

# **Verdikjeder i skogsektoren**

**Rapport fra en forutredning til styret i SNS**

**Juni 2005**

**Sjur Baardsen UMB  
Arto Usenius & Jorma Fröblom, VTT  
Staffan Berg & Lars Högbom. Skogforsk  
Bo Jellesmark Thorsen, Skov & Landskab  
Karsten Raulund-Rasmussen, Skov & Landskab**



**norden**

**SamNordisk Skogforskning - SNS**

## Forord

Seint på høsten 2004 ble følgende personer kontaktet direkte av SNS-sekretariatet, eller via SNS kontaktpersoner, for å undersøke muligheten for å bidra i en forutredning om verdikjeder i skogsektoren:

Sjur Baardsen, INA, UMB  
Karsten Raulund-Rasmussen, S&L, KVL  
Lennart Rådström, Skogforsk  
Frank Søndergaard Jensen, S&L, KVL  
Arto Usenius, VTT Building and Transport

Tidlig i februar kom mandatet, og undertegnede ble gitt koordinasjonsansvaret. En midlertidig rapport skulle oversendes SNS-sekretariatet medio mai 2005, og endelig rapport en måned senere. Den korte tidsfristen har vært en utfordring.

Koordinator distribuerte en mal for det videre arbeid medio mars 2005. Da det ikke framkom kommentarer til denne ble den stilltiende vedtatt som en arbeidsplan (vedlegg 1).

UMB og S&L, KVL ble tidlig i mai enige om at UMB tar ansvaret for arbeidsoppgave 1 og 2. Som en følge av dette er disse to arbeidsoppgavene noe omorganisert, men ikke vesentlig redusert. S&L, KVL har i stedet bidratt med to spesifikke kapitler, et om bruk av tre til energiformål, og et om vann i og fra skog. Dessuten er S&L, KVL også tiltenkt en rolle i forbindelse med forberedelse av manus til skogkonferansen i august.

I tillegg til de som er nevnt på forsiden er det mottatt bidrag/kommentarer fra Inge S. Møller, Adalsteinn Sigurgeirsson og Frank Søndergaard Jensen, samt fra deltagerne på SNS-styremøtet 25. mai 2005. Karsten Raulund-Rasmussen og Lennart Rådström har deltatt i koordineringen av arbeidet. En hjertelig takk til alle!

Hovedforfattere er nevnt for de enkelte kapitler. Forfattere av de mindre bidrag og kommentarer er ikke referert eksplisitt gjennom den løpende teksten. Koordinator har gjort mindre endringer på noe av det mottatte materialet. Særlig gjelder dette en reduksjon i omfanget av kapittel 4. En full versjon av dette bidraget fra VTT kan fås ved henvendelse til undertegnede.

På SNS-styremøtet 25. mai 2005 ble det vedtatt at rapporten skal danne bakgrunn for utarbeidelse av en pixibok. Styret tar selv ansvaret for å organisere dette.

Ås 20 juni 2005  
Sjur Baardsen, koordinator

## Innhold

<b>1 Innledning .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Inkludering av private, kollektive og blandede goder i skogsektorens verdikjeder .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Identifisering av private, kollektive og blandede goder i skogsektoren .....</b>	<b>7</b>
2.1.1 <i>Flersidig skogbruk – multifunksjonelt skogbruk.....</i>	<i>7</i>
2.1.2 <i>Private vs kollektive goder .....</i>	<i>8</i>
2.1.3 <i>Verdsetting av ulike typer goder .....</i>	<i>10</i>
<b>2.2 Definisjon av verdikjeder .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Verdikjeder i skogsektoren – en oversikt .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Hvordan de nye elementene kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder ...</b>	<b>15</b>
2.4.1 <i>Sammenhenger mellom virkesproduksjonen og de øvrige godene på skogarealene .....</i>	<i>15</i>
2.4.2 <i>Privatisert jakt .....</i>	<i>16</i>
2.4.3 <i>Privatisert fiske .....</i>	<i>17</i>
2.4.4 <i>Småskala el-kraft .....</i>	<i>18</i>
2.4.5 <i>Salg og utleie av hytter og tomter .....</i>	<i>18</i>
2.4.6 <i>Negative servitutter (rettighetsavståelser) .....</i>	<i>18</i>
2.4.7 <i>Mineraler .....</i>	<i>20</i>
2.4.8 <i>Natursafari og andre utmarksbaserte reiseopplevelser .....</i>	<i>20</i>
2.4.9 <i>Ikke-rivaliserende jakt .....</i>	<i>21</i>
2.4.10 <i>Ikke-rivaliserende fiske .....</i>	<i>22</i>
2.4.11 <i>Ikke-rivaliserende ridning hundekjøring og rafting .....</i>	<i>22</i>
2.4.12 <i>Sopp, bær .....</i>	<i>22</i>
2.4.13 <i>Ikke-ekskluderende jakt og fiske .....</i>	<i>23</i>
2.4.14 <i>Biodiversitet: habitat for flora og fauna inkl. genetisk materiale .....</i>	<i>23</i>
2.4.15 <i>Binding av karbondioksid (produksjon av oksygen) .....</i>	<i>24</i>
2.4.16 <i>Erosjonsforebygging (jord- og snøskred, vinderosjon (sanddyner)) .....</i>	<i>25</i>
2.4.17 <i>Vannhusholdning (forsyning av konsumvann, regulering og flomforebygging) .....</i>	<i>26</i>
2.4.18 <i>Vandring og-løping til fots eller på ski, sykling, turorientering, ridning, hundekjøring, rafting, padling, fotografering, picnic, jakt og fiske .....</i>	<i>26</i>
2.4.19 <i>Landskapsestetiske og spirituelle opplevelser (tiurleik, orreleik, utsikt, landskapsutforming), sinnsro, sjelefred, inspirasjon .....</i>	<i>27</i>
2.4.20 <i>Skjerming mot uttørkning og støy .....</i>	<i>28</i>
2.4.21 <i>Historiske og vitenskapelige verdier .....</i>	<i>28</i>
<b>Litteratur .....</b>	<b>29</b>
<b>3 Kompensering av skogeiere for leveranse av kollektive og blandede goder .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Når kan kompensering være aktuelt? .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Hvordan kan offentlig kompensering utføres? .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Privatisering og markedsføring av kollektive goder .....</b>	<b>36</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>37</b>

<b>4</b>	<b>The potential for increased use of wood and wood products .....</b>	<b>38</b>
4.1	Forest resources for forest products .....	38
4.2	Breakdown of wood products - wood chain .....	39
4.3	Wood products demand growth .....	40
4.4	Means for increasing consumption .....	41
4.4.1	<i>Building with wood</i> .....	41
4.4.2	<i>Living with wood</i> .....	41
4.4.3	<i>Packaging &amp; Transporting with Wood</i> .....	42
4.4.4	<i>Wood in Sustainable Development</i> .....	42
4.5	Means for improving the value chain - value addition .....	43
4.5.1	<i>Wood vs. other building materials</i> .....	43
4.5.1.1	Good properties of wood and weaknesses .....	43
4.5.1.2	Wood vs. steel .....	43
4.5.2	<i>Improvement of wood properties</i> .....	44
4.5.2.1	Chemical modification of wood .....	44
4.5.2.2	Acetylation as wood modifying treatment .....	44
4.5.2.3	Treatments with other anhydrides .....	45
4.5.2.4	Resin treatments .....	46
4.5.2.5	Thermowood .....	47
4.5.3	<i>Management and optimisation of conversion chains</i> .....	48
4.5.3.1	Planning and controlling of conversion chains supported by optimisation software systems .....	48
4.5.3.2	Marking Reading Information processing .....	49
4.6	Utilisation of small diameter logs for solid wood products .....	50
4.7	Recommendations .....	51
4.7.1	<i>Methods for analysing impacts of value added conversion chains</i> .....	51
4.7.2	<i>Special smart value added wood products</i> .....	51
4.7.3	<i>Concepts and techniques for small scale wood working companies</i> .....	52
4.7.4	<i>Concepts and techniques for industrialised timber frame houses</i> .....	52
4.7.5	<i>Aesthetic aspects of wood</i> .....	52
4.7.6	<i>Tracing natural durable wood</i> .....	53
4.7.7	<i>Integrated and flexible conversion and manufacturing systems</i> .....	53
4.7.8	<i>Optimal allocation of wood raw materials throughout the conversion chains</i> .....	53
4.7.9	<i>Intelligent wood material flow control throughout the conversion chains</i> .....	54
4.7.10	<i>Customer service and communication between producer and user</i> .....	54
4.7.11	<i>China - big potential for increasing use of wood</i> .....	54
	References .....	55
<b>5</b>	<b>Bruk av bioenergi i klimatsammanhang .....</b>	<b>60</b>
5.1	Bakgrund .....	60
5.2	Vad kan naturbruket i skogen bidra med? .....	61
5.3	Kyotoöverenskommelsen och skogens roll .....	62
5.4	Lagring och utsläpp av kol från skogsmark och skogsprodukter .....	62
5.5	Kolomsättning i marken .....	63

5.6 Vart tar assimilert kol vägen? .....	64
5.7 Effekter av skogsbruk .....	65
5.8 Effekter av kväve .....	66
5.9 Skogskötseln har målkonflikter .....	66
5.10 Slutsatser .....	67
Referenser .....	68
<b>6 Brugen av tr�e til energi i Danmark .....</b>	<b>71</b>
6.1 Status .....	71
6.2 Produktionsforhold .....	71
6.3 Produksjon av br�ndstof til transportsektoren .....	72
6.4 Brug for mer tr�e .....	72
Referenser .....	73
<b>7 Vand i og fra skove .....</b>	<b>74</b>
7.1 Innledning .....	74
7.2 M�engden av afstrømmende vand i relation til skovdrift .....	74
7.3 Kvaliteten av vandet i relation til skovdrift .....	75
7.3.1 Nitrat .....	75
7.3.2 Surhed og tungmetaller .....	75
7.3.3 Naturlige toxiner .....	76
7.4 Vand og biodiversitet .....	76
7.5 Effekter av udnyttelse av vand .....	77
7.6 �konomi i forbindelse med vand .....	77
Referencer .....	77
<b>8 Syntese .....</b>	<b>79</b>
<b>9 Konklusjon og anbefaling .....</b>	<b>82</b>
<b>Vedlegg 1: Prosjektbeskrivelse/arbeidsplan for SNS-prosjektet</b>	
Verdikjeder i Skogbruket .....	85

## 1 Innledning

### Sjur Baardsen, UMB

Nordisk Ministerråd ønsker i AKUREYRI-deklarasjonen av 13/8/2004 å følge opp internasjonale konvensjoner mht miljø (WSSD, CBD, UNFFCCC), Kyotoprotokollen og miljødelene av Ministerkonferansene for beskyttelse av Europas skoger (MCPFE), spesielt H4 (Strategies for a Process of Long-Term Adaptation of Forests in Europe to Climate Change) og W5 (Climate Change and Sustainable Forest Management in Europe)). Ministerrådet ønsker å styrke det nordiske samarbeidet mht skogbrukets framtidige muligheter, og oppfordrer til å avholde en konferanse om disse temaene under det danske formannskapet 2005.

Ministrene møtte samme dag nordiske skogorganisasjoner i en workshop der det ble uttrykt ønske om at det gjennomføres et forprosjekt med tema ”nye faktorer i skogsektorens verdikjede”.

Selv om referatet fra workshopen ikke er identisk med Ministrenes deklarasjon, synes det å være en stor grad av samstemmighet. Dog virker deklarasjonen noe mer fokusert mot klimautfordringene (økt beskogning, klimaendringers effekter på skogproduksjonen, skogens mulige rolle som stabilisator for ekstreme værphenomen, og bedre tilpasning av skogsdrift, økonomi og biologisk mangfold).

Private goder (biobrensel) nevnes i referatet fra workshopen. Det gjør også kollektive goder (rekreasjon, biodiversitet), og hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere disse. Også blandede goder er nevnt (jakt). Det uttrykkes (1) et ønske om å undersøke hvordan disse elementene kan integreres i verdikjeden. Et annet (2) uttrykt ønske er å øke anvendelsen av tre og treprodukter. Endelig skal forprosjektet (3) se bruk av bioenergi i lys av klimapolitikken (karbonbinding).

SNS trekker også inn bynært skogbruk og utnyttelse av utmark. Dette må oppfattes som en del av pkt (1), dvs elementer som kan integreres i verdikjeden. Videre overlater SNS til utredningsgruppen å avklare hva som er hensiktsmessig oppdeling av elementer i verdikjeden.

Etter vår tolkning av mandatet kan følgende målsettinger listes opp

- Vise hvordan nye private, kollektive og blandede goder kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder
- Vise hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere kollektive goder
- Illustrere potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter
- Vise hvordan bruk av bioenergi kan utgjøre et element i klimasammenheng

Oppgaven er egentlig ganske formidabel og rammene ganske stramme. Vi har vært tvunget til å legge vekt på at arbeidet kun er en forutredning, og stiller derfor ikke strenge krav til format og vitenskapelig metodikk.

## **2 Inkludering av private, kollektive og blandede goder i skogsektorens verdikjeder**

**Sjur Baardsen, UMB**

### **2.1 Identifisering av private, kollektive og blandede goder i skogsektoren**

#### *2.1.1 Flersidig skogbruk – multifunksjonelt skogbruk*

Mens alle innsatsfaktorer og produkter i skogindustrien kan karakteriseres som private markedsgoder, finner vi både markedsgoder som tømmer, og ikke-markedsgoder som rekreasjon, i den produksjonen som foregår på skogarealene. Inntil for få år siden har allikevel bare det private markedsgodet tømmer blitt vurdert i økonomisk sammenheng i det nordiske skogbruket. Det er flere grunner til dette. Viktigst er at den økonomiske betydningen av vareproduksjonen i skogsektoren har overskygget de andre verdiene, iallfall i de nordiske land. I løpet av de siste 50 årene er det imidlertid fokusert stadig sterkere på ikke-markedsgodene. Konseptet "Flersidig skogbruk" ("Multiple Use Forestry") kom til de Nordiske land etter Fifth World Forestry Congress i Seattle 1960. Fokus ble satt på alle de ulike godene som skogbruket kunne tilby. Listen over produkter, tjenester og andre goder som er nevnt i forbindelse med skog og skogbruk kan gjøres svært lang, og gjenspeiler det faktum at skogbrukere tradisjonelt har målbåret et silvasentrisk mer enn et utilitaristisk syn (jfr for eksempel Hörnsten 2003).

Etter FNs Earth Summit i Rio 1992, er multifunksjonalitet (med referanse til Agenda 21) blitt innført i jordbruket som et begrep på koblet produksjon av private og kollektive goder i vid forstand, særlig innenfor EU. Konseptuelt er dette identisk med flersidig skogbruk, bare at man fokuserer på innmark. Etter hvert har man derfor også begynt å omtale multifunksjonelt skogbruk. Etter EUs ministerkonferanse i Göteborg 2001, der EUs strategi for bærekraftig utvikling ble lansert (basert på samme definisjon av bærekraftig utvikling som i Brundtlandrapporten "Our Common Future" fra 1987), er multifunksjonalitetskonseptet blitt klarere knyttet også til bærekraftig utvikling, basert på økonomiske, sosiale og miljømessige kriterier. Multifunksjonalitetsbegrepet griper i sine nåværende former inn i både jordbruk, skogbruk og distriktsutvikling (inkl. landskapsutvikling, jfr Helming og Wiggering 2003), og fokuserer på koblet produksjon av private og kollektive goder (varer og tjenester) i vid forstand. Se for eksempel OECD (2001), eller Brouwer (2004) for konseptuelle analyser av multifunksjonalitetsbegrepet, og Landbruks- og matdepartementet (2005a) for hvordan multifunksjonalitet kan implementeres i offentlig politikk.

I denne sammenheng er det verdt å merke seg at EU ikke har en egen policy for skog, men en strategi. Det er også nylig (31. mai 2005) vedtatt av EUs landbruksministre (rådsmøte) at EU skal utarbeide en handlingsplan for bærekraftig skogbruk (Landbruks- og matdepartementet 2005b). I dette arbeidet vil det være naturlig at man søker støtte i det EU-finansierte prosjektet EFORWOOD, koordinert av svenske Skogforsk, og med formål å produsere beslutningstøtte omkring utvikling av en bærekraftig skogsektor (Skogforsk 2005).

### 2.1.2 Private vs kollektive goder

En prinsippsskisse for inndeling av goder er vist i figur 2.1.2.1. Klassifiseringen bygger på to kriterier, nemlig grad av rivalisering og grad av ekskludering. Rivalisering har å gjøre med hvor delelig et gode er i forbruk. Kan godet konsumeres i fellesskap og samtidig av mange uten å bli redusert i kvalitet eller kvantitet (turgåing uten trengsel, flomforebygging), eller er godet kun tilgjengelig for individuelt forbruk (tømmer, ved)?

		Rivaliseringsgrad (grad av individuelt (udelelighet) i forbruk)	
		Høy	Lav
Ekskluderingsgrad	Høy	<b>Privat gode</b> • Individuelt (privat, udelelig) i forbruk • Lett å ekskludere andre brukere Eks: tømmer	<b>Klubbgode</b> • Felles (helt delelig) i forbruk • Lett å ekskludere andre brukere Eks: villmarkssafari
	Lav	<b>Fellesgode</b> • Individuelt i forbruk • Kan ikke ekskludere andre brukere Eks: bær	<b>Rent kollektivt gode</b> • Felles i forbruk • Kan ikke ekskludere andre brukere Eks: uorganisert turgåing

**Figur 2.1.2.1. Klassifisering av ulike typer goder.**

Ekskludering har å gjøre med praktisk organisering. Kan en potensiell bruker av godet nektes godet eller ekskluderes fra å bruke det hvis han ikke tilfredsstiller de betingelser som stilles av en potensiell leverandør? Denne egenskapen er altså mer et spørsmål om kostnad enn om logikk; eksklusjon er mulig eller umulig i den grad kostnadene knyttet til å ekskludere brukerne er relativt lav eller høy. Følgelig, eksklusjon er i høy grad et spørsmål om gradforskjeller.

Private goder som tømmer og ved kjennetegnes ved det er lett (billig) å ekskludere andre fra å forbruke godet, og forbruk umuliggjør eller forringer verdien av andres samtidige forbruk. Alle øvrige goder kalles ofte noe upresist for kollektive goder som samlebetegnelse. Derfor har vi valgt å kalle de egentlige kollektive godene for "rene" kollektive goder i denne rapporten.

Også klubbgoder som natursafari kjennetegnes ved at det er lett å ekskludere andre fra å forbruke godet, men flere kan forbruke godet samtidig. Klubbgoder kan etableres av klubber, organisasjoner, enkeltindivider og offentlig sektor. Klubbgoder skiller seg fra rene kollektive goder ved at muligheten til å ekskludere partielt (de som ikke er medlemmer av klubben) åpner for å ta betaling for godet. Klubbgoder klassifiseres ofte i



kvasi-kollektive goder, som genererer eksternaliteter, og avgiftsgoder, som ofte assosieres med naturlig monopol.

I de fleste land kan ingen ekskluderes fra fellesgoder som sopp og bær, men forbruk umuliggjør andres forbruk. Dette gjelder ikke bare selve bærene og soppen, men også rekreasjonsdelen. I mange tilfeller er imidlertid rekreasjonsdelen tilnærmet delelig i forbruk. Et eksempel kan være rekreasjon i tynt befolkede skogstrøk der man bare unntaksvis treffer andre. Den enes rekreasjon forringer altså ikke den andres. Da tilhører denne delen av fellesgodet - for alle praktiske formål - de rene kollektive godene. Forringes imidlertid rekreasjonen av andres tilstedeværelse, vil rekreasjonen klassifiseres som et fellesgode. Merk at det er vanskelig, kostbart og heller ikke ønskelig å ekskludere andre fra de rene kollektive godene, og at det offentlige kan kreve godtgjørelse (via skatter og avgifter) for rene kollektive goder nasjonalt, regionalt eller lokalt. Problemet med fellesgoder og rene kollektive goder er at manglende ekskludering ofte fører til gratispassasjerer og overutnyttelse.

De private godene i skogsektoren (tømmer, ved og skogsflis, juletrær og pyntegrønt, industriflis, bark, trelast, papir og papp, småskala elkraft, torv/mose, mineraler, privatisert jakt og fiske, nøtter, honning, kork, medisinske planter, for mm) er klart definert og godt kjent fordi de som regel omsettes i markeder. De har høy grad av rivalisering og ekskludering. Også mange av de kollektive godene i skogsektoren er godt kjent, men de er ikke alltid så klart definerte, iallfall ikke de rene kollektive godene. Klubbgodene er relativt godt definert fordi de omsettes i begrensede markeder (naturesafari, enkelte typer jakt og fiske, ridning, hundekjøring og rafting). Fellesgodene (sopp og bær) er også vel definert og godt kjent, og hadde vært private goder på privat eiendom hvis ikke Allemannsretten hadde regulert dem til fellesgoder. De rene kollektive goder er imidlertid en gruppe som er vanskelig å avgrense. Hit hører typisk miljømessige og sosiale goder som vist i boks 2.1.2.1.

### ***Boks 2.1.2.1. Noen rene kollektive goder relater til skog.***

#### Rene kollektive goder relatert til skog

- biologiske
  - biodiversitet: habitat for flora og fauna inkl. genetisk materiale
  - binding av karbondioksid (produksjon av oksygen)
- jord- og vannhusholdning
  - erosjonsforebygging (jord- og snøskred, vinderosjon (sanddyner))
  - vannhusholdning (forsyning av konsumvann, regulering og flomforebygging)
- uorganisert rekreasjon og naturopplevelser i forbindelse med
  - gåing og løping til fots eller på ski, sykling, orientering, ridning, hundekjøring, rafting, padling, fotografering, picnic, jakt og sportsfiske
  - landskapsestetiske og spirituelle opplevelser (tiurleik, orreleik, utsikt, landskapsutforming), sinnsro, sjelefred, inspirasjon
- Andre
  - skjerming mot uttørkning og støy
  - historiske og vitenskapelige verdier

## Verdikjeder i skogsektoren

Rekreasjons- og naturopplevelser er rene kollektive goder strengt tatt kun så lenge de er uorganiserte og trengsel ikke oppstår. Typisk for disse er at de er langt til skogs og høyt til fjells. Hvis trengsel oppstår (økt rivaliseringsgrad) forskyves de mot fellesgoder fordi de forringes i verdi. Et eksempel kan være hardt belastede turområder i bynære strøk der det også lett oppstår konflikter mellom ulike brukergrupper (turgåere/terrengsyklister).

Rekreasjonsaktiviteter kan også gjøres om til klubbgoder ved å organisere aktivitetene, og kreve avgift for deltagelse. Denne type goder inneholder ofte en privat del og en kollektiv del. Derfor kalles de ofte for blandede goder. Merk at myndighetene med fordel kan stimulere produksjonen av blandede goder hvis det private markedet ikke har internalisert den kollektive delen (jfr høyverdige goder nedenfor).

### 2.1.3 Verdsetting av ulike typer goder

De private godene blir altså greit verdsatt i sine respektive markeder. I de aller fleste tilfeller vil markedsprisen for disse gjenspeile godene samfunnsøkonomiske verdi. Unntakene er de tilfellene hvor markedsrett eller eksterne effekter foreligger.

Verdsetting av de kollektive og de blandende godene på skogarealene har vært ganske mye i fokus etter at begrepet flersidig skogbruk ble tatt i bruk. Ulike metoder har vært benyttet. For eksempel er det gjort studier over verdien av turgåing ved å vurdere besøksfrekvens, reisekostnader og tidsforbruk. Vanskeligere er det å verdsette for eksempel biodiversitet og forbruk (binding) av karbondioksid. Dette fordi virkningene kan være svært langsiktige og irreversible, og effektene uoversiktlige og potensielt dramatiske (klimaendringer). Bak begrepet biodiversitet skjuler det seg et komplekst system som vi bare har overfladisk kunnskap om. Den kanskje mest utbredte metoden for å verdsette kollektive goder kalles betinget verdsetting. Dette er en metode som baserer seg på folks hypotetiske betalingsvilje.

Produksjonen av de ulike godene er sammenkoblet. Det innebærer at produksjonen av ett gode påvirker og påvirkes av produksjonen av andre goder. Å finne optimal samfunnsøkonomisk produksjonsplan er vanskelig, først og fremst fordi mange av godene er vanskelig å kvantifisere og verdsette, dernest fordi produksjonen av for eksempel trevirke er svært langsiktig. Rangering av ulike prosjekt vil derfor avhenge av verdsettingsmetodikk, og av hvilket avkastningskrav (kalkulasjonsrente) som benyttes. Teoretisk sett kan man måle nytte og kostnader for alle mulige produktkombinasjoner, og finne den sammensetningen som over tid gir størst netto nytte. I praksis vil dette være vanskelig. En enklere framgangsmåte kan være å maksimere nytten av virkesproduksjonen, som er den økonomisk sett viktigste produksjonen på skogarealene, gitt visse begrensninger for å ta hensyn til andre verdier.

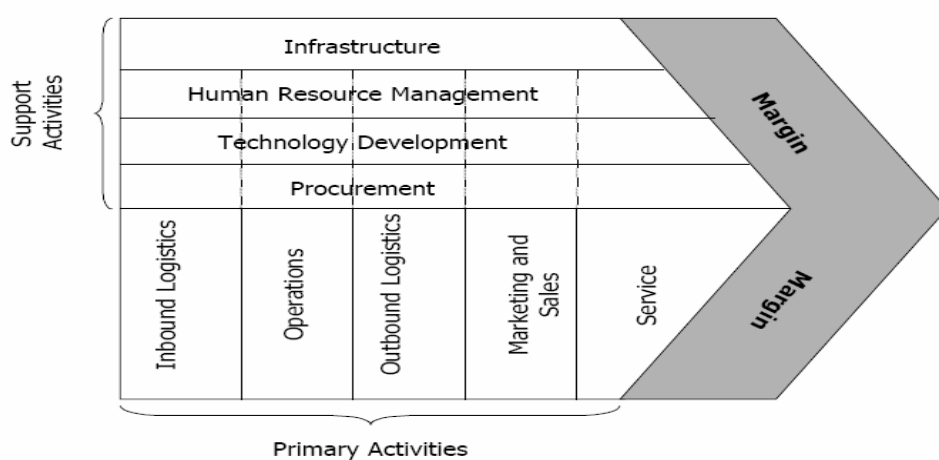
## 2.2 Definisjon av verdikjeder

En hovedutfordring i denne forutredningen er å vise hvordan nye private, kollektive og blandede goder kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder. For å kunne gjøre dette på

## Verdikjeder i skogsektoren

en konsistent måte er det nødvendig å definere hva som menes med en verdikjede i denne konteksten.

Verdikjedebegrepet er av relativt ny dato. Det ble introdusert av Porter (1980), se figur 2.2.1, og var ment som et strategisk verktøy for å studere hvordan bedrifter kan øke verdiskapningen ved å forbedre produktivitet og effektivitet. Porters analyseredskap, basert særlig på verdikjedebegrep og klyngeteori, ble relativt populært i mange kretser, kanskje mest fordi det er intuitivt og lettfattelig, og operativt nok til å presentere et handlingsrom for næringspolitikere. Det bør imidlertid ikke stikkes under en stol at Porters analyser også har mange kritikere, og at det ikke eksisterer noe faglig konsensus rundt verdien av dette modellapparatet (Storeng 2004, Valebrokk 2004, Reve 2005).



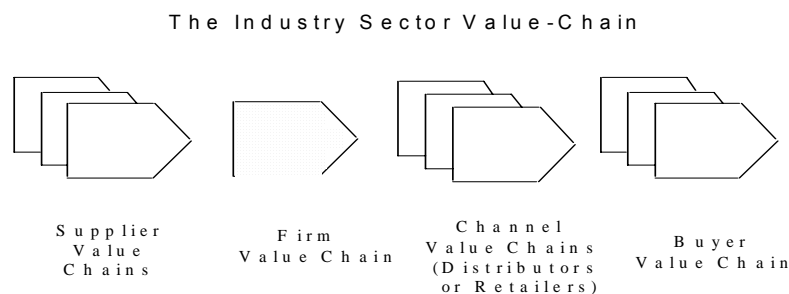
**Figur 2.2.1. Verdikjeden. Etter Porter (1980).**

I dag anvendes verdikjedebegrepet på mange måter, avhengig av kontekst og faglig bakgrunn. Som oftest blir det vel brukt om vareflyt og verdiskapning i en hel sektor eller næring. Ett tilfeldig eksempel på en slik verdikjede (hel sektor) er vist i figur 2.2.2.

Et spørsmål som ofte trenger seg på i forbindelse med verdikjeder som favner om en hel sektor er konkurranse versus samarbeid. Dette kan gjelde vertikalt så vel som horisontalt. Økonomer vil som regel vektlegge betydningen av konkurranse for effektiv ressursallokering, mens markedsførere og strateger legger vel så mye vekt på samarbeid.

Vi har nok alle vår egen oppfatning av hva som menes med verdikjede, men vil neppe bruke samme definisjon. Begrepet er således ikke unikt. Det vil derfor være nødvendig å definere hva som menes med verdikjede i denne forutredningen, og hvilke verdikjeder som kan være relevante.

## Verdikjeder i skogsektoren



*Figur 2.2.2. Eksempel på en verdikjede for en hel sektor. I dette eksemplet er sektorens verdikjede bygget opp av en serie andre verdikjeder. Kilde: Clarke (2001).*

### 2.3 Verdikjeder i skogsektoren – en oversikt

Det som tradisjonelt har blitt kalt skogsektoren danner et fornuftig utgangspunkt for å definere skogrelaterte verdikjeder. Her dominerer produksjonen av private markedsgoder som tømmer, trelast, papir, papp og trebaserte plater. Mens tømmer er innsatsfaktor, er de andre nevnte godene halvfabrikata eller sluttprodukter. I en verdikjede må det eksistere varer eller tjenester. Skal man definere verdikjeden etter sluttproduktet, etter et halvfabrikat eller etter en innsatsfaktor? Anta at vi definerer den etter halvfabrikatet tømmer. I en papirbasert bruksanvisning for et Rolex armbåndsur utgjør trevirkets kostnadsandel tilnærmet ingen ting av produktet. Det gjør heller ikke treinteriøret i en Rolls Royce. I en sekk med ved, derimot, utgjør den nesten alt. Vi må altså velge en vertikal avgrensning nedstrøms fordi trevirkets relative betydning reduseres etter hvert som bearbeiding og antall andre innsatsfaktorer øker. Den kan ikke gjøres på et prinsipielt grunnlag, men må settes på en pragmatisk måte. Et forslag kan være at verdikjeden strekker seg nedstrøms til det punkt der anskaffelsen av trevirket (dvs inkl. transport) ikke lenger utgjør den største varekostnadsandelen. Strekker man verdikjeden lenger, får man en vesentlig overlapp mot andre verdikjeder som for eksempel energi, trykkeri, forfatterskap, journalisme, bygg- og anleggsvirksomhet, der kostnadsandelen for andre innsatsfaktorer dominerer over trevirke. Dette innebærer at verdikjeden for massevirke vil stoppe ved papir og papp, mens verdikjeden for skurtømmer vil kunne strekke seg gjennom sagbruk og høvlerier, og kanskje et godt stykke videre inn i trevarebransjen. (Merk at en slik avgrensning ikke kan gjøres i tradisjonelle etterspørselsanalyser basert på sluttforbruket (end-user approach). Verdikjeden for ved vil derimot strekke seg helt fram til sluttforbruker (konsument).)

Hva med vertikal avgrensning oppstrøms? Ettersom vi tok utgangspunkt i halvfabrikatet tømmer som råstoff til skogindustrien, må vi strekke verdikjeden så langt oppover at den omfatter virkesproduksjonen, som jo er en svært langsiktig og fornybar produksjon, altså basert på kontinuerlig rotasjon. En pragmatisk avgrensning her vil være foryngelsesfasen.

For enkelte verdikjeder kan man også stille spørsmål om horisontal avgrensning. I prinsippet bør man inkorporere alle virkesbaserte produkter i en verdikjede for trevirke,

## Verdikjeder i skogsektoren

også for eksempel bark, sagflis, lignin, vanillin, etanol, gjær og gjærekstrakter. I praksis vil vi allikevel holde oss til de mer tradisjonelle skog-, treforedlings- og trevareproduktene i denne utredningen. Dette gjelder trelast (skurlast, høvellast, justert last), enkelte bearbeidede trevarer (laminater, kompositter, impregnert last), sponplater og trefiberplater, finer og kryssfiner, papir og papp, samt industriflis som råstoff i treforedling eller som energivirke. (Industriflis kan fungere både som en netput i trelastindustrien eller som en kryssleveranse fra trelast- til treforedlingsindustrien.)

Hva så med de øvrige verdikjedene i skogsektoren? Hvis vi holder oss til private goder, skulle saken være rimelig grei for ved og skogsflis, juletrær og pyntegrønt. Verdikjedene for disse går enten direkte fra produsent til konsument, og dette kan være en og samme husholdning, eller via grossister eller andre videreformidlere (for eksempel ved på bensinstasjoner). Verdikjeden for småskala elkraft er kort, idet produsenten selger direkte til distributør. Privatisert jakt og fiske (troféjakt, spesielt gode laksevald) er goder med verdikjeder som strekker seg fra tjenester som tilrettelegging og guiding, via servering og losji, til varene kjøtt/fisk.

De kollektive godene som kanskje ligger nærmest de private er klubbgodene. Hit hører for eksempel natursafari og ekskluderende (men ikke rivaliserende) former for jakt og fiske. Organisert ridning, hundekjøring og rafting kan være ekskluderende, og hører i så fall til her. Verdikjedene vil være stort sett som for privatisert jakt og fiske, men tjenstedelen vil kunne være langt mindre intensiv for jakt- og fiskeaktivitetene. Organisert ridning, hundekjøring og rafting kan imidlertid være ganske tjenesteintensivt mht tilrettelegging og opplæring.

Verdikjedene for fellesgoder som sopp og bær er enkel i det tilfelle der konsumenten selv oppsøker arealene og står for konsumet. Litt vanskeligere blir det hvis han privatiserer disse godene ved å selge dem på et marked. Uansett, produksjonen av ville bær og sopp er sjelden planlagt.

De private godene og klubbgodene som også inneholder elementer av rene kollektive goder (som oftest rekreasjon) er også blandede goder, så rekreasjonsdelen av disse markedsgodene hører med til verdikjeden i samfunnsøkonomisk sammenheng.

Det er verdt å merke seg at mens produksjonen av private varegoder medfører transport av godet fra skogarealene til konsumenten, er det konsumenten selv som oppsøker skogarealene for alle tjenester som er relatert til rekreasjon.

De rene kollektive goder omfatter en stor gruppe miljømessige og sosiale goder. Avgrensning og inndeling kan gjøres på mange måter. Ovenfor skilte vi mellom biologiske goder, goder som er relatert til jord- og vannhusholdning, samt (uorganiserte) rekreasjonsgoder.

Hva menes egentlig med verdikjeder for slike goder? Kan man definere slike? Gir det mening?

For å kunne definere verdikjeder for disse godene må vi vite hvordan de kan verdsettes. Betinget verdsetting og reisekostnadsmetodikk vil være det naturlige valg for

## Verdikjeder i skogsektoren

rekreasjonsrelaterte goder, betinget verdsetting også for biodiversitet, produksjon av oksygen, og støyskjerming, mens forbruk (binding) av karbondioksid også kan verdsettes indirekte ved å ta utgangspunkt i eksisterende avgift på karbondioksidutslipp. Skogens tjenester i forbindelse med regulering av jord og vann (erosjon, jord- og snøskred, flom, vannregulering) og skjerming mot vind (tørke) vil muligens kunne verdsettes ut fra historiske kostnader slike hendelser har påført samfunnet.

Av og til ønsker myndighetene å stimulere produksjon og forbruk av såkalte høyverdige goder (Musgrave 1958, dydsgoder, "merit goods") fordi de har positive eksternaliteter eller av andre samfunnsmessige grunner ansees å være underkonsumert. Dette er ofte, men ikke alltid, blandede goder, altså goder som har både private og kollektive elementer. Bevaring av biodiversitet via fredning kan være ett eksempel, stimulering av karbondioksidbinding kan bli et annet. (Merk at det eksisterer et symmetrisk begrep for lavverdige ("demerit"), goder som er overkonsumert. For disse godene ønsker ofte myndighetene å begrense forbruket (for eksempel bruk av visse kjemikalier i skogproduksjonen).)

Vi har altså teoretiske modeller for verdsetting av rene kollektive goder, men i praksis støter vi på alvorlige problemer med verdsettingen.

- For det første er det metodiske svakheter og måleproblemer.
- For det andre er enkelte alternativer irreversible.
- For det tredje kjenner vi ikke sammenhengene mellom produksjon av de ulike godene (private og kollektive) godt nok. Er de substitutter, komplementer eller uavhengige i produksjon, og hvordan ser eventuelt de funksjonelle sammenhengene ut? Hva med marginale vs store endringer? Foreligger det stor- eller samdriftsfordeler?
- For det fjerde kjenner vi ikke samfunnets sanne preferanser når det gjelder for eksempel biologisk mangfold og landskapsestetikk, men vi vet at konsensus ikke foreligger. Ikke kjenner vi alle arter. Hvilke arter og naturtyper foretrekkes hvor, og i hvilken skala? Hva med fragmentering, habitatkrav, migrasjon etc? Det nærmeste vi kommer er å iaktta hvilke arealer som ønskes vernet av myndighetene.
- For det femte foreligger det svært lite relevante data.

Fordi ønsket om å finne verdier allikevel er sterkt, og hvis vi i det hele tatt skal komme noen vei, blir vi nødt til å fire på kravet til validitet og reliabilitet i resultatene.

Vi har ovenfor indikert en mengde ulike verdikjeder som er skogrelatert. Dette er gjort bl.a. for å være noenlunde konsistent med verdikjederapporten til Norges Skogeierforbund (2004). Det er ikke noe i veien for å definere alle disse verdikjedene som elementer i "skogsektorens" verdikjede, slik dette ble gjort i figur 2.2.2.

## 2.4 Hvordan de nye elementene kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder

### 2.4.1 Sammenhenger mellom virkesproduksjonen og de øvrige godene på skogarealene

Virkesproduksjonen er den tradisjonelt viktigste produksjonen på skogarealene. Norges Skogeierforbund (op.cit.) har beregnet at de trebaserte verdikjedene utgjør 61% (NOK 2,2 mia) av det såkalte totale "grunneierbidraget". Dette betyr at salg av tømmer utgjør ca 61% av de norske skogeiernes nettoinntekt relatert til eiendomsrettigheter. Statistisk Sentralbyrå (2005) har beregnet at det norske skogbruket hadde en bruttoinntekt på NOK 2,0 mia fra tømmer salg og 0,65 fra utmarksinntekter i 2003. I økonomisk sammenheng må vi korrigere grunneierbidraget/bruttoinntekten fra skog med de kostnadene som har påløpt for å kunne produsere alt dette trevirket. Dette gjøres ved å beregne grunnrenten. Veisten (1996) indikerer, med utgangspunkt i nasjonalregnskapet, at denne var i størrelsesorden NOK 1,2-1,5 mia i perioden 1989-91. Uansett betyr dette at virkesproduksjonen fortsatt representerer det største bidraget til grunneierne. Andre inntekter er imidlertid økende. Vi finner lignende forhold i Sverige og Finland, mens det er naturlig å forvente en noe mindre andel fra tømmer salget i Danmark.

Det er altså både naturlig og forenkende å ta utgangspunkt i virkesproduksjonen som den sentrale verdikjeden. Hvordan man driver virkesproduksjonen gjennom valg av treslag, foryngelsesmetode, skjøtsel, ungskogpleie og hogster påvirker imidlertid i større og mindre grad produksjonen av de andre godene. Derfor må en helhetlig forvaltning forsøke å ta best mulig hensyn til slike eksterne effekter. Skogeieren selv vil muligens ta hensyn til effekten på det jaktbare viltet når han legger sin skogbruksplan. Samfunnet som helhet bør ta et videre perspektiv og vurdere effekten på alle de godene som er med på å øke vår velferd, og dessuten ta ekstra hensyn der irreversible prosesser kan oppstå. I tabell 2.4.1 har vi listet opp goder relatert til skogsektorens verdikjeder, og i hvilken retning de kan antas å påvirkes av virkesproduksjonen, samt i hvilken retning virkesproduksjonen kan tenkes å påvirkes av disse godene. Det er viktig å understreke at dette kun er rene kvalitative og subjektive antagelser om retning. Det vil være nødvendig å verifisere og kvantifisere slike effekter for å oppnå en helhetlig forvaltning. Det er heller ikke tatt fordelingsmessige hensyn. Ifølge Friberg (2004) foregår det for eksempel mer turistaktiviteter på store enn på små eiendommer i Sverige. Fire av ti eiendommer over 400 ha har inntekter fra slike aktiviteter, mens bare en av tyve har det blant de mindre.

**Tabell 2.4.1. Goder relatert til skogsektorens verdikjeder, og hvordan disse kan henge sammen med virkesproduksjonen. + – og 0 indikerer økt, redusert eller ingen effekt.**

<i>Gode</i>	<i>Type gode</i>	<i>Mulig effekt av virkesproduksjon</i>	<i>Mulig effekt på virkesproduksjon</i>
Privatisert jakt	Privat	±	±
Privatisert fiske	Privat	0	0
Småskala elkraft	Privat	0	0
Salg/utleie av hytter og tomter	Privat	-	-
Negative servitutter, vern	Privat	+	-
Mineraler	Privat	0	0
Natursafari	Klubbgode	-	0
Ikke-rivaliserende jakt	Klubbgode	±	±
Ikke-rivaliserende fiske	Klubbgode	0	0
Ikke-rivaliserende ridning, hundekjøring og rafting	Klubbgode	0	0
Sopp, bær	Fellesgode	±	0
Biodiversitet	Rent kollektivt	-	-
Binding av karbondioksid	Rent kollektivt	+	+
Erosjonsforebygging	Rent kollektivt	+0	+0
Vannhusholdning	Rent kollektivt	±	±
Rekreasjons- og naturopplevelser	Rent kollektivt	±	0
Landskapsestetiske og spirituelle opplevelser	Rent kollektivt	-	0
Skjerming mot uttørkning og støy	Rent kollektivt	+	±
Historiske/vitenskapelige verdier	Rent kollektivt	-	0-

Tabellen viser bare effekter av og på virkesproduksjonen. Enkel kombinatorikk sier oss at det totale antall mulige effekter er lik  $n(n-1)$ , der  $n$  er antall goder. I tabellen har vi listet opp 21 slike. Antall mulige effekter er derfor  $21(21-1) = 420$ . Om i det hele tatt mulig, ville det være en formidabel oppgave å undersøke alle disse. Derfor må et eventuelt hovedprosjekt legge mest vekt på de vesentligste. Blant de viktigste i tabell 2.4.1 finner vi ulike typer jakt, vern (avståelse/salg av rettigheter og areal), produksjon av oksygen og forbruk (binding) av karbondioksid, flomforebygging, rekreasjons- og naturopplevelser, samt landskapsestetiske goder.

#### 2.4.2 Privatisert jakt

Jakt er en tradisjonell aktivitet med sterk lokal tilknytning, særlig for storvilt. Aktiviteten kan imidlertid privatiseres fullt ut, og markedsmekanismer kan opprettes (Sveaskog 2005). Dette er imidlertid ikke alltid like populært blant jaktorganisasjonene (Haakaas 2004a, Haakaas 2004b, Rønning 2004, Egeland 2004, Bårdsgård 2004, Nationen 2004). Dessuten krever det en høy grad av profesjonalitet. Potensialet er imidlertid stort for de som kan levere kvalitet. I Sverige er det solgt mange trofejaktpakker til over SEK 100.000, og man har faktisk solgt pakker opp mot SEK 1 million (Eriksson 2004). Konkurransesituasjonen vil være monopolistisk konkurranse



## Verdikjeder i skogsektoren

nettopp fordi ethvert jaktvald eller jaktpakke vil ha noe unikt ved seg via sin kvalitet (som merkevare) eller via sin beliggenhet. Dette betyr at tilbyder vil ha et visst handlingsrom for å sette priser. Ublu priser vil imidlertid føre til at kjøper bytter til et annet vald. Det er verdt å merke seg at hvis markedene fungerer godt, vil også rekreasjonsdelen av jaktgodet være reflektert i prisen, og ingen korreksjon skal foretas i en samfunnsøkonomisk analyse.

Jakten påvirkes av virkesproduksjonen fordi størrelsen og tilveksten på bestandene av mange av de jaktbare artene gjør det. Det er neppe noen tvil om at det moderne bestandsskogbruket har økt populasjonene av elg og annet hjortevilt, mens for situasjonen kan vær en annen for eksempel for skogsfugl. Dessuten vil de ulike populasjonene kunne påvirke hverandre, først og fremst via predasjon og konkurranse om føde og habitat. Det vil være viktig å kartlegge undersøkelser av slike sammenhenger, og foreslå nye der slike mangler.

Sødal (1989) brukte betinget verdsetting som metode for å verdsette verdien av all elgjakt i to norske fylker (Østfold og Hedmark). Han kom fram til en marginalverdi (ett dyr) på NOK 1500-2000, og en gjennomsnittsverdi på NOK 4650. Veisten (op.cit.) tok utgangspunkt i disse tallene, og estimerte en totalverdi av elgjakten på NOK 160 millioner i 1991. Til sammenligning oppgir Norges Skogeierforbund (op.cit.) NOK 272 millioner for all markedsomsatt jakt i 2004.

En samfunnsøkonomisk vurdering av elgverdier bør også ta hensyn til relevante kostnader, for eksempel skog- og trafikkskader, installasjon av viltstengsler, eventuell vinterforing med mer (Skog & Forskning 2002).

Norges Skogeierforbund har beregnet et potensielt grunneierbidrag på NOK 508 millioner for jakt i Norge, dvs en økning på 113% fra dagens nivå.

### 2.4.3 Privatisert fiske

Privatisert fiske må kunne antas å være helt uavhengig av virkesproduksjonen. Å inkludere privatisert fiske i skogbrukets verdikjede er derfor enkelt fordi inntekter og kostnader er eksplisitte, og det påløper ingen ekstra eksternalitetskostnader eller -inntekter. Det er heller ingen grunn til å anta at fiske har nevneverdige effekter på andre goder i skogsektoren. Markedsformen er som for privatisert jakt; monopolistisk konkurranse.

I den norske Trondeimsfjorden foregår det for tiden en interessant oppleie av lakseretter. Valdeiere, næringsliv og sportsfiskere skal betale millionbeløp til sjølaksefiskere for at de skal slutte å fange villaks. En slik kompensasjonsordning, som sikrer mer villaks til elvene, vil også kunne få konsekvenser for næringsutvikling i laksevassdragene og for den nasjonale lakseforvaltningen (Stensland og Baardsen 2005). Se også Furuly (2005a 2005b), og Berglihn (2005).

I Norge sportsfisker om lag 115.000 nordmenn og 35.000 utlendinger i lakse- og ørretførende vassdrag. Også andre ferskvannsarter kan bli interessante for sportsfiskere.

## Verdikjeder i skogsektoren

I de norske elvene Glomma og Vorma satser man nå på at tyskere, franskmenn og nederlendere vil komme for å fiske harr og gjedde (Fremmerlid 2005). Andre relativt populære arter er abbor og røye.

Norges Skogeierforbund har beregnet et potensielt grunneierbidrag på NOK 389 millioner for ferskvannsfiske i Norge, dvs en økning på 29% fra dagens nivå.

### 2.4.4 Småskala elkraft

Elektrisk kraft fra småkraftverk er et privat gode som er omsettelig i energimarkedet. Ifølge Norges Vassdrags- og Energivesen (NVE) er potensialet for utbygging av slik kraft i Norge 5 TWh de nærmeste år, og hele 17 TWh på lengre sikt. Fra og med 2004 gir NVE slike konsesjoner til kraftverk med årlig kapasitet inntil 5 MW. Småkraftverk oppnår ekstremt god lønnsomhet som såkalt grønn kraft (grønne sertifikater fungerer som et tillegg til prisen). I Sverige er prisen for de grønne sertifikatene like høy som spotprisen. Også i Norge forventes denne EU-ordningen å komme i stand. I motsetning til de mange av de andre utmarksrelaterte godene vil elkraft ikke omsettes i monopolistisk konkurranse. Selv om den er aldri så ”grønn” er elektrisitet for homogen til å kunne bli merkevare. Ekstraprisen den oppnår skyldes at den er et høyverdig gode. Det nordiske elektrisitetsmarkedet er imidlertid deregulert, og opererer i dag som et tilnærmet fritt marked.

Norges Skogeierforbund har beregnet et potensielt grunneierbidrag på NOK 200 millioner i Norge, dvs en økning på 365% fra dagens nivå for småskala elkraft.

### 2.4.5 Salg og utleie av hytter og tomter

Salg og utleie av hytter og tomter hører til de private goder. Det er rimelig å anta at intensiv virkesproduksjon reduserer verdiene av disse godene i forhold til mer varierte skoglandskap. At tomter beslaglegger noe areal vil nødvendigvis ha en marginal negativ effekt på virkesproduksjonen. Man skal imidlertid ikke overdrive disse virkningene, da hytteområdene som regel blir lagt til områder med relativt lav produksjonsevne.

I Norge foregår en debatt omkring hyttebygging. Den Norske Turistforening foreslår forbud mot nye hytter over tregrensen, og strengere kontroll av hytte- og utbyggingplaner i grønne områder (Bore 2005).

Norges Skogeierforbund har beregnet et potensielt grunneierbidrag på NOK 543 millioner i Norge, dvs en økning på 35% fra dagens nivå for salg og utleie av hytter og tomter.

### 2.4.6 Negative servitutter (rettighetsavståelser)

De vanligste formene for negativt servitutt er vern og andre restriksjoner på hvordan skogbruket kan utføres. Verdsettingen ved slike rettighetsavståelser skjer ikke i et

## Verdikjeder i skogsektoren

vanlig marked, men som en form for takst. Negative servitutter medfører i praksis at myndighetene transformerer et privat gode om til ett eller flere kollektive goder. Rasjonalet er at dette er et gode man ”produserer” for lite av, altså et høyverdig gode. De kollektive godene kan i dette tilfelle være mange, for eksempel biodiversitet, rekreasjons- og naturopplevelser og landskapsestetiske opplevelser.

Det finnes negative servitutter av ulikt omfang. Etter for eksempel gjeldende norsk rett er verneområder først og fremst områder som er vernet etter naturvernloven som nasjonalpark, landskapsvernområde, naturreservat, biotopsfredningsområde, naturminne og vassdragsvernområde. Dessuten kan det treffes vedtak om områdevern med hjemmel i viltloven, lakse- og innlandsfiskloven (biotopfredning) og kulturminneloven (kulturmiljøfredning). Skogbrukstiltak kan begrenses etter skogbruksloven. Det er forventet at den forventede naturmangfoldsloven, som vil erstatte naturvenloven, deler av viltlove og lakseloven) vil endre en del av de negative servituttene i Norge (NOU 2004:28).

I tillegg til områdevern eksisterer det også et artsvern som kan innebære restriksjoner på skogsdrift.

Skogsertifisering kan betraktes som en mild form for negativt substitutt, og innebærer restriksjoner på hvordan skogbruket kan utføres. Sertifisering er frivillig, men ofte en forutsetning for å kunne levere tømmer. De mest utbredte sertifiseringsordningene i skogbruket er Pan European Forest Certification (PEFC) og Forest Stewardship Council (FSC). Se Sannes (2003) for en bred og fyldig gjennomgang av skogsertifisering på verdensbasis.

Et nært beslektet og relativt nytt og frivillig negativt servitutt er økologisk sertifisering av skog og andre utmarksarealer (Gabler 2005). I Norge har sertifiseringsorganisasjonen Debio startet arbeidet med å utforme slik sertifisering (Debio 2005).

Det er sannsynlig at økt (intensivert) virkesproduksjon øker behovet for negative servitutter, og dermed også omfanget av disse. Økt omfang av restriksjoner vil, på sin side, redusere det produktive skogarealet, og dermed også skogproduksjonen. Det er imidlertid ikke gitt at skogeierne vil tape på dette. Hvis det gis reell kompensasjon skal de, ideelt sett, verken tjene eller tape på restriksjonene. Bolkesjø, Trømborg og Solberg (2005) viser at de faktisk kan vinne også ved en ideell kompensasjon fordi vernet samtidig medfører en prisøkning på tømmer. Dette forutsetter imidlertid at vern gjennomføres også i andre konkurrerende land.

I forslaget til ny naturmangfoldlov vil kompensasjon innføres for alle vernekategoriene, og en større andel vil gå direkte til skogeierne.

Etter at utmarksaktiviteter har kommet sterkt inn på den politiske arena har også diskusjonen omkring bruk kontra vern tiltatt i styrke, særlig mht aktivitet i nasjonalparker. Det er å forvente at debatten vil bli intensivert også på privateide utmarksarealer.

## Verdikjeder i skogsektoren

I Norge er 1,1% av skogen vernet til en gjennomsnittlig kompensasjon på NOK 17.500 pr hektar (Norges Skogeierforbund 2004). Med antatt framtidig vern på ytterligere 3,5% av produktivt skogareal blir potensialet for årlig kapitalisert grunneierbidrag satt til NOK 384 millioner, dvs en økning på 419% fra dagens nivå (Norges Skogeierforbund 2004).

I landsmålestokk er nå 12,1% av Norges fastlandsareal vernet. For bare fire år siden var det fredede arealet kun 7,6% (Mathismoen 2005).

Det kan diskuteres hvorvidt negative servitutter, som egentlig er et sett av policy-instrumenter, kan defineres som verdiskapning, og hvorvidt de kan inkorporeres i en verdikjede. For den private skogeier kan man nok gjøre dette fordi han mottar kompensasjon for rettighetsavståelse. I samfunnsøkonomisk sammenheng dreier dette seg mer om en inntektsoverføring. Når vi allikevel tar servitutter med i rapporten er det fordi denne inntektsoverføringen medfører en faktisk realøkonomisk effekt: endret skoglig aktivitet som er ment å øke velferden. I en samfunnsøkonomisk analyse er det verdien av velferdsøkningen som skal inngå som samfunnsmessig nytte. Kompensasjonsbeløpet skal – ideelt sett – gjenspeile denne velferdsøkningen.

### 2.4.7 Mineraler

Det kan diskuteres hvorvidt uttak av industrimineraler, malm, sand, grus, pukk, naturstein, blokk og skifer sorteres under skogbruk. Uansett er dette private goder med relativt godt fungerende markeder. Markedsformen monopolistisk konkurranse er nok ganske beskrivende også her fordi mange av disse godene er lokale ressurser som er dyre å transportere. Stein, blokk og skifer som transporteres over lengre distanser, gjerne også eksporteres, tåler slik dyr transport nettopp fordi de er merkevarer.

Uttak av mineraler og virkesproduksjon er uavhengige.

Norges Skogeierforbund har beregnet et potensielt grunneierbidrag på NOK 278 millioner i Norge, dvs en økning på 23% fra dagens nivå for uttak av mineraler.

### 2.4.8 Natursafari og andre utmarksbaserte reiseopplevelser

Natursafari er et klubb gode som vil kunne reduseres noe i verdi ved intensivert virkesproduksjon fordi mangfoldet avtar med denne. Det er imidlertid tvilsomt om økt aktivitet i natursafari vil virke negativt inn på virkesproduksjonen. Det måtte i så fall være at folks holdning til intensiv skogproduksjon ble påvirket under natursafarier.

Natursafari er blant de relativt nye elementene i skogsektorens verdikjede som har relativt beskjeden økonomisk betydning, men potensialet kan være stort. Det kan for eksempel være svært eksotisk å sove med bjørner (Hedberg 2003). Det kanskje mest kjente tilbudet i Norge kommer fra Artemis/Mangen gård (2005), som har drevet med en rekke safarilignende aktiviteter siden 1987. Eksempler er kanosafari, skogsafari, ridesafari, is-safari, fiskesafari, flåtesafari, naturbad, sykkelsafari med mer. En oversikt

over mange av de øvrige norske tilbudene finnes på hjemmesidene til Natur & Fritid AS (2005) og Din Tur AS (2005). Også Norsk Bygdeturisme og Gardsmat (2005) tilbyr en del relaterte aktiviteter.

Sverige er det eneste nordiske landet (faktisk det eneste på den nordlige halvkule) som har innført kvalitetsmerking av naturreiser. Naturens bästa (2005) har pr juni 2005 over ca 200 kvalitetsmerkede naturreiser fordelt på 62 arrangører. Mange av disse har safaripreg. Aktivitetene er hundespenn, kajakk, kano, jakt, fiske, skuteseiling, bjørnesafari, samiske opplevelser, ulvsporing, fuglekikking, klatring, reinsafari, dykking, ridning, flåtesafari, rafting, skjærgårdskryssing, snøskuterkjøring, fjellklatring, fjellvandring med kløvrein eller pakkhester og spa med mer. (Alle disse aktivitetene er klubbgodet, enkelte av dem er beskrevet separat nedenfor: jakt, fiske, ridning, hundekjøring, rafting som klubbgodet). Sverige har også et eget institutt som forsker på utvikling innen turistnæringen, inklusiv utmarksturisme (ETOUR 2005). I Norge driver Norges Bondelag og Norges Skogeierforbund (2005) et felles utviklingsprosjekt om utmarksbasert næringsutvikling.

### *2.4.9 Ikke-rivaliserende jakt*

I motsetning til det private godet jakt er klubbgodet jakt ikke-rivaliserende. Med det menes tilfeller der jakten kan deles uten at opplevelsen forringes. Mens individuell troféjakt og jakt med fokus på høsting av kjøtt for konsum er typiske eksempler på helt privatisert jakt, kan et elglag som legger mer vekt på rekreasjon og felles naturopplevelser i en sosial setting være et eksempel på et klubbgode (klubbgode). Jakter er altså et blandet gode, der den private delen dreier seg om byttet, mens den kollektive delen dreier seg om rekreasjon etc. Jaktlaget kan lett ekskludere andre fra sin kollektive rekreasjon (men ikke alltid fra selve byttet, som kan migrere inn og ut av valdet). Merk at selve byttet alltid vil være rivaliserende, mens rekreasjonen ikke vil være det. Mange går på jakt år etter år uten å felle noe som helst. Allikevel opplever de jakten som et gode.

Virkesproduksjonens effekt på ikke-rivaliserende jakt og vice versa er som for privatisert jakt.

For privatisert jakt skrev vi ovenfor at "Det er verdt å merke seg at hvis markedene fungerer godt, vil også rekreasjonsgodet være reflektert i prisen, og ingen korleksjon skal foretas." Dette gjelder i prinsippet også for jakt som klubbgode, men neppe alltid i praksis. I mange lag inkluderes man på annet grunnlag enn pris. Det kan være tradisjon, bekjentskap eller andre forhold. Resultatet blir at mange utestenges samtidig som prisen holdes for lav til å klarere markedet, dvs etterspørseloverskudd og kødannelse (jfr Korsbakken 2005). I samfunnsøkonomisk sammenheng bør den delen av det blendede godet man i så fall ikke betaler for (les: oftest rekreasjonsdelen) korrigeres for sin kollektive verdi. Det kunne være en viktig forskningsoppgave å separere ikke-rivaliserende jakt fra privatisert jakt i verdikjedesammenheng. Dette vil være nødvendig for å finne den samfunnsøkonomiske verdien av dette blendede godet.

#### 2.4.10 Ikke-rivaliserende fiske

Dette er et klubb gode helt parallelt med ikke-rivaliserende jakt. Mens privatisert fiske typisk dreier seg om sportsfiske etter laks i tildelte elvevald, eller individuelt næringsfiske der man har eksklusiv fiskerett, dreier fiske som klubb gode seg om grupper som deler felles sportsfiskeopplevelser, for eksempel fra båt, og der det samtidig ikke oppstår konkurranse fra andre båter. Dette kan være fra vann der det er gitt særlige monopolrettigheter. Det kan også dreie seg om fiske der man setter tilbake fisken.

Fiske og virkesproduksjon er uavhengige.

Som for jakt kunne det være en viktig forskningsoppgave å separere ikke-rivaliserende fiske fra privatisert fiske i verdikjedesammenheng.

#### 2.4.11 Ikke-rivaliserende ridning, hundekjøring og rafting

Disse typer aktiviteter kan nok også best beskrives som klubb goder. De foregår typisk i grupper som kan ekskludere andre, og rekreasjonsdelen av godet må antas å være både vesentlig og delelig. Det er imidlertid ikke noe i veien for at enkelte av disse kan klassifiseres som private goder. I så fall snakker vi om individuell ridning og hundekjøring uten fellesopplevelser. Uansett, privat gode eller klubb gode, korreksjon for kollektiv verdi ut over betalt pris eller avgift kan være aktuelt i de tilfellene hvor rekreasjonsdelen er undervurdert i samfunnsøkonomisk sammenheng.

Svenska Ridsportförbundet hadde 215.000 medlemmer i 2003, Svenska Jägareförbundet 190.000 (Avilov 2003). Den økte interessen for ride- og hestesporten har pågått over lang tid. Det er ingen opplagt grunn til å tro at den vil avta i framtida.

Ridning, hundekjøring og rafting påvirkes ikke av virkesproduksjon, og vice versa.

#### 2.4.12 Sopp, bær

Allemannsretten har gjort sopp og bær til fellesgoder ved at ingen kan utestenges fra disse godene. De markedsføres derfor ikke av grunneier. Det som allikevel når markeder er plukket av private med hjemmel i Allemannsretten. Dermed privatiseres godet, og kan inngå i en verdikjede på linje med andre goder. Verdsettingen skjer i markedet. Sopp og bær som høstes til eget bruk privatiseres ikke i egentlig forstand, og kan verdsettes ved reisekostnadsmetodikk eller betinget verdsettingsmetodikk.

Det finnes lite statistikk over omfanget av disse godene. UNECE (2005) oppgir at verdien av markedsført frukt, bær og sopp tilsvarer ca 3,1% av virkesproduksjonen i Vest-Europa. Dette ville i så fall tilsvare ca NOK 70 millioner i Norge. I tillegg kommer altså verdien av direkte konsum, samt rekreasjonsverdien. Her mangler vi data.

Ifølge UNECE (2000) synker interessen for å plukke bær og sopp i Sverige som en følge av urbaniseringen. I Norge er interessen for bær stabil eller svakt nedadgående, mens interessen for sopp er stigende. Finland hevder, ifølge samme undersøkelse, at etterspørselen etter sopp sannsynligvis vil øke i Sentraleuropa i årene som kommer, noe som kan åpne for økt eksport.

### 2.4.13 Ikke-ekskluderende jakt og fiske

Dette er eksempler på fellesgoder både innenlands og på eller ved havet. Jakten eller fisket skjer som regel individuelt, og trengsel kan lett oppstå fordi det er vanskelig å stenge andre ute fra allmenninger og offentlige arealer. Den enes fangst vil normalt redusere det totale antall individer tilgjengelig for de øvrige jegere eller fiskere. Skogsfugl- eller rypejakt i statsallmenning er ett eksempel, gjedde- eller sikfiske i innlandet et annet.

Fiske og virkesproduksjon er uavhengige.

Vi har nå sett at jakt og fiske kan defineres som tre ulike typer goder alt etter hvordan jakten eller fisket er organisert. Vanligst opptrer de to godene som fellesgoder og private goder. Klassifiseringen som klubbgoder innebærer at vi må legge på en streng restriksjon mht rivalisering (særrettigheter som gir monopol), eller forutsette at det er rekreasjonsdelen av godet som dominerer. Vi kunne også ha definert fiske som et kollektivt gode ved å forutsette at dette var ren rekreasjon, eller at fisken ble satt tilbake i vannet, slik stadig flere sportsfiskere gjør.

### 2.4.14 Biodiversitet: habitat for flora og fauna inkl. genetisk materiale

Biodiversitet er et rent kollektivt gode, og samtidig et høyverdig gode. Derfor vil ofte myndighetene ønske å gripe inn for å øke produksjonen av dette godet. Se for eksempel Wien-Resolusjon 4 om biodiversitet i MCPFE (2003). Virkemidlene er mange, og graden av restriksjoner på virkesproduksjonen likeså.

Det er ekstremt vanskelig å måle effekten og verdien av tiltak i forbindelse med å konservere biodiversitet (UNECE 2005). For eksempel skulle biodiversitet bli opprettholdt på både økosystemnivå, artsnivå og genetisk nivå. Naturlig biodiversitet varierer imidlertid sterkt, så det er ikke tilstrekkelig å telle arter. Ifølge UNECE (op.cit.) er det viktigere å overvåke trender i biodiversitet. Dette er også vanskelig, men det er gjort framskritt på området ved overvåkning av et sett ulike indikatorer. Det er verdt å merke seg at de fleste urørte skoger finnes i Russland, men at betydelige arealer også befinner seg i Nordiske land.

Så langt er godet biodiversitet blitt tatt vare på vha restriksjoner på arealbruken, dvs negative servitutter og vern. I Norge er myndighetene i ferd med å følge denne tradisjonen videre ved innføring av en ny "naturmangfoldslov" (oppfølging av CBD), og ved øke takten på opprettelse av nye nasjonalparker. Man kan imidlertid godt tenke seg andre mer markedsbaserte instrumenter for å innføre restriksjoner på arealbruken.

Leie av arealer er en mulig løsning, kvotehandel/børsing av biodiversitet en annen. Slike instrumenter er i bruk i USA og Australia (The Katoomba Group's Ecosystem Marketplace 2005)

Intensivert virkesproduksjon er stort sett ansett å være negativ for biodiversiteten. Hvorvidt dette er et faktum kan nok diskuteres. Grandin (2002) har funnet at kulturskogen har flere arter enn naturskogen, dog ikke så mange uvanlige. Dette kan skyldes at kulturskogen vanligvis befinner seg i et tidligere suksesjonstrinn enn naturskogen.

Økt biodiversitet via restriksjoner på virkesproduksjonen eller beslaglegging av arealer vil være negativt for virkesproduksjonen, men ikke nødvendigvis for skogeierens inntekter (jfr pkt 2.4.6). Økt biodiversitet må kunne antas å være positivt for de fleste andre godene i skogbruket.

Se ovenfor under "Negative servitutter" mht verdien av dagens vern.

### *2.4.15 Binding av karbondioksid (produksjon av oksygen)*

Binding av karbondioksid står sentralt i utredningens arbeidsoppgave 4. Det vises til den delen for detaljer. Her skal vi bare se kort på hvordan dette godet kunne tenkes å trekkes inn i en verdikjedesammenheng.

Merk for øvrig at UNECE (2000) gir mye informasjon omkring nivåer og forandringer i karboninnholdet i Europas skoger, men våger seg ikke på å sette verdier på bindingen. Dette er imidlertid gjort tidligere, bl.a. indirekte ved å ta utgangspunkt i avgifter på utslipp av karbondioksid.

Binding av karbondioksid er et rent kollektivt og høyverdig gode. Dette motiverer myndighetene til å iverksette tiltak for å øke bindingen, jfr for eksempel Wien-Resolusjon 5 om klimaforandringer og bærekraftig skogbruk (MCPFE 2003). Kyotoprotokollen tillater skogreising og gjenreising av skog som instrumenter i karbonregnskapet gitt at disse aktivitetene ikke er en del av et normalt skogbruk. Protokollen åpner også for at kvoteutslipp kan være omsettelige. Derfor vil det kunne dannes et marked for omsetning av utslippstillatelse. I så fall vil verdsettingen av karbondioksidbinding skje eksplisitt i markedet, og vi får et uttrykk for verdien av dette godet.

En av grunnene til den politiske støtten til økt skogreising på Island det siste tiåret har vært den potensielle verdien av å binde karbondioksid i "Kyoto-skoger" (skoger plantet etter 1990, se for eksempel Sigurdsson and Snorrason (2000)). Selv om de viktigste drivkreftene bak økningen i skogreisingen har vært å bedre økonomien i distriktene og å øke de økologiske funksjonene som skog har i distriktene, har altså karbonbinding fungert som et tilleggsmotiv. Ifølge Sigurdsson et al. (2005) var karbon bundet i Kyotoskoger allerede på størrelse med 5% av totale drivhusgassutslippene i 1990. Hvis planting fortsetter i dagens takt (1300-1500 hektar pr år) vil bindingen i islandske skoger utgjøre 16% av 1990-klimagassutslippene i 2040.



I et eventuelt hovedprosjekt vil karbonbinding stå sentralt. Det vil da være naturlig å samle viten om temaet innenfor de nordiske land. En relevant og oppdatert oversikt er gitt på side 3 i Anneks II til prosjektbeskrivelsen av SNS-prosjektet *Estimation of Carbon storage in forest biomass in the Nordic and Baltic countries* (<http://www.nordiskskogforskning.org/sns/forskningsprosjekter/SNS-94.doc>, <http://www.fsl.dk/Forskning/Projekter/2007KulstoflagringISkovene.aspx>).

I et eventuelt hovedprosjekt bør det også utarbeides en oversikt over eksempler på framtidsrettet bruk av bioenergi, jfr for eksempel den norske Energigården (<http://www.energigarden.no/>). ”Linker” på dette nettstedet gir nyttig informasjon om andre relevante bioenergianvendelser i Norden og Europa for øvrig.

I et hovedprosjekt bør også økonomisk verdsetting av karbondioksidbinding inngå. Det er gjort noe på dette feltet i Norden tidligere (se for eksempel Hoen og Solberg 1997; 2000, Solberg 1997).

### 2.4.16 Erosjonsforebygging (jord- og snøskred, vinderosjon (sanddyner))

Skogens rolle som erosjonsforebygger er svært viktig lokalt i enkelte bratte strøk av Norge, men også på flattere områder i alle nordiske land, kanskje særlig i ravinelandskap under marin grense. Vinderosjon er et utbredt problem i Danmark.

Det er imidlertid Island som kan vise til de mest dramatiske miljømessige problemer knyttet til erosjon. Forørkning, erosjon og forvitring av land er omfattende, og representerer landets største miljømessige problem. Den pågående ødeleggelsen av vegetasjon og jord har røtter helt tilbake til den omfattende ødeleggelsen av øyas bjørkeskoger som fulgte den nye bosettingen på 800-tallet (jfr. s. 4-7 hos Robertson og Eysteinnsson 2003). Tapet av skogdekke utsatte den tynne vulkanske jorda for vann- og vinderosjon. Særlig i områder med høy vulkansk aktivitet forårsaket vulkansk aske og tefra utbredt og hard erosjon ved å kvele gress og annen lav vegetasjon. Effekten av slikt vulkansk nedfall var langt mindre før bosettingen tok til fordi asken ble fanget opp av løvtaket.

En effekt av skogtapet under de første århundrene av Islands bosetting var det økte omfanget av skred. På 1300-tallet mistet hundrevis av mennesker livet i jordskred. I dag er jordskred ganske sjelden på Island fordi mesteparten av jorda i bratt terreng allerede er borte pga tidligere skred og erosjon. Det finnes imidlertid eksempler på jordskred også i de senere år, for eksempel i Klaksvik i 2000.

Selv om prising of det kollektive godet ”skogdekke” i forhold til degradert og erodert land muligens vil være vanskelig er det verdt å merke seg at tomtsalg til hytter varierer med mengden og karakteren på vegetasjonsdekket. Ett eksempel er vulkanen hekla på Sør-Island, der skogdekket land selges for opp til NOK 200.000 pr hektar, mens ørkenland selges for bare NOK 4.000 pr hektar (se [www.heklubyggd.is](http://www.heklubyggd.is)).

Erosjonsforebygging har ofte en lokal karakter, selv om ansvaret som oftest defineres som en nasjonal oppgave. Vi har funnet det riktigst å definere dette godet som et rent kollektivt gode fordi ingen ekskluderes fra godet, og det er heller ikke rivaliserende.

Det er svært vanskelig å isolere skogens erosjonsforebyggende effekt fra dens øvrige goder, og dermed også å verdsette denne effekten. Ifølge UNECE (op.cit.) har Norge og Sverige rapportert over 1 million hektar hver av skog med "protective" formål ("protective" ifølge Assessment guidelines for protected and protective forest and other wood land in Europe", MCPFE 2003). Betinget verdsetting vil muligens kunne gi en pekepinn på verdien av skogens erosjonsforebyggende effekter. Det er imidlertid vanskelig å forestille seg at dette godet vil kunne utvikle seg til et såpass høyverdig gode at myndighetene intervensjoner for å øke produksjonen. Det måtte i så fall være på enkelte farlige rasstrekninger i Norge, men disse er som regel for bratte til at skogbruk kan være det viktigste tiltaket.

### *2.4.17 Vannhusholdning (forsyning av konsumvann, regulering og flomforebygging)*

Det meste av konsumvannet i Norden kommer fra nedbør som har sitt nedslagsfelt over skog og fjell. Skogen fungerer som magasin, og den regulerer utslipp til vassdrag slik at flom forbygges. Selv om konsumvann ender opp som privat gode, er skogens roller i forbindelse med vannhusholdningen typiske rene kollektive goder.

Med tanke på de senere års flomkatastrofer både på kontinentet og i Norge er det godt mulig at flomforebygging vil utvikle seg til et høyverdig gode. I så fall kan vi forvente offentlig intervensjon med tanke på å øke produksjon av dette godet i høyereliggende strøk.

Se for øvrig kapittel 7 for en mer detaljert gjennomgang av vannets ulike roller i skogbruket.

### *2.4.18 Vandring og løping til fots eller på ski, sykling, turorientering, ridning, hundekjøring, rafting, padling, fotografering, picnic, jakt og fiske*

Vi tenker her først og fremst på uorganisert rekreasjon (individuell eller familiær aktivitet). Denne er et rent kollektivt gode så lenge opplevelsen ikke forringes av andres tilstedeværelse. Forringes opplevelsen klassifiseres den som et fellesgode. Organiseres den (for eksempel med avgift), slik som for eksempel orienterings- og terrengløp, organisert og avgiftsbelagt ridning, hundekjøring og rafting osv, blir den lett et klubbgode. I Norge har det nettopp rast en opphetet og følelsesladet debatt omkring innføring av løypeavgift i nærheten av høyfjellshotell (Bårdsgård 2005, Kaltenborn og Aas 2005).

Som nevnt ovenfor kan jakt og fiske også helprivatiseres.

Det har vært gjort mange forsøk på å kvantifisere skoglig rekreasjon. Nesten alle fokuserer på metodologiske problemer. Et illustrativt eksempel på måleproblemer kan

hentes fra UNECE (2000, p. 106) der antall skogturer pr capita og år er estimert til 0,2 i Finland (Erkkonen & Sievänen 2003), 9,4 i Danmark (Helles & Thorsen 2004) og 17,3 i Sverige (UNECE 2000). Selv om tallene fra Finland gjelder bare for statseid skog, illustrerer tallene noe av vanskelighetene. Hva er egentlig en skogstur? Hvor lang må den være, hvor mye av turen skal skje i skog etc? I den forbindelse kan det nevnes at det for tiden pågår et arbeid, både i europeisk (COST) og nordisk regi (NMR), et utviklingsarbeid, hvor denne problematikken inngår blant flere andre (COST 2005; Europarc 2005).

Et annet problem er forholdet mellom intensivert virkesproduksjon og rekreasjon. Mange vil nok hevde at økt virkesproduksjon reduserer kvaliteten på rekreasjonsopplevelsene. Dette har å gjøre med monokulturer, flatehogst etc. Det er imidlertid også de som vil hevde at for eksempel moderat flatehogst kan åpne landskap og utsikt på en positiv måte. I Finland finnes eksempel på at ridning er blitt en forutsetning for skogbruket, slik skogen er en forutsetning for ridningen (Eriksson 2003). Det finnes mange nordiske studier som må ha relevans for en nærmere vurdering av forholdet mellom virkesproduksjon og rekreasjon (f.eks. Jensen og Koch 1997, Tyrväinen 1999 og Hörnsten 2000).

Bynært skogbruk, en stadig mer sporty og utendørs aktiv eldregruppe i befolkningen (vandring, løping, sykling, ridning med mer) aktualiserer skogens rolle som rekreasjonsmiljø. Også de medisinske effekter av slik rekreasjon har etter hvert kommet mer i fokus, og bør tas inn i et eventuelt hovedprosjekt (Tellnes 2001, Hartig 2003, Eliassen 2004).

I den seneste landsdekkende undersøkelse av danskenes friluftsliv slås det fast at 2/3 av alle skogbesøk foregår i den skogen som er nærmest bopelen. Der er også en klar sammenheng mellom avstand fra bopel til skog og hyppigheten av skogbesøk – for eksempel har personer som bor ½-1 km fra skogen 4 ganger så mange skogbesøk som personer som har mer enn 10 km til skogen (Jensen og Koch 1997, Jensen og Skov-Petersen 2002).

Ifølge en fersk Gallup fra Island (IMG Gallup 2004) er antallet skogturer pr capita og år bare litt lavere på Island enn i Danmark, på tross av de meget begrensede skogressursene som finnes på Island.

På tross av de metodiske problemene skulle det være mulig å finne relativt gode estimater på slike verdier i et eventuelt hovedprosjekt. Nettopp fordi det har vært gjort relativt mye innenfor dette feltet.

### *2.4.19 Landskapsestetiske og spirituelle opplevelser (tiurleik, orreleik, utsikt, landskapsutforming), sinnsro, sjelefred, inspirasjon*

Som for de rekreative godene nevnt ovenfor er også de estetiske og spirituelle opplevelser rene kollektive goder så lenge de ikke forringes av trengsel. Da blir de heller klassifisert som fellesgoder. Det er nok også i mange tilfeller vanskelig å skille mellom den rekreative, den estetiske og den spirituelle verdien av et skoglig gode. Det

## Verdikjeder i skogsektoren

er opplagt rekreativt å nyte god landskapsestetikk eller å få en spirituell opplevelse. Opplevelsen av for eksempel en tiurleik kan hevdes å være både rekreativ, estetisk og spirituell.

Så vel i Norge som i Danmark foreligger det undersøkelser av motivene bak besøk i skog og natur – hva er det man søker? (Aasetre et al. 1994; Jensen 1998). Tre årsaker som vektes meget høyt i Danmark er å:

- nyte landskapet,
- nyte naturens lukter og lyder,
- være i nær kontakt med naturen.

Videre kan det konstateres at stillhet ved gjentatte målinger kommer på første plass (blant 100 muligheter) når følgende spørsmål stilles den voksne danske befolkning: "Hvad foretrækker De at møde i skoven?" (Jensen og Koch 1997).

Landskapsestetikken tas som regel vare på via offentlige retningslinjer for skogbehandling (juridiske virkemidler), eller som betingelse for økonomiske tilskudd. Som hovedregel vil nok økt virkesproduksjon virke negativt inn på slike verdier, mens de vil virke nøytralt på virkesproduksjonen.

Verdsetting av disse godene gjøres nok best som betinget verdsetting.

### *2.4.20 Skjerming mot uttørkning og støy*

Disse godene er som regel lokale, iallfall i nordisk sammenheng. Vern mot uttørkning burde kunne verdsettes ganske enkelt ved komparativ analyse mellom steder med og uten slikt vern. Skjerming mot støy kan verdsettes for eksempel ved komparativ analyse av boligpriser, eller vha betinget verdsetting.

En av de viktigste skoglige funksjonene i Islands kalde og forblåste klima er den positive le-effekten for folk, bygninger og husdyr. Denne effekten kan muligens være en del av forklaringen på den relativt intensive bruken av rekreasjonsskog i nærheten av byer og landsbyer, til tross skogenes beskjedne utstrekning.

### *2.4.21 Historiske og vitenskapelige verdier*

Hvis de godene som er nevnt ovenfor er vanskelige å verdsette, er nok de historiske og vitenskapelige verdiene nærmest umulige. Man skal vel også ha et ganske silvasentrisk grunnsyn for å legg mye ressurser i å forsøke å kartlegge disse verdiene. Uansett vil usikkerheten overskygge eventuelle resultater i betydelig grad.

## Litteratur

Artemis/Mangen Gård 2005. Homepage. <http://www.mangen-gaard.no/aktiviteter.htm>

Avilov, A. 2003. Rytteren vanligare än jägaren. Skog & Forskning 2/2003. S. 32-33.

Berglihn, H. 2005. Glade lakser i Trøndelag. Dagens Næringsliv, 04/05/2005.

Bolkesjø, T.F., E. Trømborg og B. Solberg 2005. Increasing forest conservation in Norway: Consequences for Timber and Forest Markets. Environmental and Resource Economics, Vol. 31, s. 95-115.

Bore GA 2005. DNT vil stoppe hytter på fjellet. Dagsavisen, 13/06/2005.

<http://www.dagsavisen.no/innenriks/article1627180.ece>

Brouwer, F. 2004. Sustaining Agriculture and the Rural Environment. Governance, policy and Multifunctionality. Advances in Ecological Economics. Series Editor: van den Bergh, CJM. 360 s. Edward Elgar, Cheltenham, UK.

Bårdsgård, H. 2004. Bakrus i elgskogen. Nationen 30/11/2004.

<http://www.nationen.no/nyheter/article1352914.ece>

Bårdsgård, H. 2005. Prislapp for skitur. 11 kroner. Nationen 15/01/2005.

<http://www.nationen.no/nyheter/article1413790.ece>

Clarke, R. 2001. The new intermeidaries. Value-chain opportunities and threats.

<http://www.anu.edu.au/people/Roger.Clarke/EC/AJEIntermeds.html>

COST 2005. Welcome to COST Action 33. Homepage.

<http://www.openspace.eca.ac.uk/costE33/welcome.htm>

Din Tur AS 2005. Hjemmeside. <http://www.dintur.no/>

Egeland, JO 2004. Løven og elgen. Tar du jaktretten fra et gjennomsnittsmenneske på bygdene, tar du også livslykken. Dagbladet 1/12/2004.

<http://www.dagbladet.no/nyheter/2004/11/30/416107.html>

Eliassen, HEH. 2004. Byen stresser deg. Aftenposten 29/11/2004.

<http://www.aftenposten.no/helse/article921417.ece>

Eriksson, L. 2003. "Turridningen är en förutsättning för skogsbruket. ". Skog & Forskning 2/2003. S. 14-17.

Eriksson, L. 2004. "Man måste vara professionell". Skog & Forskning 1/2004. S. 2-5.

ETOUR 2005. Homepage. <http://www.etour.se/>

## Verdikjeder i skogsektoren

Europarc 2005. Europarc – Nordic-Baltic Section. Homepage.  
<http://www.metsa.fi/europarc/NCM-visitormonitoring.htm>

Debio 2005. <http://www.debio.no/text.cfm?ID=1-0-319-1>

Fremmerlid, T. 2005. Satser på fisketurisme. Romerikes Blad 31/3/2005.  
[http://www.rb.no/lokale\\_nyheter/article1522135.ece](http://www.rb.no/lokale_nyheter/article1522135.ece)

Friberg LH. 2004. Naturturism – vanligare än man tror. Skog & Forskning 1/2004, s. 6-9.

Furuly, JG 2005a. Lar laksen i fred, får 238.000 i året. Aftenposten 16/2/2005.  
<http://www.aftenposten.no/nyheter/okonomi/article970367.ece>

Furuly, JG 2005b. Kan fiske 15.000 flere laks. Aftenposten 3/6/2005.  
<http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article1050438.ece>

Gabler, M. 2005. 28/4/2005. <http://www.nationen.no/naeringsliv/article1562911.ece>

Grandin, U. 2002. Flere arter i brukad skog. Skog & Forskning 1/2002. S. 31.

Hartig, T. 2003. I naturen sjunker blodtrycket. Skog & Forskning 2/2003. S. 10-13.

Hedberg, F. 2003. Sova med björnar – svensk spetsprodukt i Edsbyskogarna!  
Tidsskriften KSLAT 142:2. S. 51-67.  
[http://www.ksla.se/sv/retrieve\\_File.asp?n=135&t=ksla\\_publication](http://www.ksla.se/sv/retrieve_File.asp?n=135&t=ksla_publication)

Helming, K. og Wiggering, H. 2003. Sustainable development of multifunctional landscapes. Springer. 286 s.

Hoen, H.F. & Solberg, B. 1997. CO2-taxing, timber rotations, and market implications. - Pp 151-162 in: Sedjo, R.A., Sampson, R.N. & Wisniewski, J. (eds.). Economics of carbon sequestration in forestry. - Critical Reviews in Environmental Science and Technology 27 - Special issue.

Hoen, H.F. & Solberg, B. 2000. Policy options in carbon sequestration via sustainable forest management - an example from the North. - Pp 117-132 in: Palo, M. (ed.). Forest Transitions and Carbon Fluxes - Global Scenarios and Policies. - World Development Studies 15. UNU/WIDER. Helsinki.

Hörnsten, L. 2000: Outdoor recreation in Swedish forests – implications for society and forestry. – Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestra 169, SLU, Uppsala.

Hörnsten, L. 2003. Planera skog för upplevelser! Skog & Forskning 2/2003. S. 20-22.

Haakaas, E. 2004a. Snobbejakt på elg truer norske likhetsidealer. Aftenposten 01/12/2005.  
<http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article922850.ece>

## Verdikjeder i skogsektoren

Haakaas, E. 2004b. Skoeierne vil selge elgjakta til rikinger. Aftenposten 29/11/2005.  
<http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article921503.ece>

IMG-Gallup. 2004. Attitudes and perceptions of forests in Iceland.  
<http://www.skogur.is/Apps/WebObjects/Skogur.woa/swdocument/1000217/Gallup+ni?urstodur.pdf>

Jensen, F. Søndergaard & Koch, N. Elers, 1997: Friluftsliv i skovene 1976/77 - 1993/94. - Forskningsserien nr. 20-1997, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 215 pp.

Jensen, F. Søndergaard, 1998: Friluftsliv i det åbne land 1994/95. - Forskningsserien nr. 25-1998, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 151 pp.

Jensen, F. Søndergaard, & Skov-Petersen, H. 2002: Tilgængelighed til skov – hvad betyder det for publikums besøg? - In: Christensen, C. Jerram & Koch, N. Elers (eds.), 2002: Skov & Landskabskonferencen 2002. – Center for Skov, Landskab og Planlægning, Hørsholm. pp. 175-181.

Kaltenborn, BP. og Ø. Aas 2005. Baklengs inn i framtida? Kronikk, Nationen, 01/03/2005.

Korsbakken, I. 2004. Jakt for alle. Skog.no.  
[http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data\\_ID\\_Article=633&Data\\_ID\\_Channel=5&showold=true](http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data_ID_Article=633&Data_ID_Channel=5&showold=true)

Korsbakken, I. 2005. Jakt skal fortsatt være et rimelig tilbud. Norges Skogeierforbund.  
[http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data\\_ID\\_Article=640&Data\\_ID\\_Channel=5&showold=true](http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data_ID_Article=640&Data_ID_Channel=5&showold=true)

Landbruks- og matdepartementet 2005a. Landbruk mer enn landbruk. Landbruks- og matdepartementets strategi for næringsutvikling.  
[http://odin.dep.no/lmd/norsk/dok/andre\\_dok/planer/049041-220003/dok-bn.html](http://odin.dep.no/lmd/norsk/dok/andre_dok/planer/049041-220003/dok-bn.html)

Landbruks- og matdepartementet 2005b. Landbruk: EU-vansker for vanskeligstilte områder. <http://odin.dep.no/lmd/norsk/tema/jordbruk/nyheter/049051-210907/dok-bn.html>

Mathismoen, O. 2005. Vi verner oss til god samvittighet. Aftenposten 04/03/2005.  
<http://www.aftenposten.no/fakta/innsikt/article985380.ece>

Nationen 2004. Elg i markedsoppgang. Leder 1/12/2004.  
<http://www.nationen.no/meninger/leder/article1354706.ece>

Naturens bästa 2005. Homepage. (<http://www.naturensbasta.se/nb/index.asp>)

Natur & Fritid AS 2005. Homepage. <http://www.natur-fritid.no/>

## Verdikjeder i skogsektoren

Norges Bondelag og Norges Skogeierforbund (2005). Gode resultater i reiselivssatsing. [http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data\\_ID\\_Article=1128&Data\\_ID\\_Channel=5](http://www.skog.no/MODULES/Nyheter/article.asp?Data_ID_Article=1128&Data_ID_Channel=5)

Norsk Bygdeturisme og Gardsmat (2005). Homepage. <http://www.bygdeturisme-gardsmat.no/>

NOU 2004: 28. Lov om bevaring av natur, landskap og biologisk mangfold (Naturmangfoldloven). 839 s. [http://odin.dep.no/md/norsk/dok/andre\\_dok/nou/022001-020009/dok-bn.html](http://odin.dep.no/md/norsk/dok/andre_dok/nou/022001-020009/dok-bn.html)

OECD 2001. Multifunctionality. Towards an Analytical Framework. 160 s. <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?sf1=identifiers&st1=512001041E1>  
Gratis kortversjon: <http://www.oecd.org/dataoecd/43/31/1894469.pdf>

Porter, M. 1980. Competitive Strategy. Free Press, New York.

Reve, T. 2005. Michael porter har rett. Aftenposten 12/1/2005.

Valebrokk, K. 2005. Havardguru i revehiet. Aftenposten 24/10/2004.

<http://www.aftenposten.no/meninger/kommentarer/article897184.ece>

Robertson, A. & Eysteinnsson, Th. 2003. Community forestry in Iceland. In: Proc. Annual Meeting CIF/IFC Newfoundland and Labrador.

[http://cif-rpf-nlsection.com/AGM2004/robertson\\_presentation.pdf](http://cif-rpf-nlsection.com/AGM2004/robertson_presentation.pdf)

Rønning, A. 2004. Skremselspropaganda fra NJFF om elgjakt. Østlendingen 30/11/2004. <http://www.ostlendingen.no/>

Sannes, B. 2003. Fokus på skog og miljø. Markedsaktørens innflytelse på forvaltningen av skogressursene på 90-tallet. Norges Skogeierforbund, Oslo. 271 s.

Sigurdsson, BD & Snorrason, A. 2000. Carbon sequestration by afforestation and revegetation as a means of limiting net-CO<sub>2</sub> emissions in Iceland. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 4 (4), 303–307

<http://www.bib.fsagx.ac.be/library/base/text/v4n4/303.pdf>

Sigurðsson, BD Arnór Snorrason, Bjarki Þór Kjartansson, Brynhildur Bjarnadóttir.

2005. Kolefnisbinding með nýskógrækt. Hvar stöndum við og hverjir eru möguleikarnir? (Carbon sequestration by means of afforestation – Status and prospects). Fræðathing landbunadarins 2005: 20-24

<http://landbunadur.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/8bbba2777ac88c4000256a89000a2ddb/d27c62073222efd900256f96004ef2c2?OpenDocument>

Skogforsk 2005. Skogforsk ror hem jätteprojekt i europeiska skogssektorn.

[http://www.skogforsk.se/templates/sf\\_NewsPage\\_15732.aspx](http://www.skogforsk.se/templates/sf_NewsPage_15732.aspx)

Skog & Forskning 2002. Älgen mest värd om han får leva? 1/2002. S. 6-7.



## Verdikjeder i skogsektoren

Solberg, B. 1997. Forest biomass as carbon sink - economic value and forest management/policy implications. Critical Review in Environmental Sciences.

Storeng, O. 2004. Økonomiens popstjerne. Aftenposten 23.10.2004.  
<http://www.aftenposten.no/meninger/kommentarer/article896596.ece>

Stensland, S. & S. Baardsen 2005. Lakseturisme som distriktsnæring. Kronikk, Nationen 22/03/2005. <http://www.nationen.no/meninger/Kronikk/article1514424.ece>

Statistisk Sentralbrå 2005. 650 millionar i utmarksinntekter.  
<http://www.ssb.no/emner/10/04/20/skogbruk/>

Sveaskog 2005. Älgbörsen. [http://www2.sveaskog.se/templates/Page\\_11588.asp](http://www2.sveaskog.se/templates/Page_11588.asp)

Tellnes, G. 2001. Natur og kultur gir bedre helse? Kronikk, Nationen, 14/12/2001.

The Katoomba Group's Ecosystem Marketplace 2005. Homepage.  
[http://ecosystemmarketplace.net/pages/marketwatch.backgrounder.php?market\\_id=1&is\\_aggregate=0](http://ecosystemmarketplace.net/pages/marketwatch.backgrounder.php?market_id=1&is_aggregate=0)

Tyrväinen, L. 1999: Monetary valuation of urban forest amenities in Finland. – Finnish Forest Research Institute, Research Papers 739, Vantaa. 53 + 76 pp.

Aasetre, J., Kleiven, J. & Kaltenborn, B.P. 1994: Friluftsliv i Norge – Motivasjon og atferd. – NIN Oppdragsmelding 309, NINA, Trondheim. 56 pp.

### 3 Kompensering av skogeiere for leveranse av kollektive og blandede goder

Sjur Baardsen, UMB

#### 3.1 Når kan kompensering være aktuelt?

Private goder omsatt i velfungerende markeder fører som regel til priser som stimulerer til både privat- og samfunnsøkonomisk optimale kvanta, priser og ressursallokeringer. Det er bare når markedet svikter at myndighetene bør gripe korrigerende inn. Det mest typiske eksempelet er monopoldannelse. Vi har sett enkelte eksempler på slik inngripen i de nordiske tømmermarkedene, men videre analyser av dette ligger utenfor denne forutredningens mandat. I det store og hele fungerer de nordiske virkesmarkedene relativt godt som produksjonsbestemmende og ressursallokerende instrumenter, iallfall i forhold til de mekanismene som styrer produksjon og fordeling av kollektive goder i bred forstand (klubbgodet, fellesgodet og rene kollektive goder). Det samme gjelder for de fleste andre private godene (jfr pkt 2.2).

Særegenheter knyttet til kollektive goder dreier seg oftest om eksternaliteter, gratis- eller tvangspassasjerproblemer. Eksternaliteter er definert som forbruk eller produksjon som påvirker nytten og/eller kostnaden til andre forbrukere eller økonomiske aktiviteter. De kan være positive eller negative. Et eksempel på en negativ eksternalitet kan være at virkesproduksjon i form av flatehogst forringer rekreasjons- eller landskapsestetiske verdier, mens binding av karbondioksid er et eksempel på en positiv eksternalitet av virkesproduksjonen. Den mest vanlige korreksjonen for eksternaliteter er å internalisere disse på best mulig måte. Dermed blir disse kostnadene eller nyttene en del av den økonomiske planleggingen for vedkommende produksjon. Som regel vil slike mekanismer være markedsbaserte. Omsettelige utslippskvoter for karbondioksid koblet mot binding i skog kan være et eksempel på en slik mekanisme.

Gratispassasjerproblemet oppstår når enkelte individer kan forbruke et gode uten å betale for dette, mens andre må betale. Hvis man for eksempel omsetter det kollektive godet vern av skog som et privat gode vil mange gratispassasjerer kunne nyte dette godet. Dette pga lav ekskluderingsgrad. Samtidig vil samlet vernet areal bli mindre enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Gratispassasjerproblemet gjør at private markeder i tradisjonell forstand ikke kan etableres for fellesgodet og rene kollektive goder. Klubbgodet, derimot, kan egne seg godt for omsetting i markeder der eksternalitetene internaliseres, for eksempel ved bruk av subsidier og avgifter.

Tvangspassasjerproblemet oppstår hvis samme areal blir vernet av det offentlige. Vernet er dermed finansiert over skatteseddelen uten av tvangspassasjeren egentlig etterspør godet. Faren er stor for at verneomfanget blir større enn hva som er samfunnsøkonomisk optimalt. I markeder for private goder oppstår ikke slike problemstillinger.

Når kan kompensering være aktuelt? Svaret er enkelt i teorien, vanskeligere i praksis. Hvis det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å endre produksjonen, er det legitimt for samfunnet å intervensere. Skogeieren kan stimuleres til å produsere mer eller mindre av

ett eller flere goder, altså endre sin multifunksjonelle produksjon av private og kollektive goder. I det typiske tilfelle vil det dreie seg om å stimulere en relativ økning i produksjonen av kollektive goder, ofte på bekostning av de private godene.

Hvordan vet man at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å endre produksjonen? Det enkleste tilfelle er at myndighetene rett og slett bestemmer at et gode er høyverdig (karbonbinding) eller lavverdig (impregneringskjemikalier). Det kan skje på nasjonalt eller overnasjonalt plan. Vi har imidlertid ingen garanti for at en endring i produksjonen på dette grunnlag vil ligge i et samfunnsøkonomisk optimum, bare at det sannsynligvis vil ligge nærmere. Alternativt kan man få en pekepinn på optimalt produksjonsnivå ved å undersøke betalingsvillighet for ulike marginale endringer, studere folks adferd med mer.

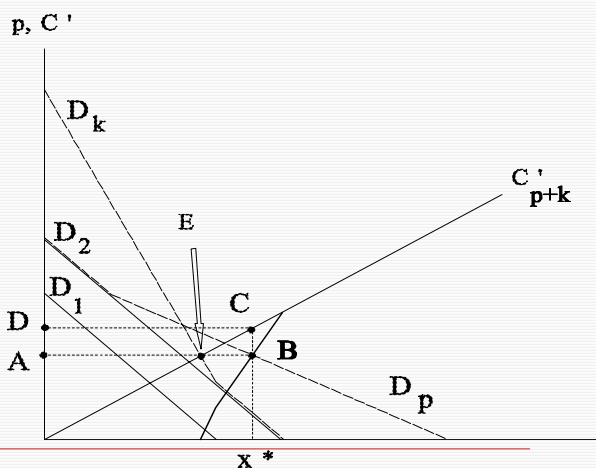
### 3.2 Hvordan kan offentlig kompensering utføres?

Produksjonen og forbruket av kollektive goder kan altså påvirkes vha offentlig virkemiddelbruk (økonomiske, juridiske med mer) eller ved å konstruere markedslignende mekanismer, som oftest basert på betinget verdsetting (Lindahl-priser basert på betalingsvillighet og kalkulatoriske produksjonskostnader) eller omsettelige kvoter. Også private organisasjoners oppkjøp eller leie av arealer eller servitutter kan tenkes. I hvert enkelt tilfelle vil det være helt avgjørende at man har tilstrekkelig kunnskap om de underliggende sammenhengene i det systemet godet tilhører. Dermed kan åpenbare problemer med eksternaliteter, gratispassasjerer etc unngås, eller iallfall minimeres.

Mange av de kollektive godene i skogbruket er blandede goder. Som det ble vist i tabell 2.4.1 er virkesproduksjonen i stor grad et blandet gode med selve virkesproduksjonen som den private delen. De kollektive delene er flere, for eksempel binding av karbondioksid, vannhusholdning og rekreasjon. I figur 3.2.1 er det vist en prinsippskisse for hvordan man kan kartlegge størrelsen på et subsidium (kompensasjon) til skogeier for å produsere et blandet gode der eksisterende priser medfører en underproduksjon av godets kollektive del. I figuren forutsetter vi at samfunnsøkonomisk marginalkostnad  $C'$  og pris  $P$  er lik privatøkonomisk  $C'$  og  $P$ , dvs at det ikke foreligger eksternaliteter eller bruk av markedsmakt. Kriteriet for å maksimere velferden blir da å tilpasse produksjonen slik at marginalkostnaden er lik marginalinntekten. Ved å vekte marginalinntekten likt for de to delene av godet kan dette uttrykkes som at prisen på den private delen av godet må være lik marginalkostnaden minus prisen på den kollektive delen av godet. Vi antar to etterspørrere. Den samlede etterspørselen etter den private delen av godet får vi ved å summere de to individuelle etterspørselskurvene horisontalt ( $D_p = D_1 + D_2$ ), mens vi får den samlede etterspørselen etter den kollektive delen ved å summere de samme kurvene vertikalt ( $D_k = D_1 + D_2$ ). Forskjellen mellom de to standard-konstruksjonene bygger på at marginalverdien av det private godet er lik for de to konsumentene, mens marginalverdien av det kollektive godet er individuell. Etterspørselen som tilsvarer maksimal velferd finnes ved å trekke den kollektive etterspørselen  $D_k$  fra marginalkostnaden  $C'$ . Likevekten får vi i punktet B. For å øke produksjonen av det blandede godet slik at det tilsvarer samfunnsøkonomisk optimum må altså skogeieren kompenseres med et subsidium som tilsvarer rektangelet ABCD.

Samfunnsøkonomisk tilpasning for et blandet gode

- Anta at samfunnsøkonomisk  $C'$  og  $P$  er lik privatøkonomisk  $C'$  og  $P$ .
- Max velferd: tilpass produksjonen slik at  $C' = \alpha P_p + \beta P_k$
- Velger å sette  $\alpha = \beta = 1$ , løser mhp  $P_p$  og får kriteriet
- $P_p = C' - P_k$
- To etterspørere ( $D_1$  og  $D_2$ ). Total etterspørsel etter privat del av godet er lik  $D_p$  og etter kollektiv del  $D_k$ .
- Etterspørsel som tilfredsstiller kriteriet for max velferd finnes ved å trekke den kollektive etterspørselen  $D_k$  fra marginalkostnaden  $C'$
- Likevekt har vi i punktet B.
- Hvis produksjonen er privat må hele rektangelet ABCD gis som subsidium for å oppnå samfunnsøkonomisk optimum.



**Figur 3.2.1. Prinsippskisse for hvordan man kan kartlegge størrelsen på et subsidium (kompensasjon) til skogeier for å produsere et blandet gode der eksisterende priser medfører en underproduksjon av godets kollektive del. Etter Nautiyal (1988).**

Det er usikkert hvor mye kunnskap vi har om forhold av denne art. En ting er å sette opp en prinsippskisse, noe ganske annet å sette tall på den. Kanskje finnes det en del gjennomsnittstall mht verdien av ulike goder, kanskje også noen marginalverdier. I et eventuelt hovedprosjekt vil det uansett måtte legges ned mye arbeid i å gjennomgå litteratursøk og sammenstilling av resultater fra ulike undersøkelser.

Offentlig bruk av virkemidler er bare en blant flere mulige måter å påvirke produksjon og forbruk. Vi har allerede nevnt at innføring av børslike systemer som handel med kvoter, tillatelser og lignende allerede er opprettet (The Katoomba Group's Ecosystem Marketplace 2005). Disse kan i prinsippet utvikles videre etter mønster av finansielle instrumenter, for eksempel futures og forwards. I et eventuelt hovedprosjekt bør faktisk og potensiell bruk av ulike instrumenter kartlegges, samt fordeler og ulemper ved disse.

### 3.3 Privatisering og markedsføring av kollektive goder

Ifølge neoklassisk økonomisk teori har det ingen hensikt å markedsføre kollektive goder. Dette forklares enkelt og greit ut fra lav rivalisering og ekskludering. Vi har imidlertid allerede sett at mange blandede goder som inneholder rekreative elementer, dvs de aller fleste, kan omgjøres til klubbgoder, eller privatiseres fullstendig. Dette er mulig fordi rivalisering og ekskludering i høy grad er kontinuerlige variable for slike

goder. Grunneieren har rett til å utvikle og markedsføre den private delen av godet, og dermed beveger det blandede godet seg i privat retning. Den rekreative delen, som samtidig er den kollektive delen, gir godet en tilleggsverdi, og kan gjerne tas med i markedsføringen. Over tid vil også etterspørselen etter slike goder kunne endres vesentlig, jfr utviklingen i mountainbiking og ridning over de siste 10-20 årene. Mantau, Merlo, Sekot og Welcker (2001, p. 7) hevder faktisk at det ikke finnes en klar grense mellom private og kollektive goder, men at man heller bør skille mellom goder som lar seg markedsføre og goder som ikke lar seg markedsføre.

### **Referanser**

Mantau, U, M. Merlo, W. Sekot og B. Welcker 2001. Recreational and environmental markets for forest enterprises: a new approach. CABI Publishing. 541 s.

Nautiyal, JC 1988. Forest economics. Principles & applications. Canadian Scholars' Press. Toronto. 581 s.

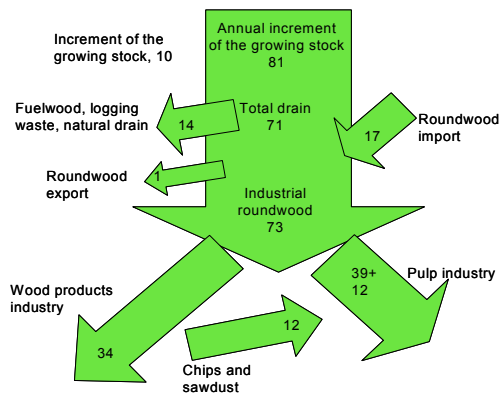
## 4 The potential for increased use of wood and wood products

Arto Usenius & Jorma Fröblom, VTT

### 4.1 Forest resources for forest products

Industrial roundwood consumption in Finland and Sweden are about the same level, although the annual increment of the growing stock in Sweden is about 20 mill. m<sup>3</sup> bigger than in Finland. Industrial roundwood consumption in Norway is about 15 % of consumption in Sweden and Finland.

Flow of Wood in Finland 2003, mill. m<sup>3</sup>



Flow of Wood in Sweden 2003, mill. m<sup>3</sup> (over bark)

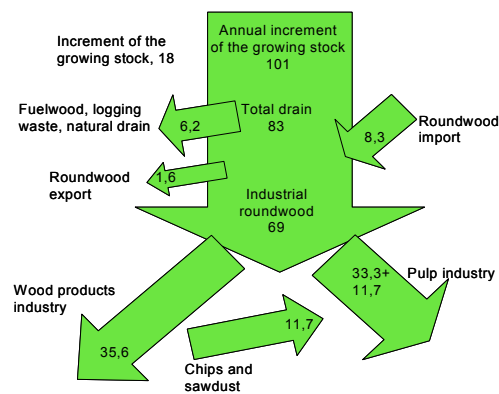
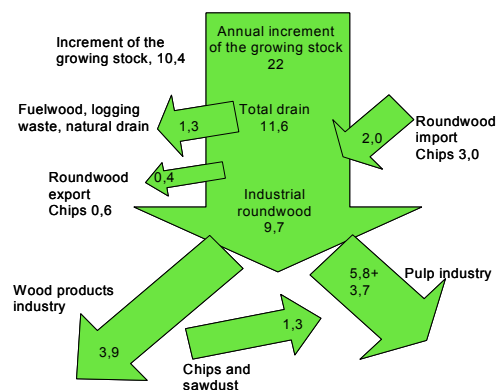


Figure 4.1.1 Roundwood flow in Finland and Sweden.

Flow of Wood in Norway 2003, mill. m<sup>3</sup>



Flow of Wood in Denmark 2003, mill. m<sup>3</sup>

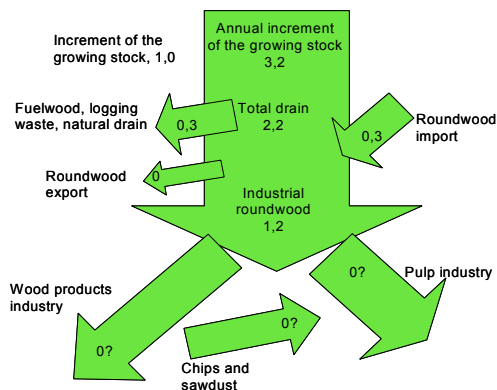
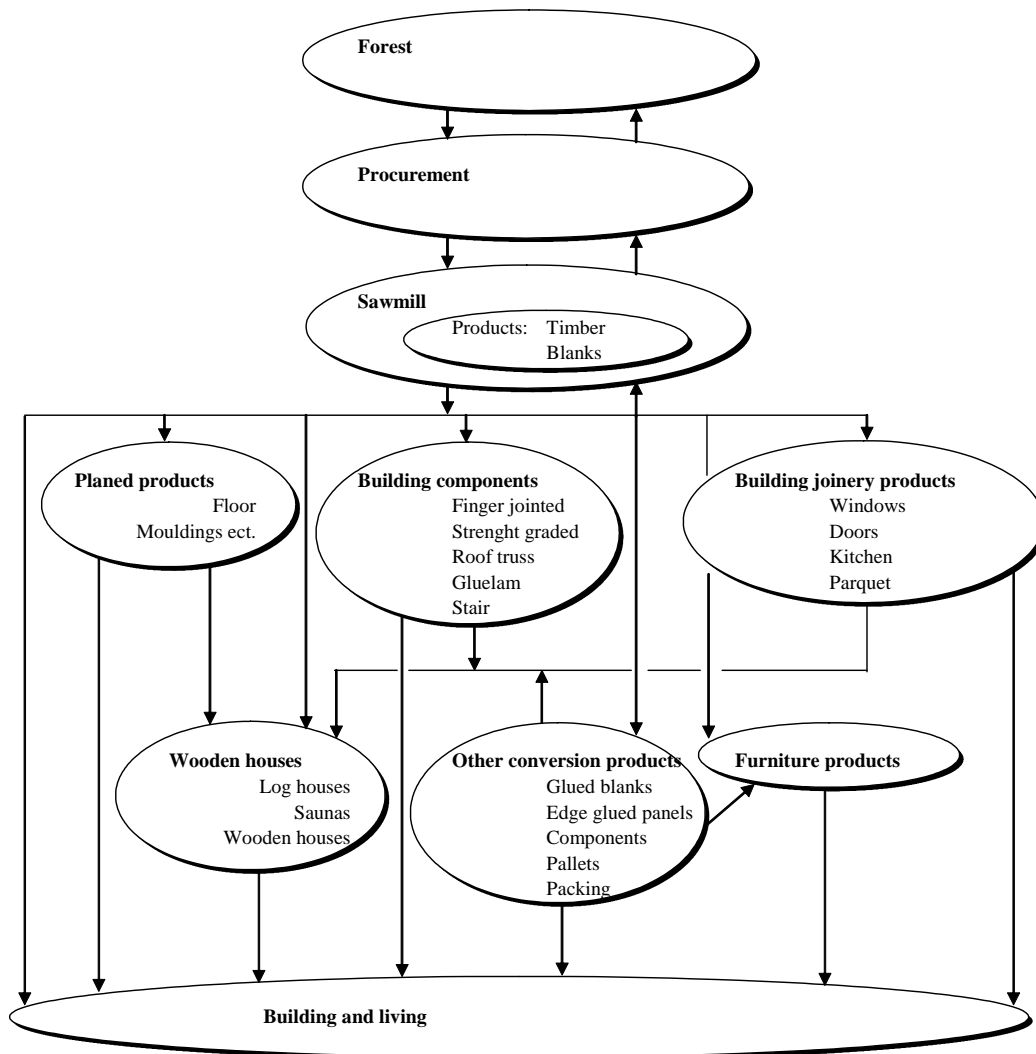


Figure 4.1.2 Roundwood flow in Norway and Denmark.

#### 4.2 Breakdown of wood products - wood chain

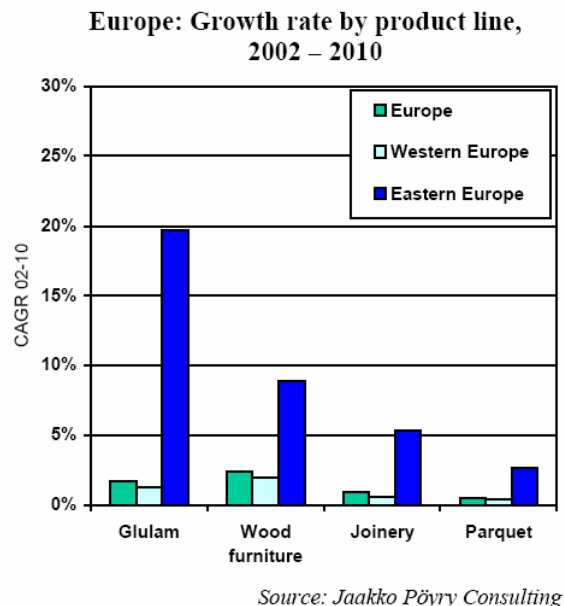
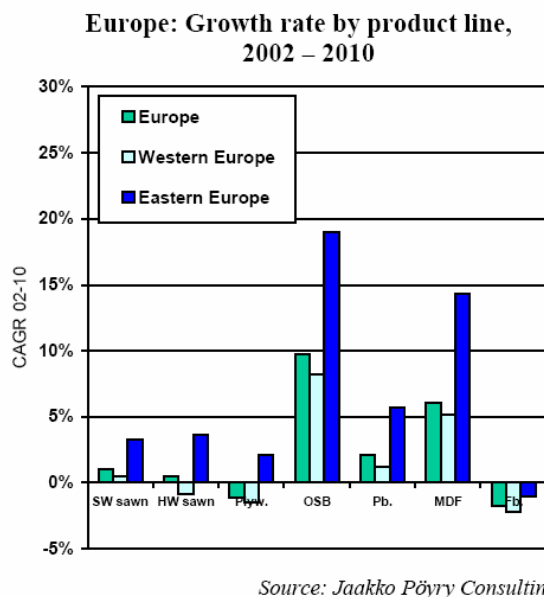
Traditionally solid wood industry can be divided into primary conversion and secondary conversion. Primary conversion includes sawmills, plywood mills, particle board mills and fibre board mills as major processors. Logs are used in the processes. In the typical present situation primary products i.e. fractions of sawn timber enter to the secondary conversion operations producing components, windows, doors, glulam beams to be used in producing furniture, houses etc .



*Figure 4.2.1. Primary and secondary conversion of wood products.*

Wood raw material requirements for wood industry concern typically size and quality of the logs. Quality is very much related to knots, because one of the main criteria by the quality assessment of the final products is size, quality and position of the knots. The main part of the wood products is used in the construction sector and in the furnishing.

### 4.3 Wood products demand growth



**Figure 4.3.1. Demand forecast Primary and Secondary wood products.**

The demand forecast development is summarized below.

The demand analysis (source?) concludes that:

- Growth to 2010 in East Europe outpaces West Europe in almost all product lines.
- BUT, 1% growth in West Europe adds 1.3 million m<sup>3</sup> (all primary product lines) but only 0.25 million m<sup>3</sup> in East Europe.
- Overall a slower growth forecasted for this decade than during the 1990's.

On a product line by product line basis, the following can be concluded:

- Softwood sawn timber predicted to slow down to about 1% growth per annum.
- Hardwood sawn timber expected to switch growth mode, from a decline in the 90's to a slow growth, led by Eastern Europe.
- Plywood goes from a slow growth to a slow decline; -1% per annum.
- OSB and MDF continue their brisk growth, albeit in a slower tempo as they gradually reach the status of mature products.
- Particleboard demand remains about the same.
- Fibreboard's decline is slightly reinforced.

The volume weighted average growth rate for all primary product lines between 2002 – 2010 is about 1%, which implies:

- Less than half of the forecasted GDP growth.



- Loss of market share to other non-wood products and materials.

A similar analysis of selected secondary product lines indicates a comparable development pattern as seen for the primary wood products, as is shown in the chart.

#### **4.4 Means for increasing consumption**

According to the Vision 2010, wood will be Europe's leading material in building system solutions and high-quality home and office furnishing. At European level as well as country level in roadmap 2010 has presented essential promotion actions:

##### *4.4.1 Building with wood*

Main Actions / Features:

- a) Facilitate changes needed through the whole construction and wood supply chains to increase the use of wood/wood-based products by removing limitations to their use and eliminating Institutional, Technical, Economical and Perceptual barriers.
- b) Define European building system and facilitate “inter-changeability” / modularity of building components through standardisation process.
- c) Develop planning toolboxes, e.g. CAD/CAM, and web sites to share information, especially targeted for European situation.
- d) Provide relevant industrial and non-industrial codes & standards if not already available.
- e) Address the needs of non-housing applications (i.e. industrial, commercial, heavy structures, etc.).
- f) Create harmonized standards for EWP by fast-tracking process to ensure the smooth introduction of innovative wood products into the construction chain.
- g) Remove Institutional, Technical, Economical and Perceptual barriers.
- h) Eliminate regulatory limitations to the use of wood.
- i) Address and use environmental credentials of wood.
- j) Identify and develop other areas of application of the use of wood in construction.

##### *4.4.2 Living with wood*

Main Actions / Features:

- a) Communication / Promotion / Product development / Innovation / Design / Attitude changing processes.
- b) Target specific groups, e.g. specifiers, architects, designers, women, youths etc.
- c) Coordinate national campaigns – develop promotion campaign boxes – exchange promotion material.
- d) Provide relevant industrial and non-industrial codes & standards if not already available.
- e) Create harmonized standards to ensure the smooth introduction of innovative wood products
- f) Remove Institutional, Technical, Economical and Perceptual barriers.
- g) Eliminate regulatory limitations to the use of wood.

## Verdikjeder i skogsektoren

- h) Address and use environmental credentials of wood.
- i) Create tools in order to facilitate specifying suitable wood-based products for different interior uses and to facilitate designers' work. Create similar tools for individual customers to visualise wood products in their home environment.

### *4.4.3 Packaging & Transporting with Wood*

#### Main Actions / Features:

- a) Promote standardisation of wood packaging and adequate phytosanitary requirements.
- b) Communicate and do R&D in safety and health aspects of wood & food.
- c) Involve the entire logistic chain in wood-based solutions development.
- d) Remove Perceptual barriers on the suitability of wood for packaging and transport purposes.
- e) Eliminate regulatory limitations to the use of wood for packaging or transport
- f) Address and use environmental credentials of wood.
- g) Create wood-based logistical systems.
- h) Do research in order to create new innovative wood-based packaging materials and packaging systems.

### *4.4.4 Wood in Sustainable Development*

#### Main Actions / Features:

- a) Take actions to insert enhanced wood utilisation in national and EU-level policies and programmes on sustainable development, environment, climate change and energy.
- b) Generate new information on the environmental profile of wood and sustainability impacts of enhanced wood utilisation vis-à-vis alternative materials in order to influence international, EU level and national policies and regulation.
- c) Forge alliances with NGOs and other pressure groups to promote wood on the basis of environmental and social benchmarking.
- d) Develop and promote appropriate tools to assist wood-working industry to demonstrate and communicate on its social responsibility and environmental performance to consumers, buyers and other stakeholders.

## 4.5 Means for improving the value chain - value addition

### 4.5.1 Wood vs. other building materials

#### 4.5.1.1. Good properties of wood and weaknesses

##### Positive properties of wood

1. unheavy, light
2. allows high stresses in respect of it's weight
3. elastic (joustaa)
4. tough (sitkeää)
5. reducing vibrations
6. dry wood has good heath and electricity resistance
7. easy to work, colour and paint

##### Negative properties of wood

1. easy exposed by fungi and insects
2. flammable by dry conditions
3. soft surface may cause abrasion strength problematic
4. shrinkage and swelling of wood by moisture content variations
5. big variations of wood properties due to heterogeneity
6. deformation and distortion
7. mismatch between wood products and wood raw materials.

Eliminating weaknesses of wood is the key issue for future competitiveness.

#### 4.5.1.2. Wood vs. steel

Threats are coming from other materials. For example the steel industry has very good arguments against wood material and there is a campaign against wood.

- It takes 9 times as much energy to produce a steel stud than a wood one.
- Steel consumes 4,000 times more coal, gas and oil to mine and produce than wood.
- Making steel releases 15 times the sulfur dioxide and 27 times the nitrous oxide as wood.
- Steel requires 25 times more water to manufacture than wood.
- Emissions from gas used in steel processing have increased 900% since 1950.
- Emissions from oil used in steel processing have increased 500% since then.
- Wood is more energy efficient in a building, with an R-rating (a measure of insulating ability) 400 times greater than steel.

#### 4.5.2 *Improvement of wood properties*

##### 4.5.2.1. Chemical modification of wood

The chemically reactive sites which occur in the microstructure level in the wood material are sensitive to different chemical (e.g. UV degradation) and biological (e.g. decay) degradation but they also provide an excellent target for different preventive and improving treatments.

In recent years, a number of studies and method development work have been directed to apply chemical modification technology to solid wood in order to improve the durability and behaviour of wood in adverse environments. The chemical modification of wood can be directed to improve the dimensional stability properties, hardness properties and/or durability properties of wood against decay. Dimensional changes, as well as biological degradation, of wood has been attributed to the presence of numerous hydroxyl groups in various wood components. A blockade of such sites by larger groups swells the wood permanently and not only eliminates the moisture adsorption sites but prevents the highly specific enzymatic reactions.

Environmental factors regulation the use of biocides have renewed interest in chemical modification techniques, and efforts are being made to upgrade these techniques. The most common ways to modify wood properties by the chemical modification technique is to treat wood with different resins (e.g. tall oil resins) or with different anhydrides (e.g. maleic anhydride or acetic anhydride). A number of reagents capable of forming stable covalent bonds have been studied to substitute these reactive hydroxyl groups. The essential requirements are that the reacting chemicals should penetrate the cell wall and react with the available hydroxyl groups of the cell-wall polymer. The major type of linkage formed by reaction with wood are ether, acetal and ester linkages. The chemicals investigated so far include alkyl or acid chlorides, anhydrides, carboxylic acids, epoxides, isocyanates, lactones and nitriles. For commercial application of such treatments, the toxicity, corrosiveness, and costs are important factors in choosing the chemicals (Rowell, 1984 , Kumar, 1994).

##### 4.5.2.2. Acetylation as wood modifying treatment

Among the chemical modification treatments, acetylation is one of the most studied, as this method has shown potential with minimum adverse side effects. The properties of acetylated wood depend on the following factors: the method and degree of acetylation, reaction time and temperature as well as the amount of acetic acid (by-product of the reaction) in the wood. Acetylated wood exhibits good resistance to most decay fungi. For instance, no weight loss due to brown, white and soft rot fungi has been found in acetylated beech blocks (acetylated to a weight percent gain of 21 %) during a 16 weeks' fungal test (EN113), whereas the weight losses of untreated samples varied from 30 to 50 % (Militz 1991). In addition, acetylation improves the resistance of the wood against subterranean termites and against marine borers.

However, acetylation of wood is rather ineffective in controlling the attack of the wood by lower fungi. Inconsistent data on the mould resistance of acetylated wood under laboratory and on the other hand, under outdoor conditions have been reported. No protection against mould and stain fungi has been achieved for radiata pine sapwood with a weight percent gain of as high as 20 % when exposed to the weather. Contrary to this, during a three weeks' laboratory trial the rate of mould growth has been reported to be significantly slower on the treated than on the untreated wood (Wakeling et al. 1992). In the study conducted at VTT, growth of mould and blue stain fungi on particle boards made of pine sapwood (*Pinus sylvestris*) has been reported to get retarded by acetylation in a laboratory test. This is explained to be due to a reduction in the equilibrium moisture content of the wood to a level insufficient for growth of the fungi (Mahlberg 1989).

Acetylation has been shown to provide temporary retardation of color changes during UV radiation in accelerated weathering (Hon 1995). However, almost as severe discoloration on the acetylated wood surfaces as on the unmodified wood has been reported when exposure to natural weathering is concerned (Dunningham et al. 1992). An antishrinking efficiency (ASE) of over 60 % can be achieved by the acetylation and it results in lowering of the cell wall moisture and the fiber saturation point.

### 4.5.2.3. Treatments with other anhydrides

Besides acetic anhydride, other organic anhydrides, although to less extent, have been used as modifying agents for wood. For instance, modification treatments of wood with such anhydrides as maleic, succinic and phthalic anhydrides have been studied. In addition, esterification of wood with an aqueous solution of glycerol and maleic anhydride semi-condensate (MG) has rousen interest world-wide. Modification of wood with MG water solutions has been extensively studied for instance in Japan. By means of MG treatments, the equilibrium moisture content and swelling of wood can be reduced even by 40 to 60 % and by 60 to 90 %, respectively. In addition, MG-treatments effectively improve the decay resistance of wood. However, the reaction temperature needed in MG treatments is rather high, preferably over 150 °C, which in conjunction with the acidic reagent residues lead to degradation of wood and thereby to decreased strength properties of the wood (Fujimoto & Yamagishi 1991, Viitaniemi et al. 1998).

Modification of wood with phthalic anhydride can result in highly dimensionally stable material. However, the dimensional stability of the treated wood decreases after water soaking cycles which indicates loss and unstable bonding of the chemical in wood under wet conditions (Rowell 1984). Phthalylated pine veneer has shown to undergo weight losses which exceed those of the respective controls when exposed to accelerated weathering. This is explained to be due to cleavage of ester linkages. The weight losses of the veneers modified with succinic or maleic anhydride under the same conditions have been shown to remain slightly lower than those of the controls (Evans 1998). Modification of wood with phthalic, succic or maleic anhydride have been reported to result in reduced tensile strength of the wood (Evans 1998).

#### 4.5.2.4. Resin treatments

##### Reactive resins

Some water based resin systems, such as MMF (etherificated melamine urea) and DMDHEU (dimethyloldihydroxyethyleneurea) can penetrate to cell wall and improve both dimensional stability and decay and insect resistance of wood. Both resins are applied into wood in water solution and cured in elevated temperature. Treatments do not dramatically change mechanical properties of wood. Treated wood can be painted and glued with compatible paints and adhesives. Treated waste wood can be combusted safely or composted.

##### Non-reactive resins and natural oils

Many natural oils, such as linseed oil, Tall oil compounds, rapeseed oil and wood tar have been commercially used to protect wood. Also their mode of actions have been studied recently. The overall assumption is, that they improves decay resistance of wood by reducing the water uptake of wood. In other words they have water repellent properties.

Crude tall oil (CTO) have been studied since 1989 at VTT. The results indicate that CTO is a non-toxic alternative treatment for creosote oil to be used in vacuum-pressure treatments for transmission poles, fencing and railway sleepers. The ongoing service trials will finally show, if CTO is to be reckoned with such end uses. The Finnish patent was granted to VTT in 1997.

Tall oil rosins and their modifications have been widely studied in EU funded project (FAIR CT-95-0089: Natural resins as a potential wood protecting agent). The summary of the resins resulted the following observations:

- mechanical properties do not change
- treatments improve resistant against insects and decay, but do not improve ASE (anti shrinkage efficiency)
- treated wood can be glued and painted with selected products
- waste wood can be combusted or composted
- as a by-product from pulping the LCA is very positive.

Tall oil based rosin derivates can be applied into wood by normal vacuum-pressure impregnation in temperature above 100<sup>0</sup>C. The other option is to combine drying and impregnation by boiling green timber in hot oil. The latter process results drying quality, which is superior compared to normal drying kiln.

#### 4.5.2.5. Thermowood

The manufacturing process of ThermoWood is based on the use of high temperature and steam. No chemicals are used in the treatment. The process improves dimensional stability and biological durability of wood. Another improvement is in the insulation properties of the final material, the process leads to a reduction in thermal conductivity. Due to the high treatment temperatures the resin is removed from the wood.

The ThermoWood treatment process is patented and the trademark is owned by the Finnish ThermoWood Association. The process can be divided into three phases:

##### 1. Temperature increase and kiln drying

The air temperature in the kiln is raised at a rapid speed using heat and steam to a level of around 100 °C, the wood temperature follows at a similar level. Thereafter the temperature is increased steadily to 130 °C and drying takes place. Either green (un kilned) or ready kiln dried raw material can be used. Steam is used as a vapour membrane to prevent cracking of the wood. The steam also facilitates chemical changes taking place in the wood. At the end of this phase the moisture content is reduced to almost zero.

##### 2. Intensive heat treatment

During the intensive heat treatment phase the air and wood temperature is increased to a level of between 185 – 225 °C. The peak temperature depends on the desired end use of the material. When the target level is reached the temperature remains constant for 2 – 3 hours. Steam is used to prevent the wood from burning and cracking and it also continues to influence the chemical changes taking place in the wood.

##### 3. Cooling and moisture conditioning

The temperature is reduced using water spray systems. Conditioning and re-moisturising takes place to bring the wood moisture content to a workable level over 4 percent.

#### *Thermowood properties*

##### 1. Equilibrium moisture content

The ThermoWood process leads to a reduction in equilibrium moisture content. When treated at the highest temperatures the equilibrium moisture content can be 40-50 percent lower compared to untreated wood.

##### 2. Stability

Because of lower equilibrium moisture content and the changes in the chemical composition of the wood the tangential and radial swelling decreases significantly compared with the original material. In some cases the reduction in dimensional movement can be as much as 40-50%.

##### 3. Permeability

The ThermoWood process reduces the water uptake of wood, the levels may differ depending on the original wood species.

##### 4. Thermal properties

The tests have shown that the thermal conductivity of ThermoWood is 20 - 25 percent lower compared to untreated wood, thus giving improved insulation performance.

##### 5. Biological durability

Standard tests (EN 113, ENV 807) made in laboratory conditions have proven a significant improvement in biological durability. Improvements in biological durability are a result of the removal of natural food sources in the wood and also changes in the chemical and structural composition. Levels of resistance to fungal decay increase as higher temperatures are used. ThermoWood is recommended to be used in hazard classes 1 to 3 in accordance with EN-335-1 without the need for any further chemical protection. The treatment is throughout the wood piece and is not subject to leaching problems.

### 6. Weather resistance

As with most materials, ThermoWood is unable to resist the effects of ultra violet radiation. As a result, over a fairly short period of time when exposed to direct sunlight, the colour changes from the original brown appearance to a grey weathered colour. In addition the ultra violet radiation can cause small surface shakes to occur. Natural effects of rain and sun will cause some early wood to be removed from the surface, especially on un-coated boards, this occurs with all wood material over time. It is highly recommended to apply a pigment based surface protection to prevent colour changes and other natural effects of the weather, more information can be found from the Finnish ThermoWood association surface coating handbook (<http://www.thermowood.fi/>).

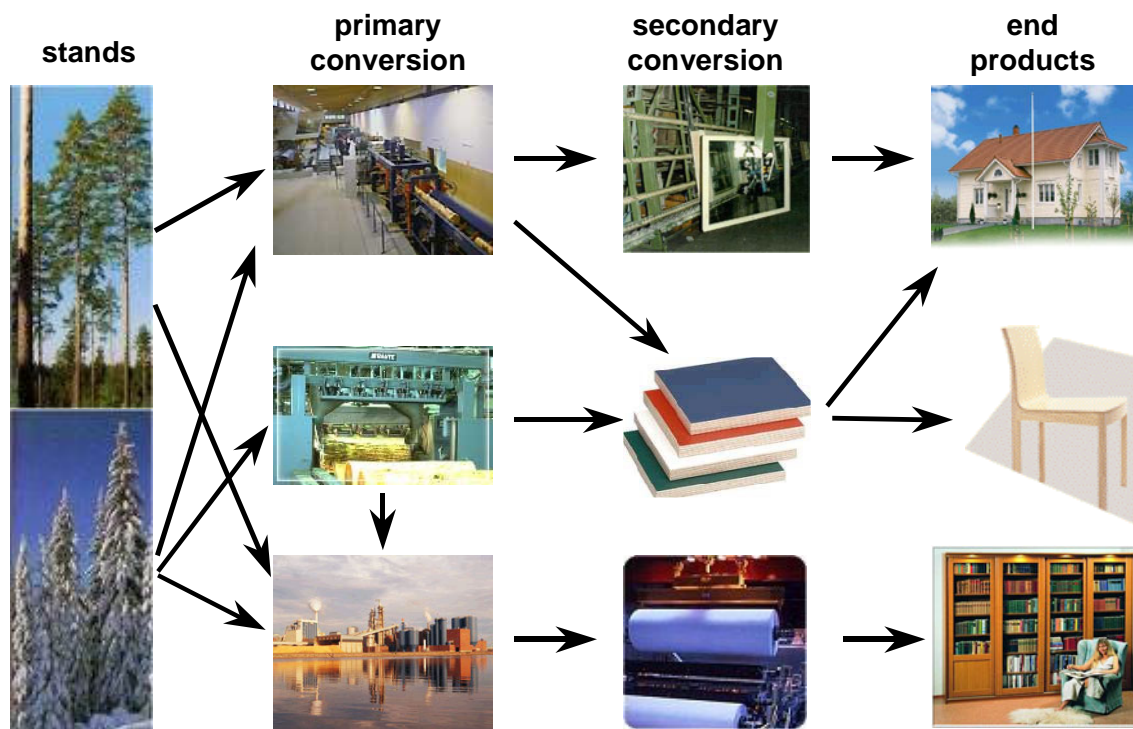
### 4.5.3 *Management and optimisation of conversion chains*

#### 4.5.3.1. Planning and controlling of conversion chains supported by optimisation software systems

VTT has developed in close co-operation with the wood industry WoodCIM® model and software system for the optimisation and simulation entire conversion chains - from the forest to the end products (Usenius 1986, 1996, 1998, 2001, 2002, 2003). The work started already in 1970's. System is used as research tool and in industrial operative and strategical planning. The main target is to maximise profit taking into account all factors affecting on the economics i.e. energy consumption. WoodCIM® system has been applied for different species i.e. Maritime pine (Pinto 2004)

A lot of investigations has been carried out in the world in order to determine the dependencies between product properties and wood raw material characteristics. COST E 10 Action "Wood properties for industrial use" was established for that purpose (Usenius and Kari 2002).



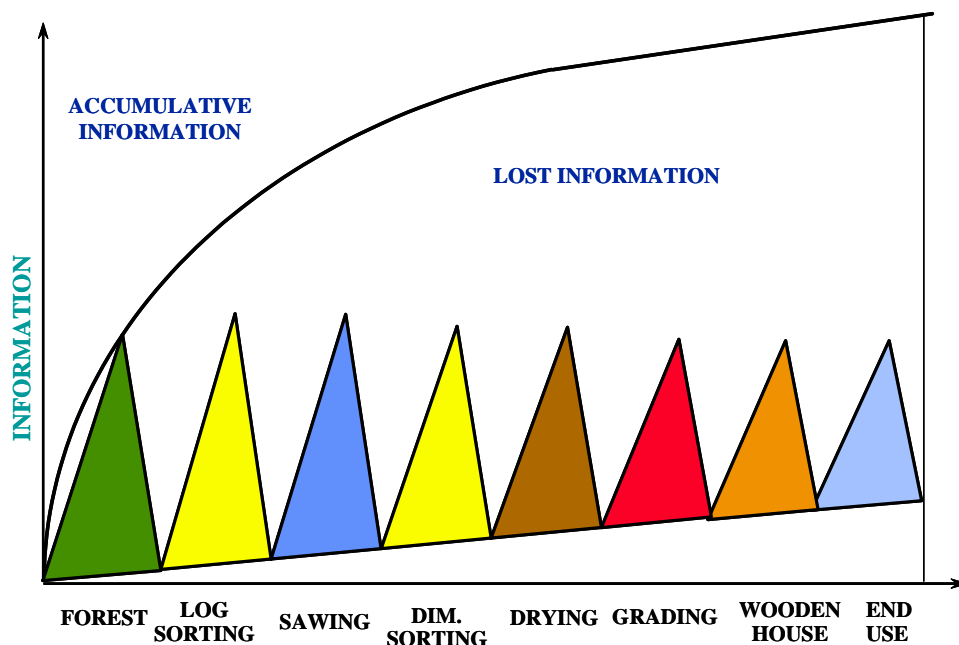


**Figure 4.5.3.1. Optimisation of Wood Raw Material Flow through the Supply Chain from Stump to End Products.**

In order to increase yield in the manufacturing of wood products many new technology based applications have been taking in use during the recent years. Machine vision systems have been implemented with good results. Especially Nordic countries, Germany, France and United States have been very active in research and development (Usenius and Vihavainen 2003, Grundberg 1999, Usenius 2003).

#### 4.5.3.2. Marking Reading Information processing

In the figure 3 is principally presented the amount of information in different stages of the forest wood chain. Typically wood material and processing parameter related measurements as well as observation produce information. The amount of information is growing rapidly. The information is used only locally. After wood in different forms has left the processing phase, (almost) all-specific information has been dumped; it is not available any-more. This happens all the way throughout the supply chain and causes big problem. There is not possible to link final products, raw materials and processing parameters together. In the picture is presented also accumulative curve, if all information would be available in the later phases. By regaining or recovering "lost" information, much more effective business would be realised. Information "recovery" can be achieved through marking pieces, reading of markings and storing corresponding data into database.



*Figure 4.5.3.2.1. Recorded and lost information throughout conversion chain.*

VTT has developed a method to control wood material flow from the forest to the sawmill, during the manufacturing process and further to the end products and end users by marking the sawlogs and products either collectively or individually and by identifying markings in the different phases of the conversion chain. Marking of the sawn timber products will be made using an ink jet method or a system based on RFID. A system based on machine vision has developed to find out the factors affecting the quality of sawn timber. Quality characteristics and information concerning harvesting and log sorting will be stored in an information system. The information will be processed to create a link between characteristics of sawlog, wood raw material and end products.

#### **4.6 Utilisation of small diameter logs for solid wood products**

Since 1990's, there is a strong interest in northern Europe to increase the mechanical utilization of small-sized Scots pine from thinning stands (age 25 to 60 years, dbh 11 to 25 cm), both in solid wood and composite products. The fast development in saw milling and wood harvesting techniques, the emerge of new further-processed wood products and billets, the increasing growing stock with the crucial silvicultural needs for thinnings and the inadequate demand for pulpwood and energy wood opened the door for the growing mechanical utilization. The large potential of small-diameter logs is essential for the sawmill industries while the supply of large logs is inadequate and the continuous log import from Russia is not self-evident.

In the large collaborative project of research institutes and medium-scale sawmill enterprises, Development of procurement and sawmilling of Scots pine from thinnings (2000-2004), the main goal was to provide information on the wood and timber properties and technical and economic suitability of different true thinning stands for

sawn timber and, furthermore, for specific materials for further processed wood products (e.g., furniture, glulam beams, cut-to-length building materials). Along with analysing the log diameter limits of profitable saw milling (down to 8 cm (o.b.)), procurement and processing of small-dimensioned logs, in addition to conventional logs, were compared, by using either conventional log lengths (3.1 to 4.3 m's) or short log lengths (2.4 to 3.0 m's). The impacts of "the short-log technique" were studied in the first and second commercial thinnings for:

- recovery, technical defects, grade and sales value of saw logs: detailed measurement of 203 stands and 8058 standing trees, custom-made simulation of cross-cutting
- productivity and costs of wood procurement and cost-based log prices at the saw mill: 4 stands, time studies and cost analysis; single-grip harvester, middle-weight forwarder, timber truck
- recovery, grade and sales value of sawn timber and billets: test sawing 200 logs from 40 stands into flitches, reconstructing the stems after CT-scanning followed by simulated sawing of logs
- productivity, costs and net value recovery in sawing: simulation studies, cost and value analysis, incl. sensitivity analysis for log and product prices and processing cost.

The selection criteria of the stands and stems were composed for profitable saw milling, incl. most suitable raw materials matching user-defined wood products and instructions for product-based log procurement and sawing. Potentially profitable end-products were defined, as well (Verkasalo, Wall, Fröblom).

## 4.7 Recommendations

### 4.7.1 *Methods for analysing impacts of value added conversion chains*

There is a clear need to develop methods and systems for analysing economical, environmental and societal impacts and consequences of different types of supply and conversion chains. There is always constraints concerning wood raw materials, their availability, conversion and manufacturing processes as well as markets of wood products. Conversion chains are also interacting and depending on the type of the product they can also replace each other, however only certain degree. Methods should be developed in order to tackle entire systems to get big picture as well as for providing information for more detail decision making. (See also 8.8.)

### 4.7.2 *Special smart value added wood products*

Construction industry prefers components and products with precise properties i.e. strength. Big variations of wood properties due to the heterogeneity cause a lot of problems. This means that i.e. stress graded sawn timber has to have "extra margins" in order to ensure also the weakest pieces to fulfil the minimum strength requirements.

## Verdikjeder i skogsektoren

Value added wooden and multi material components and products with precisely defined technical and other properties for specific purposes should be developed. Also wood and other materials i.e. stone and plastic should be combined together. Modification of wood offers also large potential.

### *4.7.3 Concepts and techniques for small scale wood working companies*

Instead of big far automated factories, small wood companies and entrepreneurs are employing people especially in the rural areas. They are often utilising quality features of wood raw materials much more effectively than the big mills, because they have touch with wood. However machine manufacturers and system suppliers and often also financial organisations have forgotten those companies, because "big money" is somewhere else. Information technology is very weakly implemented at small companies. It is necessary to develop new business concepts and technical solutions supported by ICT for small scale wood operation in order to create new jobs. Big and small companies could also join their forces: big mills taking care about quantity and small companies products with specific quality requirements.

### *4.7.4 Concepts and techniques for industrialised timber frame houses*

Construction is the main user of primary and secondary wood products. Wooden houses or block houses are rather popular in many countries. However production of houses is very much manually done. In order to make wooden houses more competitive, new business concepts and concepts for entire supply chain management and techniques i.e. flexible manufacturing systems are needed. Design of the houses should be closely and interactively linked with the final customers, manufacturing processes and logistics.

### *4.7.5 Aesthetic aspects of wood*

The outlook is one very important strong point of wood and wood products. Some artists are using this feature in their creations, however in respect of use of wood, the amount is marginal. Very few architects and building or furniture designers are using aesthetic aspects in their designing work. This is due to the fact that there is very little information available about people's preferences. Means are also missing, how to convert aesthetic features into product specifications. It is obvious that the aesthetic features will be increasingly emphasised in the future. This means that there is a clear need to develop methods how to measure objectively people's attitudes towards wood and wood products. It is also necessary to establish a link between designing phase and manufacturing processes. New measuring and grading systems are needed for the execution of aesthetic based grading of raw materials, semi finished and final products.

#### *4.7.6 Tracing natural durable wood*

Environmental aspects are increasingly emphasised in the future. This means also increasingly demand of natural durable wood raw materials, components and final products. Natural durability of heart wood is higher compared to sapwood. This means that methods to detect and evaluate natural durability of wood during the harvesting operation, in the industrial manufacturing processes and in the construction should be developed.

#### *4.7.7 Integrated and flexible conversion and manufacturing systems*

Existing manufacturing and conversion systems are weakly horizontally and vertically integrated. Different phases within conversion chains are operating too much independently and "isolated". Production lines are designed and realised only for manufacturing certain type of product with high capacity and efficiency targeting costs per unit to be produced. Flexibility is missing. In the future it's important to increase considerable flexibility, customer orientation and service as well as fully exploitation of quality features of wood raw materials. This approach ensures the situation where the demanded, value added products and available wood raw material match each other in the optimum way throughout the integrated conversion systems capable to produce simultaneously different types of product depending on the demand profile on the markets. Key issues in the future conversion systems are: management, planning and optimisation of entire conversion - from the stems to the final products; data acquisition and processing based i.e. on identification techniques, smart scanning technology; flexible cell based integrated production supported by sophisticated process control systems; value added products with demanded properties profile.

#### *4.7.8 Optimal allocation of wood raw materials throughout the conversion chains*

Conversion of wood raw material into final products is a very complex system consisting of numerous operating options affecting on the economical results and other impacts. Forest based industry have two main sectors: pulp and paper industry and wood product industry. Traditionally wood industry can be broken into primary conversion and secondary conversion. There are also material flows cross the sectors i.e. from sawmill and plywood mills to pulp industry. There are no "global chain" tools to plan and design operation of complex forest industrial systems in short and long term. Tools should be created and developed in order to achieve pre-set short term targets. It is also very important to have tools to design long term industrial structure for a forest area in order to match set social, economical and environmental targets. This approach necessitates also development of methods for the evaluation of available and future forest resources.

#### *4.7.9 Intelligent wood material flow control throughout the conversion chains*

In the present conversion chains a lot of data is collected through measurements or observations. This data concerns i.e. properties of wood raw materials and products or production parameter values. However this data is only locally used in the actual phase of the conversion chain and after that "lost".

This means that there is no possible to create connection between final products and corresponding wood raw material and processing parameters. Linking data and information throughout conversion chain is necessary in order to create next generation management and control procedures for entire conversion chains based on extended database. In spite of investigations carried out in Finland and also in other countries, there are no practical solutions covering whole supply chain.

#### *4.7.10 Customer service and communication between producer and user*

Traditionally final customers or users are getting very few information about products, components or semi finished products. Normally only number, volume and grade of sawn timber pieces - nothing more - are delivered to the user. The link between users and producers should be much stronger than in the present situation. By using marking techniques it is possible to forward to the user a lot of useful information from the previous phases of the supply chain. Procedures based on marking techniques and data base approach should be develop for considerable improvement of communication between producers and end users.

#### *4.7.11 China - big potential for increasing use of wood*

Consumption of wood per capita in China is very small 0.005 compared to other countries like Finland 1.020. This means that China is very potential big market for wood products. Preliminary studies carried out by VTT show that there is a lot of interest for wood in China. China is also buying wood and components from other countries and manufacturing good quality products to deliver i.e. for US markets. China has own very old culture and ways to make business. Concepts should be develop, how Nordic wood and wood products can enter the Chinese markets in order to make good business. It seems to be obvious that special products should be developed for Chinese markets.

## References

1. European Commission. Sustainable consumption and production in the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2004 - 46 pp. ISBN 92-894-8147-1.

2. [http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003\\_0302en01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0302en01.pdf)

3. <http://europa.eu.int/comm/enterprise/environment/ipp/epds.htm>

Helsinki (1993) Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Resolution H1, Article D.

The State of Forestry in Finland 2000. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Finland. Ministry Of Agriculture and Forestry. Publications 5a/2000/.

State of Europe's Forests 2003. The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe. Jointly prepared by the MCPFE Liaison Unit Vienna and UNECE/FAO.

Pingoud, Kim, Perälä, Anna-Leena, Soimakallio, Sampo & Pussinen, Ari. Greenhouse gas impacts of harvested wood products. Evaluation and development of methods. Espoo 2003. VTT Tiedotteita Research Notes 2189. 120 p. + app. 16 p.

WALDEN, Pia, YLÄ-ANTTILA, Pekka, SCENARIOS AND THE FINNISH ECONOMY IN 2026 –outlooks of global scenarios from the Finnish perspective. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2001. 21 p.

Energy Needs, Choices and Possibilities Scenarios to 2050. Global Business Environment. Shell International 2001.

Seppälä, R. (ed.) 2000. The Finnish forest cluster at a cross road. The Finnish Forest Cluster Research Programme WOOD WISDOM. 138 p. ISBN 952-457-020-3.

Mark Hammer, Klaus Hubacek, Interim Report IR-02-057. Material Flows and Economic Development. Material Flow Analysis of the Hungarian Economy. International Institute for Applied Systems Analysis.

Ecologically Sustainable Constructions and Buildings, Häkkinen Tarja, Chief Research Scientist, VTT, 2004.

Usenius, Arto. Optimum bucking of sawlog stems taking the customers' needs into account. Paperi ja Puu 68(1986)10, s. 726 729.

Usenius, Arto. Optimizing the activities in the wood conversion chain from the forest to the end-users. Kruger National Park, South Africa, 24.8. - 1.9.1996. Biological Improvement of Wood Properties. Connection between silviculture and wood quality through modelling approaches and simulation softwares. 8 s.

## Verdikjeder i skogsektoren

Usenius, Arto. Global Wood Chain Optimization. Wood Technology - SCANPRO '98. Vancouver, British Columbia, CANADA, 4.-6.11.1998. Wood Technology Expo Group. 15 s.

Usenius, Arto. Optimization of wood raw material conversion through the supply chain. ScanTech 2001. The ninth international conference on scanning technology and process optimization for the wood industry. Holiday Inn, Seattle-Tacoma International Airport, Seattle, Washington, USA. Nov. 5-6, 2001. Wood Machining Institute, Forest Products Society. 15 s.

Usenius, Arto. Experiences from industrial implementations of forest - wood chain models. IUFRO Fourth Workshop S5.01-04: "Connection between Forest Resources and Wood Quality: Modelling Approaches and Simulation Software". Harrison, British Columbia, USA. September 8-15, 2002. Proceedings Gerard Nepveu Publication LERFoB/2004 INRA – ENGREF Nancy-France p. 600 – 610.

Arto Usenius, Optimising and controlling activities in complex forest – wood – end user chain. Scottish Forest Industries Cluster – eBusiness for Forestry Conference 26.11.2003. 8p.

Pinto, Isabel. Raw material characteristics of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) and their influence on simulated sawing yield. Doctoral thesis. Espoo 2004. VTT Publications 533.

Usenius, Arto & Kari, Pirjo (editors). Cost Action E10 "Wood Properties for Industrial Use": Third Workshop on "Measuring of wood properties, grades and qualities in the conversion chains" and "Global wood chain optimisation". Dipoli, Espoo 19.-21.6.2000. VTT Rakennustekniikka. Proceedings. 353 p.

Arto Usenius and Tuija Vihavainen, Efficient and Effective Production and Delivery of Forest Products. Key note paper at IUFRO Division V Conference, Rotorua, New Zealand 11-15.3.2003. 10p.

Stig Grundberg, An X-ray LogScanner - a tool for control of the sawmill process. Doctoral thesis. Luleå university of technology. Division of wood technology. 1999.

Arto Usenius, Optimization of Sawing Operation Based on Internal characterization of the Logs. ScanTech 2003. The tenth international conference on scanning technology and process optimization for the wood industry. Holiday Inn, Seattle-Tacoma International Airport, Seattle, Washington, USA. Nov. 3-4, 2003. Wood Machining Institute. 8 p.

Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2003.

The Swedish Forest Industries. Facts and figures 2004.

Forestry Statistics 2003. Statistics Norway



## Verdikjeder i skogsektoren

FAOSTAT. FAO database of forestry. Forestry data - roundwood, sawnwood, wood based panels.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): "Global Scenarios 2000-2050"

Allen Hammond: "Which World? –Scenarios for the 21st Century"

The Global Scenario Group (GSG): "Branch Points: Global Scenarios and Human Choice"\*

EU: "Scenarios Europe 2010 –Five possible futures for Europe"

International Development Research Centre (IDRC) and the United Nations Commission on Science and Technology for Development (UNCSTD): "Development and the Information Age"

Massachusetts Institute of Technology (MIT): "Two Scenarios for 21st Century Organizations: Shifting Networks of Small Firms or All-Encompassing 'Virtual Countries'?"

Coates & Jarratt: "2025: Scenarios of US and Global Society Reshaped by Science and Technology" (ETLA 2001).

Roadmap 2010 for the European Woodworking Industries. Timwood AB, Pöyry Management Consulting, BRE, Indufor Oy.

World Paper Markets up to 2015, a Jaakko Pöyry Multiclient study carried out in 2002. Global Drivers and Megatrends in the Wood Products Industry to Year 2010. Timwood Ab.

Modelling and Projections of Forest Products Demand, Supply and Trade in Europe (2000 - 2020). Kari Kangas, Anders Baudin. United Nations Economic Commission for Europe. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kontinen, P., Kivistö, A., Söyriälä, P & Usenius, A. 1992. Automation of plywood manufacturing. Espoo, VTT, Julkaisu 756. 162 p. + app. 42 p. (Finnish).

Ranta-Maunus, A. (editor), Round small-diameter timber for construction. Final report of project FAIR CT 95-0091. Espoo 1999, VTT, Publication 383. 191 p. + app. 19p.

Nyström, J., Automatic measurement of compression wood and spiral grain for the prediction of distortion in sawn wood products. Luleå 2002, Luleå University of Technology, 2002:37. 19 p. + app.

Edlund, J., Methods for Automatic Grading of Sawn Logs. Uppsala 2004, Swedish University of Agricultural Sciences, Silvestria 335. 38 p. +app. 57 p.

Bergström, M., Industrialised Timber Frame Housing. Luleå 2004, Luleå University of Technology, 2004:45. 56 p. + app. 80 p.

Broman, N., O., Means to Measure the Aesthetic Properties of Wood. Luleå 2000, Luleå University of Technology, 2000:26. 26 p. + app. 74 p.

Jäppinen, A., Automatic Sorting of SawLogs by Grade. Uppsala 2000, Swedish University of Agricultural Sciences, Silvestria 139. 41 p. +app. 54 p.

Richter, K., (editor), Wood Research - Knowledge and concepts for future demands. Dübendorf 2003, EMPA Wood Laboratory, Research and Work Report 115/20. 248 p.

Uusijärvi, R., (editor), Linking raw material characteristics with Industrial Needs for Environmentally Sustainable and Efficient Transformation processes (Lineset). Final report of project QLRT-199-01467. Stockholm 2003. Träteknik Rapport P 0309034. 196 p.

Usenius, A., (editor), Multisensor system for internal characterisation of wood and cork. Public Final Report of EUTIST-IMV Activity ULTRA. Espoo 2003. 18 p.

Erkki Verkasalo, Tapio Wall, Jorma Fröblom, Profitable raw material – processing - product chain of saw milling and further processing of Scots pine from commercial thinnings in Finland.

Dunningham, E. A.; Plackett, D. V. and Singh, A. P. (1992). Weathering of chemically modified wood: Natural weathering of acetylated radiata pine: Preliminary results. Holz als Roh- und Werkstoff, 50: 429-432.

Evans, P. D. (1998). Weather resistance of wood esterified with dicarboxylic acid anhydrides. Holz als Roh- und Werkstoff, 56: 294.

Fujimoto, H. & Yamagishi, K. Chemical treatment of wood with a maleic acid and glycerol mixture. Proceedings of the International Symposium and Chemical Modification of Wood, Kyoto, May 17-18, 1991. pp. 83-90

Hon, D. N.-S. (1995). Stabilization of wood color: Is acetylation blocking effective? Wood and Fiber Science, 27(4):360-367.

Kumar, S. (1994). Chemical modification of wood. Wood and Fiber Science, 26(2): 270-280.

Mahlberg, R. (1989). Asetyloinnin vaikutukset puulevyjen ominaisuuksiin. Research Reports 652, Technical Research Centre of Finland, Espoo, 26 pp. (In Finnish)

Militz, H. (1991). Die Verbesserung des Schwind- und Quellverhaltens und der Dauerhaftigkeit von Holz mittels Behandlung mit unkatalysiertem Essigsäureanhydrid. Improvement of shrinking and swelling behavior and durability of wood by treatment with noncatalyzed acetic anhydride. Holz als Roh- und Werkstoff, 49(4): 147-152.

Rowell, R. M. Penetration and Reactivity of Cell Wall Components. In: The Chemistry of Solid Wood, Ed: Rowell, R. M. American Chemical Society, Washington D.C. 1984, pp. 175-210

Wakeling, A. N., Plackett, D. V. and Cronshaw, D. R. 1992. The susceptibility of acetylated *Pinus radiata* to mould and stain fungi. International Research Group on Wood Preservation Doc. No. IRG/WP 1548.

Viitaniemi, P., Jämsä, S. & Mali, J. (1998): Chemical modification of wood with maleic anhydride and glycerol mixture. VTT Publications 832, 49 p.

<http://www.thermowood.fi/>

Wood Wisdom (1998–2001). Optimization of wood raw material conversion. VTT Buildinf and Transport. Final report. Helsinki 2002. 21 p.

Virtanen. J., Analysing sawnwood supply distribution in Finnish sawmilling industry with database approach. Helsinki University of Technology. Doctoral Dissertation to be published Espoo 2005. 175 p.

## 5 Bruk av bioenergi i klimatsammanhang

Staffan Berg och Lars Högbom, Skogforsk

### 5.1 Bakgrund

Den inverkan som ökat bruk av bioenergi från skogen kan ha för kolbalansen i ett Nordiskt perspektiv värderas efter kvalitativa överväganden, som är grundat på kvantitativa data för Sverige. Motivet för detta är ta reda på vilka data som redan finns och vad som behövs för att man skall göra en skarpare bedömning. I det följande diskuteras olika aspekter på naturbrukets möjlighet att bidra till Klimatmålet minskade utsläpp av växthusgaser genom skogskötsel. Det görs med värden för Sverige med den motiveringen att det är för författarna lättillgänglig information samt att förhållandena i Sverige speglar principiellt dominerande förhållanden i övriga nordiska länder som har skogsmark.<sup>1</sup>

Den internationella klimatpanelen IPCC för fram perspektivet att det antropogena bidraget till ökningen av atmosfärens koncentration av växthusgaser till 80% beror på människans användning av fossila bränslen, resten tillskrives förändrad markanvändning. Andra bedömare menar att markanvändningens betydelse enligt detta synsätt är underskattat.

Avgången av CO<sub>2</sub> från skogsmarken härstammar från nedbrytningen av organiska material i marken. Storleken på denna nedbrytning bestäms av markförhållanden (ex. vis. pH, kvävehalt samt kvalitet (förhållandet mellan kol och kväve i materialet) av det organiska materialet). Globalt sett uppskattas respirationen från all mark ge ca 10 ggr högre utsläpp av växthusgaser än användningen av fossila bränslen (Raich and Potter 1995; Grace and Rayment 2000). En tolkning av hur stor del av denna markandning som är orsakad av mänsklig påverkan har gjorts av IPCC enligt ovan, en form av antropogen påverkan är t.ex. genom överföring av skog till betesmark.

Nordisk skogsmark innehåller avsevärda mängder bundet kol. Markens kolbalans kan påverkas av skogskötsel, bland annat påverkar valet av trädslag. Det finns en allmän konsensus att landekosystemen på det norra halvklotet utgör en betydande sänka för atmosfärisk koldioxid (CO<sub>2</sub>), men uppgifter om storleken på denna sänka och hur den fördelas varierar mycket kraftigt (ex. vis. Goodale et al. 2002). I sammanställningen av Goodale et al. (op.cit.) beräknas att det årliga upptaget av CO<sub>2</sub> i skogecosystem på det norra halvklotet till 0,6-0,7 Pg C år<sup>-1</sup> (Pg = 10<sup>15</sup> g). Denna kolmängd fördelas med

- 0,21 Pg C år<sup>-1</sup> i levande biomassa,
- 0,08 Pg C år<sup>-1</sup> i skogsprodukter,
- 0,15 Pg C år<sup>-1</sup> i död ved och
- 0,13 Pg C år<sup>-1</sup> i marken och markens organiska substans.

Av dessa poster är omsättningen och lagringen i marken den som har de största inbyggda osäkerheterna på grund av mättekniska svårigheter.

---

<sup>1</sup> I milj. ha - Island 0,03, Danmark 0,6, Finland 21,9, Norge 8,9 samt Sverige 27,1.

Det är ett trångt perspektiv att betrakta frågan om kollagring i skog ur enbart ett kolbalansperspektiv, eftersom ökad inlagring av kol i skogsekosystem kommer att påverka både kemiska och biologiska egenskaper i marken och omgivande ekosystem. Denna påverkan kan vara negativ utifrån miljömålen. För att begränsa negativ miljöpåverkan och återställa tidigare belastningar har naturvårdsverket satt upp 15 miljömål för Sverige (Anon, 2005) som ska vara uppfyllda innan 2010. Flera av dessa miljömål har direkt bäring mot skog, skogsbruk och skogsproduktion:

- Bara naturlig försurning,
- Levande skogar,
- Begränsad klimat påverkan,
- Grundvatten av god kvalitet,
- Ingen övergödning,
- Myllrande våtmarker

Dessa miljömål illustrerar tydligt skogens mångbruk. Skogen och skogsmarken ska räckta till mycket (ex. vis luft- och vattenvård, biologisk mångfald, virkesproduktion och rekreation) och i diskussionen kring skogsmarkens långsiktiga uthållighet och produktionsförmåga måste alla dessa mål beaktas samtidigt.

Olika perspektiv på naturbrukets betydelse för klimatmålen föreligger såldes. Markens användning och dess produktion är viktig för klimatmålet att minska utsläppen av växthusgaser. Åtgärder att uppnå detta kan slå mot andra miljömål. Vikten av olika aspekter enligt nedan kan tolkas beroende på perspektivet.

### **5.2 Vad kan naturbruket i skogen bidra med ?**

Skogens förmåga att bidra till klimatmålet ligger i:

1. att med vegetation och markprocesser binda kol och därmed avskärma det från atmosfären. En mer blygsam lagring sker även i vissa skogsindustriprodukter med lång användningstid.
2. att uthålligt skörda en viss del av detta kol i biomassa och bidra med förnyelsebar energi till marknaden. Är naturbruket uthålligt kan man hävda att denna energianvändning är koldioxidneutral.
3. att om den förnyelsebara energin inte ökar energiutbudet utan ersätter fossil energianvändning uppnås en substitutionseffekt.
4. att skörden av bioenergin kan leda till skogskötsel som förändrar den långsiktiga inlagringen av kol i biomassa och mark. Förändrat markbruk kan leda till ett ökat/minskat utsläpp av kol från marken genom markrespiration.

### 5.3 Kyotoöverenskommelsen och skogens roll

De senaste nationella rapporterna vad avser utsläpp av växthusgaser anger i Tg CO<sub>2</sub> - ekvivalenter (United Nations 2005)

- Danmark (2001) 69,4,
- Finland (1999) 76,2,
- Island (2001) 70
- Norge (1999) 56,2 samt
- Sverige (1999) ca 70 Tg CO<sub>2</sub>.

Det sker också en lagring av kol i biomassa ovan mark, förna samt i marken. Den mängden kan beräknas på olika sätt. I enlighet med Kyoto-överenskommelsen (United Nations 2001) tillgodoräknas inom nuvarande avtalsperiod Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige årligen respektive 0,05; 0,16; 0,00; 0,40; samt 0,58 Tg C (1 Tg C är ungefär lika med 3,7 Tg CO<sub>2</sub> ekvivalenter). Detta förhandlade värde motsvarar inte den faktiska lagringen.

### 5.4 Lagring och utsläpp av kol från skogsmark och skogsprodukter

Den sammanlagda kolsänkan i skoglig biomassa i Sverige uppskattas till 630 Tg kol år 2002 (Naturvårdsverket, 2005) Samma källa anger den kommersiella avverkningen står för 13,9 Tg och biobränsle 1,5 Tg. Andra förluster, kvistar barr etc. samt naturliga förluster beräknas uppgå till sammantaget 15,6 Tg, allt tillsammans 31 Tg.

Inlagringen av kol i biomassan kan ses på flera sätt. Mätningar av kolförrådet i trädbiomassa ovan stubbskäret visar på en ökning från 759 till 820 Tg kol under 90-talet, dvs. ca 6 Tg per år (Skogsstyrelsen 2004). Det är således ett beräknat netto med hänsyn till tillväxt och avgångar enligt ovan.

Ett annat synsätt redovisats av Berg et al.. (2003), och då är värderingen utförd enligt IPCC föreslagna sätt att beräkna kolemissioner och inlagring pga. avverkning samt användning av skogsindustriella produkter. Enligt beräkningssättet "Stock-Change", som beaktar lagerförändringar, tas årligen (1999) upp drygt 34,1 Tg/år i den svenska skogen. Trädrester (5,1) och brännved (1,2) utgör tillsammans med avverkad stamved (10,4 Tg) en summa kolutsläpp från biomassa på 17,4 Tg. Den årliga lagringen blir enligt detta sätt att räkna ca 17-18 Tg kol i biomassa.

De produkter som stannar i Sverige och som har en livslängd mer än fem år står för en lagring av 1,3 (1999), för sista decenniet under 1900-talet ca 1,4 Tg. Det finns emellertid ett historiskt arv av produkter som ersätts, förstörs eller förmultnar. Denna pool av kol beräknas till ca 26 Tg kol och dess emissioner balanserar tillskottet i olika grad med IPCC's beräkningssätt. En beräkning baserad på värden ur nationell och regional statistik över byggnationer ger vid handen att tillskottet ligger på ca 0,1 Tg lagrat kol under 1990-talet (Berg et. al ,2003) . et al.et al.Enligt denna rapport beräknas utsläpp från förbränning av trädbränslen motsvara ca 1,2 Tg kol, vilket är 30% av

utsläppen från energisektorn (exklusive transporter), beräknat som kolekvivalenter (Stem, 2003). Med förutsättningen att bioenergi framställs koldioxidneutralt genom en uthållig markanvändning bidrar den energianvändningen inte till växthuseffekten.

Den mängd som Sverige bidrar med och som därför skall minskas, är Sveriges samlade utsläpp av kol, ca 19 Tg kol (70 Tg CO<sub>2</sub>)<sup>2</sup> (Naturvårdsverket 2005).

I nuläget bedöms i Sverige uttag av skogsbiobränsle, GROT, från biologisk, teknisk och ekonomisk synpunkt endast vara möjlig i samband med slutavverkning. GROT-uttag i samband med gallring har visat sig ge kraftig produktionsnedsättning.

Det finns potential att öka Sveriges användning av bioenergi från skogen, även med iakttagande av de restriktioner som finns idag. Olika utredningar har gjorts (Lönner et al., 1998; Näringsdepartementet 2004; Skogsstyrelsen 2000). En sammanfattande bedömning görs av Berg (2005) i en rapport till det EU-Altener finansierade projektet BioXchange. En ökad potential värderas till mellan 30-80 TWh per år. Variationen påverkas av flera faktorer, t.ex. betraktarens plattform. Näringsdepartementets utredning (Näringsdepartementet, 2004) för fram ekonomiska dynamiska faktorer, dvs. vilken är betalningsviljan för bioenergi och vilken kraft har teknikutvecklingen för skörd och tillverkning av energivara. Den ovanstående energimängden motsvarar ca 5-20 miljoner torr biomassa per år, vilket vid förbränning beräknas ge utsläpp<sup>3</sup> av ca 2,5 till 10 Tg kol. Om denna mängd kan bringas ersätta fossil energianvändning åstadkommes en minskning av det antropogena bidraget till växthusgaser från energianvändningen. Substitutionen kan ske genom att ersätta fossil energi för uppvärmning (till mycket hög systemverkningsgrad) eller genom att alstra elektricitet (som biprodukt från skogsindustrin) eller som flytande fordonsbränslen, t.ex. alkoholer eller syntetisk diesel.

Vägverket (2002) beskriver resultat från förädling av biomassa som ett sätt att ersätta fossila bränslen med syntetiska. Sådan ger tillfredställande effektivitet från hela kedjan energiråvara och färdigt bränsle jämfört med t.ex. bensin i bil. Motorbränslen från biomassa är således en aktuell produkt, som bidrar till minskade utsläpp av växthusgaser. Problem är även här ekonomiska och tekniska beträffande betalningsvilja för att utveckla de tekniska systemen. Drivmedel från biomassa ger en systemverkningsgrad för "Well to wheel" på ca 10%, vilket är något lägre än det nuvarande systemet baserat på fossil energivara. Om vi antar att utbytet är ca 60% jämfört med fossila motorbränslen kan energimängden 30-80 TWh biobränsle översiktligt beräknas ersätta 2-5% av den totala mängden oljor för transporter i Sverige, 91,5 TWh (2002) (Stem 2003).

### 5.5 Kolomsättning i marken

Avgången av CO<sub>2</sub> från marken härstammar från nedbrytningen av organiska substanser i jorden. Detta organiska material består av material med varierande livslängd, dels strukturellt kol i rötter som har olika livslängd och dels rotexudat som mer eller mindre omedelbart omsätts. Storleken på nedbrytningen bestäms av markspecifika förhållanden

<sup>2</sup> I det internationella avtalssystemet används andra år som referensår beroende på avtalsperiod.

<sup>3</sup> Här förenklat antaget att aska och inlagrade kolföreningar är noll.

(pH, kvävehalt samt kvalitet (förhållandet mellan kol och kväve) hos det organiska materialet). Hastigheten på omsättningen av olika kollager i marken varierar kraftigt från timmar till hundratals år.

Markrespirationen kan påverkas av skogskötseln, bland annat kan det dominerande trädslaget ha en betydande påverkan. Parvisa studier har visat att gran- och björkbestånd har 13% mer kol i marken än tallbestånd (Berg et al. 1996). Det är således möjligt att det redan här föreligger en inbyggd konflikt mellan produktions- och miljömål. En ökad användning av gran kan ses som en möjlighet att både öka skogproduktionen och lagringen av kol, medan naturvården förordar ett ökat lövinslag, som ger en lägre total produktion.

Rapporterade mängd av kol varierar kraftigt i olika beståndstyper, fuktighetsklass och beståndshistorik. Fuktiga och bördiga marker tenderar att binda mer kol (Liski & Westman 1995 se också LUSTRA-projektet (tabell 1). För att man skall kunna göra goda skattningar av den totala mängden kol lagrat i marken behövs omfattande studier på marker med olika fuktighet, beståndshistorik och bördighet.

**Tabell 1. Det totala kollagret (kg C m<sup>-2</sup>) i tre svenska skogar ner till 100 cm med inkluderat humuslager, och i tre olika fuktighetsklasser. Värdet inom parentes anger humuslagrets bidrag i procent av den totala kolmängden. Lokalerna Asa (57°08'N:14°45'Ö), Knottåsen (61°00'N:16°13'Ö) och Flakaliden (64°07'N:19°27'Ö) representerar en nord-sydlig gradient i Sverige. Alla lokaler är podzolerade moränjordar med ett granbestånd. Data från Berggren et al. (2004).**

	Marktyp		
	Torr	Frisk	Fuktig
Asa	12,7 (19%)	12,0 (18%)	35,6 (35%)
Knottåsen	6,80 (19%)	7,46 (16%)	14,0 (26%)
Flakaliden	7,39 (12%)	8,79 (9%)	15,0 (13%)

## 5.6 Vart tar assimilerat kol vägen?

Man kan tänka sig en mycket förenklad modell med bara sex ”compartments” som alla har olika livslängd;

- barr (ca 3 år),
- kvistar och grenar (10-50 år),
- stamved (sekler);
- strukturella rötter (sekler);
- finrötter (år?);
- rotexudat/mykorrhiza (timmar)

Produktionen av stamved går lätt att mäta, "biomass expansion factors" finns för GROT, förvisso finns det möjlighet att förbättra dessa. Kvar som den stora osäkerhetsposten är de underjordiska delarna. Mätningar av markrespirationen längs en gradient visar att respirationen av exudat är i stort lika stor på bördiga som fattiga marker, även om viss



årstids variation föreligger (Högberg et al. 2003), dvs. på näringsfattiga marker satsas en betydande andel av kolet på rotexudat, på bördiga marker kommer mer av kolet att lagras i mer långlivade strukturella strukturer.

Flödesmätningar har visat att respirationen från ekosystemen i genomsnitt motsvarar 80% av brutto primärproduktionen (Janssens et al., 2001). Skogsekosystemet är som sänka starkare i söder än i norr längs en Europeisk gradient (Valentini et al. 2000), vissa nordliga skogar kan beroende av vädret ändras från en kolsänka till en kolkälla (Goulden et al. 1998; Lindroth et al. 1998).

Högberg et al. (2002) rapporterar att ca 75% av det kol som allokeras till rötterna respireras iväg, och att 25% av kolet används för rotproduktion. Mängden av kol till rotzonen (rotexudat) styrs av rottillväxten som i sin tur kontrolleras av skottet (Farrar et al. 2003). Den totala mängden kol eller kväve som cirkuleras genom via finrots bildning och nedbrytning är lika med eller större än det som kommer via förnafall (Nadelhoffer & Raich 1992; Fahey & Hughes 1994). Men ett rimligt antagande är en 50:50 fördelning mellan respiration och tillväxt av det assimilerade kolet (Högberg et al. 2002).

### 5.7 Effekter av skogsbruk

Vid nedbrytning av organiskt material, exempelvis under en hyggesfas, åtgår  $H^+$  och bundna katjoner frigörs, och markens pH kommer att öka, och  $CO_2$  att avgå. Ökningen kan vara upp till 1-2 pH enheter (Nykvist & Rosen 1984). Denna ökning i pH kan dock motverkas genom nitrifikation (som är en försurande process) och påföljande nitratutlakning. Eller ett ökat uttag av biomassa för energi ändamål. Nettoförsurningen av marken orsakat av trädens tillväxt räknat som en massbalans realiserar först i och med uttaget av biomassa och ett ökat uttag genom helträdsavverkning leder till en kraftigare markförsurning (Akselson 2005).

Här kan man ha ett antal olika synsätt beroende på betraktarens perspektiv:

- för att minska nitrat utlakningen är en kort hyggesvila att föredra – eller att det finns en vegetation som kan ta hand om det temporära kväveöverskottet.
- ur kollagringsynpunkt är det också viktigt med en kort hyggesvila, för att skogen som kolsänka ska fungera. Hyggesbränning och skogsbrand bör undvikas.
- för att minska mängden löst kol är det viktigt att låta humusen brytas ned så mycket som möjligt detta är också positivt ur försurningssynpunkt med ett ökat pH. Hyggesbränning och skogsbrand bör stimuleras.

Allt uttag av biomassa leder till uttag av växtnäringsämnen. Uttag av enbart stamved kompenseras till stor del av den naturliga vittringen. Tar man ut GROT riskeras näringsbrist. Vid uttag av biobränsle för energiändamål rekommenderas därför att askan skall återföras, den innehåller emellertid inte kväve.

## 5.8 Effekter av kväve

Förutom att orsaka ett surt nedfall borde kvävenedfallet ge en ökad primärproduktion i våra skogar, eftersom kväve är det mineralämne som fortfarande begränsar tillväxten i våra skogar på fastmark (Sikström & Jacobson 2003). Kväve i form av uppdelad kvävegiva (går att likställa med kvävenedfall) påverkar inte skogsproduktionen i lika stor utsträckning som en engångsgiva med kväve (Pettersson 1994). Detta eftersom nedfallet till största delen hinner immobiliseras av markmikroorganismer innan det kommer träden till del. Dessutom är en stor del av nedfallet koncentrerat till den tid under året när träden inte tar upp kväve (Johnson, 1990).

Hur stor del av den observerade skogsproduktionsökningen i Sverige som orsakats av kvävenedfallet är en ganska omstridd fråga. Nadelhoffer et al. (2000) hävdar att kvävenedfallet har ett litet bidrag till kolinlagringen i skogen, medan andra forskare gör gällande att nedfallet har och har haft en kraftigt bidragit till den produktionsökning som skett i den Svenska skogen. Det verkar dock ganska osannolikt att nedfallet, i ett kvävebegränsat system inte skulle påverka primärproduktionen i det långa loppet. Kalkyler baserade på data från svenska gödslingsförsök visar att som mest ca 15% av tillväxtökningen kan förklaras av kvävenedfallet (Folke Pettersson, pers. Kom.). Kvävegödsling har visat sig ge en ökad upplagring av kol både i beståndet och i marken. Detta genom en högre primärproduktion (exempelvis Pettersson 1994) och genom att nedbrytningshastigheten påverkas negativt (exempelvis Bååth et al. 1981).

## 5.9 Skogskötseln har målkonflikter

Skogen kan skötas med olika konsekvenser för mark och vegetation;

### *a) ökad skogstillväxt för att öka lagringen av kol*

Från skogsbrukets sida framhålls vikten att öka den svenska skogsproduktionen, detta för att säkerställa råvaruproduktionen till den svenska skogsindustrin och därmed säkra framförallt de enskilda markägarnas framtida utkomstmöjligheter. En ökad skogsproduktion ses därför som ett väsentligt mål från skogsbrukets sida.

Ökade skogsproduktionen ger också möjligheter att öka lagringen av såväl kol i ekosystemet och dels öka möjligheterna till uttag av biobränsle. Utnyttjande av ej brukad åkermark samt betesmark, i Sverige något under 300 000 ha (SCB, 2005), för skogsplantering ger ett utrymme för ett avsevärt tillskott för lagring av kol. Emellertid har dessa marker även utan aktiv beskogning en vegetation som innehåller kol, markens kollager är betydande. Nettotillskottet av kol i biomassan är mellanskillnaden av aktuellt kol i biomassa jämfört med den i det nya beståndet. En osäkerhetsfaktor är vad som händer med det kol som finns lagrat i marken vid skogsplantering. Här föreligger ett forskningsbehov för att fastställa den resulterande kolinlagringen.

### *b) ökad skogsproduktion för minskad kväveutlakning*

Svenska skogar läcker i normala fall kväve enbart under hyggesfasen. I växande sker normalt skog inget läckage av kväve (Nohrstedt 1993). Så för att hålla kväveläckaget på

låg nivå är det betydelsefullt att skogsmarken hålls bevuxen med skog men en hög tillväxt.

*c) ökad skogsproduktion och sämre vattenkvalitet.*

Det avrinnande vattnets kvalitet bestäms av en rad faktorer. Halterna av kalcium och magnesium i det avrinnande vattnet är möjligen de som kan förklaras av kemin i markens B-horisont (K. Bishop, pers kom).

Det har tidigare visats att kemin hos naturligt sura vatten i norra Sverige till stor del bestäms av den bäcknära zonen (Bishop et al. 1994). Det lösta organiska materialet (DOC) har visat sig ha en betydande påverkan på vattenkemin (Lydersen 1998). Mängden organiskt material har ökat i våra vatten från Ljusnan och söderut (S. Löfgren, pers kom). De ökande humusmängderna i vattnet ses av många som ett stort bekymmer, eftersom detta leder till ett surare vatten. Vad som orsakar detta ökade utflöde av kol från skogen är inte fullt klarlagt. Problemet är att humuslagret inte är hydrologiskt kopplat till bäcken under många av de högflödesepisoder när DOC stiger (Bishop et al., 1993). Orsaken till denna ökning går att finna i den ökad skogsproduktionen större skogsmarksandel, avsaknaden av skogsbrand. Detta sammantaget har lett till en ökade kolupplagringen i de bäcknära zonerna och därmed en ökad DOC i det avrinnande vattnet.

### 5.10 Slutsatser

Skogsbruket kan inverka på klimatmålet på flera sätt. En värdering av storleksordningen av bioenergins betydelse jämfört med andra risker/möjligheter för att påverka balansen av växthusgaser, har för de Nordiska länderna gjorts med hjälp av data från Sverige. Detta har genomförts med det grundläggande antagandet att den dominerande delen av Nordens skogsektor utnyttjas under förhållanden som liknar Sveriges.

Sammanställningen indikerar att ett ökat uttag av **förnyelsebar energi** ger en maximal inverkan i storleksordningen 10 Tg<sup>4</sup> kol om den energin ersätter fossil energivara. **Produkter** står för en liten del av inlagring och kolsänkan, storleksordningen någon Tg kol. En effekt är att skogsprodukterna för in bioenergi i industri och samhälle genom att energialstring är en betydande biprodukt för skogsindustrin. Skogsprodukterna har en ekonomisk betydelse eftersom det ger kassaflödet från naturbruket och delar av detta flöde återinvesteras i skogskötsel. **Biomassan i skogen** representerar ett lager på mer än 600 Tg kol, det årliga tillskottet för biomassa värderas för närvarande, med viss spridning beroende på metod, kring ett värde av ett tiotal Tg kol.

Det finns olika perspektiv på naturbrukets betydelse för klimatmålen. **Bioenergin** är betydelsefull, men **Markens användning och effekterna på produktionen** kan vara av högre storleksordning och är därmed viktig för klimatmålet att minska utsläppen av växthusgaser. I detta sammanhang bör konsekvenserna av överföring av jordbruksmark till skogsmark belysas allsidigt.

---

<sup>4</sup> 10 Tg avser nivån i Sverige.

## Referenser

- Akselson, C. (2005) Regional nutrient budgets in forest soils in a policy perspective. PhD- Thesis University of Lund, Department of chemical engineering. 79 pp + sju bilagor
- Anon (2005) Naturvårdsverket, rapportering till IPCC.  
<http://www.naturvardsverket.se/dokument/hallbar/miljomal/nyamal/forsumm3.html>
- Anon (2005) Naturvårdsverkets miljösmål  
<http://www.naturvardsverket.se/dokument/hallbar/miljomal/intro.html>
- Anon. 2002. The influence of the fuel on emissions from diesel engines in large off road machines. PU Report 45850/02 and PU40318/01
- Anon. 2005. Lustra Årsrapport 2004.
- Bååth, E., Lundgren, B., Söderström, B. (1981) Effects of nitrogen fertilization on the activity and biomass of fungi and bacteria in a podzolic soil. Zentralbl. Bakteriell. Parasitenkd. Infektionkr. Hyg. 2:90-98.
- Berg, B., Johansson, M.-B., Lundmark, J.-E. (1996) Markens organiska material i skog – har gödsling och trädslagsval en inverkan? Markdagen 1996. Inst. f. Skoglig marklära, Rapport 72, Uppsala.
- Berg, S. (2005) Technical potentials for biomass from forests in Sweden. Report to Altener BioXchange project 2005-03-31
- Berg, S., Finn Englund, F., Jarnehammar, A., Johansson, R., Lindholm, E.-L., (2003); Kollagring i den skogsindustriella sektorn i Sverige - Beräkningar för sektorn som helhet och i byggnader. Träteknik Rapport P 0302007
- Berg, S. 2005 Technical potentials for biomass from forests in Sweden. (Rapport under utarbetande från WP3 I Altener projektet BioXchange. 31 mars 2005. utkast.
- Berggren, D., Bergkvist, B., Johansson, M.-B., Langvall, O., Majdi, H., Melkerud, P.-A., Nilsson, Å., Weslien, P., Olsson, M. (2004) A description of LUSTRA's common field sites. Report 87, 38 pp. Reports in Forest Ecology and Forest Soil, Department of Forest Soils, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Bishop, K., Lundström, U., Giesler, R. (1993) The transfer of organic C from forest soils to surface waters: example from northern Sweden. Applied Geochemistry 2:11-15.
- Fahey & Huges (1994) Fine root dynamics in a northern forest ecosystem, Hubbard Brook Experimental Forest, NH. J Ecol 82:533-548.
- Farrar, J., Hawes, M., Jones, D., Lindow, S. (2003) How roots control the flux of carbon to the rhizosphere. Ecology 84:827-837.
- Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, R.A., Field, C.B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G.H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G.-J., Nilsson, S., Shvidenko, A.Z. (2002) Forest carbon sinks in the northern hemisphere. Ecol App 12:891-899.
- Goulden, M.L., Wofsy, S.C., Harden, J.W., Trumbore, S.E., Crill, P.M., Gower, S.T., Fries, T., Daube, B.C., Fan, S.-M., Suttin, D.J., Bazzaz, A., Munger, J.W. (1998) Sensitivity of boreal forest carbon balance to soil thaw. Science 279:214-217.
- Grace, J and Rayment, M. (2000). Respiration in the balance. Nature 404:819-820.

## Verdikjeder i skogsektoren

- Högberg, P., Nordgren, A., Ågren, G. (2002) Carbon allocation between tree root growth and root respiration in boreal pine forest. *Oecologia* 132:579-581.
- Högberg, M.N., Bååth, E., Nordgren, A., Arnebrant, K., Högberg, P. (2003) Contrasting effects of nitrogen availability on plant carbon supply to mycorrhizal fungi and saprotrophs – a hypothesis based on field observations in boreal forest. *New Phytol* 160:225-238.
- Janssens I.A., Lankeester, H., Matteucci, G., Kowalski, A.S., Buchmann, N., Epron, D., Pilegaard, K., Kutsch, W., Longdoz, B., Grünwald, T., Montagnani, L., Dore, S., Rebmann, C., Moors, E.J., Grelle, A., Rannik, Ü., Morgenstern, K., Oltchev, S., Clement, R., Gudmundsson, J., Minerbi, S., Berbigier, P., Ibrom, A., Moncrieff, J., Aubinet, M., Bernhofer, C., Jensen, N.O., Vesala, T., Granier, A., Schulze, E.-D., Lindroth, A., Dolman, A.J., Jarvis, P.G., Ceulemans, R., Valentini, R (2001) Productivity overshadows temperature in determining soil and ecosystem respiration across European forests. *Global Change Biol* 7:269-278.
- Johnson, D.W (1990) Nitrogen retention in forest soils *J Environ Qual* 21:1-12.
- Lindroth, A., Grelle, A., Morén A.-S. (1998) Long-term measurement of boreal forest carbon balance reveal large temperature sensitivity. *Global Change Biol* 4:443-450.
- Liski, J. & Westman, C.J. (1995) Density of organic carbon in forest soils of Finland. 2. Size and regional patterns. *Biogeochemistry* 36:261-274.
- Lydersen, E. (1998) Humus and acidification. I: D.O. Hessen & L.J. Tranvik (eds) *Aquatic humic substances - ecology and biogeochemistry*. *Ecological Studies* 133:93-105.
- Lönnér, G., Danielsson, B.-O., Vikinge, B., Parikka, m., Hektor, B. and Nilsson, P.-O. 1998 *Kostnader och tillgänglighet för träddränslen på medellång sikt*. The Swedish University of Agricultural Sciences. *Development of Forest- Industry- Market Studies*. Report 51.
- Nadelhoffer, K.J., Raich, J.W. (1992) Fine roots, net primary production and soil nitrogen availability. A new hypothesis. *Ecology* 73:1139-1147.
- Nadelhoffer, KJ, Emmet, B.A., Gundersen, P., Kjonaas, O.J., Koopmans, C.J., Schleppi, P., Tietema, A., Wright, R.F. 2000. Nitrogen deposition makes a minor contribution to carbon sequestration in temperate forests. *Nature* 398:145-148.
- Skogstyrelsen 2000. *Skogliga konsekvensanalyser 1999*. Skogens möjligheter på 2000-talet. (*Forest Impact Assessment 1999*).
- Naturvårdsverket. 2005. Sweden's national inventory Report 2005. Submitted under the Framework Convention on Climate change.
- Nohrstedt, H.-Ö. (1993) Den svenska skogens kvävestatus. *Skogforsk Redogörelse nr 8*. 40 pp.
- Nykvist, N, Rosén, K. (1984) Effects of clear-felling and slash removal on the acidity of northern coniferous soils. *For Ecol Manage* 11:157-169.
- Näringsdepartementet 2004. Uppdrag rörande framtida användningen av bioenergi i Sverige..
- Pettersson, F. (1994) Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. *Skogforsk Report 3*. 56 pp. ISSN 1103-6648.

## Verdikjeder i skogsektoren

Raich, J.W., Potter, C.S. (1995) Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemical Cycles* 9, 23-36.

Sikström, U., Jacobson, S. (2002) Trädens tillväxt – fortfarande en fråga om kväve. *Skogforsk Resultat nr 2:1-4*.

Skogstyrelsen 2000. Skogliga konsekvensanalyser 1999. Skogens möjligheter på 2000-talet. (

Skogsstyrelsen. 2004. Skogsstatistisk årsbok 2004.

Stem. 2003. Energiläget i siffror.

SCB. 2005. Statistisk årsbok för Sverige 2005.

United Nations 2001. Conference of the parties on its svetnth session, held at Marrakedh from 29 October to 10 November 2001. Addendum Part Two: Action taken by the Conference of The parties. FCCC/CP/2001/13/Add.1 21 January 2002

United Nations. 2005.

[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_natcom/submitted\\_natcom/items/](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/items/)

Vägverket. 2002. The influence of the fuel on emissions from diesel engines in large off road machines. PU Report 45850/02 and PU40318/01

Valentini, R., Matteucci, G., Dolman, A.J., Schulze, E.-D., Rebmann, C., Moors, E.J., Granier, A., Gross, P., Jensen, N.O., Pilegaard, K., Lindroth, A., Grelle, A., Bernhofer, C., Grünwald, T., Aubinet, M., Ceulemans, R., Kowalski, A.S., Vesala, T., Rannik, Ü., Berbigier, P., Loustau, D., Gudmundsson, J., Thorgeirsson, H., Ibrom, A., Morgenstern, K., Clement, R., Moncrieff, J., Montagnani, L., Minerbi, S., Jarvis, P.G. (2000) Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature* 404:861-865.

## 6 Brugen af træ til energi i Danmark

**Bo Jellesmark Thorsen, Skov & Landskab**

### 6.1 Status

I de sidste tyve år er anvendelsen af træ til energi vokset betydeligt. Ifølge Energistyrelsens statistik blev der i Danmark i år 2002 anvendt træ svarende til 35 PJ, hvilket udgjorde ca. 4 % af landets samlede energiforbrug. Til sammenligning blev der anvendt halm svarende til ca. 15 PJ. Træ i form af brænde, flis og træpiller er således en vigtig del af den danske energiforsyning.

### 6.2 Produktionsforhold

Træ til energi produceres typisk i tre forskellige sammenhænge, i forskellige værdikæder, med forskellige økonomiske grundvilkår:

- Økonomisk mest tilgængelig er træindustriernes affaldstræ. Her er tale om en let tilgængelig ressource af ofte god brændselsmæssig kvalitet. Netop fordi den er billig, er det også affaldstræ fra træindustrier, som i disse år importeres til Danmark, ofte som træpiller fra de østeuropæiske lande, USA og Canada.
- Såfremt efterspørgslen og priserne på energitræ er store nok kan det betale sig at producere energitræ ved at hugge flis af tyndings- og hugstrestre. I dag fliser man i Danmark ofte de træer, der hugges ved 1. og 2. tynding i nåletræsbevoksninger, samt toppe og grene i forbindelse med afdrifter. Dette træflis er noget dyrere at producere end affaldsprodukter fra træindustriene, da udgifterne til fremstillingen her omfatter både flisning, udkørsel, lastbiltransport og evt. lagring. I Danmark er de aktuelle prisforhold sådan at der produceres en del træ til energi på denne måde.
- En endnu dyrere ressource at udnytte er træafgrøder dyrket alene med henblik på træ til energi. Udgifterne stiger yderligere her, fordi man udover høsten også skal betale for anlægget og plejen af afgrøden/bevoksningen samt jordens alternative anvendelse. Særlig den sidste omkostning kan være overordentlig stor fordi energiafgrøder af denne art ofte skal dyrkes på landbrugsjord med stor værdi i anden anvendelse. Kun hvis priserne på vedvarende energi stiger betragteligt, kan det betale sig at dyrke træ til energiformål.

For skovene ligger den økonomisk relevante og attraktive værdikæde-element især i muligheden for direkte energitræsproduktion i skoven – selvom udnyttelsen af affaldstræ i industrien selvfølgelig gavner prisniveauet på gavntre i øvrigt. Men når tidlige tyndinger kan afsættes til energitræ opnår skovejeren ikke alene et tidligt og ofte positivt cash-flow, hun opnår også en mulighed for forbedret kapitalpleje i forhold til den stående bevoksning.

Spørgsmålet er om der ligger en mulighed for at udvide produktionen af træ til energi gennem bedre udnyttelse af tidlige tyndinger, mindre dimensioner fra senere tyndinger og lignende. I en undersøgelse fra 2003 (Nord-Larsen og Heding 2003) præsenteres prognoser for mulige udbud fra de danske skove – alt afhængig af efterspørgsels, og dermed prisniveauet. Prognosen viser, at danske skove kan producere op mod 1,8 millioner kubikmeter energitræ per år til energiindustrien. Overvejende fra træressourcer, der i dag ikke udnyttes. Det nuværende årlige forbrug og produktionen udgør ”kun” cirka en million kubikmeter, så der er stadig en uudnyttet energiresource i de danske skove. Så om prisforholdene udvikler sig gunstigt for energitræet kan skovene her opleve en voksende værdiproduktion.

Med de nuværende pris, skatte og afgiftsforhold i Danmark er det ikke rentabelt at dyrke skov alene med henblik på produktion af energitræ. Det kræver enten betydelige prisstigninger eller at visse former for yderligere anvendelse af bioenergi favoriseres gennem fx. skatte- og afgiftssystemet. Et område, hvor teknologiske gennembrud måske kan skabe grobund for den ene eller begge disse faktorer er produktion flydende brændstof til fx biler.

### 6.3 Produktion af brændstof til transportsektoren

Allerede under anden verdenskrig brugte tyskerne træ og landbrugsafgrøder til produktion af sprit og generatorgas, som skulle afhjælpe manglen på brændstof. Processen med at nedbryde cellulose og hemicellulose til sukre og derefter gære dem til sprit har dog ikke hidtil været økonomisk rentable. Der er i disse år en stigende interesse for igen at udnytte biomasse i produktionen af flydende brændsel til biler. I Sverige tilsættes allerede 5 % sprit til benzin og 26. maj i år blev en pilotfabrik til fremstilling af sprit ud fra træ indviet i Örnsköldsvik. I Finland og Canada, som begge har en stor træindustri, foregår der også en intens forskning i at udnytte træ i spritproduktionen. I Danmark deltager *Skov & Landskab* bl.a. i et EU-projekt med energiselskabet Elsam som koordinator om at indføre spritproduktion på kraftvarmeværker. *Skov & Landskab's* arbejde er fokuseret på at optimere brugen af enzymer til at nedbryde cellulose og hemicellulose til de sukre, som efterfølgende skal forgæres. Overordnet set er processerne ens om det er træ, halm eller anden biomasse, som indgår i processen og den generelle viden, der genereres i projektet vil derfor gøre det muligt at udnytte skovprodukter som en kilde til brændstof.

Der forestår dog en betydelig teknologisk udviklingsopgave før denne produktionsform for alvor kan gøres så økonomisk rentabel – under de nuværende skatte- og afgiftsstrukturer – at egentlig produktion af træ målrettet alene til energi bliver rentabelt.

### 6.4 Brug for mere træ

Afslutningsvis er der grund til at pege på det paradoks, at Danmark med et meget lille skovareal – især i absolutte tal - faktisk bruger ganske meget træ til energi. Der forbruges så meget i energisektoren, at det yder et reelt bidrag i forhold til Danmarks Kyoto-forpligtelser. Årsagen er antageligt en god udnyttelse af egne ressourcer, et



## Verdikjeder i skogsektoren

afgiftssystem, der understøtter vedvarende energi, og en energisektor, der er parat til at opbygge en teknologisk udvikling baseret på den danske produktion, men også en stor og voksende import af træ til energi.

Forsætter denne udvikling og foretages nye teknologiske landvindinger vil træ til energi blive en større og stadig mere økonomisk betydende værdikæde for den danske skovsektor.

### **Referenser**

Nord-Larsen, T. og N. Heding, 2003: Træbrændselsressourcer fra danske skove. Prognose 2002. *Dansk Skovbrugs Tidsskrift*, 87, nr. 1, 1-72.

## 7 Vand i og fra skove

**Karsten Raulund-Rasmussen, Skov & Landskab**

### 7.1 Innledning

Vand i forbindelse med skove er af flere grunde kommet i fokus. Vand er således en meget vigtig faktor i forbindelse med skovøkosystemet funktion – væksten er direkte afhængig af og ofte begrænset af tilgængeligt vand, og megen biodiversitet er også direkte afhængig af frit vand. Det er de traditionelle grunde, men vand forbinder også økosystemer, f.eks. giver afstrømning fra et skovareal vand til vandløb og søer, eller til grundvandet. Derved kommer mængden af vand og kvaliteten af vandet til at spille en rolle, f.eks. i forbindelse med naturbeskyttelsestiltag og i forbindelse med udnyttelse af grundvand.

Sædvanligvis er kvaliteten af vand fra skove god og mængden af vand fra skove til tilgrænsende økosystemer er ofte også uproblematisk. Men der er en række situationer, såvel med hensyn til kvantitet som kvalitet, hvor det alligevel er nødvendigt at se nærmere på forhold omkring vandet. Således findes der f.eks. i Danmark og det sydlige Sverige ofte en nitratkoncentration betydeligt over det naturlige niveau, og i store dele af Skandinavien og Danmark en der forøget surhed i det vand, som forlader skovøkosystemet.

Vandrammedirektivet har som formål at beskytte vandressourcen såvel ud fra en naturbetragtning som ud fra en sikring af vandet om en udnyttbar ressource. Implementering af vandrammedirektivet vil blive en meget stor opgave.

I denne Case skitseres de forhold vedr. skovdrift som har betydning for mængden af vand som forlader skovøkosystemet og de forhold som har betydning for kvaliteten af det afstrømmende vand. Der er fokus på skovdriftens betydning for vandets kvantitet og kvalitet. Casen lægger op til økonomiske vurderinger.

### 7.2 Mængden af afstrømmende vand i relation til skovdrift

Sædvanligvis er der nedbørsoverskud i vores område. Det skyldes at tilførsel med nedbøren overstiger den fordampning der sker fra kronen (interceptionen), gennem bladene (transpirationen) og fra jordbunden. I løbet af vækstsæsonen er der ofte nedbørsunderskud, og plantevæksten må forsynes fra jordbundens lager af plantetilgængeligt vand. Overskydende nedbør føder vandløb og grundvandet. Mængden af overskydende nedbør er afhængig af træartsvalget. Således er interceptionen væsentlig større i nåletræskove end i løvtræskove. Nedbørsoverskuddet (eller nedsivningen) kan ikke måles direkte, men estimeres ved anvendelse af såkaldte vandbalancemodeller. Bastrup-Birk et al. (2003) har estimeret vandbalancer for en række skovøkosystemer og afgrødetyper. På nedbørsfattige lokaliteter er den relative betydning af træarterne større end på nedbørsrige.

## 7.3 Kvaliteten af vandet i relation til skovdrift

### 7.3.1 Nitrat

Sædvanligvis er indholdet af nitrat i det vand som forlader skovøkosystemet lavt. Grænsen for hvornår koncentrationen kan betegnes som lav er ikke absolut. Gundersen et al 200X foreslår et niveau på 2 mg nitrat-nitrogen, som værende det naturlige (lave) niveau, selvom der ofte i områder helt uden luftforurening måles væsentlig lavere koncentrationer (Hedin 1995). Hvis koncentrationen er højere end 10 mg nitrat-nitrogen betegner Gundersen et al. (200X) den som stærkt forøget, idet skovøkosystemet enten taber nitrat i stor mængde på grund af intern ubalance mellem nedbrydning og forbrug, eller også kan det ikke holde på nitrogen som der tilføres, først og fremmest som følge af luftforurening. Grænseværdien for nitrat i drikkevand ligger på 11.3 mg nitrat-nitrogen.

I Skandinavien ligger koncentrationen sædvanligvis i det naturlige (lave) niveau. I Danmark fandt Callesen et al (1999) i en omfattende monitoring at 70% af skovene lå i det naturlige niveau. 30% have altså forhøjet niveau og heraf havde 10% stærkt forøget niveau.

Den absolut væsentligste årsag til forøgelse er luftforurening med nitrogen-oxider og ammoniak (Gundersen et al. 200x). Skovdriften bidrager dog også. Således er det velkendt, at der i de første år efter en renaftdrift måles forhøjede koncentrationer. Der er dog tale om relativt få år inden koncentrationen igen når "normalt" niveau, og renaftdrifteffekten kan i nogen grad relateres til luftforureningen. Det er også velkendt, at koncentrationen af nitrat ofte er væsentligt forhøjet i forbindelse med dyrkning af træarter, som har evnen til sammen med symbiotisk levende mikroorganismer at binde luftens frie nitrogen. Rødel er et eksempel på en sådan træart som er udbredt i Norden.

### 7.3.2 Surhed og tungmetaller

Der sker i skovøkosystemet såvel syredannende som syreneutraliserende processer. De syredannende processer er naturlige og især knyttet til kulstofkredsløbet, eller antropogene, hvor især luftforurening og hugst af biomasse har betydning. De syreneutralisernde processer er først og fremmest knyttet til jordbundens forvitring. De syredannende processer er i det skandinaviske område sædvanligvis lidt hurtigere end de syreneutraliserende, hvorfor der sker en løbende forøgelse af jordbundens surhed og i sidste ende vil der udvaskes surhed fra skovøkosystemet. I forbindelse med øget surhed og faldende pH vil mobiliteten af en række problematiske metaller øges.

I Skandinavien har der først og fremmest være fokus på mobilisering af aluminium, som er giftigt for fisk og for de mennesker, som ikke kan "afgifte" aluminium. En del af den negative påvirkning af sur nedbør på skov og vand er knyttet til aluminium og fiskedød i elve og søer. I Danmark er der også i store dele af Jylland konstateret forhøjede koncentrationer af aluminium i grundvand. Cadmium er et andet metal som kan være et problem på grund af dets store giftighed. Ligesom aluminium mobiliseres det når pH

falder til under 4,5 –5. Problemet er formodentlig kun af betydning ved tilplantning med skov på tidligere agerjorde, idet disse ofte har et forhøjet indhold af cadmium, fordi fosforgødning tidligere indeholdt små mængder cadmium (Raulund-Rasmussen et al., 2003). Når pH falder som følge af de før omtalte syredannende processer i skovøkosystemet mobiliseres cadmium.

Skovdyrkning påvirker surheden og dermed mobilisering af uønskede metaller. Den vigtigste faktor er den forsuring, som sker som følge af hugst af biomasse. Effekten bliver særlig stor når grene og nåle også udnyttes, f.eks. til energi. Der er også en effekt af træartsvalget. Den skyldes, at der især under nåletræer dannes en del organiske syrer af relativ stor styrke. Dertil kommer, at der til nåletræer sker en større tilførsel af forsurende svovl- og nitrogenforbindelser end til løvtræer.

### 7.3.3 Naturlige toxiner

Mange planter, svampe og andre mikroorganismer producerer stoffer som er giftige overfor mennesker og dyr. Som eksempel på arter knyttet til skove kan nævnes thuja, som producerer giftstofferne thujon og thunaplicin, hvid anemose som producerer giftstoffet anemonin, og mangeløv som producerer glucocinoler. Den formodentlig mest alvorlige producent af giftige forbindelser er Alm. Ørnebregne, som producerer flere giftstoffer, hvoraf ptaquillosid er det mest toxiske (Rasmussen et al. 1993). Ptaquillosid er vandopløseligt og er årsag til forgiftning af kvæg og andre husdyr og det sættes også i forbindelse med flere kræftformer hos mennesker. Fornyeligt er det også konstateret, at choloroform syntetiseres under nedbrydning af organisk stof især i nåletræskove.

Rækken af naturlige toxiner er meget stor og der vil givetvis komme flere til i fremtiden. I mange situationer udgør de ikke noget problem for mennesker og tilgrænsende økosystemer – det er blot den måde naturen fungerer på. Men der også planter, f.eks. ørnebregnen og dens giftstof, hvor vi ved at den kan udgøre et problem. Forekomsten af ørnebregner i skove kan være meget massiv.

## 7.4 Vand og biodiversitet

Vand i skoven er en helt afgørende forudsætning for megen biodiversitet, som er knyttet til skovsamfundene. Høj vandstand skaber vådområder som søer, moser, skovsumpe, vandløb, og væld. Disse forhold skaber også en vigtig variation i skoven. Mange habitater og nøglebiotoper er således knyttet til skovens våde elementer. Skovdriften påvirker vandforholdene i skoven meget. Som tidligere nævnt spiller træartsvalget en stor betydning for nedbørsoverskuddet og dermed dannelsen af de våde biotoper. Den mest afgørende skovdriftsfaktor er dog den meget omfattende kunstige dræning (ditching) som der er sket i store dele af skovene i hele det nordiske område.

Rune (1997) har opgjort arealet med vådområder i Nordøstsjællandsske skove og fundet en nedgang fra 20% dækning med vådområder i begyndelsen af 1800-tallet til ca. 3% af arealet i dag. Han tilskriver årsagen hertil som værende en kombination af udgrøftning og et træartsskifte fra bøg til rødgran.

## 7.5 Effekter af udnyttelse af vand

Det er oplagt at der ligger et stort potentiale i at udnyttet grundvandet under skovene. Det skyldes først og fremmest at vandet under skovene er af en generel god kvalitet. Det sker allerede i et vist omfang i dag , men der er store uudnyttede muligheder. Grundvandssikring benyttes således ofte som begrundelse for skovrejsning.

Grundvandsudnyttelse påvirker formodentlig ikke direkte træers vækst og sundhed i hverken positiv eller negativ retning på veldrænede højbundslande. Derimod kan tilvæksttab på grundvandsnære sandlande nok forventes, men det er svært at generalisere for det modsatte kan nok også forventes. Det afgørende er dybden til grundvandet. På tørvelande er der mange eksempler på øget vækst som følge af kunstig dræning, men den øgede vækst følges ofte af øget stormfaldsfare. Der er flere eksempler på at udnyttelse af grundvand har medført en sænkning af grundvandsstanden svarende til en kunstig dræning.

Selv en beskeden grundvandssænkning vil kunne have en meget stor betydning for biodiversiteten. I første step sker der en direkte udtørring og derved ændres biotopen afgørende. I næste skridt vil en udtørring kunne bane vejen for en hurtig tilgroning med skyggegivende træarter.

## 7.6 Økonomi i forbindelse med vand

Vand er en afgørende forudsætning for skovøkosystemets funktion, men det er også klart at skovdriften påvirker en række forhold vedrørende kvantitet og kvaliteten af vandet. Der er også en helt afgørende effekt af vandet på skovens biodiversitet. Noget om hvilken form værdi der her er tale om. Værdien af biodiversitet og rent grundvand Sjur det må vi lige tale om.

Der ligger et stort potentiale i at udnyttet grundvandet under skovene. Ejendomsretten til grundvandet følger ikke den generelle ejendomsret. Alligevel vil udnyttelse være forbundet med en række økonomiske og juridiske problemstillinger. Fordi nogle tiltag forbedrer, mens andre forringer grundvandsproduktionen og -kvaliteten kan skovejeren tilbyde vandværket at undlade eller at ændre visse tiltag i vandindvindingsområdet. En række tiltag indebærer omkostninger for skovejeren ligesom det ikke kan udelukkes at der vil være negative konsekvenser for skoven. Det er derfor relevant at bringe en kompensation på tale.

### Referencer

Bastrup-Birk, A., Gundersen, P. & Hansen, K. 2003. Nedsivning til grundvand under skove. I: Grundvand fra skove – muligheder og problemer (eds. Raulund-Rasmussen og Hansen, K.) *Skovbrugsserien*, **34**, Hørsholm, Danmark, 122pp.

Callesen, I., Raulund-Rasmussen, K. Gundersen, P. & Stryhn H., 1999. Nitrate concentration in soil solution below Danish forests. *Forest Ecology and Management*, **114**, 71-82

Gundersen, P., Schmidt, I.K. & Raulund-Rasmussen, K. 200X. Leaching of nitrogen from temperate forests – effects of air pollution and forest management. *Environmental Reviews*. Submitted.

Hedin, L.O., Armesto, J.J. and Johnson, A.H., 1995 Patterns of nutrient loss from unpolluted, old-growth temperate forests: Evaluation of the biogeochemical theory. *Ecology* **76**, 493-509.

Rasmussen, L.H., Kroghsbo, S., Frisvad, J.C. and Hansen, H.C.B., 2003. Occurrence of the carcinogenic compound ptaquiloside in the soil environment. *Chemosphere*, **51**, 117-127.

Raulund-Rasmussen, K., Andersen, M.K. & Hansen, H.C.B. 2003, Forsuring og mobilisering af metaller, specielt cadmium ved skovrejsning. I: Grundvand fra skove – muligheder og problemer (eds. Raulund-Rasmussen og Hansen, K.) *Skovbrugsserien*, **34**, Hørsholm, Danmark, 122pp.

Rune, F., 1997. Decline of mires in four Danish state forests during the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century. *Forskningsserien*, 21, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm Danmark, 93pp.

## 8 Syntese

Vi er inne i en tid der de tradisjonelle primærnæringene er i ferd med å marginaliseres som inntektskilde for eierne. Dette er en naturlig konsekvens av utviklingen fra det arbeidsintensive vareproduserende agrarsamfunnet til det moderne kapitalintensive og tjenesteproduserende velstandssamfunnet. Økt globalisering medfører internasjonale avtaler og regelverk som forsterker denne utviklingen. Kapitalen er blitt hypermobil og internasjonal, mens arbeidskraften fortsatt er relativt immobil og lokal. I de fleste land strever derfor myndighetene med å legge til rette for alternative inntektskilder for den rurale befolkningen. Alternativ bruk av utmarksarealer er en av hovedkandidatene til denne rollen. Dette fordi disse arealene i hovedsak er eid av lokale grunneiere, og at de har potensiale til å tilby tjenester av høy kvalitet til en stadig rikere, friskere og mer fritidsorientert befolkning. I Norden dominerer skogen mye av utmarksarealene, og det meste av den er privateid. Det er derfor høyst relevant å sette hele verdiskapningen på skogarealene i fokus, trebaserte produkter så vel som utmarksbaserte tjenester, og ikke minst hvilket potensiale som kan foreligge.

Det er imidlertid ingen grunn til å avgrense fokuset til kun skogarealene. Mange av de godene som har sin opprinnelse i de nordiske skogene er deler av verdikjeder som kan strekke seg langt inn i videreførelse industri, eller helt til forbruker. I en helhetlig (holistisk) tilnærming vil man ta hele kjeden i betraktning, og strekke denne i passende vertikale og horisontale retninger. I denne sammenheng vil for eksempel potensialet for økt bruk av tre i husholdningene være høyst relevant.

Den blandede produksjonen av private og kollektive goder på skogarealene har både akademisk, politisk og praktisk interesse. Vitenskapsmenn fra ulike disipliner kappes om å definere multifunksjonalitet på sin egen måte (økonomene ser ut til å vinne), politikerne bruker multifunksjonalitet som en begrunnelse for å kunne opprettholde økonomisk støtte til bønder via WTOs grønne boks (særlig innenfor EU), og grunneiere forsøker så godt de kan å privatisere kollektive goder (via destinasjonsutvikling etc). Resultatet er et nærmest eksploderende antall nye aktiviteter på disse arealene. Dette er i seg selv en tilstrekkelig begrunnelse for å analysere situasjonen.

Tømmer er det mest typiske private godet produsert på skogarealene, og det dominerer fortsatt i økonomisk verdi. Det har derfor en særstilling. Nesten alle andre goder fra skogarealene er kollektive eller blandede goder. Dette innebærer at de er mer eller mindre delelige i samtidig forbruk (grad av rivalisering) og at man i større eller mindre grad kan forhindre andre fra å forbruke dem (grad av ekskluderbarhet). Disse to kriteriene er helt fundamentale for den som vil utvikle ny næring på skogarealene. Tradisjonelt har økonomer hatt en tendens til å definere godene på en statisk måte. For eksempel ville det ikke ha hensikt å markedsføre et rent kollektivt gode fordi man ikke kan utestenge andre fra å konsumere det allikevel. En noe nyere vinkling vil være å utvikle dette kollektive godet, og deretter ta seg betalt for dette. Et rent kollektivt gode som for eksempel uorganisert terrengsykling kan del-privatiseres ved å tilrettelegge forholdene. Man kan for eksempel bygge en parkeringsplass (med avgift), utbedre sykkelstiene og påse at de går innom et serveringssted der man tar godt betalt for serveringen. Videre kan man arrangere sykkelturner med deltakeravgift. Kanskje kan man t.o.m. ta en avgift for å sykle i løypa, og muligens kan man drive et

overnattingssted hvis løypa ligger langt fra folk og tilbyr sceneriske eller andre opplevelser. Poenget er at man utvikler et blandet gode fra det rene kollektive godet, at man bruker hele godet i markedsføringen, men tar betalt stort sett bare for den private delen. Dette kan kalles produktutvikling av kollektive eller blandede goder. Selv om for eksempel Allemannsretten åpner arealene for alle, slik at ingen kan ekskluderes, er dette ikke til hinder for å bruke kvaliteter fra naturen i markedsføringen av et blandet produkt.

Produktutviklingen behøver ikke privatiseres fullt ut for å skape inntekter. I sykkeleksemplet ovenfor vil alle avgifts-situasjonene definere klubbgodet, mens for eksempel overnatting vil være et privat gode. Jakt og fiske er kanskje de vanligste eksempler på blandede goder der man har en kollektiv rekreasjonsdel og en privat del basert på kjøttverdi eller liknende, og der man kan velge å privatisere fullt ut, eller å ende opp med et klubbgode.

Det er verdt å merke seg at bare fantasien setter grenser for hvor mange ulike produkter man kan utvikle i skoglige omgivelser. Det finnes hundrevis i de nordiske skogene allerede, og stadig flere kommer til. De aller fleste kan defineres som en eller annen form for skoglig turisme, og de er nært knyttet til rekreasjon. Det gjenstår imidlertid et enormt arbeid med å utvikle denne nye tilleggsnæringen. Med noen ganske få unntak er den foreløpig umoden og amatørmessig på mange områder, kanskje særlig mht produktutvikling og markedsføring. Fordi kundene ofte er betalingsdyktige og høyt utdannede mennesker med begrenset fritid søker de kvalitet ikke bare mht skoglige omgivelser, men på alle mulige serviceplan. Tilfeldig behandling av et kresent publikum ender sjelden i gjenkjøp.

I tillegg til de godene som faktisk markedsføres vil det alltid være en del kollektive goder som ikke markedsføres. Hva med disse? Produseres de i riktig omfang sett med samfunnets øyne, eller burde samfunnet oppmuntre til økt eller redusert produksjon av disse? Bør, for eksempel, skogeierne kompenseres for å skjøtte skoger som binder karbon, som produserer fornybar bioenergi, som hindrer flom og erosjon, som gir økt biodiversitet, som regulerer vann og forebygger flom, som gir rom for rekreasjon og som tar vare på historiske og vitenskapelige verdier? Bør de avgiftsbelegges for å skjøtte skogen slik at disse godene reduseres?

For å kunne svare på slike spørsmål må vi vite noe om de viktigste sammenhengene i skogøkosystemene. Hvordan henger produksjonen av de ulike godene sammen? Medfører økt virkesproduksjon økt eller redusert biodiversitet, hvordan påvirkes rekreasjonsaktivitetene, og hva har økt virkesproduksjon å si for vannhusholdning, kvaliteten (grad av forurensning) på avrenningsvann osv. Her gjenstår mye arbeid, også i et eventuelt hovedprosjekt.

Skulle vi finne viktige slike sammenhenger gjenstår utviklingen av styringssystemer for å påvirke produksjonen i samfunnsmessig ønsket retning, hvis en slik konsensus eller majoritet foreligger. Vi er da inne på banen for utvikling av policy-instrumenter. Det finnes metoder for verdsetting av ikke-markedsgoder, mer eller mindre treffsikre, men de fleste dog bedre enn rent skjønne. Det finnes også markedslignende instrumenter som kan implementeres og påvirke systemet til å produsere kollektive goder i ønsket retning.



## Verdikjeder i skogsektoren

Også i treindustrien, som i hovedsak baserer seg på det private godet tømmer, er det behov for forbedringer. Sett fra et samfunnsmessig ståsted vil det være behov for å utvikle helhetlige metoder og systemer for å kunne analysere økonomiske, miljømessige og sosiale effekter og konsekvenser av de mer industrielle verdikjedene i skogsektoren. Slik informasjon vil være viktig i en eventuell argumentasjon for å øke bruken av trebaserte produkter. Metodene bør være holistiske og dekke større systemer av verdikjeder. Dette fordi de ulike verdikjedene henger sammen på ulike måter. En liknende type systemer bør utvikles for å styrke både fleksibilitet, samt horisontal og vertikal integrasjon i trelastindustrien. Informasjon om sluttbrukernes preferanser må i større grad kunne brukes til materialstyring og produksjonsplanlegging gjennom hele verdikjeden – fra sluttforbruker til stubbe. Dette vil også kunne åpne for økt sporbarhet, og dermed mer informasjon til sluttbruker.

Det er trolig mye å vinne på å utvikle mer homogene treprodukter. Større variasjoner i trevirkets egenskaper medfører nødvendigvis overdimensjonerte marginer for å kunne møte krav til styrke.

Det meste av trelasten går som konstruksjonsvirke, og i mange land ender det meste av dette opp i husbygging. Selv om elementhus etter hvert er blitt mer vanlig, er husbygging fremdeles i stor grad en arbeidsintensiv og manuell aktivitet. Skal man øke treforbruket er en mulig vei å øke trehusenes konkurransekraft ved å utvikle logistikk, produksjon, prefabrikkering med mer, dvs å fokusere på hele verdikjeden.

I skogpolitisk og klimapolitisk sammenheng står skogens potensiale til å binde karbon, samt bruk av bioenergi sentralt. Nordiske skoger binder mye karbon. Å øke dette vil kunne ha utilsiktede effekter ved at kjemiske og biologiske egenskaper i marken påvirkes. Dette kan være i konflikt med andre uttrykte miljømål.

Bioenergi er viktig i klimasammenheng, særlig hvis den erstatter fossile energikilder. Man skal imidlertid merke seg at markanvendelsen og dennes effekt på produksjonen kan være vel så viktig mht å nå klimamålene. I denne sammenhengen bør for eksempel omdisponering av mark fra jord- til skogbruksformål belyses.

Bruk av bioenergi vil til syvende og sist være svært avhengig av prisen på substitutter. Det har imidlertid en konkurransefordel i at myndighetene tenderer til å definere bioenergi som et høyverdig gode, og er derfor beredt til å subsidiere det i forhold til ikke-fornybar energi. I den sammenheng er det en interessant utvikling at biodrivstoff synes å vokse fram.

## 9 Konklusjon og anbefaling

Mandatet for den foreliggende forutredningen har vært å

- Vise hvordan nye private, kollektive og blandede goder kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder
- Vise hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere kollektive goder
- Illustrere potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter
- Vise hvordan bruk av bioenergi kan utgjøre et element i klimasammenheng

Det er ikke utført egen forskning på prosjektet, og metodikken har vært hva man kanskje kan kalle kvasi-vitenskapelig. Det er derfor vi legger vekt på å kalle prosjektet en utredning. Fordi den er tenkt å inngå som en del av et beslutningsgrunnlag for hvorvidt et eget hovedprosjekt bør igangsettes, har vi også valgt å kalle utredningen for en forutredning.

Det er svært betimelig å reise de spørsmål som ligger indirekte i mandatet. Utviklingen på globalt, europeisk, nordisk så vel som nasjonale nivåer dreies i stadig større grad mot økt utnyttelse og eventuell markedsføring av det som i dag er kollektive goder på utmarksarealene. Dette dreier seg i høy grad om utmarksturisme og andre ulike former for rekreasjon, men også om goder som binding av karbondioksid, erosjonsforebygging, vannhusholdning med mer. Intensivert produksjon av slike goder medfører nye utfordringer som må løses. Skal skogeieren kompenseres for økt produksjon av slike goder, og i så fall hvordan? Finnes det instrumenter som kan påvirke produksjonen av slike goder? Kan de markedsføres på tradisjonelt eller annet vis? Hvordan ser verdikjedene ut for slike goder? Hvordan kan økt bruk av bioenergi utgjøre et element i klimasammenheng, og hvordan vil dette henge sammen med karbonbindingen? Dessuten, hva må til hvis vi ønsker å øke anvendelsen av tre?

I utredningen har vi skissert en liste med goder som ikke er uttømmende, men som allikevel gjenspeiler utmarksaktiviteter på en ganske realistisk måte. Vi omtaler hvert enkelt gode, indikerer hvordan godene kan klassifiseres, og hva slags markeder de eventuelt kan omsettes på, dvs hvilke verdikjeder de tilhører. Det viser seg at de aller fleste godene er såkalte blandede goder, dvs goder som inneholder en privat og en kollektiv del. Selv om den ene delen er kollektiv, vil den private delen kunne videreutvikles til å generere inntekter. Også den kollektive, som ofte danner rammen rundt den private delen, vil kunne brukes i markedsføringen, og er således også et element i verdikjeden..

Vi kan trygt konkludere med at omfanget av slike aktiviteter øker nærmest eksplosivt, mens vår viten om hvor mye inntekter og sysselsetting som genereres, hvilke konsekvenser dette har for biodiversitet, hvilke brukskonflikter som oppstår etc er nærmest fraværende. Det tradisjonelle skogbruket opplever at både myndighetenes og befolkningens fokus dreies fra virkesleveranser mot alternativ (oftest aktivitetsorientert, men også vern) bruk av utmark. Sett sammen med at virkesinntektene er i ferd med å marginaliseres er dette en utvikling som krever økt oppmerksomhet. Selv om skogbruket i de nordiske land varierer en del i intensitet og type, er dette en utvikling som har nordisk relevans. Problemstillingene er relevante også i andre EU-land, men for

de fleste lands vedkommende med en annen vektning av de ulike aktivitetene, for eksempel virkesproduksjon vs rekreasjon. Med lav befolkningstetthet danner de nordiske land, og da kanskje særlig Finland, Norge og Sverige, et eget case i europeisk skogbruk.

Er disse problemstillingene forskbare? Svaret er et betinget ja. Man kan ikke ha som ambisjon for eksempel å kartlegge fullstendig hvordan produksjonen av alle ulike goder på skogsarealene henger sammen, for her gjenstår det mye arbeid, men man kan allikevel sortere de vesentligste fra de mindre vesentlige. Dermed er man allerede et stykke på vei. Verdsettingsmetoder har vi flere av, og de vil iallfall kunne bidra til å definere nivåer, om ikke direkte punkt-estimer. All slik informasjon vil være nyttig. Noe foreligger nok allerede, men ikke i en sammenstillet form egnet for vårt formål.

Med økt kjennskap til slike sammenhenger kan man også danne seg oppfatninger om hvilken retning samfunnet ønsker at utviklingen skal gå. Dette kan for eksempel gjelde generering av inntekter i rurale områder; hvilke utmarksaktiviteter (blandede goder) kan og bør markedsføres på de enkelte lokaliteter? Hva med konflikter mellom vern og bruk, finnes det optimale avveininger? Skal man subsidiere en skogskjøtsel som øker karbonbindingen? Skal man subsidiere bioenergibruk og vannhusholdning, og i så fall med hvor mye? Kan man avgiftsbelegge biodiversitetsforringelse, og i så fall med hvor mye? Dette er en type policy-relaterte problemstillinger der man vil kunne komme et stykke videre i et eventuelt hovedprosjekt. En forutsetning for å gjøre det på nordisk nivå må være at problemstillingene har en nordisk dimensjon. Det har de.

En nordisk dimensjon vil det også være å fokusere på økt anvendelse av tre. Norden er en stor eksportør av tre- og fiberbaserte produkter. Dette er i og for seg en oppgave som muligens kan oppfattes som noe frakoblet arealanvendelsen beskrevet ovenfor. Ikke desto mindre er videreføringen av trebaserte produkter helt sentral i skogsektorens verdikjeder. En viss parallellitet kan også påvises idet vi foreslår å utvikle mer helhetlige metoder og systemer for å kunne analysere økonomiske, så vel som miljømessige og sosiale effekter og konsekvenser av de mer industrielle verdikjedene. Sammenhengen vil også være helt klar for eksempel for økt bruk av bioenergi, og for karbonbinding hvis man tar livsløpsanalyser i betraktning.

Basert på syntesen i kapittel 7 og konklusjonen ovenfor anbefaler vi at et hovedprosjekt gangsettes. Vi ser for oss en tredeling av prosjektet:

### **I. Utmarksbasert næringsutvikling**

For utmarksutviklingen anbefaler vi et fokus mot de blendede godene som kan videreutvikles og markedsføres. Det er disse som i første rekke vil kunne bidra med sysselsetting og inntekt i rurale områder. Prinsipper for utvikling og organisering av produkter og markeder, policy-utvikling og kompensasjonsordninger kan være aktuelle temaer. Kollektive goder som ikke kan markedsføres, for eksempel erosjonsforebygging og vannhusholdning hører også til utmarka. Vi foreslår at disse tas inn i denne første delen med hensyn til hvordan offentlig aksjon eller kompensasjon kan utføres.

## **II. Karbon og klima**

Bioenergi og karbonbinding i klimapolitisk sammenheng danner en naturlig enhet. Vi foreslår disse som del to av et hovedprosjekt.

## **III Økt bruk av trebaserte produkter**

De siste delen vil dreie seg om utvikling av helhetlige metoder og systemer for å kunne analysere økonomiske, så vel som miljømessige og sosiale effekter og konsekvenser av de mer industrielle trebaserte verdikjedene. Utvikling av mer homogene treprodukter, samt produktutvikling mht å øke trehusenes konkurransekraft.

## **Utkast**

utarbeidet av SB 14 mars 2005

### **Prosjektbeskrivelse/arbeidsplan for SNS-forprosjektet**

## **Verdikjeder i skogbruket**

### **1 Bakgrunn og innledning**

Nordisk Ministerråd ønsker i AKUREYRI-deklarasjonen av 13/8/2004 å følge opp internasjonale konvensjoner mht miljø (WSSD, CBD, UNFFCCC), Kyotoprotokollen og miljødelen av Ministerkonferansene for beskyttelse av Europas skoger (MCPFE), spesielt H4 (Strategies for a Process of Long-Term Adaptation of Forests in Europe to Climate Change) og W5 (Climate Change and Sustainable Forest Management in Europe)).

Ministerrådet ønsker å styrke det nordiske samarbeidet mht skogbrukets framtidige muligheter, og oppfordrer til å avholde en konferanse om disse temaene under det danske formannskapet 2005.02.28

Ministrene møtte samme dag nordiske skogorganisasjoner i en workshop der det ble uttrykt ønske om at det gjennomføres et forprosjekt med tema "nye faktorer i skogsektorens verdikjede".

Selv om referatet fra workshopen ikke er identisk med Ministrenes deklarasjon, synes det å være en stor grad av samstemmighet. Dog virker deklarasjonen noe mer fokusert mot klimautfordringene (økt beskogning, klimaendringers effekter på skogproduksjonen, skogens mulige rolle som stabilisator for ekstreme værphenomen, og bedre tilpasning av skogsdrift, økonomi og biologisk mangfold).

Verdikjedesaken ble også drøftet i møte mellom NEJS og SNS 3/11/2004, og SNS vedtok i styremøte 18/11/2004 å avsette 250 000 til et forprosjekt/utredning.

SNS-sekretariatet viser til drøftingen på Akureyrimøtet mht til mandat for forprosjektet.

Private goder (biobrensel) nevnes i referatet fra workshopen. Det gjør også kollektive goder (rekreasjon, biodiversitet), og hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere disse. Også blandede goder er nevnt (jakt). Det uttrykkes (1) et ønske om å undersøke hvordan disse elementene kan integreres i verdikjeden. Et annet (2) uttrykt ønske er å øke anvendelsen av tre og treprodukter. Endelig skal forprosjektet (3) se bruk av bioenergi i lys av klimapolitikken (karbonbinding).

SNS trekker også inn bynært skogbruk og utnyttelse av utmark. Dette må oppfattes som en del av pkt (1), dvs elementer som skal integreres i verdikjeden. Videre overlater SNS til utredningsgruppen å avklare hva som er hensiktsmessig oppdeling av elementer i verdikjeden.

## 2 Målsettinger og forventede resultater

Etter vår tolkning av mandatet kan følgende målsettinger listes opp

- vise hvordan nye private, kollektive og blandede goder kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder
- vise hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere kollektive goder
- illustrere potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter
- vise hvordan bruk av bioenergi kan utgjøre et element i klimasammenheng

Forventet resultat er en endelig rapport pr 15. mai som omhandler de ovennevnte tema i en nordisk sammenheng, og som skal kunne utgjøre en beslutningsstøtte med hensyn til hvorvidt et hovedprosjekt bør settes i gang.

## 3 Prosjektstruktur, planlegging og tidsplan

*Tabell 1. Liste over arbeidsoppgaver*

Arbeidsoppgave nr	Tittel	Ansvarlig institusjon	Deltagende institusjoner
1	Inkludering av nye private, kollektive og blandede goder i skogsektorens verdikjeder	KVL (UMB?)	KVL, Skogforsk, VTT, UMB
2	Kompensering av skogeiere for leveranse av kollektive og blandede goder	UMB (KVL?)	KVL, UMB
3	Potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter	VTT	VTT
4	Bruk av bioenergi i klimasammenheng	Skogforsk	Skogforsk
5	Prosjektledelse og koordinasjon	UMB	KVL, Skogforsk, VTT, UMB

*Tabell 2. Leveranseliste*

Leveranse nr	Tittel	Ansvarlig institusjon	Deltagende institusjoner	Frist
1	Foreløpig rapport	UMB	Alle	15. mai 2005
2	Endelig rapport	UMB	Alle	15. juni 2005

### 3.1 Beskrivelse av arbeidsoppgavene

#### **Arbeidsoppgave 1**

*Tittel:* Inkludering av nye private, kollektive og blandede goder i skogsektorens verdikjeder

*Ansvarlig institusjon:* KVL (UMB?)

*Deltagende institusjoner:* KVL, Skogforsk, VTT, UMB

#### **Målsetting**

Vise hvordan nye private, kollektive og blandede goder kan inkorporeres i skogsektorens verdikjeder

#### **Metode**

Definere verdikjedekonseptet (Porter 1980), og vurdere hvorvidt dette er et egnet begrep på sektornivå. Identifisere relevante verdikjeder, og foreta en inventering av status i de nordiske land. Alle partnere deltar i inventeringen, KVL koordinerer og sammenstiller (en enkel komparative analyse/betraktning?). Merk at også biodiversitet er nevnt eksplisitt som et kollektivt gode. Bynært skogbruk, utmarksutnyttelse og rekreasjon er nevnt i brev fra SNS.

#### **Leveranser**

Et kort notat som input til hovedrapport.

#### **Arbeidsoppgave 2**

*Tittel:* Kompensering av skogeiere for leveranse av kollektive og blandede goder

*Ansvarlig institusjon:* UMB (KVL?)

*Deltagende institusjoner:* KVL, UMB

#### **Målsetting**

Vise hvordan skogeieren kan kompenseres for å levere kollektive goder

#### **Metode**

Definere ulike typer goder. Identifisere kollektive og blandede goder innenfor nordiske skoger og nordisk skogbruk i vid forstand. Diskutere kompensasjonsbegrepet, og illustrere hvordan kompensasjon eventuelt kan innføres.

#### **Leveranser**

Et kort notat som input til hovedrapport.

### **Arbeidsoppgave 3**

*Tittel:* Potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter

*Ansvarlig institusjon:* VTT

*Deltagende institusjoner:* VTT

#### **Målsetting**

Illustrere potensialet for økt anvendelse av tre og treprodukter

#### **Metode**

Blant annet fordi de er basert på fornybart råstoff bør treprodukter være samfunnsøkonomisk konkurransedyktige relativt til alternative produkter basert på ikke-fornybare materialer (betong, aluminium, plast etc). Så langt synes konkurransekraften allikevel ikke å være så god som ønskelig. Skal anvendelsen av treprodukter økes relativt til substituttmaterialene må årsakene til manglende konkurransekraft identifiseres. Det bør undersøkes hvorvidt trebaserte produkter faktisk er mer samfunnsmessig ønskelig (fornybart (livsløp), energiekstensiv produksjon), og hvorvidt dette danner grunnlag for intervensjon i markedet. Endelig bør det skisseres hvordan produktutvikling, nye foredlingsmetoder (og distribusjon?) kan tenkes å øke bruken av trebaserte produkter.

#### **Leveranser**

Et kort notat som input til hovedrapport.

### **Arbeidsoppgave 4**

*Tittel:* Bruk av bioenergi i klimasammenheng

*Ansvarlig institusjon:* Skogforsk

*Deltagende institusjoner:* Skogforsk

#### **Målsetting**

Vise hvordan bruk av bioenergi kan utgjøre et element i klimasammenheng

#### **Metode**

Økt beskogning kan ha en positiv klimaeffekt ved økt karbonbinding i skog. I forprosjektet bør det gjøres et grovt estimat på hvilket potensiale som foreligger i nordiske skoger. Kyoto-protokollens bestemmelser bør klargjøres. Samtidig bør andre potensielle effekter av økt beskogning, positive så vel som negative, identifiseres. En del info kan trolig hentes fra prosjektet AFFORNORD.

#### **Leveranser**

Et kort notat som input til hovedrapport.



### **Arbeidsoppgave 5**

*Tittel:* Prosjektledelse og koordinasjon

*Ansvarlig institusjon:* UMB

*Deltagende institusjoner:* UMB

#### **Målsetting**

Lede og grovplanlegge prosjektet, koordinere arbeidet og rapportere.

#### **Metode**

Pga ekstremt lite budsjett og tidsnød må ledelse, planlegging og koordinasjon reduseres til det absolutt mest nødvendige. Budsjettet tillater ikke møter annet enn eventuelt pr telefon. Epost og bilaterale telefonsamtaler vil være viktigste kommunikasjonsverktøy.

UMB skal initiere prosjektet ved å kontakte de øvrige partnere. Deretter foreslå en grov plan med arbeidsfordeling og budsjett. Etter at tilbakemelding er mottatt tas kommentarer hensyn til ved utarbeidelse av en revidert og endelig omforent arbeidsplan.

Detaljert tidsplan er ikke nødvendig da tidsnøden forenkler det hele til at de foreløpige rapportene fra arbeidsoppgave 1-4 skal være UMB i hende pr 10. mai, slik at foreløpig rapport kan sammenstilles til 15. mai.

Basert på input fra institusjoner ansvarlige for respektive arbeidsoppgaver (1-4) skal en foreløpig rapport på maksimum 60-70 sider samskrives før 15. mai 2005.03.

#### **Leveranser**

Foreløpig rapport pr 15 mai 2005, og endelig rapport pr 15. juni 2005. Skrives på dansk/norsk/svensk.

### **3.2 Budsjett, NOK**

<b>Institusjon</b>	<b>Budsjett</b>
KVL	40000
Skogforsk	40000
UMB	40000
UMB Koordinasjon	40000
VTT	40000