen för strategisk forskning och KK-stiftelsen i samarbete med akademiska och industriella partners.

WoodBiocons tankar kring att utnyttja lågvärdig bark som en källa för värdefulla kemikalier presenterades för Wallenbergfamiljen. Dessa nya kunskaper om hur skogsråvaror kan användas som en resurs utgjorde senare en del av grunden för Wallenberg Wood Science Center, ett gemensamt forskningscenter för Chalmers och KTH.

Principer och idéer från projektet "Marine-inspired high performance superabsorbents based on renewable resources" banade vägen för Supramolecular Biomaterials Centre (SuMo Biomaterials) som är ett kompetenscentra i samarbete mellan akademi, företag och VINNOVA. I projektansökan för SuMo fanns idéer med från detta manetprojekt,

till exempel principer kring hur vatten transporteras i olika material. Detta rör sig dock om en indirekt effekt och har inte tagits med i tabellen.

### **Följdprojekt**

Fem av sex projekt har lett till följdprojekt. I flera fall har projekten lett till internationella samarbeten inom EU-finansierade forskningsprojekt till exempel inom sjätte ramprogrammet eller ERA-Net.

Några av projekten anses som banbrytande i form av att forskningen som utfördes ledde till stora och nya kunskapsområden. Projektet WoodBiocon kan sägas vara ett pionjärprojekt inom bioraffinaderiforskningen. Forskning på skogsindustrins restprodukter hade tidigare enbart fokuserat på hur energi utvinns. Genom att omvandla materialet till nya material höjdes förädlingsvärdet på skogsindustrins restprodukter avsevärt. Framställning av syntetiskt suberin hade inte gjorts innan KTH hade möjligheten att utföra detta projekt. Metoden används vidare inom ett 6:e ramprogramsprojekt kallat "sustainpak" och inom projekt inom Wallenberg Wood Science Center för ett flertal applikationer.

Andra exempel på följdforskning efter olika projekt:

- Innventia driver nu inom branschforskningsprogrammet inom skog och trä ett fortsättningsprojekt: *Förnyelsebara barriärplaster*. Även ett projekt som heter *Amilokot* på Chalmers löper parallellt.
- Alla företag som var med i projektet är idag med i den klusterverksamhet som Innventia bedriver det vill säga stödjer vidare forskning.

## **12.4 Bedömning och lärdomar**

Forskningsprojekten har haft som mål att skapa nya produkter och material av förnybara beståndsdelar. Programmet Gröna Material har haft som mål att "*öka industriell produktion och användning av nya material och produkter från förnyelsebara råvaror*". Denna målsättning är ännu inte uppfylld inom de projekt som ingått i programmet Gröna Material, det vill säga samtliga projekt som studerats inom forskningsområdet Nya koncept och material. Däremot är det tydligt att de målsättningar som anges i de tidigare programmen PROF och PROFYT avspeglas inom dessa projekt. Redan i det tidiga programmet PROF nämns som mål att utnyttja naturskapade strukturer för industriell produktutveckling.

I samtliga forskningsprojekt finns företag och/eller andra privata organisationer med som intressenter eller avnämare för forskningsresultaten. Att på ett tidigt stadium involvera företag i forskningen har i många fall varit värdefullt. Företagens inblandning har dock inte alltid varit en garant för att forskningen blivit mer marknadsnära. I några fall har företagens medverkan begränsats till det finansiella bidraget och projektledningen har haft en upplevelse av att företagen endast bevakat sin marknad istället för att bidra med den marknadsnära kopplingen.

Två projekt inom denna sammanställning har haft som syfte att studera och härma naturens egenskaper; ”Biomimetrisk syntes av suberin” samt ”Marine-inspired high performance superabsorbents”. PROFYT hade som långsiktig målsättning att som efterträdare till den mer grundläggande forskningen i PROF, skapa en inhemsk kunskapsbas som kan användas för att utveckla framtida produkter och material baserade på förnybara råvaror. Flera av projekten inom detta forskningsområde, har arbetat mot detta mål. Materialkällorna har varit väldefinierade, företrädesvis från skogsbruket men även från jordbruket och kraven på materialen (barriärmaterial, absorbenter, smörjmedel, antioxidationsmedel mm.) likaså. Den inhemska kunskapsbasen har växt genom tydliga resultat kring utökad kunskap som senare har resulterat i indirekta effekter genom produktgenerering i andra eller tredje led. Målet i PROFYT att lägga grunden till en omfattande samverkan mellan industri, institutioner och institut har uppfyllts inom dessa projekt.

## 13 Case 6 Domsjö

Då en stor del av forskningsprogrammen inom förnyelsebara material har innehållit krav på företagsdeltagande presenteras ett lyckat exempel på företagsdeltagande i Case 6. Vi har i detta Case valt att fokusera på Domsjö som deltagit i ett antal VINNOVAfinansierade projekt.

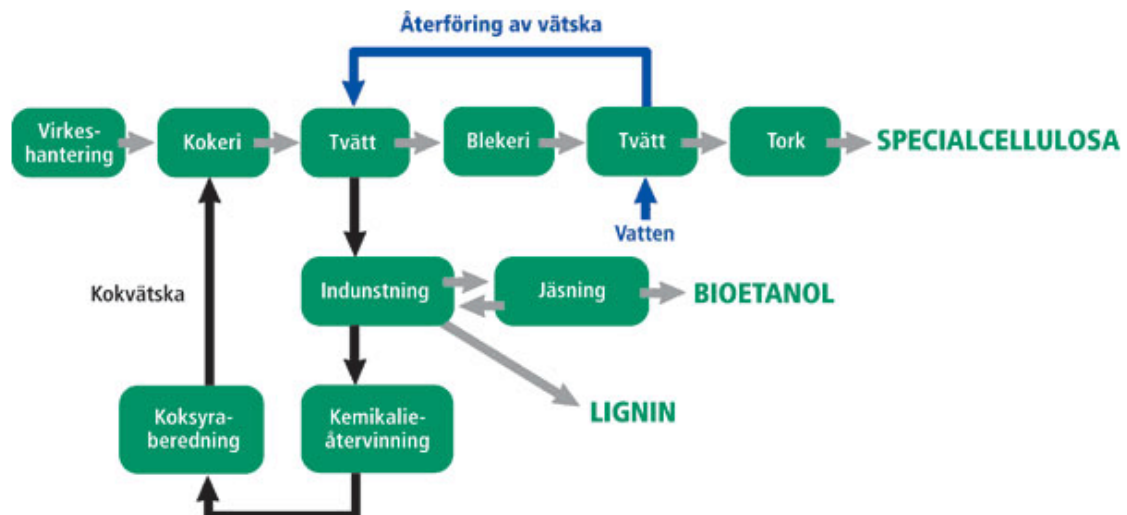
I detta Case studeras hur deltagandet i VINNOVAfinansierade program kan påverka ett deltagande företag och visar hur vissa projekt visar sig vara återvändsgränder medan andra leder till ovärderlig kompetenshöjning och merförsäljning av nya och gamla produkter. Domsjö Fabriker AB, hädanefter kallad Domsjö, har deltagit i ett sex VINNOVAfinansierade projekt inom området förnybara material och närliggande områden från mitten av 90-talet.

### Beskrivning av Domsjö

Domsjös produktion kan beskrivas som ett bioraffinaderi. Huvudprodukterna är specialcellulosa, bioetanol och lignin(lignosulfonater). Utöver dessa tillverkas även biogas, kolsyra, jordförbättringsmedel och bioharts. I processen tas alla delar av trädet tillvara. Produktionskapacitet:

- 1 230 000 ton specialcellulosa
- 2 100 000 ton lignin(lignosulfonater)
- 3 14 000 ton bioetanol
- 4 Virkesförbrukning: 1,5 miljoner m<sup>3</sup>

Figur 3 Domsjös produktionsprocess





Antal anställda år 2010 är 350 i Sverige samt 25 i Baltikum. Etablerandet av bioraffinaderiet startade i samband med att skogskoncernen MODO sålde fabriken till ett privat konsortium och Domsjö bildades. Under hösten 2007 inleddes det stora utvecklingsprogrammet Domsjö 2010. Programmet innebär investeringar för omkring en halv miljard kronor. Nya produkter utvecklas och produktionskapaciteten höjs.

### Aktuella projekt

Här ska vi försöka beskriva vilken roll VINNOVAs stöd har haft för Domsjö utveckling. Vi har hittat sex projekt som Domsjö deltagit i.

**Tabell 35 Forskningsprojekt som VINNOVA har finansierat och Domsjö deltagit i**

Projekttitel	Ansvarig institution	Utbetalt belopp, tkr
Fraktionering av lignocellulosa för produktion av förnybara polymerprodukter Prohem	Samarbete KTH, Chalmers och LTH	7 452
Nanostructured Cellulose products, Profyt	KTH	6 100
Nya cellulosaderivat från trä, NewCell	KTH	8 350
In-situ polymerisation av gröna material	IFP Research AB	5 585
Novel food delivery materials based on hemicelluloses, Novhemi, Gröna Material	STFI, Skogsindustriens Tekniska Forskningsinstitution	7 500
Reccell, annat program 1999.	IFP Research AB	okänt

Domsjö har som tabellen ovan indikerar varit inblandade i ett antal olika VINNOVAfinansierade projekt. Graden av deltagande har dock varierat. Nedan följer en kort genomgång av de projekt som Domsjö varit delaktiga i.

**Tabell 36 Beskrivning av VINNOVA-finansierade forskningsprojekt som Domsjö har deltagit i**

Forskningsprojekt	Beskrivning
Fraktionering av lignocellulosa för produktion av förnybara polymerprodukter	Domsjö deltog i projektet, men nuvarande forskningschef anställdes senare och känner ej till vilka eventuella resultat detta projekt ledde till.
Nanostructured Cellulose Products	Projektet behandlade Nanokompositer. Domsjö kände under projektet att de inte hade något att tillföra så de avslutade sitt deltagande. Projektet har dock ändå varit relevant. Satsningen som KTH gör på mikrofibrillär cellulosa har visat sig användbar och detta projekt upplevs verkligen ha varit en plattform för vidare forskning. Domsjö är intresserad av tekniken och kan komma att utnyttja resultaten av projektet i framtiden.
Nya cellulosaderivat från trä, Newcell	I projektet framtoogs nya cellulosaderivat där bla cellulosa från Domsjö Fabriker användes. Reaktivitet och tillgänglighet mot processkemikalier studerades, där det visade sig att Domsjöcellulosa uppvisade goda sådana egenskaper. Detta är viktigt eftersom de olika cellulosaderivatbaserade processerna vill undvika oönskade bireaktioner som kan bli följd om processparametrarna reaktivitet och kemikalitillgänglighet är låga. Detta medför ökade kemikaliekostnader, minskad produktionskapacitet och sämre produktkvalitet.

Forskningsprojekt	Beskrivning
In-situ polymerisation av gröna material	Syftet med projektet var att ta fram ett material som skulle kunna ersätta dagens plywood som i stor utsträckning kommer från tropiska träd. I projektet undersöktes möjligheten att impregnera cellulosaaark med polymjölksyra och bioharts(tvärbindare). Det togs fram varuprover. Samarbete inleddes med ett företag som tillverkade husvagnsinredningar i Dorotea. Andra potentiella användningsområden är manskapsbodan och biltillverkare som vill ersätta plastinteriörer, något som bedöms komma mer och mer. Detta projekt känns i hög grad som ett levande projekt. Domsjös massaark är dock baserade på sulfat och blir inte lika starkt som sulfatbaserade massaark.
Novel food delivery materials based on hemicelluloses	Domsjö skickade i projektet lutar till STFI som analyserades. Lutarna innehöll dock inte tillräckligt med hemicellulosa och användes därför inte i projektet.
Reccell	Reccell var ett fristående och VINNOVAfinansierat projekt. Projektet handlade om mikrofibrillär cellulosa och försök genomfördes att ta fram mikrofibrillerna i cellulosan. Man valde Domsjös cellulosa i jämförelse med sulfatmassa då den krävde mindre energi för att få fram mikrofibrillär cellulosa. När detta är genomfört uppstår ett material helt olikt det ursprungliga materialet. Det nya materialet skulle kunna användas som barriärmaterial, som bindemedel i nonwoven som blöjor samt som styrkebarriär i papper. Projektet upplevdes som väldigt lyckosamt vid avslutet. Resultaten från projektet ligger nu i Domsjös kunskapsbank. I en nära framtid hoppas Domsjö kunna använda mikrofibrillär cellulosa för att kunna ex. öka styrkan i tekniska filamenter.

### 13.1 Ekonomiska effekter

Genom att Domsjö själva har kunnat ta fram nya produkter och kunna använda dessa i VINNOVA-stödd forskning, så har detta gynnat både Domsjö och övriga deltagare i de olika projekten. En sådan produkt är specialcellulosan med ökad reaktivitet. Detta är ett växande affärsområde för Domsjö.

Cirka tre procent av den totala cellulosaproduktionen hos Domsjö kan direkt spåras till detta projekt. I omsättning motsvarar detta cirka 42 000 000 kronor och omsättningen ökar stadigt. Den typ av högreaktiv cellulosa som tas fram är dock dyr att framställa och det är inte säkert att Domsjö tjänar på detta, men det är av stor nytta för kunden vilket skapar en trygg kundbas.

**Tabell 37 Ekonomiska effekter av forskningsprojekt inom Case 6**

Forskningsprojekt	Nya patent, produkter och företag
Nya cellulosa derivat från trä, Newcell	Framtagna cellulosa i Domsjö med ökad reaktivitet kunde användas i projektets olika aktiviteter. Cirka tre procent av den totala cellulosa produktionen hos Domsjö kan direkt spåras till detta projekt. I omsättning motsvarar detta är cirka 42 000 000 kronor
In-situ polymerisation av gröna material	Ett plywood liknande cellulosa material togs fram. En prototyp för husvagnsinredningar togs fram tillsammans med ett företag från Dorotea.

Andra projekt som Domsjö har deltagit i har resulterat i forskningsresultat som ligger i Domsjös kunskapsbank och kommer sannolikt att komma till användning i den framtida forskningen. Produkter som baseras på förnyelsebara råvaror kommer med största sannolikhet att stå inför en växande marknad i framtiden. I ett scenario med ökande pris på oljebaserade produkter kommer produktion av cellulosebaserade produkter att bli mer lönsamma. Att forskning redan bedrivs på området skapar goda förutsättningar för framtida konkurrenskraft.

Cellulosan fungerar även som ett bindemedel i medicin. Genom den sura framställningsmetoden tål den färdiga cellulosan ett efterföljande lågt pH-värde vilket gör att den inte löses upp när den passerar magsäcken, utan först när den når den alkaliska miljön i tarmarna, där den verksamma delen i tablettens skall avges. I dagsläget är det dock inte lönsamt att sälja den modifierade cellulosa till läkemedelsindustrin på grund av att den vanliga cellulosa fungerar bra. Till kunder som kan spara på kemikalier genom att använda modifierad cellulosa finns det en marknad. Hårdare restriktioner på kemikalieanvändning skulle i framtiden kunna innebära en ökad efterfrågan på specialcellulosa.

Produktionen för högreaktiv cellulosa kan ökas. Det skulle dock minska produktions-  
takten i fabriken.

## **13.2 Miljöeffekter**

De långsiktiga effekterna är svåra att bedöma i dagsläget. Produktionen av högreaktiv cellulosa är ökande sen 4-5 år tillbaka. I dagsläget produceras 6000 ton högreaktiv cellulosa. Vid högre miljökrav på tyger finns potential att ytterligare öka försäljningen av högreaktiv cellulosa. När viskostyg ersätter bomullstyg minskar användningen av kemikalier, bekämpningsmedel och vatten. Detta har positiva effekter på miljön.

## **13.3 Mobilitet, människor och miljöer**

Domsjö är ett forskningsintensivt företag och de har nyligen avsatt resurser till ett eget forskningscenter, DomInnova. DomInnova arbetar i nära samarbete med den övriga organisationen och med ett brett externt kontaktnät innehållande företag och universitet. Domsjös deltagande i VINNOVA-finansierade projekt har bidragit till forskningsresultat som kan användas i DomInnovas forskning. Domsjö har sedan många år ett nära samarbete med MoRe Research, där Domsjö är delägare. MoRe Research arbetar med tillämpad forskning och utveckling i nära samarbete med olika produktionsenheter inom massa- och pappersindustrin. Företaget är fristående/ neutralt på marknaden. Umeå Universitet i samråd med Domsjö, Akzo Nobel, M-Real, Mondi Packaging och Boliden har utvecklat en tvåårig högskoleutbildning för processoperatörer, för att säkerhetsställa att kraven på utbildningsnivå tillgodoses inför kommande stora pensionsavgångar. Domsjö har även under de senaste åren tagit emot ett tiotal exjobbare.

## 13.4 Övriga långsiktiga effekter

Det är svårt att göra någon exakt bedömning av övriga långsiktiga effekter av Domsjös deltagande i de olika VINNOVA-finansierade projekten. Samarbetet med andra företag inom processindustrin och Umeå Universitet har resulterat i en utbildning för processoperatörer, något som är viktigt för en bransch som står inför stora pensionsavgångar. Att Domsjö har möjlighet att ta emot studenter ger en viktig möjlighet för dessa att skapa sig praktisk erfarenhet av processindustrin vilket sannolikt gynnar forskningen inom området.

Satsningarna på projekt inom den svenska träindustrin är viktiga då det är en stor basindustri som är hårt internationellt konkurrensutsatt. För att möta den internationella konkurrensen behöver träindustrin öka förädlingsvärdet på råvaran. Investeringar i projekt som syftar till att bredda användningsområdet för trä genom att skapa nya produkter kan på längre sikt visa sig mycket viktiga för den svenska träindustrin.

## 13.5 Bedömning och lärdomar

På Domsjö bedöms deltagandet i de VINNOVA finansierade projekten som mycket lyckat. Projekten har resulterat i att nya produkter framtagna i Domsjö har kunnat testas i några av de projekt som Domsjö har deltagit i. Dessutom har företagets kunskapsbank ökat, något som i förlängningen lett till större kundnytta. Det har även bidragit till forskningsresultat som Domsjö räknar med att kunna använda i nya produkter i framtiden.

En lärdom från caset är att inte bara lägga fokus på nya produkter som uppstår som ett resultat av VINNOVA-finansierad forskning. Upptäckter som leder till att den befintliga processen kan förbättras och effektiviseras kan få långt större genomslag gällande på både ekonomiska effekter och miljöeffekter.

För Domsjö har det varit värdefullt att flera olika företag från varje led i värdekedjan har deltagit i ett av projekten. En förutsättning för detta har varit att forskningen varit produktinriktad. Det är sannolikt svårare att etablera företagsdeltagande i projekt som är inriktade på grundforskning då kundnyttan inte är lika konkret.

I forskningen kunde Domsjö använda sina kunders önskemål på olika egenskaper för en produkt och jämföra detta med forskningsresultaten, för att sedan ta fram en anpassad produkt.

Ett av målen in Profyt var: ”Att utveckla kunskap som möjliggör för svensk industri att utveckla och tillverka nya, miljöanpassade och på en internationell marknad kommersiellt gångbara produkter baserade på inhemska förnyelsebara råvaror”. Samarbetet med Domsjö kan sägas motsvara dessa mål då produktportföljen baseras på förnyelsebara material och stora delar av användningsområdena för produkterna är sådana där oljebaserade produkter dominerar. Cellulosan innehåller inga genmodifierade kemikalier. Marknader för Domsjös produkter finns främst i Asien samt inom Norden och övriga Europa.

Det är viktigt att påpeka att den största vinsten av Domsjös deltagande i de VINNOVAfinansierade projekten inte härrör från nya produkter. Istället är det att möjligheten gavs att förbättra den befintliga kunskapsbanken i form av ökad kunskap om de egenskaper olika sorters cellulosa har, vilket i sin tur ökat möjligheterna att tillmötesgå kundernas önskemål vilket genererat en större kundnytta. Detta får långt större ekonomiska effekter då det ökar försäljningsvolymerna av en redan existerande produkt.

## Bilaga 1: Referenslista

Sammanställning, program och projekt inom Bioteknik på VINNOVA och NUTEK under perioden 1991-2006. PM från Susanne Andersson, VINNOVA.

Programskrift för Nya Produkter ur förnyelsebara råvaror, NUTEK 1993-12-16.

Nya funktionella cellulosa- och agroprodukter – PROFYT. Måldokument.

Utllysning nummer 2, Delprogrammet Demonstratorer, inom tillväxtområdet Gröna material från förnyelsebara råvaror. VINNOVAs utlysning 2004.

Modification and processing of wood raw material into innovative, eco efficient products, VINNOVAs och TEKES utlysning, VINNOVA 2003.

Teknisk framsyn - Det framsynta samhället. En syntesrapport från Teknisk Framsyn, 2000. Inklusive VINNOVAs så kallade *Road Map*.

## Bilaga 2: Intervjulistan för kedjereaktionsstudien

Namn	Organisation	Typ av organisation
Ann-Christine Albertsson	KTH Polymerteknologi	Högskola
Anne-Marie Hermansson	SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik	Forskningsinstitut
Ann-Sofie Jönsson	Lunds Universitet	Högskola
Antal Boldizar	CTH Polymera Material AB	Högskola
Bengt G Nilsson	F d Tetra Pak	Företag
Bengt Hagström	IFP Research AB (numera Swerea)	Forskningsinstitut
Bengt Wesslén prof em	LU KEMISK TEKNOLOGI	Högskola
Björn Lindman	LU Fysikalisk Kemi	Högskola
Bärbel Hahn Hägental prof em.	Lunds tekniska Högskola, Teknisk mikrobiologi	Högskola
Guido Zacchi	Lund Kemisk apparatteknik	Högskola
Göran Canbäck	F d SCA Research	Företag
Göran Gellerstedt	KTH -prof em i pappersteknik	Högskola
Harry Brumer	KTH inst för bioteknologi	Högskola
Henrik Stålbrand	Lund Kemisk apparatteknik	Högskola
Håkan Grubb	Vd, Xylophane	Företag
Håkan Östman	Domsjö	Företag
Ivana Flygare	Informationschef, IKEA	Företag
Kent Johansson	Ytkemiska institutet	Forskningsinstitut
Lars Stigsson	Kiram AB	Företag
Lars Wågberg	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	Högskola
Lennart Piculell	Lunds Universitet, CAP	Högskola
Magnus Wålinder, SP Ecobuild	Träteknik, Institutionen för träteknisk forskning	Forskningsinstitut
Margareta Söderqvist Lindblad	KTH	Högskola
Martin Svensson	Svenska Lantmännen	Företag
Mats Johansson	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	Högskola
Mats Stading	SIK, Institutet för livsmedel och bioteknik	Forskningsinstitut
Mats Stålberg	Vd Garbo Food	Företag
Mats Tunvall	Uponor	Företag
Mikael E Lindström	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	Högskola
Mikael Lindström	KTH och STFI, Skogsindustrins Tekniska Forskningsinstitut, numera Innventia	Forskningsinstitut
Mikael Rigdahl, antal	CTH Polymera Material AB	Högskola
Monica Carlsson Ulin	F d VINNOVA	VINNOVA
Ola Hildingsson	Domsjö	Företag
Olle Wikström	Lyckeby stärkelsen	Företag

<b>Namn</b>	<b>Organisation</b>	<b>Typ av organisation</b>
Olof Dahlman	STFI, Packforsk, Innventia	Forskningsinstitut
Paul Gatenholm	CTH Polymerteknologi	Högskola
Per-Erik Sundell	SSAB	Företag
Pernilla Walkenström	IFP Research AB	Forskningsinstitut
Ragnar Ohlson	Konsult åt Nutek och VINNOVA	Konsult till VINNOVA
Roland Agnemo	Domsjö	Företag
Sigbritt Karlsson	KTH, Institutionen för fiber- och polymerteknologi	Högskola
Susanne Andersson	Nutek, nu VINNOVA. Programansvarig	VINNOVA
Sven-Olof Lundqvist	Innventia	Forskningsinstitut
Thomas Bräck	Vd, Re8 Bioplastic	Företag
Thomas Hjertberg	Chalmers	Högskola
Tom Lindström	Innventia (STFI Packforsk)	Forskningsinstitut
Tomas Hjertberg	Chalmers	Högskola
Torbjörn Norin	KTH KEMI	Högskola
Ulla Westermark	LuTH, Institutionen i Skellefteå	Högskola
Ulrika Edlund	KTH Polymerteknologi	Högskola
Åsa Rindlav	Astra Tec	Företag



## Bilaga 3: Intervjulistra företagsstudien

Namn	Institution tidigare	Projektnamn
Svenåke Berglie	FKG, Fordonskomponentgruppen	BIOAUTO - 3D-Biocomposites for automotive interior application
Leif Åhman	SCA Hygiene Products	Biointeraktiva fibrer med antibakteriella tillämpningar
Martin Svensson	Lantmännen, numera VINNOVA	Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten
Grete Åvitsland	Billerud AB	Glupack - A renewable packaging concept based on wheat gluten
Leif Åhman	SCA Hygiene Products	Marine-inspired High Performance Superabsorbents based on Renewable Resources
Helena Tufvesson	Korsnäs AB	Nanointerfaced Cellulose Fibre Composites
Lars Stigsson	Kiram AB	NovaBinders
Olle Wikström	Lyckeby stärkelsen	Novel food delivery materials based on hemicelluloses
Lars Sickert	Tetra Pak	Novel food delivery materials based on hemicelluloses
Martin Svensson	F.d. Lantmännen, numera VINNOVA	Nya bandlacker med reaktiva spädare från förnyelsebara råvaror
Per-Erik Sundell	SSAB	Nya bandlacker med reaktiva spädare från förnyelsebara råvaror
Martin Svensson	F.d. Lantmännen (numera VINNOVA)	Nya barrvedshemicellulosa-baserade frisättningsystem för tillämpningar inom medicin och jordbruk
Lars Sickert	Tetra Pak	Nya cellulosa-baserade kompositer
Folke Österberg	SCA	Nya cellulosa-baserade kompositer
Henrik Egnell	Bitus AB, numera: Bergs Timber Bitus AB	Nya eko-effektiva och beständiga biokompositer för utomhusapplikationer
Grete Åvitsland	Billerud AB	Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag
Olle Wikström	Lyckeby stärkelsen	Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag
Martin Svensson	F.d. Lantmännen, numera VINNOVA	Stärkelsebaserade beläggningar med aktiva komponenter för frisättning och upptag
Ylva Wildlock	EKA Chemicals	Träkompositer genom självlimmande fibrer
Peter Thorwid	Alfa Laval Tumba AB	Våtprocess för formning av biokompositer lämpade för 3D-skal

## Bilaga 4: Referensgrupp

För att understödja arbetet med effektanalysen har WSP Analys & Strategi i samarbete med VINNOVA satt samman en referensgrupp som har knutits till projektet. I referensgruppen ingick representanter från akademi, näringsliv och samhällsorganisationer. Referensgruppsdeltagarna har alla på något sätt varit delaktiga i de händelseförlopp som studeras i analysen. Referensgruppen har bestått av:

Monica Carlsson-Ulin, f.d. STU, Nutek, VINNOVA

Paul Gatenholm, Chalmers

Olle Wikström, Lyckeby

Susanne Andersson, VINNOVA

Bengt G. Nilsson, f.d. Tetra Pak

Monica Carlsson-Ulin har representerat myndighetssektorn. Monica var med när den myndighetsunderstödda forskningen inom området förnybara material startade och arbetade med forskning bra bit in på 2000-talet. Paul Gatenholm, Chalmers, har representerat forskningssektorn. Paul har varit aktiv inom flera av de studerade forskningsprogrammen med projekt inom både inom polymer- och celluloaområdet. Olle Wikström och Bengt G Nilsson har representerat industrins intresse i forskningsprogrammen. Olle Wikström har deltagit i flera referens- och styrgrupper för Lyckeby Stärkelsens räkning och Bengt G Nilsson representerade Tetra Pak i den industrigrupp som på ett tidigt stadium började samarbeta med dåvarande STU och Nutek i forskningsfrågor inom området. Susanne Andersson har representerat VINNOVA.

# VINNOVAs publikationer

Juni 2011

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se [WWW.VINNOVA.SE](http://WWW.VINNOVA.SE)

## VINNOVA Analys VA 2011:

- 01 Smart ledning - Drivkrafter och förutsättningar för utveckling av avancerade elnät
- 02 Framtid med växtverk - Kan hållbara städer möta klimatutmaningarna?
- 03 Life science companies in Sweden including a comparison with Denmark
- 04 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007-2010, fokus SMF. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:05*
- 05 Sammanfattning Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007-2010 - Fokus SMF. *Kortversion av VA 2011:04*
- 06 Effekttanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror
- 07 Effekttanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:08*
- 08 Sammanfattning - Effekttanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Kortversion av VA 2011:07*

## VA 2010:

- 01 Ladda för nya marknader - Elbilens konsekvenser för elnät, elproduktionen och servicestrukturer
- 02 En säker väg framåt? - Framtidens utveckling av fordons säkerhet
- 03 Svenska deltagandet i EU:s sjunde ramprogram för forskning och teknisk utveckling - Lägesrapport 2007 - 2009. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2010:04*
- 04 SAMMANFATTNING av Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007 - 2009. *Kortversion av VA 2010:03*
- 05 Effekttanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2010:06 och VA 2010:07*
- 06 Sammanfattning - Effekttanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri. *Kortversion av VA 2010:05, för engelsk kortversion se VA 2010:07*

- 07 Summary - Impact analysis of support for strategic development areas in the Swedish manufacturing industry. *Engelsk kortversion av VA 2010:05, för svensk kortversion se VA 2010:06*
- 08 Setting Priorities in Public Research Financing - context and synthesis of reports from China, the EU, Japan and the US
- 09 Effects of VINNOVA Programmes on Small and Medium-sized Enterprises - the cases of Forska&Väx and VINN NU. *För svensk kortversion se VA 2010:10*
- 10 Sammanfattning - Effekter av VINNOVA-program hos Små och Medelstora Företag. Forska&Väx och VINN NU. *Svensk kortversion av VA 2010:09*
- 11 Trämanufaktur i ett uthålligt samhällsbyggande - Åtgärder för ett samverkande innovationssystem. *Finns endast som PDF*

## VA 2009:

- 01 Svenska tekniker 1620 - 1920
- 02 Effekter av statligt stöd till fordonsforskning - Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2009:11 och VA 2009:12*
- 03 Evaluation of SIBED. Sweden - Israeli test bed program for IT applications. *Finns endast som PDF*
- 04 Swedish possibilities within Tissue Engineering and Regenerative Medicine
- 05 Sverige och FP7 - Rapportering av det svenska deltagandet i EU:s sjunde ramprogram för forskning och teknisk utveckling. *Finns endast som PDF*
- 06 Hetast på marknaden - Solenergi kan bli en av världens största industrier
- 07 Var ligger horisonten? - Stor potential men stora utmaningar för vägkraften
- 08 Vindkraften tar fart - En strukturell revolution?
- 09 Mer raffinerade produkter - Vedbaserade bioraffinaderier höjer kilovärdet på trädet
- 10 Förnybara energikällor - Hela elmarknaden i förändring

- 11 Sammanfattning - Effekter av statligt stöd till fordonsforskning. *Kortversion av VA 2009:02, för engelsk kortversion se VA 2009:12*
- 12 Summary - Impact of Government Support to Automotive Research. *Engelsk kortversion av VA 2009:02, för svensk kortversion se VA 2009:11*
- 13 Singapore - Aiming to create the Biopolis of Asia
- 14 Fight the Crisis with Research and Innovation? Additional public investment in research and innovation for sustainable recovery from the crisis.
- 15 Life Science Research and Development in the United States of America - An overview from the federal perspective. *Finns endast som PDF*
- 16 Two of the "new" Sciences - Nanomedicine and Systems Biology in the United States. *Finns endast som PDF*
- 17 Priority-setting in the European Research Framework Programme
- 18 Internationellt jämförande studie av innovationssystem inom läkemedel, bioteknik och medicinteknik
- 19 Investering i hälsa - Hälsoekonomiska effekter av forskning inom medicinsk teknik och innovativa livsmedel
- 20 Analysis of Chain-linked Effects of Public Policy - Effects on research and industry in Swedish life sciences within innovative food and medical technology
- 21 Research Priorities and Priority-setting in China
- 22 Priority-Setting in U.S. Science Policies
- 23 Priority-Setting in Japanese Research and Innovation Policy

## VINNOVA Information

### VI 2011:

- 01 Framtidens personresor - Projektkatalog
- 02 Miljöinnovationer - Projektkatalog
- 03 Innovation & Gender
- 04 Årsredovisning 2010
- 05 VINN Excellence Center - Investing in competitive research & innovation milieus
- 06 VINNOVA Sweden's Innovation Agency

07 Challenge-driven Innovation - VINNOVA's new strategy for strengthening Swedish innovation capacity. *För svensk version se VI 2011:08*

08 Utmaningsdriven innovation - VINNOVAs strategi för att stärka svensk innovationsförmåga och skapa nya hållbara lösningar för näringsliv och offentlig verksamhet. *För engelsk version se VI 2011:07*

## VI 2010:

- 01 Transporter för hållbar utveckling
- 02 Fordonsstrategisk Forskning och Innovation FFI
- 03 Branschforskningsprogrammet för skogs- och träindustrin - Projektkatalog 2010
- 04 Årsredovisning 2009
- 05 Samverkan för innovation och tillväxt. *För engelsk version se VI 2010:06*
- 06 Collaboration for innovation and growth. *För svensk version se VI 2010:05*
- 07 Cutting Edge. *Kinesiskt/engelskt VINNOVA Magasin*
- 08 Vinnande tjänstearbete - Tio forsknings- & utvecklingsprojekt om ledning och organisering av tjänsteverksamhet. *Finns endast som PDF*
- 09 NO WRONG DOOR Alla ingångar leder dig rätt - Erbjudande från nationella aktörer till SMF - Små och Medelstora Företag.
- 10 Därför behöver Sverige en innovationspolitik
- 11 Omställningsförmåga & kompetensförsörjning - Projektkatalog. *Finns endast som PDF*
- 12 Smartare, snabbare, konvergerande lösningar - Projektkatalog. Adresserar området IT och data/ telekommunikation och ingår i IKT-programmet "Framtidens kommunikation"
- 13 Mobilitet, mobil kommunikation och bredband - Projektkatalog. Branschforskningsprogram för IT & telekom

## VINNOVA Policy VP 2011:

- 01 Tjänstebaserad innovation - Utformning av insatser som möter behov hos företag och organisationer. *Finns endast som PDF*

## VP 2010:

- 01 Nationell strategi för nanoteknik - Ökad innovationskraft för hållbar samhällsnytta

02 Tjänsteinnovationer för tillväxt. Regeringsuppdrag - Tjänsteinnovationer. *Finns endast som PDF*

## VINNOVA Rapport VR 2011:

- 01 Hundra år av erfarenhet - Lärdomar från VINNVÄXT 2001 - 2011
- 02 Gender across the Board - Gender perspective on innovation and equality. *För svensk version se VR 2009:20*
- 03 Visioner och verklighet - Några reflexioner kring eHälsostategin för vård och omsorg. *Finns endast som PDF*
- 04 Hälsa genom e - eHälsorapporten 2010. *Finns endast som PDF*
- 05 Halvtidsutvärdering av branschforskningsprogrammet för skogs- & träindustrin - Mid-term evaluation of the Swedish National research programme for the forest-based sector
- 06 Leadership Mandate Programme - The art of becoming a better centre director. *För svensk version se VR 2010:18*
- 07 The policy practitioners dilemma - The national policy and the transnational networks
- 08 Genusvägar till innovation - Erfarenheter från VINNVÄXT. *Finns endast som PDF*

## VR 2010:

- 01 Arbetsgivningar: samverkan, stöd, rörlighet och rehabilitering - En programuppföljning
- 02 Innovations for sustainable health and social care - Value-creating health and social care processes based on patient need. *För svensk version se VR 2009:21*
- 03 VINNOVAs satsningar på ökad transportsäkerhet: framtagning av underlag i två faser. *Finns endast som PDF*
- 04 Halvtidsutvärdering av TSS - Test Site Sweden - Mid-term evaluation of Test Site Sweden. *Finns endast som PDF*
- 05 VINNVÄXT i halvtid - Reflektioner och lärdomar. *För engelsk version se VR 2010:09*
- 06 Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik - Syntes av avslutade och pågående projekt 2000 - 2006. *Finns endast som PDF. För kortversion se VR 2010:07*
- 07 Översikt - Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik. *För fullversion se VR 2010:06*

08 Rörlighet, pendling och regionförstoring för bättre kompetensförsörjning, sysselsättning och hållbar tillväxt - Resultatredovisning från 15 FoU-projekt inom VINNOVAs DYNAMO-program

- 09 VINNVÄXT at the halfway mark - Experiences and lessons learned. *För svensk version se VR 2010:05*
- 10 The Matrix - Post cluster innovation policy
- 11 Creating links in the Baltic Sea Region by cluster cooperation - BSR Innonet. Follow-up report on cluster pilots
- 12 Handbok för processledning vid tjänsteutveckling
- 13 På gränsen till det okända. Utmaningar och möjligheter i ett tidigt innovationsskede - fallet ReRob. *Finns endast som PDF*
- 14 Halvtidsutvärdering av projekten inom VINNPRO-programmet. VINNPRO - fördjupad samverkan mellan forskarskolor och näringsliv/offentlig sektor via centrumbildningar. *Finns endast som PDF*
- 15 Vad gör man när man reser? En undersökning av resenärers användning av restiden i regional kollektivtrafik
- 16 From low hanging fruit to strategic growth - International evaluation of Robotdalen, Skåne Food Innovation Network and Uppsala BIO
- 17 Regional Innovation Policy in Transition - Reflections on the change process in the Skåne region. *Finns endast som PDF*
- 18 Uppdrag ledare - Om konsten att bli en bättre centrumföreståndare
- 19 First evaluation of CTS - Centre for Transport Studies and LIGHTHOUSE. *Finns endast som PDF*
- 20 Utvärdering av FLUD - Flygtekniskt utvecklings- och demonstrationsprogram. Evaluation of the Swedish Development and Demonstration Programme in Aeronautics
- 21 VINNOVAs utlysningar inom e-tjänster i offentlig verksamhet 2004 och 2005 - Kartläggning av avslutade projekt
- 22 Framtidens personresor - En utvärdering av programmets nytta, relevans och kvalitet. *Finns endast som PDF*

**Produktion & layout:** VINNOVAs Kommunikationsavdelning

**Tryck:** Arkitektkopia, Stockholm, [www.arkitektkopia.se](http://www.arkitektkopia.se)

Juni 2011

**Försäljning:** Fritzes Offentliga Publikationer, [www.fritzes.se](http://www.fritzes.se)



VINNOVA utvecklar Sveriges innovationskraft  
för hållbar tillväxt

---

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56  
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005  
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se