

Rapport 2008-127

**Virkemidler for  
andregenerasjons  
biodrivstoff**



# **Virkemidler for andregenerasjons biodrivstoff**

Utarbeidet for  
Statens forurensingstilsyn



## **Innhold:**

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....	1
1 ANDREGENERASJONS BIODRIVSTOFF – ET TILTAK FOR Å REDUSERE KLIMAUTSLIPP FRA EN VOKSENDE TRANSPORTSEKTOR.....	9
1.1 Biodrivstoff og andregenerasjons biodrivstoff .....	9
1.2 Driverne bak utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff.....	13
2 INDUSTRIELL STATUS FOR ANDREGENERASJONS BIODRIVSTOFF....	15
2.1 De mest aktuelle teknologier for fremstilling av andregenerasjons biodrivstoff .....	15
2.1.1 BtL (biomass to liquid) .....	15
2.1.2 Celluloseetanol.....	16
2.2 Teknologiens utviklingsstadium .....	17
2.2.1 Lab-, pilot- og demoanlegg.....	18
2.2.2 Kommersielle anlegg .....	19
2.3 Marked .....	20
2.3.1 Potensielle råvarevolum og produksjonsvolum.....	20
2.3.2 Estimerte kostnader ved produksjon av andregenerasjons biodrivstoff i kommersiell skala.....	25
3 DAGENS MÅLSETTINGER OG VIRKEMIDLER FOR ANDREGENERASJONS BIODRIVSTOFF.....	31
3.1 Internasjonale avtaler og forpliktelser .....	31
3.1.1 Biodrivstoff i EU-sammenheng .....	32
3.2 Nasjonale målsettinger og virkemidler direkte rettet mot biodrivstoff.....	36
3.2.1 Norge .....	36
3.2.2 Canada .....	39
3.2.3 Danmark.....	40
3.2.4 Finland .....	41
3.2.5 Storbritannia.....	42
3.2.6 Sverige .....	43
3.2.7 Tyskland.....	44
3.2.8 USA .....	46
4 VIRKEMIDLER FOR Å STØTTE FORNYBAR ENERGI .....	51
4.1 Hvorfor sette inn virkemidler?.....	51
4.2 Typer av virkemidler .....	51
4.2.1 Reguleringer.....	51
4.2.2 Administrative barrierer.....	52
4.2.3 Finansielle virkemidler .....	52
4.3 Teknologiens modenhet har betydning for valg av virkemiddel .....	52
4.4 Støttesystemer for fornybar kraft.....	53
4.5 Mulige virkemidler for andregenerasjon biodrivstoff .....	54
4.6 Kriterier for valg av virkemidler.....	58
5 VURDERING OG ANBEFALING FOR BRUK AV VIRKEMIDLER.....	61
LITTERATUR.....	65

VEDLEGG 1 ANTAKELSER, BEGREPER OG DEFINISJONER .....	67
VEDLEGG 2 INTERVJU MED ANDREGENERASJONSBEDRIFTER I UTLANDET .....	71
VEDLEGG 3 INTERVJU MED ANDREGENERASJONSBEDRIFTER I NORGE...	81

## Sammendrag og konklusjoner

### Resymé

*Utvikling av andregenerasjons biodrivstoff kan bidra til å redusere deler av klimagassutslippene fra transportsektoren, ved å erstatte dagens bruk av fossil bensin eller diesel. Andregenerasjons biodrivstoff er enda på et tidlig utviklingsstadium når det gjelder både teknologi og kommersialisering. Dersom myndighetene ønsker å bidra til økt produksjon av andregenerasjons biodrivstoff, må virkemiddelbruken tilpasses modenheten og rettes direkte mot aktører av betydning for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. De mest aktuelle virkemidler ved dagens modenhetsnivå er blant annet økt FoU-innsats, lånegarantier eller investeringstilskudd. Når teknologien modnes er det mer aktuelt å trekke inn andre virkemidler som for eksempel driftstilskudd eller skreddersøm av omsetningspåbudet om biodrivstoff. Det er av stor betydning at virkemidler innrettes på en slik måte at de bidrar til gode rammebetingelser for lønnsomme investeringer ved å være enkle, stabile, langsiktige og forutsigbare.*

### Bakgrunn og problemstilling

Utslippene av klimagasser fra vegtrafikk var i 2006 på ca. 10 mill. tonn og utgjør ca. 18 prosent av de totale nasjonale klimagassutslippene. Ifølge klimameldingen har norske myndigheter en målsetting om å redusere utslippene fra transport med mellom 2,5 og 4 mill. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2020. På grunn av en forventet økning i transportmengden, vil utslippene fra vegtrafikken øke til ca. 13,6 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020 dersom det ikke gjennomføres ytterligere tiltak.

I dette prosjektet har vi sett nærmere på én av teknologiene som kan bidra til reduserte utslipp av klimagasser fra transportsektoren de kommende årene; andregenerasjons biodrivstoff. Problemstillingen som drøftes i rapporten er:

*Hvilke barrierer hindrer produksjon av andregenerasjons biodrivstoff i Norge og hvilke rammebetingelser er nødvendige for å øke produksjonen av slikt biodrivstoff i Norge i årene fremover?*

### Sammendrag og konklusjoner

Biodrivstoff er drivstoff framstilt av biologisk materiale. Biodrivstoff er i hovedsak enten bioetanol (bensinerstatning) eller biodiesel. Førstegenerasjons bioetanol lages ved konvensjonell gjæring og destillasjon av sukker og stivelse. Andregenerasjons biodrivstoff kan i utgangspunktet lages fra enhver biomassekilde. Andregenerasjons biodrivstoff basert på lignocellulose har et større potensial for norsk produksjon ved at produksjonen kan baseres på trevirke og annet avfall fra skogbruk og landbruk. Trevirke utgjør den desidert største ledige biomasseressursen i Norge. Utfordringen er at produksjonsprosessene er teknologisk sett langt mer avanserte enn for førstegenerasjon og dermed dyrere.

#### *Økt klimanytte med andregenerasjons biodiesel*

Bruk av biodrivstoff bidrar i prinsippet ikke til å øke konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren, hvilket er en viktig motivasjon for å satse på biodrivstoff. Produksjon av biodrivstoff medfører imidlertid utslipp av klimagasser, noe som reduserer netto klima-

nytte av å erstatte fossile drivstoff med biodrivstoff. Et ønske om å øke netto klimanytte for bruk av biodrivstoff blir regnet som en viktig motivasjon for å utvikle produksjon av andregenerasjons biodrivstoff basert på trevirke, halm og annet avfall fra landbruket. Det er usikkert om det vil gi en stor klimagevinst å gå fra første- til andregenerasjons bioetanol, men for biodiesel er det en klar økning i netto klimanytte ved å gå over til andregenerasjon biodiesel, såkalt FT-biodiesel.

#### *Vi fokuserer på to hovedprosesser for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff*

Vi fokuserer på BtL (biomass to liquid) for produksjon av syntetisk biodiesel også kalt FT-biodiesel, og fremstilling av celluloseetanol.

BtL innebærer at biomasse omformes til flytende energibærere ved hjelp av varme, trykk og kjemiske prosesser. Prosessen kalles derfor termokjemisk konvertering. Sluttproduktet kan være syntetisk biodiesel, etanol eller metangass. Vi har i denne analysen fokusert mest på produksjon av syntetisk biodiesel også kalt FT-biodiesel. For produksjon av syntetisk biodiesel er de fleste delprosessene allerede i kommersiell bruk til andre eller liknende formål. Videre FoU-behov innen BtL er det delte meninger om; fra de som mener at det gjenstår betydelig utviklingsarbeid for flere av delprosessene, til andre aktører som mener at omfattende FoU over mange år har frembrakt egnede prosesser og at utfordringen nå primært handler om å oppskalering og integrasjon av tilgjengelige teknologier.

Ved fremstilling av celluloseetanol er mange av delprosessene allerede kommersielt tilgjengelig, men det er fortsatt et utviklingsbehov i for eksempel nedbrytningsprosessen av biomasse og i økt energieffektivitet i prosesser for å destillere og tørke etanol. Forretningsmodeller for integrert produksjon av celluloseetanol i såkalte bioraffinerier, er også utviklet.

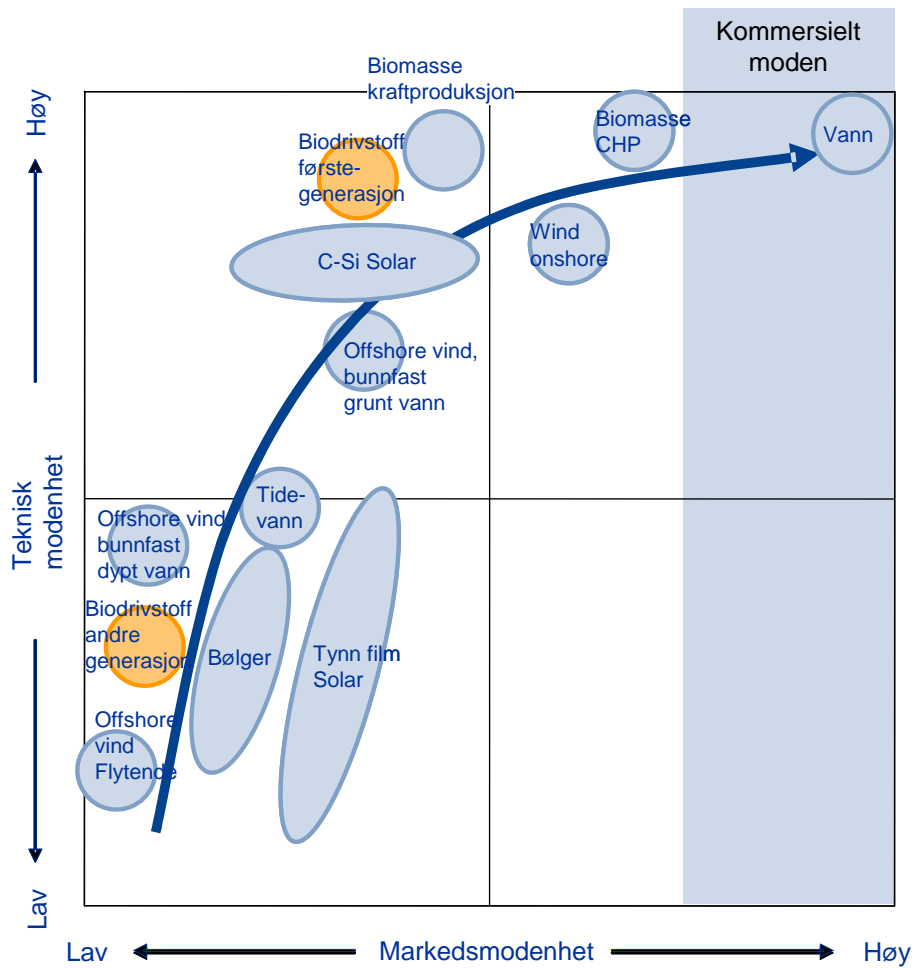
Foreløpig finnes det ikke noen produksjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i fullverdig kommersiell størrelse. De største anleggene er på demonstrasjonsanleggsstørrelse. Verdens største demonstrasjonsanlegg er Chorens Beta, hvor det produseres syntetisk biodiesel basert på halm og trevirke. Anlegget, som nettopp er satt i drift, har kostet nesten en milliard kroner og har en årskapasitet på 16,5 mill. liter drivstoff.

Blant de selskapene som vi har vært i kontakt med antas årskapasitet for kommersielle anlegg basert på råvarene trevirke, halm og andre former for lignocellulose å ligge i størrelsesorden 100 til 250 mill. liter, med en investeringskostnad på tre til syv milliarder kroner. Dette er anlegg bygget for å prosessere trevirke, halm og andre former for lignocellulose.

#### *Teknologisk modenhet for andregenerasjons biodrivstoff*

I figur A illustrerer vi biodrivstoffets modenhet, teknologisk og kommersielt, i forhold til andre fornybare energiteknologier. Utviklingen illustreres langs en linje som kan tolkes som en lærekurve. Langs slike lærekurver kan teknologiene bevege seg frem mot teknologisk og kommersiell modenhet. Det er imidlertid ingen garanti for at teknologier noen sinne kommer opp på et høyt modenhetsnivå. Andregenerasjons biodrivstoff finner vi langt nede på modenhetsskalaen, sammen med andre umodne teknologier som offshore vindkraft på dypt vann og bølgekraft.

Figur A Illustrasjon av ulike fornybare energi teknologiers modenhet



Kilde: Econ Pöyry

### Kostnader for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff

Kostnadene for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff er knyttet til investeringskostnader for bygging av anlegget, kostnader for råvarer til produksjon og drifts- og vedlikeholdskostnader. Siden det foreløpig ikke er bygget produksjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i full kommersiell skala, vil det være knyttet betydelig usikkerhet til kostnadsanslagene.

Tabell A oppsummerer hvordan kostnadene for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff i kommersielle anlegg kan se ut.



*Tabell A Anslag på kostnader for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff*

		<i>FT-biodiesel</i>	<i>Bioetanol</i>
Kapitalkostnad	Kroner/liter	2,9 – 3,6	3,4 – 4,2
Råvarekostnad	Kroner/liter	3,2 – 4,7	3,7 – 5,2
Drift og vedlikehold (20 prosent av kapital- og råvarekostnader)	Kroner/liter	1,2 – 1,8	1,4 – 2,1
<b>Totale kostnader</b>	Kroner/liter	<b>7,4 – 10,0</b>	<b>8,5 – 11,3</b>
<b>Totale kostnader</b>	Øre/kWh	<b>80 - 105</b>	<b>140 - 185</b>

Kostnadene kan reduseres ved at anleggene har mulighet for å få inntekter fra salg av biprodukter fra produksjonen. Dette er det ikke tatt hensyn til i tabell A.

*Utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff er i stor grad drevet frem av politiske målsettinger*

I likhet med utviklingen av de fleste andre fornybare energikilder, er også utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff i hovedsak drevet frem av politiske målsettinger, primært rettet mot klima og miljø.

I EU er målene for biodrivstoff og andregenerasjons biodrivstoff i første rekke knyttet til formuleringer i forslaget til direktiv for fornybar energi om 10 prosent fornybar energi i transportsektoren innen 2020. I Fornybardirektivet kan det også komme inn formuleringer om at en andel av den fornybare andelen i energi i transportsektoren må være oppfylt ved bruk av fornybar elektrisitet, hydrogen og "non-food and feed competing" biodrivstoff, deriblant fra andregenerasjons biodrivstoff. En forventet endring i EUs drivstoffdirektiv vil i tillegg kreve at netto CO<sub>2</sub>-utslipp utslipp fra drivstoff reduseres med en prosent for hvert år fram til 2020. Dette forslaget vil trekke i retning av spesielt andregenerasjons biodiesel, som har høyere klimanytte enn førstegenerasjons biodiesel. Det reviderte drivstoffdirektivet vil også åpne for at EU-standarden for drivstoff tillater høyere innblanding av biodrivstoff i vanlig bensin og diesel. Dermed vil bilparken gjennom lavinnblanding kunne bruke en noe større andel biodrivstoff enn med gjeldende standard som kun tillater fem prosent innblanding i de vanlige drivstoffkvalitetene. Endelig godkjenning av Fornybardirektivet og drivstoffdirektivet og tilpasning av disse kan gjennomføres tidlig i 2009.

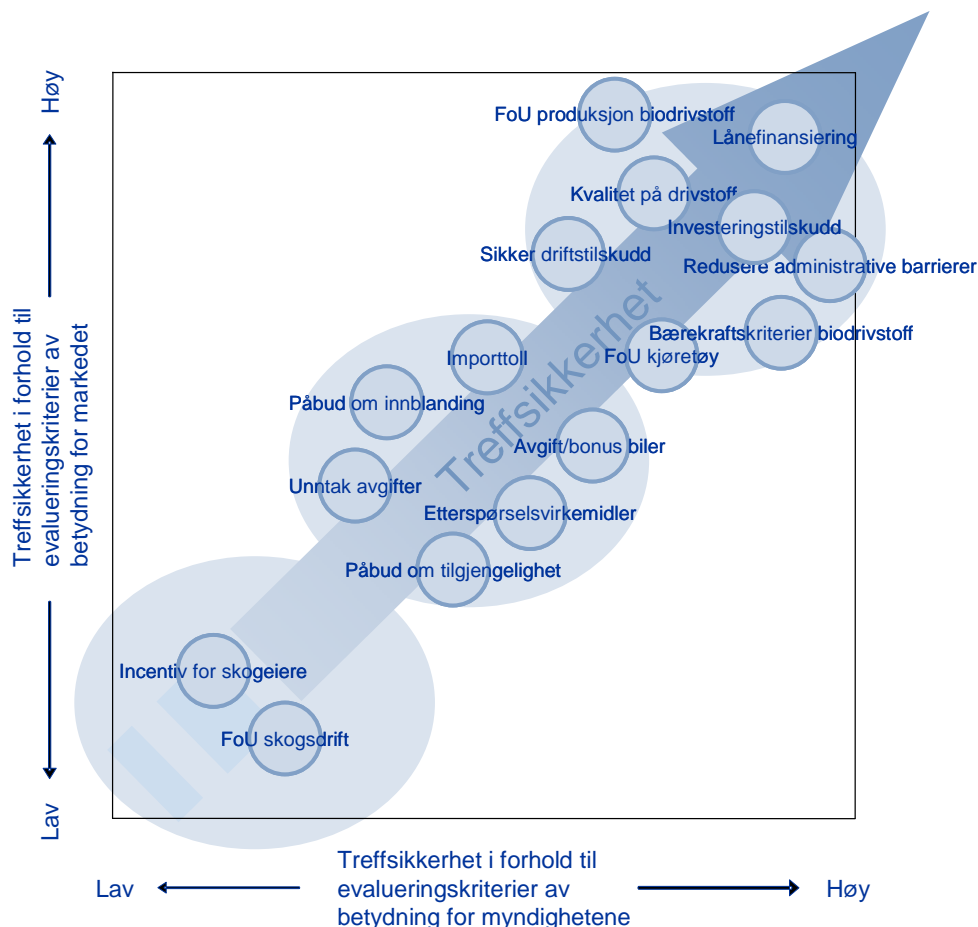
Den norske regjeringen foreslår i Klimameldingen å satse eksplisitt på andregenerasjons biodrivstoff i Norge. Bakgrunnen for dette finner vi i Regjeringens forventninger om at andregenerasjons biodrivstoff sannsynligvis kommer til å ha vesentlig mindre negative samfunnsmessige, inkludert miljømessige konsekvenser enn førstegenerasjon. I tillegg forventes det at en norsk satsing på utvikling av markedsklar andregenerasjonsteknologi vil kunne bidra til arbeidsplasser, næringsutvikling og eksportinntekter, og dermed kan være en naturlig del av en nasjonal satsing på innovasjon og miljøteknologi. Virkemidlene i Norge til biodrivstoff og andregenerasjons biodrivstoff er omsetningspåbud for biodrivstoff og opprettelse av Transnova fra og med 2009, satsing på FoU på andregenerasjons biodrivstoff gjennom RENERGI-programmet og andre av Forskningsrådets program samt reduserte CO<sub>2</sub>- og drivstoffavgifter for biodrivstoff. I tillegg gis det redusert engangsavgift for biler som kan gå på E85.

### Anbefalte av virkemidler for å øke produksjon av andregenerasjons biodrivstoff

De ulike typene av virkemidler som kan iverksettes for å nå et politisk mål kan deles inn i regulatoriske, administrative og finansielle. For å oppnå best mulig resultat i forhold til målet, vil en kombinasjon av ulike typer virkemidler sannsynligvis ha best effekt. Et eksempel på dette kan være at vi kan forvente at nytten av utelukkende finansielle virkemidler sannsynligvis vil være mindre dersom det ikke samtidig er fokus på å ha lave administrative barrierer. I tillegg er det svært viktig å ta hensyn til teknologiens modenhet når man velger virkemiddel.

For å systematisere de viktigste virkemidlene for økt produksjon av andregenerasjons biodrivstoff, plasserer vi dem inn i et diagram som illustrere deres treffsikkerhet i forhold til kriterier som er viktigst for myndighetene eller markedsaktørene. På akse "Treffsikkerhet i forhold til evalueringskriterier av betydning for myndighetene" er hovedvekt lagt på virkemidlets treffsikkerhet ut fra styringseffektivitet og kostnads-effektivitet i forhold til målet om produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. Akse "Treffsikkerhet i forhold til evalueringskriterier av betydning for markedet" illustrerer om virkemidlet bidrar til gode rammebetingelser for lønnsomme investeringer for eksempel ved å være fleksibilitet i forhold til markedsendringer, samt å være tilstrekkelig stabilt. Illustrasjonen er vist i figur B.

*Figur B* Illustrasjon av virkemidler som kan benyttes for å øke produksjon av andregenerasjons biodrivstoff ut fra betydning for myndighetene eller markedet



Trefferikre virkemidler er i første rekke de virkemidlene som er eller kan bli direkte rettet mot produsentene av andregenerasjons biodrivstoff. Vi anbefaler å fokusere på disse virkemidlene. Det finnes også andre virkemidler som kan benyttes, gitt at de gis en annen innretning enn i dag. Dette er i hovedsak virkemidler som virker teknologinøytralt, slik at kun rimeligste produksjonsteknologi i praksis vil dra nytte av virkemidlet. Vi legger mindre vekt på denne typen virkemidler her.

#### *Lave administrative barrierer*

Det er viktig å huske på å arbeide for lave administrative barrierer i for eksempel administrasjonen av RENERGI-programmet eller i Transnova som skal opprettes fra 2009.

#### *Gode regulatoriske rammer*

I Norge er det vedtatt et omsetningspåbud for biodrivstoff som gjelder for 2009 og 2010. EU kommisjonens forslag til nytt Fornybardirektiv er 10 prosent fornybart drivstoff i transportsektoren innen 2020 samt at en andel av dette skal komme fra annet enn førstegenerasjons biodrivstoff kan påvirke disse rammene. Regulatoriske virkemidler kan skreddersys for andregenerasjons biodrivstoff ved for eksempel at man stiller krav om at en viss andel av det omsatte biodrivstoffet skal være produsert fra lignocellulose. Separate krav til netto klimanytte og svovelinnhold (FT-biodiesel har lavere svovelinnhold enn konvensjonell diesel) og kan også indirekte stimulere til økt bruk av andregenerasjons biodrivstoff. Et omsetningspåbud knyttet til netto klimanytte vil imidlertid også kunne favorisere billig førstegenerasjons tropisk sukkerrørsetanol som har nesten like høy klimanytte som andregenerasjons biodrivstoff.

#### *Spesialtilpassede finansielle virkemidler.*

FoU-støtte kan rettes direkte rettet mot produksjonsprosessene som kan bidra til å få ned produksjonskostnadene, øke ressursutnyttelsen og virkningsgraden samt å øke netto klimanytte kan være et viktig virkemiddel for å drive utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff over fra teknologiutviklingsstadiet og over til kommersiell fase.

Investeringstilskudd eller lånegarantier til pilot- og demonstrasjonsanlegg er også viktige og trefferikre virkemidler for det utviklingsstadiet andregenerasjons biodrivstoff er på i dag. Investeringsbehovet for realisering av pilot- og demonstrasjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i Norge vil ligge i størrelsesorden 50 til 500 mill. kroner per anlegg. Kostnadene for et pilotanlegg for celluloseetanol forventer vi at vil ligge i den laveste delen av kostnadsintervallet, mens demonstrasjonsanlegg for FT-biodiesel vil ligge i den øvre delen.

Dersom utviklingen går slik flere bransjeaktører spår, vil byggingen av de første store anleggene for prosessering av trevirke skje i perioden 2011-2015. Her vil investeringsbehovet være i området tre til syv milliarder kroner per anlegg (produksjonskapasitet på 100 til 250 mill. liter per år). Når teknologien når dette modenhetsnivået og anleggene kommer opp i denne størrelsen, kan effektive virkemidler for økt produksjon av andregenerasjons biodrivstoff være enten investeringsstøtte og/eller lånegarantier til kommersielle anlegg eller driftstilskudd til produksjonen.

Driftstilskuddet kan utformes på flere forskjellige vis; enten som et fast påslag på markedsprisen for biodrivstoff (eksponerer produsentene for markedsrisiko for

endringer i drivstoffpris) eller som garantert pris (myndighetene tar all markedsrisiko). Dersom driftsstøtte velges kan det se ut som om andregenerasjons biodiesel og bioetanol kan ha behov for ulike støttesatser, med et større støttebehov for konkurranse-dyktighet for bioetanol enn biodiesel. Dette må det imidlertid utføres nærmere analyser for å si noe konkret om. Dersom celluloseetanol kan produseres på såkalte bioraffineri, hvor etanolen kun utgjør ett av flere verdifulle produkter som også kan omsettes i markedet, kan støttebehovet for andregenerasjons bioetanol bli vesentlig lavere. Vi har ikke vurdert den totale økonomien i bioraffineri i denne rapporten.

Vi vurderer i denne rapporten ikke nærmere *hvordan* ulike virkemidler kan innrettes, men det er viktig at virkemidler er fleksible, forutsigbare, stabile og langsiktige samt enkle og gjennomskubare for markedsaktørene som skal foreta investeringer. I tillegg må ikke virkemidlene innrettes på en slik måte at de ikke bryter reglene i EU sitt statstøtteregelverk.



# 1      **Andregenerasjons biodrivstoff** – et tiltak for å redusere klimautslipp fra en voksende transportsektor

I klimameldingen (St.meld. nr. 34, 2006–2007) er det satt en målsetting om en reduksjon på mellom 2,5 og fire mill. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra transport. Utslippene av klimagasser fra vegtrafikk var i 2006 på ca. 10 mill. tonn og utgjorde ca. 18 prosent av de totale nasjonale klimagassutslippene. På grunn av forventet økning i transportmengde, er utslippene fra vegtrafikken forventet å øke til ca. 13,6 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020 dersom det ikke gjennomføres ytterligere tiltak. De vil da utgjøre ca. 23 prosent av de totale utslippene og være den største kilden til klimagassutslipp.

Den forventede økningen i transportmengden gjør det viktig å iverksette tiltak for å redusere utslippene fra transportsektoren. Det er ulike måter å redusere utslippene på:

- Redusere den totale mengden transport ved for eksempel å redusere transportbehovet (byplanlegging, teknologisk utvikling i kommunikasjon).
- Endre transportmiddel til kollektivtransport eller gang/sykkel.
- Øke effektiviteten i bruken av drivstoff
- Endre drivstoff (biodrivstoff, elektrisitet, hydrogen)

Lavutslippsutvalget påpeker i sin rapport ”Et klimavennlig Norge” (NOU, 2006:18) at bruk av biodrivstoff vil bli svært viktig for at Norge skal klare å kutte sine klimagassutslipp med to tredjedeler innen 2050. Utvalget anbefaler at det iverksettes fire tiltak (lav- og nullutslippskjøretøy, CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff, transportreduksjon og lavutslippsfartøy) slik at situasjonen i 2050 er slik at kjøretøyflåten i 2050 er delt 50/50 mellom lavutslipps- og nullutslippskjøretøy.<sup>1</sup>

Mål om utslippsreduksjoner vil altså kunne oppnås ved en kombinasjon av tiltak. I dette prosjektet har vi sett nærmere på én av teknologiene som kan bidra til endring i drivstoff i transportsektoren i årene fremover; andregenerasjons biodrivstoff. Problemstillingen som drøftes i rapporten er:

*Frembringe kunnskap om hvilke barrierer som hindrer produksjon av andregenerasjons biodrivstoff i Norge og hvilke rammebetingelser som er nødvendige for å øke produksjonen av slikt biodrivstoff i Norge i årene fremover.*

For å svare på denne problemstillingen har vi også vært nødt til å komme inn på første-generasjons biodrivstoff.

## 1.1      **Biodrivstoff og andregenerasjons biodrivstoff**

Biodrivstoff er drivstoff framstilt av biologisk materiale. Bruk av biodrivstoff bidrar i prinsippet ikke til å øke konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Den samme mengden CO<sub>2</sub> som blir frigjort ved forbrenning bindes opp igjen når planten vokser opp igjen. Per

---

<sup>1</sup> Nullutslippskjøretøy er elbiler og/eller brenselcellebiler basert på hydrogen som drivstoff. Lavutslippskjøretøyene har en biodrivstoffandel på 80 prosent.

definisjon medfører ikke bruk av biodrivstoff til netto tilskudd av CO<sub>2</sub>. Produksjon av biodrivstoff medfører imidlertid utslipp av klimagasser, noe som reduserer netto klimanytte av å erstatte fossile drivstoff med biodrivstoff. Vi kommer nærmere tilbake til dette i slutten av kapitlet.

Biodrivstoff er foreløpig den eneste fornybare og potensielt klimanøytrale energibæreren som kan erstatte fossilt drivstoff til lange reiser og langtransport utenfor jernbanenettet. Det vil si reiser og transportoppdrag på 150 kilometer eller mer, med personbil, lastebil, buss, skip og fly (PFI m.fl, 2007). Vi forutsetter da at de fleste korte og lette transportoppdrag i løpet av noen tiår vil bli drevet ved hjelp av elektriske batterier (elbiler eller plug-in hybrid biler) og andre oppladbare systemer (for eksempel systemer basert på trykkluft). Hvis vi antar at ca. halvparten av drivstofforbruket i veitrafikken på denne måten kan erstattes med oppladbare energisystemer, vil det innebære at Norges behov for flytende drivstoff reduseres med ca. en fjerdedel sammenliknet med dagens drivstofforbruk.

Biodrivstoff er i hovedsak enten bioetanol eller biodiesel. Vi deler inn biodrivstoff i første generasjons biodrivstoff og andregenerasjons biodrivstoff:

- Førstegenerasjons bioetanol lages ved konvensjonell gjæring og destillasjon av sukker og stivelse. Ifølge rapporten "Biofuels in the European Context" (EU-kommisjonen, 2008) brukes det i EU i hovedsak sukkerroer, mathvete, bygg og noe mais. I tillegg importeres en del sukkerrørsetanol fra Brasil. Biodiesel til transportformål lages i Europa primært fra rapsolje. I tillegg importeres en del soyabasert biodiesel fra Amerika. Det er også mulig å lage biogass til transportformål ved hjelp av våt gjødsel, kloakkslam og matavfall og annet energirikt organisk avfall. Førstegenerasjons biodrivstoff har kommet i et negativt søkelys ut fra utfordringer knyttet til matvaresikkerhet og konkurranse med tradisjonelt landbruk og skogbruk, marginale nettovirkninger på de globale utslippene av drivhusgasser, miljøutfordringer knyttet til bl.a. biologisk mangfold og utformingen av et internasjonalt handelspolitisk regime. I Norge besitter vi i mindre grad de ressursene eller ressursvolumene som skal til for å produsere førstegenerasjons biodrivstoff.
- Andregenerasjons biodrivstoff kan i utgangspunktet lages fra enhver biomassekilde. Andregenerasjons biodrivstoff basert på lignocellulose har et større potensial for norsk produksjon ved at produksjonen kan baseres på flere og billigere typer råstoff, som trevirke, treavfall og halm fra landbruket. Lignocellulose er biomasse som består av de organiske komponentene lignin, cellulose og hemicellulose. Utfordringen er at produksjonsprosessene er teknologisk sett langt mer avanserte enn for førstegenerasjon og dermed mye mer kapitalintensive.

Teknologi for å omforme lignocellulose til flytende drivstoff er fremdeles på et pilot- og demonstrasjonsstadium. Det er per i dag to prosess typer som er fremtredende når det gjelder fremstilling av andregenerasjons biodrivstoff:

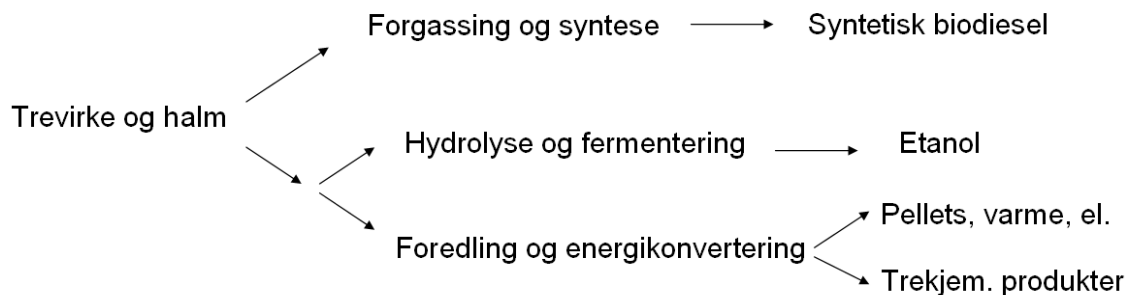
- Termokjemisk konvertering, hvor trevirke gassifiseres for så å syntetisere drivstoffet fra gassen. Teknologien har i flere tiår vært kommersiell for kull og naturgass som råstoff. Den tekniske hovedutfordringen ligger i å tilpasse kjent teknologi til en ny råstoff. Det kan derfor med stor sikkerhet antas at denne teknologien vil komme til å fungere, men kostnadene er høye og utsiktene til store teknologiske fremskritt som kan bidra til kostnadsreduksjoner er små. En annen viktig utfordring er at teknologien er antatt å kreve svært store produksjonsanlegg

for å kunne bli kostnadseffektiv. Dette innebærer at biomasse må samles inn fra et stort geografisk område, med tilhørende transport- og logistikkostnader. Sluttproduktene kan være syntetisk biodiesel, syntetisk bioetanol eller syntetisk biogass. Ut fra at dieselandelen er sterkt økende både i Norge og Europa, har vi i denne rapporten fokusert mest på såkalt FT-biodiesel, blant de syntetiske biodrivstoffene.

- Biokjemisk konvertering er en annen teknologi som også kan være kommersiell om få år. På samme måte som for termokjemisk konvertering vil imidlertid produksjonen være kostbar. Mange aktører mener at teknologiske gjennombrudd kan gi produksjonskostnader som nesten kan konkurrere med dagens drivstoffpriser. Teknologien er antatt å kunne bli kommersiell i en noe mindre skala enn hva tilfellet er for termokjemisk konvertering. I tillegg hevder flere av aktørene at produksjonsprosessen kan gjøres mer energieffektiv enn for termokjemisk konvertering. Ulempen er at man i praksis foreløpig bare kan utnytte cellulosen, som utgjør ca. 40 prosent av biomassen. Hemicellulosen og ligninet må utnyttes til trekjemiske produkter og/eller stasjonær energiproduksjon. Hemicellulose utgjør normalt 25 til 30 prosent av tømmerstokken, mens lignin utgjør 15 til 30 prosent. Dermed blir drivstoffutbyttet mye lavere enn ved termokjemisk konvertering, der man utnytter alt av karbohydrater til drivstoff. Det vanligste sluttproduktet ved biokjemisk konvertering er bensinerstatningen bioetanol.

I Figur 1.1 viser vi ulike prosesser som fører til at trevirke og halm kan brukes til energiformål; stasjonært energiforbruk og til transportformål.

Figur 1.1 Trevirke og halm til energiformål



Kilde: NoBio

### **Klimanytte**

Selv om biodrivstoff er en del av den levende karbonsyklusen, innebærer de fleste produksjonsformer utslipp av klimagasser som ikke er en del av det naturlige kretsløpet. Disse utslippene reduserer graden av klimanytte.

Utslippsprofilen for ulike typer biodrivstoff er beregnet av mange forskjellige forskningsmiljøer de siste fem årene. De viktigste analyseverktøyene for et norsk perspektiv er SFTs tilpassede versjon av det britiske rapporteringsopplegget "Carbon and Sustainability Reporting Within the Renewable Transport Fuel Obligation" (Department of Transport, 2007). I tillegg er rapporten. "Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context" (EUs Joint Research Centre, 2006/2007) sentral.



Netto klimanytte avhenger av hvor store klimagassutslipp som genereres gjennom hele produksjonskjeden fra råvarekilde til kjøretøyets tank, såkalt "well-to-tank" (WtT). Graden av netto klimanytte for en gitt type biodrivstoff avhenger dermed av en lang rekke faktorer. De viktigste er oppgitt nedenfor i Tabell 1.1.

*Tabell 1.1 Faktorer som påvirker netto klimanytte ved biodrivstoff*

<i>Faktorer som påvirker netto klimanytte</i>	<i>Mulighet for økt netto klimanytte ved andregenerasjons biodrivstoff</i>
1 Utslipp knyttet til dyrking og innhøsting: Her inngår bruk av naturgass og kull til å fremstille kunstgjødsel, bruk av fossil diesel på landbruksmaskiner og lastebiler, økt utslipp av lystgass N <sub>2</sub> O på grunn av dyrkingen samt eventuelle utslipp av CO <sub>2</sub> på grunn av nydyrking eller andre endringer i arealbruken	Utslippsreduksjon ved at råvaren i de fleste tilfeller blir fremstilt uten ekstra tilførsel av nitrogen med tilhørende økte N <sub>2</sub> O-utslipp
2 Utslipp knyttet til tørking og lagring. Dette kan være i form av at man bruker fossil energi til å tørke biomassen og/eller at det frigis klimagasser (primært metan og lystgass) mens biomassen lagres	Forbedring ved at produksjonsanleggene legger opp til å bruke overskuddsvarme fra produksjonen til å tørke råvarene
3 Transport av råvarer. Dette er i hovedsak bruk av diesel til lastebiler og bunkersolje til eventuelle skip som transporterer råvarene.	
4 Utslipp fra biodrivstoffabrikken. Mange av dagens produksjonsformer bruker både naturgass og elektrisk strøm med en betydelig andel kullkraft	Forbedring ved at produksjonsanleggene legger opp til å være selvforsynt med elektrisk strøm og prosessvarme fra biomassen
5 Transport og lagring av biodrivstoff. Dette vil i mange sammenhenger tilsvare utslippene knyttet til transport og lagring av fossile drivstoff, men for enkelte biodrivstofftyper inngår en relativt lang transportdistanse på skip. Dette gjelder primært for bioetanol fra Brasil og soyadiesel fra Nord- og Sør-Amerika.	

Kilde: E4tech og NoBio

Biodrivstoff med relativt store utslipp av klimagasser, vil som regel ha mesteparten av utslippene sine i kategori 1 i tabellen ovenfor. For maisetanol, som er den vanligste formen for biodrivstoff i USA, er også kategori 4 en stor post i regnskapet.

For utslippsgruppene en, to og fire i tabell 1.1 er det store muligheter for reduserte utslipp ved overgang til andregenerasjons biodrivstoff. Det er imidlertid stor variasjon i netto klimanytte for de forskjellige produksjonsformene for biodrivstoff.

- Biodiesel: Den største forbedringen i klimanytte ved andregenerasjons biodrivstoff sammenliknet med førstegenerasjons biodrivstoff ser ut til å være på dieselsiden. SFT anslo våren 2008<sup>2</sup> at den viktigste formen for biodiesel til det norske markedet vil være basert på europeisk rapsolje og ha en netto klimanytte på 44 prosent. I EUs forslag til direktiv for fornybar energi oppgis default klimanytte for førstegenerasjons biodiesel fra rapsolje til å være 36 prosent. Ifølge det samme direktivforslaget er netto klimanytte for FT-biodiesel (andregenerasjons) oppgitt til 93-95 prosent. Muligheten for økt klimanytte er en viktig motivasjon

---

<sup>2</sup> [http://www.sft.no/nyheter/brev/biodrivstoff\\_forslag280508.pdf](http://www.sft.no/nyheter/brev/biodrivstoff_forslag280508.pdf)

for å realisere andregenerasjons biodrivstoff, basert på trevirke eller halm og annet avfall fra jordbruksproduksjon.

- Bioetanol: Den tilsvarende viktigste biologiske bensinerstatningen antas av SFT å være sukkerrørsetanol fra Brasil med en netto klimanytte på om lag 75 prosent. Celluloseetanol har i følge EU en default klimanytte på 70 til 85 prosent. For bioetanol er derfor ikke sammenhengen med økt klimanytte ved å gå fra første-generasjon til andregenerasjon bioetanol like entydig.

En annen viktig begrunnelse for å gå over til andregenerasjons biodrivstoff er at råvarene ikke trenger å legge beslag på jordbruksressurser som ellers kunne ha blitt benyttet til mat og matproduksjon. Globalt utgjør skogbruksressurser nesten halvparten av potensialet for økt bruk av biomasse til energiformål. I tillegg finnes det store mengder halm og annet jordbruksavfall som ikke kan brukes som mat eller dyrefôr. Dette jordbruksavfallet er også i stor grad såkalt lignocellulose – biomasse bestående av lignin, cellulose og hemicellulose. Dette er biomasse som er uegnet som menneskeføde og som i liten grad kan brukes som dyrefôr. (Se tabell 2.2 i kapittel 2)

## 1.2 Driverne bak utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff

Biodrivstoff, og utvikling av andregenerasjons biodrivstoff blir drevet fremover av beslutninger og drivere innenfor både politikk, marked og teknologisk utvikling.

*Teknologisk utvikling* og innovasjon i produksjon av biodrivstoff, slik som utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff, er en forutsetning for videre utvikling av både produksjon og forbruk av biodrivstoff. Teknologisk utvikling bidrar til viktige faktorer for videre vekst som for eksempel kostnader og bærekraft i produksjon. Status for teknologisk utvikling har vi allerede vært inne på i kapittel 1.1.

Biodrivstoff blir også drevet frem av *markedet*, hvor den viktigste driveren har vært en vedvarende stigende oljepris fra tusenårsskiftet og frem til sommeren 2008. Høy oljepris drev frem interessen for etanol og biodiesel som kommersielle alternativer til tradisjonelt, fossilt drivstoff. Imidlertid overstiger produksjonskostnadene for biodrivstoff prisen på fossilt drivstoff.<sup>3</sup> I tillegg gjør det at gjenværende fossile ressurser i økende grad finnes i politisk ustabile eller utilgjengelige områder også at biodrivstoff er interessant. Viktige markedsdrivere kommer vi nærmere inn på i kapittel 2.

De *politiske* driverne er i hovedsak knyttet opp mot målsettinger om reduksjon i utslipp av klimagasser, som har sine røtter tilbake til Klimakonvensjonen fra 1992 og Kyotoavtalen fra 1997 (trådte i kraft i 2005). Som et ledd i å oppfylle denne avtalen har EU-landene slått fast et frivillig mål om 5,75 prosent biodrivstoff i det totale drivstofforbruket innen 2010. I mars 2007 ble det enighet i EUs ministerråd om at energiforbruket innen 2020 skal bestå av 20 prosent fornybar energi, samt at minimum 10 prosent biodrivstoff skal innblandes i alt EU-forbruk av bensin og diesel innen 2020. Målet for biodrivstoff er bindende gitt at produksjonen er bæredyktig, at andregenerasjons biodrivstoff blir kommersielt tilgjengelig og at nødvendige endringer skjer i direktivet om drivstoffkvalitet. EUs målsettinger for biodrivstoff har sitt utspring i en kombinasjon av politiske målsettinger på miljø, men er også fundert i målsettinger om

---

<sup>3</sup> Gjærne med unntak av noen typer første-generasjons biodrivstoff, gitt høy oljepris.

forsyningsikkerhet og sysselsetting. Norge har også målsettinger og virkemidler for bruk av biodrivstoff.

Det har vært lite fokus på andregenerasjons biodrivstoff, spesielt i de politiske driverne, men dette er i ferd med å endre seg, i forbindelse med den pågående diskusjonen om Fornybardirektivet i EU. Vi kommer nærmere inn på de politiske driverne i kapittel 3.

## **2 Industriell status for andregenerasjons biodrivstoff**

### **2.1 De mest aktuelle teknologier for fremstilling av andregenerasjons biodrivstoff**

Vi konsentrerer oss om to ulike prosess typer for fremstilling av andregenerasjons biodrivstoff; BtL (biomass to liquid) for fremstilling av syntetisk biodiesel samt fremstilling av celluloseetanol. Nedenfor beskriver vi de to prosess typene i mer detalj, samt gir en indikasjon på deres teknologiske modenhet og i hvilke delprosesser i fremstillingen det vil kreves mest FoU-innsats for å oppnå en bedret konkurranse-dyktighet.

#### **2.1.1 BtL (biomass to liquid)**

Innen termokjemisk konvertering, for eksempel til syntetisk biodiesel, er de fleste del-prosessene i kommersiell bruk til andre eller liknende formål:

- Oppdeling (kapping, flising, knusing/maling) og tørking kan gjøres med samme type utstyr som brukes i papir- og sponplateindustri og i produksjon av brensel-pellets.
- I tillegg til finmalt og tørket biomasse, trenger de mest aktuelle prosessene rent oksygen til gassifiseringstrinnet. Oksygen produserer man ved luftdestillasjon (man kjøler ned til oksygenet og nitrogenet blir flytende) og her kan man bruke det samme utstyret som brukes til luftdestillasjon i kjemisk- og petrokjemisk industri.
- Gassifisering av biomasse med påfølgende gassrensing, er den delprosessen hvor det er størst behov for å spesialutvikle prosessutstyr. Her tar man gjerne utgangspunkt i prosess teknikker som brukes for å gassifisere kull i moderne høyeffektive kullkraftanlegg. BtL-selskapet Choren har tatt patenter på sin egenutviklede gassifiseringsprosess for biomasse som trevirke og halm. Prosessen inkluderer også gassrensing.
- Neste trinn kalles gasskondisjonering og her kan man bruke samme type prosess-anlegg som brukes i tilsvarende delprosesser innen gjødselproduksjon og metanol-produksjon.

På det punktet hvor man har en ren blanding av CO- og H<sub>2</sub>-molekyler i riktig mengdeforhold, ledes den såkalte syntesegassen inn til en katalysator der det skjer en syntetisk omdanning til flytende hydrokarboner, såkalt Fischer-Tropschsyntese (FT). Det finnes noen få kommersielle og halvkommersielle anlegg for produksjon av syntetiske drivstoff fra kull (CtL) og fra naturgass (GtL) rundt om i verden. For denne delprosessen kan man imidlertid ikke velge mellom mange lisensgivere. Det finnes i hovedsak tre tilbydere: Shell, F1 (eid av blant andre StatoilHydro) og BP. I tillegg har Sassol i Sør-Afrika og et eller flere kinesiske selskap bygget CtL-anlegg med egen teknologi. I tillegg til at det er få tilbydere av FT-anlegg, har leverandørene i mange tilfeller anlegg som er for store og har behov for nedskalering for anvendelse på biomasse. Selv et fullskala BtL-anlegg som skal produsere 250 mill. liter syntetisk

biodiesel per år, blir i mange tilfeller lite sammenliknet med eksisterende CtL og GtL-anlegg.

- Etter synteseprosessen gjenstår raffinering og eventuell innblanding til ferdige drivstoffkvaliteter. Her kan man bruke samme type prosessanlegg som i konvensjonelle petroleumsraffineri.

FoU-behovet innen BtL er det delte meninger om. I rapporten fra IEA Biofuels (2008) "Gaps in the Research of 2<sup>nd</sup> Generation Transportation Biofuels" fremheves det blant annet at robusthet og levetid til katalysatormaterialet må forbedres og at gassrensingen av gassifisert biomasse må bli mer effektiv.

Fra det norske BtL-selskapet Xynergo hevdes det imidlertid at omfattende forskning og utprøving over mange år har frembrakt egnede prosesser og at utfordringen nå primært handler om å oppskalering og integrasjon av tilgjengelige teknologier.

Xynergos synspunkt på at det trengs oppskalering og integrasjon av tilgjengelige teknologier støttes av det britiske konsulentselskapet E4tech (2008) i rapporten "Biofuels Review: Advanced Technologies Overview": "Lite kommersiell erfaring med å integrere gassifisering av biomasse med Fischer-Tropsch-prosessen"

Ulike synspunkter her er trolig mest et uttrykk for at aktørene har forskjellige ståsted: Forskere fokuserer på forskningsoppgaver, mens mer kommersielle aktører fokuserer på mulighetene for praktisk anvendelse.

### **2.1.2 Celluloseetanol**

Også når det gjelder celluloseetanol, er mange av delprosessene allerede kommersielt tilgjengelig.

- Når det gjelder biokjemisk konvertering fra cellulose til bensinerstatningen bioetanol, kan man benytte forbehandlingsmetoder som allerede er i kommersiell bruk i celluloseindustri som produserer papir, sponplater og trekjemiske produkter. Prosessen går i hovedsak ut på å bryte ned trevirke og halm til små partikler som flyter i vann og å separere de tre hovedbestanddelene lignin, hemicellulose og cellulose.
- Neste prosesstrinn, enzymatisk eller syrebasert nedbryting av cellulosefibrene, kan gjøres ved hjelp av kjemikalier og prosesseteknikker som brukes i trekjemisk- og annen kjemisk industri. Her er imidlertid utfordringen at prosessene krever et høyt forbruk av kjemikalier og/eller energi. På dette prosesstrinnet er det derfor behov for å utvikle billigere kjemikalier som kan gjøre samme jobben og/eller prosesser som er mer energieffektive.
- Etter at cellulosefibrene er brutt ned til en sukkerløsning, kan man bruke konvensjonell bakergjær til å fermentere sukkeret til etanol. Denne prosessen er allerede i kommersiell bruk i anleggene som produserer etanol fra sukkerrør, mais, hvete eller tilsvarende råvarer.
- Etter fermentering destilleres løsningen til høykonsentrert etanol, hvorpå resten av vannet fjernes via en kjemisk prosess. Disse prosesstrinnene brukes også ved eksisterende førstegenerasjons fabrikker.

Viktige utviklingsoppgaver for celluloseetanol vil være å effektivisere den vannbaserte prosessen som bryter ned cellulosefibrene til enkle sukkermolekyler. I tillegg vil det

kunne oppnås forbedret ressursutnyttelse, økonomi og netto klimanytte dersom det blir mulig å utvikle mer energieffektive prosesser for å destillere og tørke etanolen. Membranseparasjon er et lovende alternativ til konvensjonell destillasjon.

Mange aktører forsker også på å utvikle metoder for å produsere etanol fra hemicellulosen. Fra hemicellulosen får man en annen type suktermolekyler, såkalt C5-sukker, hvor det foreløpig ikke finnes effektive mikroorganismer som kan fermentere til etanol. En viktig forskningsoppgave her, er å finne og/eller genmodifisere organismer som effektivt kan fermentere C5-sukker til etanol. Dersom forskerne lykkes med dette, vil man kunne få et mye større etanolutbytte av biomassen.

Enkelte forskningsmiljøer, blant annet forskere ved Universitetet i Bergen, jobber også med lavtemperatur kjemiske metoder for å konvertere ligninet til biodrivstoff.

## 2.2 Teknologiens utviklingsstadium

Vi har vært i kontakt med bedriftene Xynergo, Weyland og Borregaard i Norge og bedriftene Choren, Sekab, Inbicon, Iogen og Range Fuels i utlandet, se Tabell 2.4. Felles for disse selskapene er at de helt eller delvis har som forretningsidé å kommersialisere konverteringsteknologier for fremstilling av flytende drivstoff fra lignocellulose som trevirke og halm.

Tabell 2.1      *Intervjuede selskaper*

<i>Aktører i Norge</i>	<i>Teknologi</i>	<i>Status</i>
Borregaard	Biokjemisk celluloseetanol	Har forskere og laboratorier, planlegger pilotanlegg.
Weyland	Biokjemisk celluloseetanol basert på egen, patentert sterksyreprosess	Bygger enkelt pilotanlegg.
Xynergo	Pyrolyseolje/FT-biodiesel	Partnerskap med Choren, undersøker mulighetene for prototypanlegg for pyrolyseolje.
<b>Aktører i utlandet</b>		
Iogen (Canada)	Biokjemisk celluloseetanol basert på egne enzymer	Flere års erfaring med demoanlegg med årskapasitet på to mill. liter.
Choren (Tyskland)	FT-biodiesel	Flere års erfaring med pilotanlegg med årskapasitet 0,05 mill. liter. Idriftsetter nå demoanlegg med årskapasitet på 16,5 mill. liter.
Inbicon (Danmark)	Biokjemisk celluloseetanol	Flere års erfaring med pilotanlegg for forbehandling.
SEKAB (Sverige)	Biokjemisk celluloseetanol	Flere års erfaring med pilotanlegg med årskapasitet 0,1 mill. liter.
Range Fuels (USA)	Termokjemisk bioetanol	Flere års erfaring med pilotanlegg. Bygger nå demoanlegg med årskapasitet på 75 mill. liter.

Basert på tilgjengelig informasjon og direkte intervjuer presenterer vi her status for utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff. Detaljerte opplysninger om selskapene finnes i Vedlegg 2 (utenlandske aktører) og 3 (norske aktører).

### 2.2.1 Lab-, pilot- og demoanlegg

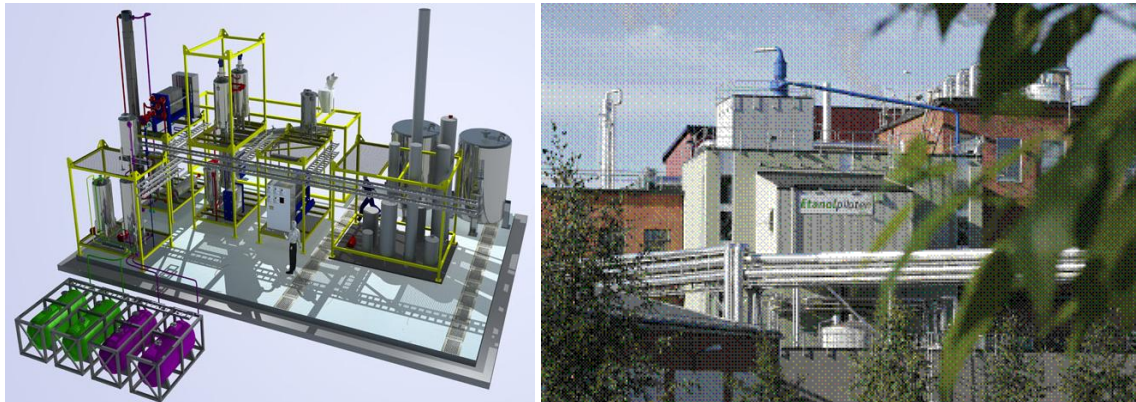
For mange av konseptene som nå er under oppskalering, startet den første utprøvingen på laboratoriebenken. Da fokuseres det gjerne på bestemte delprosesser der forskere og teknologiutviklere har ideer til hvordan biomassen kan omformes på en effektiv måte. I laboratorieskala eller ”benkeskala” utprøves ofte konverteringen ”porsjonsvis” i en ikke-kontinuerlig prosess med volum på noen milliliter eller noen desiliter.

Denne typen utprøving kan gjøres av bedrifter og forskningsinstitusjoner som har egnet laboratorieutstyr. Forskningsinstituttet PFI i Trondheim, Universitetet for miljø- og biovitenskap i Ås og bedriften Borregaard er eksempler på norske aktører som har egnet laboratorieutstyr for å prøve ut noen typer aktuelle delprosesser. Denne typen laboratorieutstyr krever gjerne investeringer i området 1 til 10 mill. kroner. Enkelte delprosesser kan også prøves ut med enda lavere investeringer, dersom man allerede har tilgang til en del utstyr i den aktuelle bedriften eller det aktuelle forskningsmiljøet.

Dersom man har oppnådd gode resultater ved utprøving av en ny delprosess i laboratorieskala, kan det bli aktuelt å bygge et pilotanlegg for å teste den nye delprosessen i en mer integrert løsning. Man bygger da gjerne en ”minifabrikk” hvor man får testet flere delprosesser i sammenheng og i vesentlig større skala. Et pilotanlegg kan få plass i en liten eksisterende industrihall eller man bygger det hele inn i en ny bygning.

Pilotanlegg innebærer en investering i området fra 20 til 30 mill. kroner (Weyland i Bergen, Inbicon i Danmark) til ca. 150 mill. kroner (Choren i Tyskland og SEKAB i Sverige). En tegning av Weylands anlegg og Sekabs etanolpilotanlegg er vist i Figur 2.1.

Figur 2.1 Tegning av Weylands pilotanlegg (til venstre) og Sekabs etanolpilot



Kilde: Weyland

Kilde: SEKAB, fotograf Håkan Nordström

Pilotanleggene har typisk en teoretisk årskapasitet på 0,1 til 0,2 mill. liter. Det vil si at de daglig kan produsere en til to fat biodrivstoff, nok til å tanke opp tre til seks personbiler. Holdt opp mot investeringen blir imidlertid de produserte volumene så små at de ikke gir noen reelle inntekter for selskapene. Produksjonen er likevel viktig for å kunne teste og forbedre drivstoffkvaliteten. Hovedformålet med et pilotanlegg er da også å bevise et nytt konsept og å forske og høste driftserfaring for å kunne skalere opp til større anlegg.

Selv om en ny delprosess viser seg å fungere bra i laboratorie- og pilotskala er det imidlertid ikke sikkert at prosessen fungerer effektivt nok i kommersiell skala. Det vil

derfor i de fleste tilfeller være nødvendig å bygge et anlegg som er en tiendedel eller en tjuendedel så stor som antatte kommersielt anlegg, for å demonstrere at teknologien fungerer i tilnærmet full skala. Dette kalles demonstrasjonsanlegg. Først da vil man kunne ha tilstrekkelig driftserfaring til at det er mulig å prosjektere og bygge et anlegg i en teknisk-økonomisk riktig størrelse. De største andregenerasjonsanleggene som finnes i verden i dag er demonstrasjonsanlegg.

Chorens Beta-plant er for tiden verdens største demonstrasjonsanlegg for syntetisk biodiesel basert på halm og trevirke. Chorens Beta-anlegg har kostet nesten 1 milliard kroner og er for tiden i en innkjøringsfase. Årskapasiteten er 16,5 mill. liter drivstoff.<sup>4</sup>

Figur 2.2      *Chorens Beta-anlegg (demonstrasjonsanlegg)*



Kilde: Presentasjon fra Choren, lagt fram på biodrivstoffkonferanse i Rotterdam 10. januar 2008

Den kanadiske enzymprodusenten Iogen har siden 2004 produsert celluloseetanol fra et demoanlegg med en årskapasitet på to mill. liter. Investeringen der var ca. 250 mill. kroner.

## 2.2.2      **Kommersielle anlegg**

Hvor store kommersielle anlegg må være, avhenger av prisene på råvarene inkludert transport til fabrikk. Teknologier som kan håndtere forurenset og heterogene råvarer som rivningsvirke og husholdningsavfall kan også generere inntekter fra avfallshåndteringen, slik at gjennomsnittlig råvarekostnad blir tilnærmet null eller negativ (INEOS Bio<sup>5</sup> og Alphakat<sup>6</sup>). Denne typen anlegg forventes å være kommersielle med

---

<sup>4</sup> De skal årlig kunne produsere 18 mill. liter BtL som består av 16,5 mill. liter FT-biodiesel og 1,5 mill. liter bionafta

<sup>5</sup> [www.ineosbio.com](http://www.ineosbio.com) og samtaler med external relations and development manager i selskapet.

<sup>6</sup> [www.alphakat.de](http://www.alphakat.de)



produksjonskapasitet i området fire til 40 mill. liter per år. Dette er imidlertid avfallsråvarer som i et nasjonalt forsyningsperspektiv aldri vil kunne erstatte store andeler av det nåværende forbruket av fossile drivstoff i Norge.

Enkelte av aktørene innen andregenerasjons biodrivstoff, som har bygget relativt store produksjonsanlegg i industriell skala, omtaler tidvis anleggene sine som kommersielle. Samtidig opplyser de at anlegg i konkurransedyktig størrelse vil ha en produksjonskapasitet som er minst 10 ganger høyere. Frem til i dag kan vi derfor ikke si at det er bygget fullverdig kommersielle anlegg for andregenerasjons biodrivstoff.

Bedriftene i denne undersøkelsen fokuserer primært på råvarene trevirke halm og andre former for lignocellulose. Dette er råvarer som, både i Norge og globalt, er tilgjengelig i så store volum at de kan gi biodrivstoff som erstatter signifikante deler av dagens oljeforbruk. For de undersøkte bedriftene som har gjort egne beregninger, vil årskapasitet i kommersiell størrelse basert på råvarene trevirke, halm og andre former for lignocellulose være 100 til 250 mill. liter, med en investeringskostnad på tre til syv milliarder kroner.

Sammenliknet med produksjonsanlegg for førstegenerasjons biodrivstoff ser det ut til at produksjonskapasiteten for andregenerasjonsanlegg planlegges å bli noe større. Eksempelvis får Uniols fabrikk for førstegenerasjons biodiesel i Fredrikstad en produksjonskapasitet på litt over 100 mill. liter per år. Dette er et anlegg som kan bruke forskjellige typer vegetabiliske oljer som råvarer. I første omgang vil de bruke rapsolje, soyaolje og animalsk olje fra slakteavfall. Investeringskostnaden per enhet produksjonskapasitet for andregenerasjonsanlegg er imidlertid ca. 10 ganger så stor som for førstegenerasjonsanlegg. Uniols førstegenerasjonsanlegg har eksempelvis en samlet investering på ca. 340 mill. kroner.

Kommersielle anlegg for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff er av selskapene som er intervjuet i denne undersøkelsen forventet å ha en levetid på minst 20 år, men det forventes reinvesteringer underveis ved at flere av komponentene vil måtte skiftes ut eller delvis fornyes en eller flere ganger i løpet av anleggets levetid.

## **2.3 Marked**

### **2.3.1 Potensielle råvarevolum og produksjonsvolum**

#### **Råvarepotensial i Norge og internasjonalt**

Potensialet for økt uttak av trevirke og halm i Norge er i flere nyere analyser<sup>7</sup> anslått til en årlig mengde energiråvarer på 25 til 30 TWh, se Tabell 2.2. 80 til 90 prosent av ressursene er skogsråvarer i form av lavkvalitets tømmer, såkalt GROT (grener og topper) samt tilvekst i veikanter, under kraftlinjer og på andre gjengroingsarealer. Halm er et biprodukt fra jordbruket som i liten grad utnyttes i Norge i dag, men som utnyttes til energiformål i andre land, for eksempel Danmark. For utnyttelse av bioenergiressursene i Norge forutsettes en bærekraftig forvaltning av skog- og jordbruksarealer i henhold til vurderinger fra forskningsinstituttene Skog og landskap og Bioforsk.

---

<sup>7</sup> NVE (2003), Norges forskningsråd (2007).

Tabell 2.2 Biomasseressurser i Norge

Ressurs	Årlig energimengde	Råvarepris inkl. transport
<b>Til energianvendelse i 2007:</b>		
Treavfall innen treforedling og annen trebasert industri (varme og litt el.)	7 TWh	12-14 øre/kWh
Ved, pellets, briketter mv.	6 TWh	20-35 øre/kWh
Fjernvarme m.m.. fra bioavfall og skogflis	2 TWh	0-14 øre/kWh
Sum:	15 TWh	
<b>Ikke utnyttet potensial:</b>		
Rundvirke og GROT (grener og topper):	20 TWh	19-23 øre/kWh
Deponigass og annen avfallsenergi	2 TWh	0-50 øre/kWh
Halm:	2 TWh	10 øre/kWh
Beitemark, veikanter, og gjengroingsarealer	Ca. 2 TWh	Ikke beregnet
Sum:	Ca. 26 TWh	
<b>Biomasse som kan bli delvis tilgjengelig for energiformål:</b>		
Jordbruksproduksjon:	30-40 TWh	7-159 øre/kWh
Massevirke til treforedling (papir (m.m.):	8 TWh	14-16 øre/kWh
Flis og annet treavfall som går til trebasert industri (sponplater m.m.):	4 TWh	Ikke beregnet
Sum:	40-50 TWh	

Kilde: Norges forskningsråd (2007)

Hvis vi legger til grunn at det nasjonale bioenergipotensialet i Norge er ca. 25 TWh, har hver innbygger i Norge en ledig årlig bioenergiressurs på ca. 5000 kWh. Det tilsvarer en energimengde på ca. 500 liter diesel. Dette er ca. halvparten av årlig gjennomsnittlig forbruk av drivstoff for en dieseldrevet personbil i Norge.

Det globale potensialet for økt dyrking og økt avvirking/innsamling av bioenergi er også blitt kartlagt gjennom mange studier. IPCC (2007) rapporterte at det globale biomassepotensialet for bioenergi er i området 125 til 760 EJ. I 2006 og 2007 valgte både Worldwatch Institute og OECD å gjengi estimater utarbeidet av forskerne Hoogwijk, Monique og Faaij. Vi tar i denne rapporten utgangspunkt i OECDs summering på 245 EJ som dermed ligger i den konservative delen av IPCC anslag, se Tabell 2.3.

Tabell 2.3 Totalt (ovnstørt) potensial (EJ/år i 2050) for økt uttak av biomasse

	<i>Potential from additional land</i>	<i>Crop residues potential</i>	<i>Forest residues potential</i>	<i>Animal and organic waste</i>	<i>Total biomass potential primary energy</i>
	(1)	(2)	(3)	(4) <sup>a</sup>	(5)=(1)+(2)+(3)+(4)
North America	0.7	5.0	14.3	0.5	20.5
South & Central America	62.0	4.3	16.8	0.9	84.0
Europe and Russia	10.1	5.8	16.9	1.1	33.9
Africa	43.8	6.3	18.2	1.4	69.7
Asia	- 18.6	12.8	20.6	6.0	20.8
Oceania	11.2	0.6	3.8	0.1	15.7
<b>World Total</b>	<b>109.2</b>	<b>34.8</b>	<b>90.6</b>	<b>10.0</b>	<b>244.6</b>

a. As a regional distribution is not available the regional distribution is for practical reasons assumed to be proportional to population figures.

Kilde: OECD (2007)

Ut fra det globale bioenergipotensiålet på 245 EJ, har hver innbygger i verden en ledig, årlig bioenergiressurs på ca. det dobbelte av hva som er ledig i Norge, det vil si ca. 10 000 kWh.

Det norske og det globale anslaget er ikke beregnet på samme måte, så tallene er ikke direkte sammenlignbare, men kan gi en pekepinn på størrelsesforholdet. Både det norske og det globale anslaget som er angitt her, er såkalt teknisk-økonomisk utnyttbar biomasse. Tallene forutsetter i tillegg landbruksmetoder som av norske og europeiske forskere innen skogbruk og jordbruk anses som bærekraftige.

### Mulige produksjonsvolum i Norge

Som vi har vært inne på i avsnitt 2.1 er de to foreløpig mest aktuelle formene for andregenerasjons biodrivstoff, celluloseetanol og biomassebasert FT-diesel (FT-biodiesel).

Ifølge informasjon innhentet fra Iogen og Inbicon viser erfaringer fra pilot- og demoanlegg at man kan regne med et etanolutbytte fra den teoretiske brennverdien på tørrstoffet i biomasseråvaren på 24 prosent. Det er da kun cellulosen som konverteres til flytende drivstoff. Ligninet og hemicellulosen gir andre energiprodukter og/eller dyrefôr.

Ifølge informasjon innhentet fra Choren, viser erfaringer fra pilotanlegget og kalkyler for de bygde og planlagte større anleggene at man kan regne med et dieselutbytte fra den teoretiske brennverdien i biomasseråvaren på 44 prosent. I tillegg får man ca. fire prosent av den opprinnelige brennverdien ut som fyringsoljeerstatningen nafta (som alternativt kan brukes som kjemiråstoff). Resten av energien blir dels brukt internt i anlegget pluss at noe kraft og varme kan leveres til ekstern bruk.

Biomassepotensialet i Norge er begrenset, og kan brukes til ulike formål, både innenfor energisektoren og i andre sektorer. Vi vurderer ikke her konkurransen om biomasse-råstoffet, men illustrerer hva det vil si dersom hele den ledige bioenergiressursen på 25 TWh kan brukes til enten bensinerstatningen celluloseetanol eller FT-biodiesel. Vi får da følgende teoretisk produksjonsvolum, regnet som andeler av dagens drivstofforbruk, ved de alternative anvendelsene, se Tabell 2.4.

*Tabell 2.4 Illustrasjon av mulige produksjonsvolum med ved enten FT-diesel eller celluloseetanol.*

	<i>FT-biodiesel</i>	<i>Celluloseetanol</i>
Andel av bensinforbruket	N.a.	34 prosent
Andel av autodieselforbruket	51 prosent	N.a.
Andel av totalt drivstofforbruk	14 prosent	7,5 prosent

Norges samlede drivstofforbruk var i 2007 ca. åtte milliarder liter<sup>8</sup>, hvorav ca. en fjerdepart var bensin og en fjerdepart var diesel til veitrafikken (autodiesel).

25 TWh biomasse kan med Chorens BtL-teknologi gi 11 TWh eller 1,2 mrd liter FT-biodiesel. Alternativt kan den samme biomassen gi seks TWh eller en milliard liter celluloseetanol.

For å sikre stabil tilgang på store volum av treflis, er det sannsynlig at eventuelle framtidige produksjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i Norge vil basere råvaretilgangen på en kombinasjon av import og innenlandsk forsyning. Dette er også naturlig ut fra en ressursituasjon hvor Norge besitter omtrent halvparten så mye uutnyttet biomasse som det globale gjennomsnittet, målt per innbygger. Allerede i dag er import av lignocellulose for energiproduksjon noe kommersielle aktører planlegger. En illustrasjon på biomassens økte betydning som handelsvare som kan transporteres over lange avstander er etableringen av et produksjonsanlegg på Averøya i Møre og Romsdal for over to TWh trepellets basert på importert treflis fra Nord- og Sør-Amerika og Afrika.

### **Økt drivstoffutbytte med fremtidige teknologier**

Hvis vi ser noen år inn i fremtiden er det sannsynlig at drivstoffutbyttet fra konvertering av lignocellulose vil øke. Når det gjelder andregenerasjon bioetanol jobber mange aktører med å utvikle genmodifiserte mikroorganismer som også kan fermentere C5-sukkeret fra hemicellulosen til etanol. Det finnes allerede aktører i markedet som tilbyr slike organismer, men reelle utbytter ut over laboratorieforsøk er foreløpig tynt dokumentert. Weyland, som bygger pilotanlegg for andregenerasjons bioetanol i Bergen har lagt inn C5-fermentering i sine kalkyler. Dersom dette lykkes kan etanolutbyttet øke fra Iogen og Inbicons 23 prosent til 34 prosent.

Det er også mulig å produsere etanol via en hel (Range Fuels) eller delvis (INEOS Bio) termokjemisk konvertering hvor all biomassen gassifiseres. Dermed brukes, i likhet med Chorens prosess, både cellulosen, hemicellulose og ligninet til å produsere biodrivstoff. Disse konverteringsteknologiene gir et etanolutbytte på ca. 50 prosent av råvarenes tørrstoff.

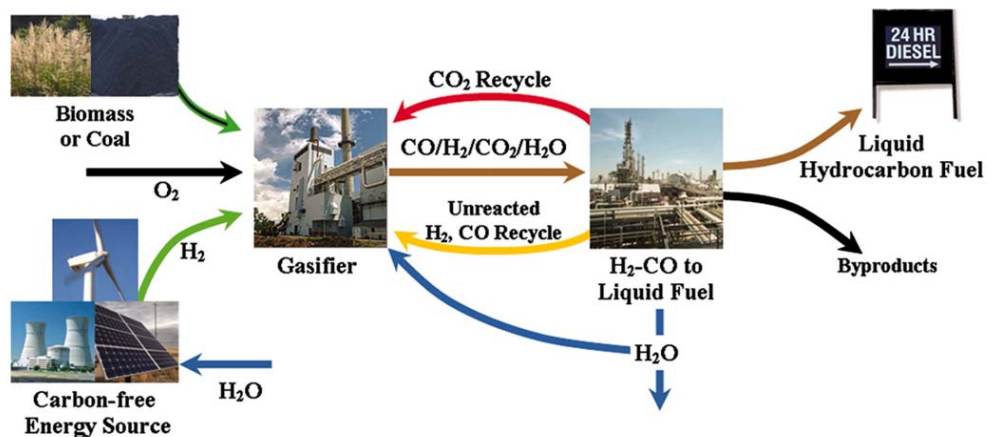
---

<sup>8</sup> Norsk Petroleumsinstitutt: Leveranser av petroleumsprodukter – 2007:  
<http://www.np.no/ktml2/files/uploads/Statistikk/Leveranserprosent20avprosent20petroleumsprodukter.xls>

Når det gjelder ren termokjemisk konvertering med gassifisering og Fischer-Tropsch syntese er det i tillegg mulig å mangedoble drivstoffutbyttet ved tilførsel av ekstern energi. I stedet for å ”brenne av lasset” ved gassifisering, kan man bryte ned til H<sub>2</sub> og CO-molekyler med prosessdamp eller mikrobølger. I neste trinn kan man tilføre eksternt produsert H<sub>2</sub> og resirkulere CO<sub>2</sub> og ikke-reagert H<sub>2</sub> og CO slik at det produseres flytende hydrokarboner av tilnærmet alt karbonet. Hvis vi forutsetter samme fordeling mellom FT-diesel og FT-nafta som hos Choren, gir det et teoretisk drivstoffutbytte på 128 prosent av energien i tørrstoffet til den opprinnelige biomassen.

Proessen er blant annet beskrevet i PNAS-artikkel i 2007 hvor den kalles H<sub>2</sub>CAR.

Figur 2.3 H<sub>2</sub>CAR-prosessen kan gi nesten tredoblet drivstoffutbytte



Agrawal R. et.al. PNAS 2007;104:4828-4833

Kilde: <http://www.pnas.org/content/104/12/4828.full>

Ifølge PNAS-artikkelen vil også energieffektiviteten øke sammenliknet med ”konvensjonelle” CtL, GtL og BtL-anlegg. Hvis vi forutsetter samme andel nafta som i Chorens prosess (ca. 7,5 prosent av det produserte volumet av BtL) øker utbyttet av FT-biodiesel fra 250 til 720 mill. liter. I Tabell 2.5 viser vi hvordan drivstoffutbyttet kan øke ved tilførsel av energi fra andre karbonfrie energikilder.

Tabell 2.5      *Illustrasjon på mulige konsekvenser av økt karboneffektivitet*

	<i>Choren-prosessen</i>	<i>H2CAR</i>
Mill. tonn tørrstoff	1	1
Mill. tonn karbon	0,515	0,515
Karboneffektivitet	32 %	92,5 %
Mill. tonn karbon i drivstoff	0,165	0,476
Mill. tonn drivstoff	0,191	0,551
Mill. liter drivstoff	250	720

### **2.3.2      Estimerte kostnader ved produksjon av andregenerasjons biodrivstoff i kommersiell skala**

Kostnadene for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff er knyttet til investeringskostnader for bygging av anlegget, kostnader til råvarer til produksjon og drifts- og vedlikeholdskostnader. I tillegg kan anleggene få inntekter fra salg av biprodukter fra produksjonen.

Vi baserer oss på opplysninger hentet fra ulike kilder. En hovedkilde for kostnader forbundet med andregenerasjons biodiesel er Chorens anlegg, mens vi i stor grad baserer oss på opplysninger fra Iogen for kostnader forbundet med andregenerasjons bioetanol. Det finnes en lang rekke aktører og konsepter (blant annet norske Weyland) som hevder at biomasse kan konverteres til flytende drivstoff til relativt lave kostnader, men økonomien i alternative prosesser er foreløpig lite dokumentert fra pilot- og demonstrasjonsanlegg. Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i tallene fra Iogen og Choren fordi de har betydelig erfaring fra bygging og drift av et demonstrasjonsanlegg av en viss størrelse (Iogens demonstrasjonsanlegg er 10 til 20 ganger så stort som Inbicons- og SEKABs pilotanlegg).

#### **Kapitalkostnad**

Siden det foreløpig ikke er bygget produksjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i full kommersiell skala, vil det være knyttet betydelig usikkerhet til investeringskostnadsanslagene. Vi tar her utgangspunkt i anslagene fra to av de selskapene som, i et internasjonalt perspektiv, har kommet lengst med planlegging av fullskala anlegg, basert på erfaring fra bygging og drift av egne demonstrasjonsanlegg.

- Et Choren-anlegg (FT-biodiesel) vil da koste ca. syv milliarder kroner og ha en produksjonskapasitet på 270 mill. liter BtL per år, hvorav 250 mill. liter er FT-biodiesel og resten bionafta. Ut fra standard metode for beregning av nåverdi av en investering, med antakelse om 20 års økonomisk levetid og et avkastningskrav på åtte prosent reelt før skatt, fører denne investeringskostnaden til en kapitalkostnad på 2,9 kroner/liter.<sup>9</sup> Siden teknologien er umoden må det antas at det vil foregå reinvesteringer underveis i anleggets levetid. Dersom det foretas en reinvestering halvveis i anleggets levetid på 50 prosent av anleggets opprinnelige investeringskostnad, øker kapitalkostnadene for anlegget til 3,6 kroner/liter.

---

<sup>9</sup> På grunnlag av rentesatsen og levetiden beregnes den årlige kapitalkostnaden som en realannuitet som dekker både avskrivninger og avkastning på den investerte kapitalen over levetiden. En grundig gjennomgang av måling av kapitalkostnader i en tilgrensende sektor (fjernvarmesektoren) samt økonomiske prinsipper er gitt i Econ Pöyry (2008b). Se også Bjørndal og Johnsen (2004).

- Et Iogen-anlegg (bioetanol fra cellulose) vil koste ca. tre milliarder kroner og ha en produksjonskapasitet på 90 mill. liter etanol per år. Med samme metode som ovenfor fører denne investeringen til en kapitalkostnad for anlegget på 3,4 kroner/liter. Reinvesteringer kan føre til en økning i kapitalkostnaden til 4,2 kroner/liter.

### **Kostnader til råvarer**

Kostnaden til innkjøpt biomasse vil i de fleste tilfeller være den største komponenten i produksjonskostnadene, også for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. Råvarekostnaden ved produksjon av andregenerasjons biodrivstoff avhenger av volum og geografi. Rivningsvirke, husholdningsavfall og andre former for avfall med stor andel biomasse kan for noen konsepter brukes som råvare til å produsere andregenerasjons biodrivstoff i liten til medium skala. Her har råvarene en svært lav eller negativ kostnad, mens andre kostnader er relativt sett høyere.

Biodrivstoff fra avfallsråvarer kan i fremtiden representere et lite, men likevel verdifull supplement i prosessen med å erstatte deler av dagens samlede forbruk av fossile drivstoff på ca 80 TWh. Tilgjengelige volum er imidlertid relativt små. I 2006 eksporterte vi eksempelvis årlig 58 tonn husholdningsavfall med en brutto brennverdi på tørrstoffet på ca. 30 GWh<sup>10</sup>. Et noe større potensial er det i husholdningsavfall som hittil har blitt deponert (ca. 1,3 TWh i brutto brennverdi i 2006), men det blir likevel lite sammenliknet med den ledige ressursen fra trevirke som utgjør ca. 20 TWh før konvertering til biodrivstoff. I det norske "Biodrivstoff-veikartet" (PFI m.fl., 2007) er samlet mengde tilgjengelig avfallsenergi anslått til ca. 2 TWh. På grunn av det begrensede potensialet, og behov for tematisk avgrensning i denne rapporten, har vi derfor ikke fokusert på konsepter som baserer seg på avfallsressurser

For å kunne produsere store volum av biodrivstoff, vil man måtte benytte trevirke, halm og andre former for lignocellulose som er tilgjengelig i langt større volum. Dette er energiråvarer som også kan energiutnyttes direkte til stasjonær produksjon av prosessvarme, fjernvarme og elektrisitet, i tillegg til også å ha andre anvendelsesområder. Dersom vi inkluderer gjennomsnittlig transportkostnad inn til store prosessanlegg har lignocellulose en markedspris på ca. 15 til 20 øre/kWh, ifølge PFI m. fl. (2007). Også import av treflis fra andre kontinenter med mye lavere råvarepris, gir samlet råvarekostnad på omtrent samme nivå, når man legger til den høyere transportkostnaden. Choren har gjort et omfattende arbeid med å kartlegge mulige råvareleveranser fra store deler av verden. De legger til grunn en råvarepris ferdig levert til fabrikk i Tyskland på 10 til 14 øre/kWh, basert på dagens prisbilde.

Selv om treflis, halm og andre former for lignocellulose har en lavere pris per energienhet enn råvarer brukt til fremstilling av førstegenerasjons biodrivstoff, faller denne fordelten i de fleste tilfeller bort på grunn av lavere konverteringsgrad. Konverteringsgrad er her et mål på hvor stor andel av energiinnholdet i den innkjøpte biomassen som kommer ut som energi i biodrivstoffet. Mens førstegenerasjons biodrivstofffabrikkene, som omformer biomasse som sukker, stivelse og vegetabiliske planteoljer, har en typisk konverteringsgrad på 60 til 90 prosent, så vil andregenerasjonsfabrikkene som nå er på tegnebrettet ha en konverteringsgrad på 23 til 45 prosent.

---

<sup>10</sup> Kostra, SSB.

Dersom vi antar at råvareprisen ligger i intervallet 15 til 20 øre/kWh og at konverteringsgraden ligger i intervallet 23 til 44 prosent, får vi følgende kostnader til råvarer for andregenerasjons biodrivstoff:

- FT-biodiesel: Med en råvarepris på 20 øre/kWh og en konverteringsgrad på 44 prosent blir råvarekostnaden 4,3 kroner/liter. Dersom anlegget kan kjøpe inn råvaren til 15 øre/kWh kan råvareprisen komme ned i 3,2 kroner/liter og dersom råvarepris på 20 øre/kWh opprettholdes og konverteringsgraden viser seg å være lavere enn antatt, for eksempel 40 prosent kan råvarekostnaden komme opp i 4,7 kroner/liter.
- Bioetanol: Med en råvarepris på 20 øre/kWh og en konverteringsgrad på 25 prosent blir råvareprisen 4,9 kroner/liter. Dersom råvareprisen i stedet er 15 øre/kWh, synker råvarekostnaden til 3,7 kroner/liter. Dersom konverteringsgraden til anlegget er 23 prosent og råvareprisen er 20 øre/kWh øker råvarekostnaden til 5,2 kroner/liter.

### Øvrige kostnader

Lønnskostnader, vedlikehold, kjemikalieforbruk og andre driftskostnader utgjør i de fleste kalkylene 10 til 25 prosent av de totale kostnadene. I tabell 2.5 bruker legger vi til grunn at øvrige kostnader utgjør 20 prosent av summen av de totale kostnader til kapital og råvarer.

### Inntekter fra biprodukter

Til fratrukk i kostnadene kan det komme inntekter fra biprodukter fra biodrivstoffproduksjonen.

Enkelte konsepter innen biokjemisk konvertering vil kunne oppnå ganske høye inntekter fra salg av biprodukter ved at hemicellulosen og ligninet, som utgjør mer enn halvparten av biomassen, omformes til brenselpellets, dyrefôr og/eller andre trekjemiske produkter. En slik konvertering vil imidlertid i de fleste tilfeller innebære et relativt høyt forbruk av enzymer og/eller andre kjemikalier<sup>11</sup> som vil kunne utligne store deler av inntektene fra salg av biprodukter.

For Chorens BtL-anlegg vil 7,5 prosent av produksjonsvolumet komme i form av bionфта, mens resten er FT-biodiesel. I tillegg vil slike anlegg kunne levere prosessvarme og noe elektrisitet ved integrasjon med for eksempel oljeraffineri eller papirindustri.

Iogen opplyser at de bruker ligninet fra biomassen til å generere damp og elektrisitet for å eliminere behovet for fossil energi i produksjonsprosessen. Ut over dette har vi ikke lyktes i å få opplysninger om eksterne leveranser av biprodukter fra Iogens planlagte kommersielle anlegg. Inntekter fra biprodukter er potensielt sett en stor økonomisk oppside i dette konseptet. På den andre siden av kalkylen er enzymforbruk en stor utgiftspost for denne typen produksjon.<sup>12</sup> (*Enzyme costs have been significantly lowered*

---

<sup>11</sup> Lignocellulosic Ethanol Plant in the UK – Feasibility Study – July 2008  
[http://www.nfccc.co.uk/metadot/index.pl?id=7607&isa=DBRow&field\\_name=file&op=download\\_file](http://www.nfccc.co.uk/metadot/index.pl?id=7607&isa=DBRow&field_name=file&op=download_file)

<sup>12</sup> Lignocellulosic Ethanol Plant in the UK – Feasibility Study – July 2008  
[http://www.nfccc.co.uk/metadot/index.pl?id=7607&isa=DBRow&field\\_name=file&op=download\\_file](http://www.nfccc.co.uk/metadot/index.pl?id=7607&isa=DBRow&field_name=file&op=download_file)



*but still need further reductions.*) Enzymkostnaden er ikke tallfestet i dette estimatet og kan i mange tilfeller utligne mye av inntektene fra salg av biprodukter.

### **Totale kostnader for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff**

De ulike anslagene på kostnadselementene for produksjon av andregenerasjons biodiesel og bioetanol blir sammenstilt i Tabell 2.6. Vi gjør oppmerksom på at anslagene er basert på opplysninger fra et fåtall planlagte anlegg, slik at kostnadene foreløpig ikke har vært testet i praksis. Anslagene er derfor svært usikre.

*Tabell 2.6 Anslag på kostnader for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff*

		<i>Biodiesel</i>	<i>Bioetanol</i>
Kapitalkostnad	Kroner/liter	2,9 – 3,6	3,4 – 4,2
Råvarekostnad	Kroner/liter	3,2 – 4,7	3,7 – 5,2
Drift og vedlikehold (20 %)	Kroner/liter	1,2 – 1,8	1,4 – 2,1
<b>Totale kostnader</b>	Kroner/liter	<b>7,4 – 10,0</b>	<b>8,5 – 11,3</b>
<b>Totale kostnader</b>	Øre/kWh	<b>80 – 105</b>	<b>140 – 185</b>

Årsaken til at kostnaden per kWh er så mye høyere for bioetanol, er at en liter bioetanol inneholder 6,1 kWh energi, mens en liter FT-biodiesel inneholder 9,4 kWh.

Kostnadene ovenfor tar ikke hensyn til eventuelle inntekter fra biprodukter i produksjonen.

Borregaard Sarpsborg og SEKAB i Sverige antyder at de vil kunne etablere lønnsom storskala produksjon av celluloseetanol ved en etanolpris på seks til syv kroner per liter. Ut fra deres anslag på investeringskostnader, råvarepris og etanolutbytte synes nøkkelen til lønnsomhet å ligge i at også biproduktene fra hemicellulosen og ligninet genererer betydelige inntekter. Dette er da også i samsvar med deres tanke om at den beste lønnsomheten for celluloseetanol vil oppnås i såkalte bioraffineri som produserer flere forskjellige produkter fra biomassen. Inbicon i Danmark legger også opp til liknende forretningsmodeller hvor man både produserer etanol og andre verdifulle produkter som for eksempel brenselpellets og dyrefôr. Å undersøke produksjonskostnader og markedspriser for forskjellige aktuelle produkter fra et bioraffineri har vært utenfor rekkevidden for denne analysen.

Weyland i Bergen viser til kalkyler som kan gi lønnsom produksjon ved etanolpriser mellom fire og fem kroner per liter og uten salg av biprodukter. Her forutsetter de en råvarekostnad på ca. 10 øre/kWh det vil si ca. halvparten av det vi i hovedsak legger til grunn i denne analysen. I tillegg legger de til grunn en relativt lav investeringskostnad. På grunn av at denne teknologien foreløpig ikke er utprøvd i et pilotanlegg har vi ikke valgt å vektlegge disse kalkylene her.

### **Konkurrerende drivstoff**

For å si noe om behovet for størrelsen på incentiver og virkemidler for andregenerasjons biodrivstoff er det nyttig å se på pris-, incentiv- og avgiftsbildet både for fossile drivstoff og førstegenerasjons biodrivstoff.

Det er svært vanskelig å spå hva som vil være innkjøpsprisen inn til oljeselskapene på bensin, diesel og førstegenerasjons biodrivstoff innen de første fullskala kommersielle produksjonsanleggene for andregenerasjons biodrivstoff settes i drift om fem til syv år.

Vi gjør her en forenklet analyse som forutsetter at prisen på flytende hydrokarboner om fem til syv år vil ligge ca. midt mellom energiprisene notert i Dagens Næringsliv 5. juli 2008, da oljeprisen var 146 USD/fat og de tilsvarende energiprisene 22. november 2008 da oljeprisen var 48 USD/fat, det vil si om lag 100 USD/fat.

Norske incentiver per kWh er beregnet ut fra gjeldende avgiftsfordeler for lavinnblanding av biodrivstoff i vanlig diesel og bensin. Biodiesel er fritatt både fra CO<sub>2</sub>-avgift (0,55 kroner/liter), mineraloljeavgift (3,40 kroner /liter) og tilhørende mva. Bioetanol til lavinnblanding i bensin er kun fritatt fra CO<sub>2</sub>-avgift (0,82 kroner) med tilhørende mva.

Samlede biodrivstoffincentiver i EU og USA er hentet fra rapporten "The State of Food and Agriculture" (FAO, 2008) og regnet om til øre/kWh. Incentivene omfatter både støtte til produksjon og bruk av biodrivstoff og landbrukssubsidier til dyrking av biomasse som anvendes til produksjon av biodrivstoff. Vi forutsetter i denne enkle analysen at incentiver til andregenerasjons biodrivstoff kun brukes til å kompensere for antatt høyere innkjøpskostnader på drivstoffet og ikke for å kompensere for økte distribusjonskostnader for oljeselskapene.

Tabell 2.7      *Markedspriser, estimater og incentiver 2007-2008*

	<i>Diesel (øre/kWh)</i>	<i>Bensin/etanol (øre/kWh)</i>
Petroleumbasert	43	35
Biobasert førstegenerasjon biodrivstoff	86	57
Biobasert andregenerasjon biodrivstoff (estimert)	80 – 105	140 – 185
Incentiver i Norge	49	11
Incentiver i EU (FAO, 2008)	54	115
Incentiver i USA	42	32
<b>Illustrasjon på avstand til konkurransedyktighet i forhold til fossilt brensel for andregenerasjon biodrivstoff</b>	35 – 65	105 – 150

For å vise en illustrasjon på hvor stor avstanden til lønnsomhet for andregenerasjons biodrivstoff er, sett i forhold til et fossilt basert alternativ, baserer vi oss på de forenklete kostnadsoverslagene ovenfor med en oljepris på ca. 100 USD per fat. Avstand til konkurransedyktighet er differansen mellom innkjøpsprisen inn til oljeselskapene på petroleumbasert bensin eller diesel og kostnad på andregenerasjons biodrivstoff.

I denne oppstillingen ser vi at FT-biodiesel har en avstand til lønnsomhet som ligger innenfor dagens nivå for virkemidler (avgiftsfritak for CO<sub>2</sub>-avgift og mineraloljeavgift), gitt en oljepris på 100 USD per fat.

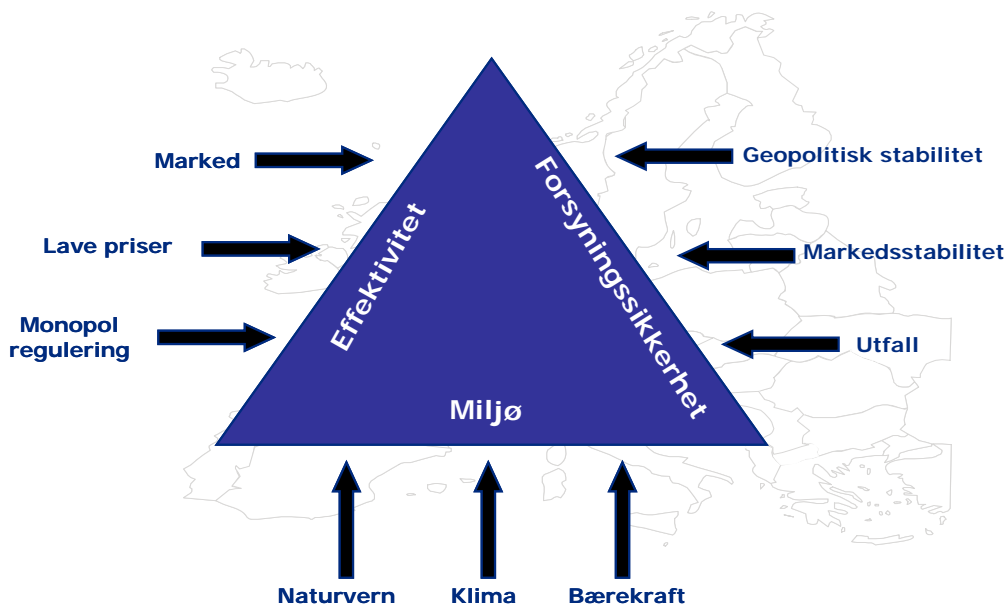
Når det gjelder avstand til lønnsomhet for celluloseetanol synes denne noe stor. Ut fra bransjeaktørenes antydninger om nødvendige etanolpriser, kan det være muligheter for å optimalisere forretningsmodellen sammenliknet med den forenklete kalkylen som er gjort her for Iogens teknologi med norske råvarekostnader og uten å ta hensyn til overskudd fra leveranse av biprodukter.



### 3 Dagens målsettinger og virkemidler for andregenerasjons biodrivstoff

Det er mange ulike politiske målsettinger som påvirker utviklingen innenfor miljø og fornybar energi. Ofte er det tre overordnede energipolitiske målsettinger som må avveies; effektive energimarkeder, forsyningssikkerhet og miljø. Når det gjelder satsing på biodrivstoff er det i hovedsak basert i målsettinger om klima og forsyningssikkerhet.

Figur 3.1 Energipolitisk triangel



#### 3.1 Internasjonale avtaler og forpliktelser

Målsettinger knyttet til miljø og klima har røtter langt tilbake. En viktig tidlig hendelse var Klimakonvensjonen som ble undertegnet på FNs konferanse om miljø og utvikling i 1992 i Rio, og som er ratifisert av 192 land (deriblant USA) samt EU. Klimakonvensjonen inneholder ikke konkrete forpliktelser for utslippsreduksjoner. Kyoto-avtalen er en protokoll under Klimakonvensjonen. Den ble fremforhandlet i 1997, men trådte først i kraft 16. februar 2005 da et tilstrekkelig antall land hadde ratifisert avtalen. USA er blant de landene som ikke har ratifisert avtalen. Landene som har ratifisert avtalen deles opp i industriland (37 "annex 1-land") som skal kutte sine utslipp med 5,2 prosent for perioden 2008 til 2012 sammenlignet med 1990. Landene som ikke er "annex 1-land" har ikke forpliktelser om utslippsreduksjoner. EU er pålagt å kutte sine utslipp med åtte prosent, Norge er gitt rett til å øke sine utslipp med en prosent. I motsetning til Klimakonvensjonen er målsettingene landene har blitt enige om i Kyoto-avtalen, bindende.

På Bali i 2007 ble partene i Kyoto-avtalen enig om et veikart frem mot en ny avtale som skal etterfølge Kyoto-avtalen. Målet er at et nytt møte i København i 2009 skal forhandle ferdig en ny internasjonal avtale med forpliktende utslippsmål med flere parter enn Kyoto-protokollen.

Satsing på biodrivstoff er en av flere måter for landene å oppnå sine klimaforpliktelser. Internasjonalt er det sterkt fokus på bærekraftig utvikling innefor satsingen på biodrivstoff. The Global Bioenergy Partnership<sup>13</sup> (GBEP) ble etablert etter toppmøtet for G8-landene i 2005. Fokuset er fordelt på handel og bærekraft for bioenergi. GBEP er i gang med å utarbeide konkrete standarder/prinsipper for bærekraft i biodrivstoffnæringen. De arbeider med å utvikle standarder for klimagasser, lokal luftforurensning, biologisk mangfold, vann, jord, bruk av landarealer, matsikkerhet og arbeidsforhold. De har med andre ord fokus på å sikre miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft gjennom hele produksjonskjeden for bioenergi.

### 3.1.1 Biodrivstoff i EU-sammenheng

Opp gjennom årene har EU spilt en stadig større rolle i etablering av felles regler, og utvikling av insentiver for produksjon og bruk av biodrivstoff, innenfor deres eget politiske rammeverk for energi, transport, miljø, handel, det interne marked og konkurranse. EUs målsettinger for fornybar energi og biodrivstoff har sitt utspring i politiske målsettinger om miljø, men er også fundert i målsettinger om forsynings-sikkerhet.

Det har vært lite fokus på andregenerasjons biodrivstoff i EU, men dette er i ferd med å endre seg, spesielt i forbindelse med den pågående diskusjonen om Fornybardirektivet i EU. Nedenfor drøfter vi Fornybardirektivet og andre nylige EU-initiativ som er relevante i forhold til produksjon og kommersialisering av biodrivstoff i Europa.

#### Utvikling frem mot Fornybardirektivet

EUs politikk for å fremme bruken av biodrivstoff går tilbake til 1985 med Direktiv 85/536/EEC som foreslår redusert avhengighet av importert olje gjennom bl.a. økt bruk av biodrivstoff. I 2001 begynte Europakommisjonen å vurdere muligheten for økt bruk av biodrivstoff innen transport. I rapport om alternative drivstoff for veitrafikk, identifiserte Kommisjonen biodrivstoff, naturgass og hydrogen som mulige fremtidige energikilder for transport.<sup>14</sup>

I 2003 vedtok EU et Biodrivstoffdirektiv (Directive 2003/30 EC). Direktivet krevde av medlemslandene at det skulle fastsettes mål for minimum mengde biodrivstoff i drivstofforbruket. Disse målene ble satt til henholdsvis to prosent i 2005 og 5,75 prosent i 2010. Siden biodrivstoff er dyrere enn konvensjonelle brenselstyper, tillot EU også medlemslandene å unnta biodrivstoff helt eller delvis fra energiavgifter. Dette er et Landbruksdirektiv og derfor ikke EØS-relevant.

I 2006 la EUs "An EU strategy for biofuels" grunnlaget for en vurdering av "biodrivstoffdirektivet", opprinnelig planlagt å skulle være ferdig i slutten av 2006. I januar 2007 viste Kommisjonens "Biofuels Progress Report" at biodrivstoff kun hadde tatt 1 prosent av markedet i 2005, og at man også, med stor margin, kom til å mislykkes med målet om 5,75 prosentandel i 2010. Kun Sverige og Tyskland hadde nådd målet så langt.

---

<sup>13</sup> "Global Bioenergy Partnership: Putting the Gleneagles Plan into Action". (June 2007). Medlemmene i GBP er, i tillegg til G8 landene + 5 land: Brasil, Kina, India, Mexico, og Sør-Afrika, samt organisasjonene FAO, IEA, UNDP, UNCTAD, UNEP, UNIDO, UNDESA, WCRE, EUBIA.

<sup>14</sup> [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2001/com2001\\_0547en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2001/com2001_0547en01.pdf)

I mars 2007 forpliktet medlemslandene seg i Europarådet til å øke andelen av biodrivstoff innen transport til 10 prosent innen 2020. Intensjonen er at denne målsettingen skal være bindende for medlemslandene. Målsettingen ble imidlertid gjort avhengig av at andregenerasjons biodrivstoff blir kommersielt tilgjengelig og at direktivet om drivstoffkvalitet blir endret på en slik måte at hensiktsmessig innblanding av biodrivstoff vil være mulig.

Målet er en del av Klimapakken: ("20 20 20 innen 2020"-målet). Innen 2020 skal EU:

- Redusere utslipp av klimagasser med 20 prosent (og med 30 prosent hvis man får i stand en global avtale).
- Øke andelen av fornybar energi til 20 prosent for EU totalt.
- Øke energieffektiviteten med 20 prosent.

I januar 2008 presenterte Kommisjonen et sett av initiativer for å implementere de nye målsettingene, inkludert utkastet til revidert Fornybardirektiv, som forbedrer "biodrivstoffdirektivet" og tidligere direktiver vedrørende elektrisitet basert på fornybare energikilder (RES-E).

Direktivforslaget angir byrdefordelingen mellom EU-landene i forhold til EUs generelle mål om at fornybarhetsandelen i sluttforbruket av energi skal være minst 20 prosent innen 2020. Direktivforslaget angir ikke hvor mye henholdsvis elektrisitetssektoren og varmesektoren må ta, men for transportsektoren inneholder direktivet, som tidligere nevnt, et mål om at hvert av medlemslandene skal ha 10 prosent fornybart. Fornybart er her et bredere begrep enn biodrivstoff, ved at også for eksempel hydrogen og fornybar elektrisitet til transportsektoren er inkludert. Forslaget inneholder kriterier for effektivitet, metode, sosiale effekter og miljøkriterier for produksjon og bruk av biodrivstoff, og regler for hvordan disse skal telle i forhold til målene ("sustainable criteria for biofuels"). Spesielt foreslo Kommisjonen at biodrivstoff skal gi 35 prosent mindre karbonutslipp sammenlignet med fossile drivstoff.

Kommisjonens forslag har blitt diskutert av EU-Parlamentet og Ministerrådet (Council of (Energy) Ministers) gjennom 2008. Det er ventet at Ministerrådet vil komme frem til en politisk avtale vedrørende Klimapakken, inkludert Fornybardirektivet innen utgangen 2008. Endelig godkjenning og tilpasning av denne vil da gjennomføres tidlig i 2009.

Som et ledd i diskusjonen har EU-institusjonene og konstellasjoner av land allerede foreslått en rekke endringer. EU-Parlamentets Industri-, Energi- og Transportkomité (ITRE) stemte for en rekke forbedringer i september 2008. Disse inkluderer:

- Medlemslandenes fornybarmål for 2020 opprettholdes i tråd med Kommisjonens forslag, men omgjøring av den tidligere tentative utviklingen/underveismål frem mot 2020 til å bli obligatorisk for medlemsland. Parlamentet foreslår også å introdusere et økonomisk belønnings-/straffesystem for underveismål.
- Opprettholdelse av målet om 10 prosent fornybare energikilder i transportsektoren innen 2020, men også tilføyelse av et underveismål på fem prosent innen 2025.
- Spesifisering av krav om at minst 40 prosent av denne totalen i 2020 (og 20 prosent i 2015) må være oppfylt ved bruk av fornybar elektrisitet, hydrogen og "non-food and feed competing" biodrivstoff (d.v.s. energi fra avfall, trebasert biomasse, alger dyrket i kar, eller energi fra råvarer dyrket på visse typer land).

- I tillegg foreslås et nytt bindende mål i forhold til forbedring av energi-effektiviteten i transportsektoren med 20 prosent i 2020.
- Forventninger om en fremtidig rullering, som i 2014 skal fokusere på konsekvensene for matsikkerhet, biomangfold og tilfanget av ulike energikilder. Rulleringen kan komme til å inneholde en modifisering av 2020-målene.<sup>15</sup>

Gjennom Rådet virker det som om medlemslandene i dag (november 2008) er nær ved å nå et kompromiss vedrørende kriterier for bærekraft, der det antydes en tofasert tilnærming. Kun biodrivstoff med et CO<sub>2</sub>-sparepotensiale på minst 35 prosent, vil bli tatt med i beregningen i første omgang, men kravene vil oppjusteres til 50 prosent i 2017. Dette vil vurderes på nytt ved rullering i 2014. De detaljerte tiltakene vil offentliggjøres når den endelige teksten er klar, som tidligere nevnt sannsynligvis tidlig 2009.

Retningslinjer og tilhørende mal for Nasjonale Planer vil bli utviklet av Europakommisjonen i løpet av 2009. Etter kommisjonens forslag skal medlemslandene levere inn sine første Nasjonale Planer for fornybarhetsområdet innen 31. mars 2010.

### **“Biomassetiltaksplanen” og implikasjoner for Fornybardirektivet for biomasse**

I desember 2005 presenterte Europakommisjonen en tiltaksplan som inkluderte 31 tiltak for å fremme biomasse til varme og kjøling, elektrisitetsproduksjon og transport (biodrivstoff). De fleste av disse tiltakene har blitt fulgt opp gjennom revisjon av ”Biodrivstoffdirektivet” (nå Fornybar- og Drivstoffkvalitetsdirektivene). Forslaget om at medlemslandene skulle vedta egne tiltaksplaner for biomasse, har blitt fulgt i varierende grad. Kommisjonen har mottatt fem tiltaksplaner; fra Spania, Estland, Irland, UK og Nederland. Det finnes også noen regionale biomasseplaner (BAPs).

Uavhengig av innspurtsarbeidet på Fornybardirektivet, har Kommisjonen planlagt en videre debatt omkring en serie initiativer relatert til biomasse:

- Juli til september 2008: Kommisjonen iverksatte en offentlig drøfting om biomassens bærekraft.
- September 2008 til september 2009: Kommisjonen skal gjennomføre en effektanalyse av et mulig biomassesystem i forhold til bærekraft. Dette inkluderer innblikk i sammenhengen mellom kriterier for bærekraft og kostnadsimplikasjoner, for å nå EUs hovedmål.
- Januar til februar 2009: Kommisjonen skal rapportere om implementeringen av BAPs (biomassetiltaksplaner), og av ”Biodrivstoff”- og RES-E-direktiver
- Desember 2009: Kommisjonen skal legge frem en rapport om kriterier for bærekraft.

### **Andre nylige EU-initiativer av betydning for utviklingen innen biodrivstoff**

#### *Drivstoffkvalitetsdirektivet - “Fuel Quality” Directive (FQD)*

I januar 2007 foreslo Kommisjonen en revidering av det opprinnelige Drivstoffkvalitetsdirektivet (Directive 1998/70 EC, endret ved direktiv 2003/17/EC). Det opprinnelige direktivet inneholder kvantitative begrensninger for innblanding av bioetanol i

---

<sup>15</sup> Flere parter har tatt til orde for at en slik rullering vil skape unødig usikkerhet omkring målene.

bensin. FQD etablerer EU-standarder for drivstoff, og tilleggene foreslått av Kommissjonen vil åpne for større bruk av biodrivstoff. Kommissjonen har i dette direktivet foreslått å introdusere et pålegg til drivstoffprodusenter om å redusere drivhusgassutslipp fra egne produkter med en prosent per år, fra og med 2011 (artikkel 7A). FQD koordineres med Klimapakken og RES direktivet, og ministerrådet har nylig lagt frem forslag om et obligatorisk krav om seks prosent reduksjon i drivhusgasser fra fossilt brensel fra 2011 til 2020. I tillegg er det forslag om ytterligere fire prosent frivillig reduksjon fra satsing på elbiler og karbonkvoter. I og med dette forslaget nå er lagt frem fra ministerrådet ser det ut som om det kan bli enighet i EU om FQD.

Direktiv 98/70/EC om spesifikasjonene for bensin og diesel i EU inneholder kvantitative begrensninger for innblanding av bioetanol i bensin. Kommissjonen har varslet en gjennomgang av dette regelverket med sikte på å fjerne disse begrensningene.

E10 er en standard som betyr en drivstoffblanding med 10 prosent etanol og 90 prosent bensin. B7 er tilsvarende standard for diesel. Nye kjøretøy skal kunne kjøres på slike standarder.

#### *ETS-direktiv*

Som en del av Klimapakken har Europakommisjonen foreslått at man fjerner seg fra bruk av nasjonale kvoter, og introduserer et EU-basert auksjonssystem for CO<sub>2</sub>-kvoter, etter 2012. Energiprodusenter og raffinerier er allerede dekket av EUs Kvotehandels-system (Emissions Trading System, ETS). Formålet med både ETS' regler, og det potensielle utbyttet fra auksjonene, vil ha direkte og indirekte effekt på produksjon og bruk av biodrivstoff både i og utenfor Europa. For eksempel virker det som om EU-Parlamentet og EUs Ministerråd er enige om at alle flyvninger, både innefor og utenfor EU skal være inkludert i ETS fra 2012.

#### *Regulering av CO<sub>2</sub>-utslipp fra biler*

I desember 2007 la Kommissjonen frem et utkast til regulering, som satt som bindende mål at man innen 2012 skulle nå en grense på maksimal 120 gram CO<sub>2</sub> per kilometer fra nye biler. Dette tilsvarer en reduksjon på 18 prosent i forhold til dagens nivå på 160 g/km. Nesten hele reduksjonen (til 130 g/km) skal komme gjennom nyvinninger innen kjøretøyteknologi. De resterende 10 g/km er forventet å oppnås ved forbedring av andre områder; dekk, drivstoff, aircondition og økonomisk kjøring.

I november 2008 beveget Council of (Environment) Ministers seg nærmere et kompromiss som ville utsatt forpliktelsene til 2015, og etablert et langsiktig engasjement for å redusere utslippene fra transport til 90 til 100g/km innen 2020, men tillate enkelte unntak for små nisjeprodusenter, og på denne måten bruke systemet som insentivsystem for å fremme investeringer i ny teknologi. Kompromissforlaget fra Council må diskuteres videre i forhold til Europaparlamentets forslag om en nedgang til 125g/km, kun gjennom kjøretøysteknologi, innen 2015

#### *Nye regler for direkte og indirekte finansiell støtte*

EU bidrar også direkte eller indirekte til produksjon og bruk av biodrivstoff:

- "The Common Agricultural Policy", landbrukspolitikken, etablerer regler for – og finansiell støtte til – produkter som rapsolje og sukkerroe. En vurderingsprosess



ble initiert i 2008, og skal avsluttes i 2013. Forhandlinger, og lovverket knyttet til WTO, vil være av betydning for videre utvikling av biodrivstoff.

- Kommisjonen kontrollerer offentlige subsidieordninger i forhold til det interne markedets regler. I 2008 vedtok Kommisjonen et nytt sett regler for statsstøtte i forhold til miljø, som øker medlemslandenes handlingsrom for støtte til miljørettede tiltak. I retningslinjene fra 2001 var maksimal støtte til større selskaper på 30 til 40 prosent, mens mindre selskaper hadde et maksimum på 50 til 60 prosent. I de nye retningslinjene fra januar 2008 er taket økt til 50 til 60 prosent for store selskaper og 70 til 80 prosent for mindre selskaper. Retningslinjene baner vei for økt finansiell støtte til fornybar energi, inkludert til produsenter av biodrivstoff.
- EU bistår med finansiell støtte i forhold til forskning og utvikling under programmet European Research Framework Programme. I tillegg etablerte Kommisjonen nylig European Institute of Technology (EIT), som vil spille en rolle for innovasjon innen feltet. Frem til januar 2010 skal EIT ha valgt to eller tre første Knowledge and Innovation Communities (KICs). KICs vil bli etablert som integrerte partnerskap og utgjøres av næringsliv, entreprenører, universiteter, forskningsinstitutter og teknologisentre, for å utvikle kompetanse, forskning og innovasjon på utvalgte områder.

I tillegg kan reformen av landbrukspolitikken i EU bidra til å øke produksjonen av biodrivstoff. Vekster som tidligere bare kunne motta direkte støtte til energiproduksjon dersom de ble dyrket på arealer som var tatt ut av kornproduksjon, kan nå dyrkes på alt areal uten at støtten reduseres. Regelverket for bygdeutvikling som ble vedtatt høsten 2005 hjemler også virkemidler som kan støtte opp under produksjon av råstoff til biodrivstoff.

## **3.2 Nasjonale målsettinger og virkemidler direkte rettet mot biodrivstoff**

Mange land, i første rekke EU-land, Canada og USA, har innført ulike virkemidler for å stimulere til innføring av biodrivstoff. De er noe ulik virkemiddelbruk i landene, men den består hovedsakelig av påbud om innblanding, avgiftslettelser, teknologistøtte, støtte via landbrukspolitikken og i noen grad direkte produksjonssubsidier og støtte til å ta i bruk biodrivstoff for ulike offentlige etater m.v. (flåteprogram).

### **3.2.1 Norge**

I Klimaforliket (2008) uttrykkes en bred politisk<sup>16</sup> konsensus om klimamål i Norge. Det er enighet om at Norge skal være karbonnøytral allerede i 2030.

I foretaksmøtet i Enova 18. juni 2008 ble det avtalt et mål om at fondsmidlene Enova forvalter skal bidra til økt fornybar varme- og kraftproduksjon og energisparing som samlet tilsvarer minimum 18 TWh innen utgangen av 2011.

Et mål om 12 TWh ny fornybar energi og energieffektivisering innen 2010 gjelder i Norge i dag. Av dette skal 3 TWh komme fra vind og 4 TWh fra varmesektoren. Regjeringen har i Klimameldingen (St.meld. nr. 34, 2006–2007) lagt opp til et mål om

---

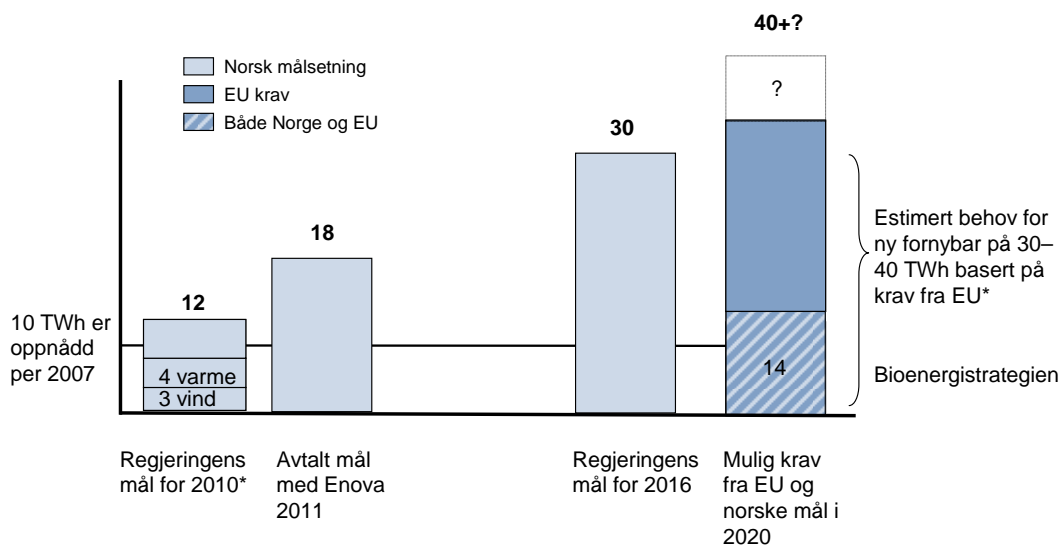
<sup>16</sup> Avtale mellom Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti, Senterpartiet, Høyre, Kristelig Folkeparti og Venstre.

et samlet mål på 30 TWh økt fornybar energiproduksjon og energieffektivisering i 2016 i forhold til 2001.

I både Klimameldingen og Klimaforliket slås det fast at det skal sikres målrettet og koordinert virkemiddelbruk for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020. Det er enda ikke fastsatt noe kvantitativt mål for fornybar energi i 2020. Bellona har estimert at kravet til økt fornybar energi kan bety et behov for 30 til 40 TWh innen 2020. I tillegg kommer eventuelt mål om energieffektivisering.

I Figur 3.2 illustrer vi de ulike målsettinger for fornybar energi og energieffektivisering i Norge frem mot 2020.

Figur 3.2 Illustrasjon for mål for ny fornybar energi og energieffektivisering i Norge frem mot 2020. TWh.



\*Kilde: Bellona. Målet oppgitt som andel fornybar energi av energiforbruket.

Kilde: Econ Pöyry sammenstilling

Biodrivstoff er en del av løsningen foreslått av Lavutslippsutvalget (NOU, 2006:18). Her ble bl.a. det foreslått en teknologipakke som bl.a. skulle inneholde en satsing på biodrivstoff, samt å innføre et statlig pålegg om omsetning av biodrivstoff med minst fem prosent av omsetningen innen 2009.

Regjeringen foreslår i Klimameldingen (St.meld. nr. 34, 2006–2007) å satse eksplisitt på andregenerasjons biodrivstoff i Norge. Bakgrunnen for denne målsettingen finner vi i Regjeringens forventninger om at andregenerasjons biodrivstoff sannsynligvis kommer til å ha vesentlig mindre sannsynlighet for negative samfunnsmessige konsekvenser samt at det er betydelig bedre miljømessig. I tillegg forventes det at norsk innsats for å fremme utvikling av andregenerasjonsteknologi vil kunne bidra til arbeidsplasser, næringsutvikling og eksportinntekter, og være en naturlig del av en nasjonal satsing på innovasjon og miljøteknologi

Regjeringens målsettinger om økt bruk av biodrivstoff ble første gang presentert i revidert Nasjonalbudsjett 2007, hvor blant annet engangavgiften for E85-biler ble redusert med 10 000 kroner fra 1. juli 2007. Ytterligere konkretisering av Regjeringens politikk kom i Klimameldingen. I Klimameldingen la Regjeringen frem forslag om:

- Omsetningspåbud for biodrivstoff, innebærende at fra og med 2008 skal minst to volumprosent av årlig omsatt mengde drivstoff til veitrafikk bestå av biodrivstoff, økende til minst fem volumprosent fra og med 2009. I tillegg vil Regjeringen arbeide videre med en nasjonal målsetting om ca. sju volumprosent biodrivstoff fra 2010.
- Krav om bæredyktig produksjon og import av biodrivstoff. Regjeringen har besluttet å samarbeide med blant annet EU, internasjonale organer og drivstoffbransjen for å få på plass ordninger for å fremme bærekraftig produksjon og import av biodrivstoff. Dette kan være en type sertifiseringsordning, internasjonale mekanismer eller lignende, og bør baseres på bærekraftskriterier og livsløpsanalyser av ulike virkninger av de ulike biodrivstoffene. Dette er viktig for både førstegenerasjons og andregenerasjons biodrivstoff, og gjelder både for importert og egenprodusert biodrivstoff.
- Initiativ til en strategi for økt FoU på andregenerasjons biodrivstoff, herunder vurdere støtteordninger til demonstrasjonsanlegg. Satsingen spesielt på andregenerasjons biodrivstoff har sitt utspring i ønsket om å bidra til å utvikle en teknologi som i større grad unngår mulige negative konsekvenser for samfunn og miljø fra førstegenerasjons biodrivstoff

I Klimameldingen og Klimaforliket blir det foreslått å opprette Transnova som et prøveprosjekt i minst tre år. Forslaget ble fulgt opp i Statsbudsjettet for 2009 med en bevilgning på 50 mill. kroner. Transnova blir opprettet for å fremme utvikling og bruk av mer miljøvennlige transportmidler.

Det er vedtatt norske krav om 2,5 prosent innblanding av biodrivstoff av totalt omsatt drivstoff i 2009, og fem prosent fra 1.7 2010. EUs sertifiseringskrav skal legges til grunn når de kommer.

Det er allerede i dag mulig å få støtte til FoU for andregenerasjons biodrivstoff i Norge. Forskningsprogrammet RENERGI skal utvikle kunnskap og løsninger for mer miljøvennlig transport Gjennom forskningsprogrammet RENERGI er det mulig å få støtte til teknologiutvikling, hvorav noe kanaliseres som såkalte BIP-midler (brugerstyrte innovasjonsprosjekter). Forskningsrådet innvilger en gang i året, gjennom RENERGI-programmet, støtte til anvendt forskning og pilotprosjekter innenfor miljøvennlig transport, biodrivstoff og hydrogen. Samlede årlige utbetalinger fra RENERGI-programmet til prosjekter innen andregenerasjons biodrivstoff har de siste tre årene ligget i området fem til 10 mill. kroner. Denne FoU-støtten er i all hovedsak rettet inn mot å utvikle andregenerasjonsteknologi.

Som tidligere nevnt i kapittel to gis det i dag avgiftsfordeler for lavinnblanding av biodrivstoff i vanlig diesel og bensin. Dagens avgiftsreduksjoner har ulik innretning for bensin og autodiesel som inneholder biodrivstoff. Innretningen på avgiftsreduksjonene er slik at mesteparten av omsetningen er biodiesel og ikke bioetanol. Det er foreløpig ingen sammenheng mellom netto klimanytte for et gitt biodrivstoff og grad av avgiftsreduksjon, snarere tvert i mot. Biodiesel, som av SFT vurderes å ha en netto klimanytte på 44 prosent, er fritatt for både mineraloljeavgift og CO<sub>2</sub>-avgift, mens bioetanol, som av SFT angis å ha en klimanytte på 75 prosent ved lavinnblanding, ilegges full bensinavgift på 4,33 kr/liter.

For øvrig gis det 10.000 kroner i redusert engangsavgift for biler som kan gå på E85 (høyinnblandet bioetanol). Dagens innretning på avgiftsfritak for biodrivstoff i Norge er teknologinøytral i forhold til første- og andregenerasjons biodrivstoff.

De nylige endringene i engangsavgiften for personbiler, fører til at biler med lave CO<sub>2</sub>-utslipp blir billigere. Dette kommer ikke biodrivstoff til nytte. Dette fordi avgiftssatsen settes ut fra dokumentert CO<sub>2</sub>-utslipp fra kjøretøyet, uavhengig av om CO<sub>2</sub>-utslippet har fossilt eller fornybart opphav.

### **3.2.2 Canada**

Canadisk politikk for bruk av biodrivstoff startet i 1980 og er drevet av en kombinasjon av landbruksstøtte og landets forpliktelse under Kyoto-protokollen. Canada bruker flere ulike virkemidler for å stimulere til vekst i bruk av biodrivstoff. Virkemidlene skiller ikke mellom første- og andregenerasjons biodrivstoff.

I 2008 innførte den kanadiske regjeringen en målsetting om fem prosent etanol-innblanding innen 2010, og to prosent innblanding av biodiesel innen 2012 (Dessureault, 2008). Det er tidligere innført lettelse i de føderale drivstoffavgiftene for bruk av etanol. Canada tilbyr også et nasjonalt skattefritak på 10 cent per liter (tilsvarende kroner 57 øre/liter). Provsregjeringene tilbyr en rekke tilleggsincentiver på opp til 25 cent per liter (tilsvarende kroner 1,43/liter).

Flere av provinsene har egne programmer for å fremme produksjon og bruk av etanol, hvor bl.a. avgiftslettelse og krav om innblanding inngår. Forbruket av biodiesel er begrenset til bussflåter i noen byer, men er økende.

Kapitaltilskudd og låneordninger er også viktige virkemidler som er i bruk. Nye anlegg får utviklingsstøtte gjennom betingede lån; betalingsbetingelsene er avhengig av markedsforholdene. Canadas første program av denne typen, EEP (Ethanol Expansion Programme), delte ut til sammen mer enn C\$100 mill. (570 mill. kroner) i betingede lån for å støtte oppbyggingen av en årlig kapasitet på over en milliard liter. Myndighetene annonserte i 2007 at landet kommer til å tilby nye C\$200 mill. (1.14 milliarder kroner) i betingede lån for prosjekter relatert til fornybar drivstoff, gjeldende fra april 2007.

Når det gjelder støtte til forskning og utvikling, ble programmet *Agricultural Bioproducts Innovation Program* lansert i 2007. Formålet er å støtte forskningsnettverk som arbeider på tvers av ulike sektorer med spørsmål knyttet til biomasse og biodrivstoff. Total rammebevilgning er på C\$145 mill. (tilsvarende 828 mill. kroner).

#### *Utvalgte lokale produsenter*

Kanadiske selskaper har hatt en pionerrolle innen produksjon av andregenerasjons drivstoff. Ledende selskaper inkluderer Iogen og SunOpta Inc. Iogen har produsert etanol via cellulose fra hvetestrå i deres demonstrasjonsanlegg i Ottawa siden 2004, og har avtale om leveranser av biodrivstoff til sin samarbeidspartner Shell. På lengre sikt ønsker Iogen å kommersialisere sin celluloseproduksjon gjennom å utstede lisenser til bruk av sin teknologi og partnerskap i byggeprosessen. Lisensavgifter og tilbud av enzymer til lisensinnehaver vil skape inntektene. Iogen planlegger dessuten å åpne et nytt kommersielt anlegg til USD 500 mill. (3.5 milliarder kroner) i Saskatchewan, den største hveteproduserende regionen i Canada, i løpet av 2011. Anlegget skal produsere rundt 90 mill. liter etanol i året.

SunOpta Inc. markedsfører en patentert teknologi knyttet til forbehandlingsteknikk for å utvinne etanol fra cellulose, kjent som "steam explosion". Teknologien blir i dag brukt i flere kommersielle demonstrasjonsskala-anlegg – blant annet i Abengoas anlegg i Salamanca, Spania og i et kinesisk anlegg eid av China Resources Alcohol Corporation (CRAC). CRAC-anlegget produserer cellulosebasert etanol av lokalt tilgjengelig maisstrå med SunOptas prosess og teknologi.<sup>17</sup>

### 3.2.3 Danmark

Danmark er blant de EU-landene som har vegret seg for å ta i bruk biodrivstoff i større skala. Landet har få arealer som ikke benyttes til matproduksjon eller biomasse til produksjon av kraft og varme. Dersom dette arealet i stedet skal benyttes til produksjon av biodrivstoff, må det nøye vurderes hvilke konsekvenser dette vil ha (Econ Pöyry, 2007). Man er blant annet redd for at biodrivstoffproduksjonen skal ta råvarer fra kraftvarmeverkene, noe som vil gi en mindre effektiv utnyttelse av biomassen og høyere klimagassutslipp. Dagens danske produksjon av kraft og varme basert på biomasse er svært energieffektiv, og gir et energitap på i gjennomsnitt 10 prosent (Econ Pöyry, 2007). Myndighetene forventer imidlertid at når andregenerasjonsteknologi for produksjon av biodrivstoff er kommersielt tilgjengelig vil man kunne benytte biomasse som halm, trevirke og evt. hageavfall m.m.. til produksjon av etanol, og dermed være i stand til å oppfylle EU-målene på lang sikt.

Danmark har for øyeblikket satt et ikke-forpliktende mål om innblanding av 5,75 prosent fornybart drivstoff i bensin innen 2010 (USDA, 2008). Det finnes ingen krav eller spesifikasjoner til framstillingsprosessen.

Myndighetene har satt av DKK 200 mill. (tilsvarende 243 mill. kroner) til utvikling av andregenerasjons biodrivstoff under Energiteknologi og Demonstrasjonsprogrammet<sup>18</sup>. Målsetningen er å ha minst ett storskalaanlegg som skal produsere bioetanol innen slutten av 2009.

#### *Utvalgte lokale produsenter*

Både danskbaserte Novozymes A/S og Genencor, en del av Danisco A/S, er ledere i enzymproduksjon for andregenerasjons biodrivstoff. I mai 2008 kunngjorde Genencor og DuPont dannelsen av et globalt partnerskap innen cellulosebasert etanol, DuPont Danisco Cellulosic Ethanol LLC, som har som formål å videreutvikle og kommersialisere deres ledende stilling i markedet. Til tross for disse aktivitetene er utviklingen av andregenerasjons drivstoff i Danmark ikke kommet særlig langt.

Dong Energy A/S planlegger gjennom deres heleide datterselskap Inbicon å bygge et andregenerasjons anlegg for cellulose-etanol som skal stå klart til FNs Klimatoppmøte i København i 2009. Totale investeringskostnader er på ca. DKK 300 mill. (365 mill. kroner), hvorav DKK 76 mill. (92.5 mill. kroner) finansieres gjennom støtte fra den danske Energistyrelsen gjennom deres Energy Development & Demonstration Programme (EUDP) (Warshaw, 2008). Det skal produsere 4 300 tonn etanol per år, i tillegg til 8 250 tonn tørrstoff (ligninpellets) og 11 500 tonn dyrefôr. Anlegget skal

---

<sup>17</sup> <http://www.investincellulosicethanol.com/>

<sup>18</sup> <http://www.denmark.dk/en/servicemenu/News/FocusOn/NewReportsSupportDanishFocusOnSecondgenerationBiofuels.htm>

bygges ved siden av Inbicons Asnæs-kraftverk i Kalundborg. Ifølge Inbicon er det største hinderet for videre investeringer i andregenerasjons biodrivstoff mangelen på et klart utformet mandat med tilhørende insentiver knyttet til bruk av ikke-matvarebaserte råmaterialer for utvikling av biodrivstoff til transportformål. Danske myndigheter har så langt bidratt med finansiell støtte for utvikling av teknologi og bygging av demonstrasjonsanlegg, men ønsket er at myndighetene på en mer aktiv måte bidrar til å skape et attraktivt investeringsklima for andregenerasjons biodrivstoff. Virkemidler som nevnes her er klare og stabile målsetninger for bruk av biodrivstoff samt ulike finansielle insentiver. Det verste som kan skje er ifølge bedriften at myndighetene ikke gjør noe som helst, og at rammevilkårene dermed blir uklare og skaper usikkerhet i viktige investeringsprosesser.

### 3.2.4 Finland

Finland innførte en ny lov om biodrivstoff i 2007. Formålet er å fremme bruken av biodrivstoff til transportformål. Loven trådte i kraft 1. januar 2008, og forplikter distributører av drivstoff til å tilby et årlig minstevolum av biomassebasert drivstoff fra 2008. I 2008 skal to prosent av drivstoffet som tilbys være basert på biomasse. I 2009 skal denne kvoten opp i minst fire prosent og de påfølgende år skal andelen ligge på minst 5,75 prosent (USDA, 2008). Loven skiller ikke mellom første- og andregenerasjons biodrivstoff.

Når det gjelder virkemidler rettet spesielt mot andregenerasjons biodrivstoff, fokuserer Finland på økonomisk støtte til forskning og utvikling. Det er blitt foreslått at det skal etableres et fond på ni mill. € (81 mill. kroner) til dette formålet, men ingen politisk beslutning er tatt ennå (Neeft et al, 2007).

#### *Utvalgte lokale produsenter*

Neste Oil, Finlands største oljeselskap, har utviklet og tatt patent på en hydrogeniserings-teknologi som heter NExtBTL. Teknologien bruker planteoljer eller dyrefett i en modifisert enhet i et konvensjonelt dieselraffineri for å produsere et drivstoff med egenskaper som ligner sterkt på diesel. Den viktigste fordelen med denne typen biodiesel er at den har omtrent like gode kuldeegenskaper som fossil diesel og at den muliggjør en mye høyere innblandingsprosent i vanlig diesel enn det som er mulig med vanlig biodiesel. Det første anlegget ble tatt i bruk ved raffineriet i Porvoo sommeren 2007, et nytt anlegg er forventet å starte produksjon på samme sted i 2009.

I mars 2007 inngikk Neste Oil en kontrakt med finske Stora Enso om felles utvikling av produksjonsteknologier for andregenerasjons biodrivstoff fra treavfall<sup>19</sup>. Samarbeidspartnerne planlegger å dele kostnadene for bygging av et €14 mill. (tilsvarende 127 mill. kroner) demonstrasjonsanlegg ved Stora Ensos fabrikk i Varkaus i Finland. Forventet byggestart er sent i 2008. Anlegget skal produsere varme og kraft til lokal bruk og råbiodiesel som skal raffinere videre til kommersielt drivstoff ved Neste Oils raffineri i Porvoo. Prosjektet vil også fokusere på Fischer-Tropsch prosessen som produserer syntetisk biodiesel fra syntesegass.

---

<sup>19</sup> Press release from Neste Oil, Neste Oil and Stora Enso to join forces in biofuel development, March 16, 2007, <http://www.nesteoil.com/default.asp?path=1;41:540:1259;1261:7440:7846>

Det finske forskningsinstituttet VTT er involvert i forskning og utvikling relatert til ulike aspekter av andregenerasjons biodrivstoff.

### 3.2.5 Storbritannia

RTFO (Renewable Transportation Fuel Obligation) fra april 2008 er hovedinstrumentet i Storbritannias politikk på biodrivstoffområdet. RTFO innebærer en forpliktelse for drivstoffleverandører som tilsier at en viss prosentandel av deres totale salgsvolum må bestå av biodrivstoff. RTFO fungerer på samme måten som den eksisterende *Renewables Obligation* innenfor kraftleverandørindustrien i Storbritannia. Målsettingen for salg av biodrivstoff for 2008/9 er 2,5 prosent av totalvolum, og dette er forventet å stige til fem prosent i 2010. Leverandørene har plikt til å rapportere om sine CO<sub>2</sub>-utslipp og å evaluere bærekraften av deres leveranser for å bli godkjent. Ordningen skiller i dag ikke mellom første- og andregenerasjons biodrivstoff<sup>20</sup>.

Programmet er administrert gjennom *Renewable Fuels Agency* som utsteder omsettbare RTFO-sertifikater avhengig av mengden av fornybar drivstoff som er levert. Leverandører som ikke oppfyller kvoten på slutten av perioden for overholdelse plikter å kjøpe sertifikater på det åpne markedet for innløsning eller alternativt betale en "buy-out"-pris som går til et "buy-out"-fond.

RTFO er for tiden til evaluering som følge av resultatene fra rapporten fra Gallagher (2008). Denne studien undersøkte de indirekte effektene av biodrivstoff. Noen av undersøkelsens konklusjoner er som følger:

- Det er en betydelig risiko for at man ikke skal klare å levere en signifikant netto reduksjon i drivhusgasser; rapporten foreslår endringer i tempoet og strukturen av implementeringsprosessen av de politiske målsetningene som gjelder i dag.
- Rapporten anbefaler at EU-målsettingene blir implementert saktere enn planlagt, dvs. en økning på 0,5 prosent i volum per år (fra de gjeldende 2.5 prosent) opp til et maksimum av fem prosent i volum i 2013/14 (tilsvarende fire prosent av energimengden).
- Det er nødvendig at EU-direktivet for fornybar energi skal inneholde omfattende, forpliktende kriterier for bærekraftig utvikling for perioden opp til 2011/12 og at direktivet inkluderer spesifikke forpliktelser for råmaterialer som blir dyrket på marginale landarealer, bruk av avfallsprodukter eller råmaterialer som ikke er mat- eller dyrefor-relaterte, muligens fra 2015 og utover.

Rapporten foreslår en separat kvote på en til to prosent innen 2020 for andregenerasjons biodrivstoff produsert av egnet avfall eller førstegenerasjons biodrivstoff fra marginale landarealer, gjeldende fra 2015. Transportdepartementet i Storbritannia har bekreftet at landet skal overholde EU-målsettingen, men at det er sannsynlig at rapportens resultater vil føre til strukturelle endringer i RTFO, og at Storbritannia muligens kommer til å utvikle separate målsettinger for andregenerasjons biodrivstoff.

Eksisterende avgiftsincentiver inkluderer en avgiftsreduksjon på 20 pence fra 47,1 pence per liter til 27,1 pence per liter biodrivstoff som benyttes<sup>21</sup>. Dette gjelder for både

---

<sup>20</sup> UK Renewable Fuels Agency, About the RTFO, at <http://www.renewablefuelsagency.org/aboutthertfo.cfm>

<sup>21</sup> HM Revenues and Customs, Biofuels and other fuel substitutes, HMRC Reference: Notice 179E, March 2008.

rent og blandet biodrivstoff, uavhengig av hvilket blandingsforhold det inngår i. Avgiftslettelsen er garantert fram til slutten av 2010. Det finnes også en tilleggsavgift på 15 pence i tilfeller hvor RTFO-forpliktelsen ikke blir overholdt.

#### *Utvalgte lokale produsenter*

Ineos Bio ble etablert i juli 2008, og har som målsetning å kommersialisere andre generasjons bioetanol basert på en kombinert termokjemisk og biokjemisk prosess. Første anlegg forventes å være i drift i slutten av 2010, men det er ikke kjent om endelig investeringsbeslutning er tatt.

### **3.2.6 Sverige**

Sverige har lenge hatt regler for å stimulere til økt bruk av biodrivstoff og er ett av de landene i EU som har kommet lengst i å benytte biodrivstoff. Rundt 85 prosent av all bensin som selges inneholder fem prosent etanol (E5), og E85 (85 prosent etanol) kan fås kjøpt på en rekke bensinstasjoner. Ifølge statistikk fra Statens Energimyndighet sto biodrivstoff for fire prosent av det totale drivstofforbruket i 2007, en økning på 0,8 prosent fra året før.<sup>22</sup> Etanol både produseres innenlands og importeres, hvorav mesteparten er etanol fra Brasil (utgjorde 70 prosent av forbruket i 2005). Målsetningene er en biodrivstoffandel på 5,75 prosent av alt bensin- og diesel forbruk for transportformål innen 2010. I 2006 tillot svenske regler fem prosent innblanding av biodiesel i konvensjonell diesel. Siden april 2006 kreves det at bensinstasjoner som selger mer en 3 000 m<sup>3</sup> bensin eller diesel per år også må tilby minst en type fornybart drivstoff som biogass eller etanol. Fra 2009 gjelder kravet også for bensinstasjoner som selger 1.000 m<sup>3</sup> konvensjonell drivstoff årlig. Operatører som investerer i distribusjon av fornybart drivstoff kan få subsidier på opp til 30 prosent av investeringskostnaden (Dahlbacka, 2008).

I tillegg til målsetninger om andel biodrivstoff i totalforbruk og tilbud, har myndighetene aktivt fremmet bruken av etanol og biodiesel gjennom ulike avgiftslettelser. I dag er det ingen energiavgift på etanol eller biodiesel. Satsning på forskning og utvikling er også viktig. Ifølge den norske Klimameldingen (St.meld. nr. 34, 2006-2007) bevilger Sverige ca. 150 mill. svenske kroner til forskning på biodrivstoff årlig.

Videre benytter Sverige forskjellige politiske virkemidler for å oppmuntre til økt bruk av biodrivstoff og miljøvennlige biler gjennom blant annet følgende initiativ:

- Myndighetene har introdusert en kontantbonus på SEK 10 000 for privatpersoner som kjøper en ny "grønn" bil. Programmet varer fra 1. april 2007 til og med 31. desember 2009.
- Fri parkering for miljøvennlige biler i noen byer.
- Det finnes avgiftsinsentiver for kjøpere av flexifuel-biler, og noen byer tilbyr fri parkering og unntak fra bomavgifter for flexifuel-biler. Den svenske Energi-myndigheten estimerer at eiere av flexifuel-biler kan spare opp til € 350 (21 300 kroner) per år ved å benytte seg av de forskjellige fordelene i Sverige.

---

<sup>22</sup> Statens Energimyndighet, 2008, Transportsektorens energianvendning 2007, ES 2008:01, se [http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ES2008\\_01W.pdf/\\$FILE/ES2008\\_01W.pdf?OpenElement](http://www.swedishenergyagency.se/web/biblshop.nsf/FilAtkomst/ES2008_01W.pdf/$FILE/ES2008_01W.pdf?OpenElement)



### *Utvalgte lokale produsenter*

Svenske SEKAB har investert rundt SEK 150 mill. i et større pilotanlegg i perioden 2002 til 2004. I mai 2008 annonserte den svenske Energimyndigheten en investering på SEK 33,8 mill. (29,7 mill. kroner) i utviklingen av etanolproduksjonen i SEKABs pilotanlegg i Örnsköldsvik. Pilotanlegget har vært i kontinuerlig drift siden 2005, og produserer 300 til 400 liter etanol per dag fra treavfall. Pilotanlegget bruker to tonn tørr biomasse som råvarer, hovedsakelig treflis fra gran. Selskapet planlegger en oppskalering av biodrivstoffproduksjonen i flere trinn, planene for kommersiell produksjon er klare, men mangler så langt konkret finansiering. SEKAB planlegger å bygge sitt første fase-to demonstrasjonsanlegg i slutten av 2008. Anlegget kommer til å ha en kapasitet på 6 000 m<sup>3</sup> cellulosebasert etanol per år. Beslutning om igangsetting er imidlertid ennå ikke tatt på grunn av mangel på finansiering.

### **3.2.7 Tyskland**

Tyskland er i dag Europas største produsent av biodiesel og står for mer enn 30 prosent av EUs produksjon. Satsingen har opprinnelig vært drevet av endringer i EUs landbrukspolitikk, hvor den tradisjonelle landbruksstøtten gradvis er blitt trappet ned. Landet innførte i 2003 produksjonsstøtte og fullt fritak for alle avgifter på biodrivstoff, noe som bidro til en sterk økning i produksjonen av både biodiesel og etanol (Econ Pöyry, 2007).

I 2006 skjedde det imidlertid store innstramminger i rammevilkårene for biodrivstoff. Loven om Energiskatt gjeldende fra august 2006 introduserte en trinnvis avgiftsøkning frem til 2012 for B100, som begynner med €0,09/liter (tilsvarende kroner 82 øre/liter, se tabell). Avgiften på biodiesel er forventet å stige gradvis til €0,45/liter (tilsvarende kroner 4,02/liter) i 2012. I tillegg har all biodiesel og etanol brukt i blandinger mistet avgiftsfritaket og avgiftslegges med €0,47/liter (kroner 4,26/liter) for biodiesel og €0,65/liter (kroner 5,9/liter) for etanol, på lik linje med fossile drivstoffer.

Den tyske regjeringen har innført et omsetningspåbud på 4,4 prosent biodieselandel og 1,2 prosent for etanol i 2007, stigende til 3,0 prosent innen 2010. Etter 2010 forventes etanol-kvoten å forbli på tre prosent og 4,4 prosent for biodiesel som vist i tabellen under. Det betales full avgiftssats for biodrivstoff levert innenfor kvoten. Andre-generasjons biodrivstoff (i form av BtL, bioetanol basert på hemicellulose og E85) er fritatt for denne avgiften frem til 2015 (Bockey, 2007). De nye kravene inkluderer et system for omsettbare biodrivstoffkvoter for produsenter og forhandlere av diesel og bensin, samt for produsenter av biodrivstoff (biodiesel, vegetabilsk olje). Det betyr at aktører som frivillig benytter en større andel biodrivstoff enn gjeldende kvote, kan selge overskuddet sitt til andre som ikke oppfyller kvotekravet.

*Tabell 3.1 Forpliktende kvoter for biodrivstoff i Tyskland og progressiv avgiftslegging av biodiesel*

	<i>Biodiesel kvote</i>	<i>Etanolkvote</i>	<i>Avgift på B100 (€)</i>	<i>Avgift på B100 (NOK)</i>
2007	4,4 %	1,2 %	0,09	0,82
2008	4,4 %	2,0 %	0,15	1,36
2009	4,4 %	2,0 %	0,21	1,90
2010	4,4 %	3,0 %	0,27	2,45
2011	4,4 %	3,0 %	0,33	2,99
2012	4,4 %	3,0 %	0,45	4,08
2013	4,4 %	3,0 %		
2014	4,4 %	3,0 %		
2015	4,4 %	3,0 %		

Kilde: Bockey, 2007

### *Utvalgte lokale produsenter*

Tyskland dominerer konkurransen om kommersialisering av andregenerasjons biodiesel gjennom flere selskaper som bruker avansert BtL-teknologi. Choren Industries ferdigstilte det første syntetiske Fischer-Tropsch BtL anlegg i april 2008; anlegget prøvekjører nå ulike delprosesser og forventer driftstart i full skala i løpet av våren 2009. Chorens modell er basert på relativt store konverteringsanlegg på rundt 200.000 tonn/år som kommer til å produsere omtrent 5 000 bbl (barrel) syntetisk biodiesel per dag fra biomasse fra trevirke.

Ifølge Choren er den største hindringen for realiseringen av investeringer i nye kommersielle biodrivstoffanlegg å finne tilstrekkelig finansiering. Bare prosjektutvikling koster opp mot 30 mill. € (272 mill. kroner), og det hadde vært svært hensiktsmessig om myndighetene ønsket å være med og bidra med finansiell støtte til denne delen av prosessen. I tillegg til denne første utviklingsfasen kommer finansiering av kostnadene for selve byggingen av anlegget. Her må offentlige instanser, ifølge Choren, samordne seg og samarbeide bedre med industrien for å realisere økt biodrivstoffproduksjon. Bedre kommunikasjon og arbeidsstruktur i forhold til myndighetene er nødvendig.

Choren rapporterer at deres første kommersielle anlegg med andregenerasjons biodrivstoff sannsynligvis ikke vil være konkurransedyktig med førstegenerasjon, fordi utvikling av teknologien ikke har kommet så langt. Nettopp derfor må myndighetene, ifølge Choren, prioritere eller tilby spesielle insentiver slik at også andregenerasjons biodrivstoff skal bli verdt å satse på. Her er mulighetene mange, men skattelettelse, avgiftslettelse og feed-in tariff (driftsstøtte) nevnes som spesielt gunstige virkemidler.

Ifølge Choren er den viktigste erfaringen så langt knyttet til administrative prosesser for lånesøknader. Fordi prosessen med å få lånegarantier fra myndighetene tok for lang tid (to år), ble byggeprosessen av Beta-anlegget stoppet og utsatt og dette førte til økte byggekostnader. Da prosessen endelig var ferdig og Choren hadde fått innvilget søknaden om lånegarantier, hadde investeringskostnadene på anlegget økt så mye at lånegarantiene ikke lenger kunne benyttes. Dermed tapte Choren tid, penger og ressurser. Slike administrative byrder og flaskehalsar må reduseres for å stimulere til økte investeringer i andregenerasjons biodrivstoff.

### 3.2.8 USA

99 prosent av produksjonen av biodrivstoff i USA er etanol, og produksjonen dekker i dag ca. to prosent av landets forbruk av drivstoff til transportformål. Produksjonen er sterkt økende. Mais er den dominerende råvaren, og står for 95 prosent av produksjonen. Interessen for etanol startet som en respons på oljekrisen på 1970-tallet, og økte utover 1980-tallet som følge av en krise i maisindustrien. Bruken av etanol som erstatning for bly økte da blyholdig bensin ble faset ut på 1980-tallet. Endringer i ”The Clean Air Act” på 1990-tallet førte også til økt etterspørsel etter etanol som innblanding i bensin for bl.a. å tilfredsstille lokale luftkvalitetskrav (Econ Pöyry, 2007).

Det er siden 1978 gitt lettelse i de føderale avgiftene for salg av etanol, og føderale myndigheter har krav om å bruke etanol i sine kjøretøy. Gjennom *US Energy Policy Act of 2005* ble det innført et regelsett for fornybar biodrivstoff (Renewable Fuels Standard – RFS). RFS påbyr bruk av etanol; målsettingen er fire milliarder gallons (15,1 milliarder liter) i 2006, og stiger til 7,5 milliarder gallons (28,4 milliarder liter) i 2012.<sup>23</sup>

Standarden ble formelt endret gjennom *The Energy Independence and Security Act of 2007*; terskelen for overholdelse ble høyere og fristene kortere. Den nye målsettingen øker etterspørselen til 36 milliarder gallons (136,3 milliarder liter) i 2022, en femdobling i forhold til dagens produksjonsnivå. Tabell 3.2 presenterer utviklingen av andelen biodrivstoff basert på kravene i RFS.

---

<sup>23</sup> Renewable Fuels Association, Federal Regulations: Renewable Fuels Standard, August 8, 2005, på <http://www.ethanolrfa.org/policy/regulations/federal/standard/>

Tabell 3.2 US Renewable Fuel Standard Mandates (milliarder liter)

	<i>Fornybar biodrivstoff</i>	<i>Cellulosebasert biodrivstoff</i>	<i>Biomasse- basert biodiesel</i>	<i>Udifferensiert avansert biodrivstoff</i>	<i>Total</i>
2008	34,07				34,07
2009	39,75		1,89	0,38	42,02
2010	45,42	0,38	2,46	0,76	49,02
2011	47,70	1,14	3,03	1,14	52,81
2012	49,97	1,89	3,79	1,89	57,54
2013	52,24	3,79		6,62	62,65
2014	54,51	6,81		7,57	68,71
2015	56,78	11,36		9,46	77,60
2016	56,78	16,28		11,36	84,23
2017	56,78	20,82		13,25	90,85
2018	56,78	26,50		15,14	98,42
2019	56,78	32,18		17,03	105,99
2020	56,78	39,75		17,03	113,56
2021	56,78	51,10		17,03	124,92
2022	56,78	60,57		18,93	136,27

Kilde: US Department of Energy<sup>24</sup>, Econ Pöyry

Noen enkeltstater og byer har innført innblandingskrav for biodrivstoff som ligger på et høyere nivå enn de nasjonale kravene, for å oppmuntre de lokale markedene. Noen eksempler:

- Hawaii: 85 prosent av all solgt bensin er siden april 2006 E10 blanding.
- Minnesota: 10 prosent blanding for all bensin siden januar 1997, stiger til 20 prosent i 2013. I tillegg har staten også krav om en B2-dieselblanding.
- Arizona: 10 prosent etanol i all bensin solgt i Phoenix-området siden januar 2004, som resultat av *The Clean Air Act Amendments* fra 1990.
- Montana: all bensin må inneholde 10 prosent etanol fra og med 2008.
- California: 1. januar 2007 annonserte myndighetene en Low-Carbon Fuel Standard (LCFS), med en målsetning om å redusere karbonintensitet i transportsektoren med minst 10 prosent innen 2020<sup>25</sup>. Standarden forventes å bli implementert innen utgangen av 2008.

Bruken av biodiesel ble fremmet gjennom endringer i "The Clean Air Act" på 1990-tallet, og utgjør i dag i underkant av en prosent av dieselforbruket. En relativt liten andel

<sup>24</sup> Energy Independence and Security Act of 2007, Title II, Subtitle A – Renewable Fuel Standard, Public Law 110-140, signed into law on December 19, 2007, and

US Department of Energy, energy Efficiency and Renewable Energy Program and Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Federal Biofuel Tax Incentives, at [cta.ornl.gov/bedb/biofuels/Major\\_Federal\\_Biofuel\\_Tax\\_Incentives.xls](http://cta.ornl.gov/bedb/biofuels/Major_Federal_Biofuel_Tax_Incentives.xls)

<sup>25</sup> <http://gov.ca.gov/index.php?/fact-sheet/5155/>

av kjøretøyene i USA går imidlertid på diesel. Nye skattelettelser og krav om redusert svovelinnhold i diesel har økt produksjonen betydelig de senere årene, og økningen forventes å fortsette i årene framover. Produksjonen av biodiesel er i stor grad basert på soyabønner. Også denne produksjonen gis avgiftslettelse.

Landbrukspolitikken har vært, og er fortsatt, en viktig drivkraft for biodrivstoffpolitikken i USA. Denne er drevet av de maisproduserende delstatene, men har også fått økende støtte på føderalt nivå for bl.a. å gjøre landet mindre avhengig av importert olje. Føderale myndigheter satser betydelige midler på FoU for å få fram andregenerasjonsanlegg.

### *Utvalgte virkemidler*

Gjennom *US Energy Security Act of 1979* ble de første avgiftsfritakene for biodrivstoff etablert; et avgiftsfradrag for etanol på opp til USD 0,60/gallon (kroner 1,11/liter) proporsjonalt avhengig av blandingsprosenten i drivstoffet, dvs. USD 0,06/gallon (kroner 11 øre/liter) for E10 blanding, USD 0,12/gallon (kroner 22 øre/liter) for E20. I 2004 ble avgiftsfradraget forlenget t.o.m. 2010. Det ble også innført et avgiftsfradrag for biodiesel; fradraget ligger på ca. USD 0,01/gallon (kroner to øre/liter) per biodrivstoffprosent i blandingen, dvs. en B99 får USD 0,99/gallon (kroner 1,80/liter) i fradrag (Ren21, 2008).<sup>26</sup> I tillegg til nasjonale avgiftsincitamenter tilbyr også noen delstater avgiftsinsentiver for produksjon og salg av biodrivstoff.

Den føderale regjeringen og delstatsregjeringene i USA har også brukt en blanding av kapitaltilskudd og lånegarantier for å støtte byggingen av nye biodrivstoffanlegg. *The Energy Policy Act of 2005* (EPACT), for eksempel, autoriserer tilskudd for bygging av anlegg for cellulosebasert etanol på USD 100 mill./år (700 mill. kroner) fra 2006. I 2007 innvilget det amerikanske Energidepartementet mer enn USD 500 mill. (3,5 milliarder kroner) i støtte til 10 ledende selskaper for å fremskynde utviklingen av markedsklar teknologi<sup>27</sup>.

EPACT autoriserer også lånegarantier på opp til USD 250 mill. (1,7 milliarder kroner) per anlegg som produserer etanol fra cellulose eller husholdningsavfall.<sup>28</sup> Formålet med programmet for lånegarantier er å stimulere til økt bruk av innovativ teknologi på energiområdet. I den første runden ønsker de blant annet søknader knyttet til prosjekter relatert til biomasse og alternativt drivstoff for transport. Da tidsfristen for å søke gikk ut i desember 2006 var det kommet inn 143 søknader, hvorav halvparten representerte søknader til teknologiutvikling innenfor bioenergi. Det er ikke kjent om det er innvilget støtte til konkrete prosjekter per dags dato.

Delstatsregjeringer og kommuner har støttet første generasjons biodrivstoffanlegg gjennom å tilby tilgang til skattefrie obligasjoner, fritak fra eller utsettelse av eiendoms-skatt, eller finansiering av oppgraderinger av den lokale infrastrukturen. Den føderale regjeringen og delstatsregjeringene tilbyr i tillegg forskjellige tilskudd og lån for å

---

<sup>26</sup> As of October 1, 2008 the nationwide average tax on gasoline is 48.4 cents per gallon and the nationwide average tax on motor diesel fuel is 53.6.

<sup>27</sup> US Department of Energy, Press Release, DOE Selects Six Cellulosic Ethanol Plants for Up to \$385 Million in Federal Funding, February 28, 2007, at <http://www.energy.gov/news/4827.htm>

<sup>28</sup> Se nettsider for flere detaljer, <http://www.lgprogram.energy.gov/features.html>

subsidiere investeringer i lagrings-, transport- og distribusjonsinfrastruktur for biodrivstoff. Utvalgte eksempler inkluderer (Schumacher, 2006):

- *Federal alternative-fuel refuelling property credit*: Programmet tillater et skattefradrag på opp til 30 prosent av kostnaden ved å installere fasiliteter for å lagre/fylle alternativt drivstoff eller lade opp el-biler, begrenset til maksimum USD 30 000 (210 000 kroner) per skattepliktig år og sted.
- *Ethanol Infrastructure Cost-Share Program* (Iowa): Tilbyr et tilskudd på opp til USD 325 000 per år (2,2 mill. kroner) for selskaper som konverterer eller bygger infrastruktur for distribusjon av E85 drivstoff.
- *E85 refuelling infrastructure grant program* (Illinois): USD 500 000 per år (3,5 milliarder kroner) er tilgjengelig for å dekke 50 prosent av kostnaden ved å konvertere en eksisterende fasilitet til E85 status (maksimum USD 2000 per prosjekt, tilsvarende 14 000 kroner), eller 50 prosent tilskudd til bygging av en ny fasilitet (maksimum USD 40 000 per prosjekt, tilsvarende 280 000 kroner).
- *California Alternative Fuel and Alternative Fuel Vehicle Fund*: Fondet tilbyr tilleggsfinansiering for miljøvennlig transport som hjelper distributører med å skape, oppgradere eller ekspandere tankanlegg for alternative drivstoffer.
- *Alternative Energy Revolving Loan Account* (Montana): Tilbyr lån på opp til USD 40 000 (280 000 kroner) for bygging av alternative energisystemer.

Til tross for disse subsidiene har antall utsalgssteder som selger E85 forblitt lavt (1 300 i september 2007). Dette utgjorde mindre enn én prosent av alle bensinstasjoner. I tillegg til dette er mesteparten av utsalgsstedene konsentrert i Midtvesten.

Andre incentiver på delstats- eller kommunenivå for å fremme bruken av etanol inkluderer tillatelse for flexifuel biler til å bruke kollektivfeltet (uavhengig av antall personer i kjøretøyet), og fritak fra utslippskontroller og tekniske kontroller av kjøretøyet.

Det amerikanske biodrivstoffinitiativet (US Biofuels Initiative) fra 2006 har som mål å fremskynde forskningsaktiviteten, slik at cellulosebasert etanol kan bli kostnadmessig konkurransedyktig innen 2012. Programmet innebærer et samarbeid mellom flere etater og fokuserer på bruk av non-food biomasse som landbruksavfall, trær, skogavfall, og gressvekster i produksjonen av drivstoff til transport. Målet er å nå 30 prosent andel av transportdrivstoff i USA innen 2030. Energidepartementets budsjett i 2007 satte av USD 150 mill. (en milliard kroner) til celluloserelatert forskning, dette er mer enn en dobling i forhold til 2006.

#### *Utvalgte lokale produsenter*

Det er flere selskaper som er aktive innenfor biodrivstoff i USA. Mascoma Corporation er et andregenerasjons biodrivstoffselskap som fokuserer på utvikling av teknologi som kan produsere etanol fra cellulose. Selskapet annonserte i oktober 2008 at myndigheter på nasjonalt og statlig nivå sammen skal bidra med USD 49,5 mill. (347 mill. kroner) til videreutvikling av deres teknologi samt bygging av et demonstrasjonsanlegg<sup>29</sup>. BlueFire

---

<sup>29</sup> Se hjemmesider Mascoma, <http://www.mascoma.com/news/pdf/Mascomaprocent20DOE-Michiganprocent20fundingprocent20announcementprocent20jointprocent20releaseprocent20FINALprocent2010procent207procent2008.pdf>

Ethanol er et annet selskap som mottar støtte fra myndighetene, og som arbeider med etableringen av et demonstrasjonsanlegg som skal kunne produsere 17 mill. gallons av cellulosebasert etanol årlig fra blant annet grønt avfall og trevirke<sup>30</sup>.

Selskaper som Sapphire Energy og Solazyme arbeider med å utvikle en teknologi for å produsere vegetabiliske oljer fra alger som videre kan raffineres til biodrivstoff. Førstnevnte selskap har planer for investeringer i fullskalaproduksjon og er nå i ferd med å sikre finansiering<sup>31</sup>.

En annen viktig aktør i det amerikanske markedet er Range Fuels. Range Fuels er ett av seks selskaper som er utvalgt av Department of Energy (DOE) for å få finansiell støtte til å bygge anlegg for produksjon av celluloseetanol i kommersielle skala. Ifølge Range Fuels er det et stort spekter av virkemidler og insentivmekanismer myndighetene kan ta i bruk for å bidra til høyere investeringsnivå i andregenerasjons biodrivstoffproduksjon. Det er viktig å tenke på hele verdikjeden under ett for å gi insentiver til alle viktige aktører i markedet. Insentivprogrammer som oppfordrer bønder til å dyrke biomasse med høyt energiinnhold som kan benyttes som råvarer i bioraffineri nevnes for å sikre et stabilt råvaretilbud. Finansiell støtte i form av lånegarantier og direkte støtte til potensielle cellulose-etanolprodusenter for å sikre bygging av bioraffineri er ifølge Range Fuels nødvendig - fulgt opp av produksjonsinsentiver når bioraffineri står ferdig bygd. Videre nevnes ulike tiltak for å stimulere etterspørsel av biodrivstoff i markedet, blant annet gjennom krav om økt bruk av fornybare energikilder i energiforbruket, insentiver til å forbedre distribusjons nettverk for fornybar energi og statlige programmer med målsetning om høyere innblandingsprosent av biodrivstoff i drivstoff for kjøretøy.

---

<sup>30</sup> Se hjemmesider Blue Fire Ethanol, <http://bluefireethanol.com/pr/55/>

<sup>31</sup> Se hjemmesider Sapphire Energy, [http://www.sapphireenergy.com/press\\_release/4](http://www.sapphireenergy.com/press_release/4)

## 4 Virkemidler for å støtte fornybar energi

I dette kapitlet drøfter vi ulike typer av virkemiddel som kan settes inn for å fremme investeringer i andregenerasjons biodrivstoff. Først drøfter vi imidlertid hvorfor det kan være rasjonelt å gripe inn i markedet med virkemidler for å fremme en teknologi.

### 4.1 Hvorfor sette inn virkemidler?

Innenfor samfunnsøkonomisk teori benyttes markedssvikt og konkurransesvikt som primære begrunnelser for politikktiltak og virkemiddelbruk, noe som også har fått bred politisk tilslutning de siste årene.

De aller fleste europeiske land har politiske mål knyttet til fornybar energi. Over tid varierer det hvilket av de overordnede energipolitiske målsettingene som veier tyngst. I dag synes klima og miljøhensyn å være de viktigste driverne for energipolitikken i de utvalgte landene, men de andre energipolitiske målsettingene om forsyningssikkerhet og redusert avhengighet av importert energi samt konkurransekraftige energimarkeder spiller også en viktig rolle. Å sikre innbyggerne trygg tilgang til energi til overkommelige priser står også sentralt i noen lands energipolitikk.

Når det gjelder satsingen på bioenergi er det mange land som også har et mål om å sikre og å bidra til å etablere arbeidsplasser. Ifølge Econ Pöyry (2008a) sier den finske regjeringen bl.a. at gjennom etableringen av EU ETS så er det ikke lenger klima-problematikken som er grunnen til at man satser på fornybar energi, men å bidra til sysselsetting og regional utvikling.

For å nå disse målene trengs det, av forskjellige grunner, noen form for offentlig støtte. Det er valgt forskjellige typer av støtteordninger i de europeiske land, blant annet differensiert ut fra type teknologi og modenhet.

Et annet argument for å rette virkemidler mot teknologiutvikling, og som kan være relevant for andregenerasjons biodrivstoff, er at bedrifter generelt investerer mindre i FoU enn hva som er samfunnsøkonomisk optimalt og det kan finnes ulike typer av markedsbarrierer for ny og mer miljøvennlig teknologi. Slike barrierer kan for eksempel være at vanskelig å få ekstern finansiering, manglende eller usikker etterspørsel, innlåsing i eksisterende teknologier og manglende kompetanse og forskning.

### 4.2 Typer av virkemidler

Det er ulike typer virkemidler som kan iverksettes for å oppnå en målsetting; regulatoriske, administrative eller finansielle. For å oppnå best mulig resultat i forhold til målsetting, vil en kombinasjon av ulike typer virkemidler sannsynligvis ha best effekt. Et eksempel på dette kan være at vi kan forvente at nytten av utelukkende finansielle virkemidler sannsynligvis vil være mindre dersom det ikke samtidig er fokus på å ha lave administrative barrierer. Vi går igjennom de ulike kategoriene virkemidler her.

#### 4.2.1 Reguleringer

Ulike former for reguleringer er institusjonelle virkemidler som har til hensikt å direkte påvirke aktørenes miljøpåvirkning gjennom å etablere og håndheve lover og regler.



Disse lovene og forskriftene beskriver mål, standarder og påbud som for eksempel en forurensere må tilpasse seg, eller som en markedsaktør som gir et positivt miljøbidrag kan dra nytte av.

#### **4.2.2 Administrative barrierer**

I tillegg til reguleringer som direkte eller indirekte virker inn på produksjon av andregenerasjons biodrivstoff, finnes et spekter av virkemidler som kan karakteriseres som administrative og/eller kommunikative. Informasjon er et typisk administrativt virkemiddel, mens andre kan være opprettelse av bedriftsnettverk og avtaler om samhandling mellom myndighets- og markedsaktører.

Administrative virkemidler er de som er minst treffsikre i forhold til målet, men de kan ofte være viktige for å støtte opp om andre virkemidler. Reduksjon eller opprettholdelse av lave av administrative barrierer kan ha betydning for å øke produksjon av andregenerasjons biodrivstoff.

#### **4.2.3 Finansielle virkemidler**

I tillegg til regulatoriske og administrative virkemidler finnes finansielle virkemidler. Finansielle virkemidler består som regel av avgiftslegging av ikke-ønskede virksomheter (for eksempel miljøavgifter) eller ulike former for finansiell støtte til virksomheter som er ønskelig å fremme.

Som et alternativ til avgiftsbelegging av ”uønsket” virksomhet kan virksomhet som antas å være gunstig for de mål som etablert, subsidieres. Dette er spesielt relevant i de tilfeller avgifter ikke er ”politisk” gjennomførbare, for eksempel begrunnet med hensyn til internasjonal konkurranse. Subsidiene kan gis som direkte tilskudd knyttet til en viss aktivitet eller som fritak fra eksisterende avgifter. Den økonomiske støtten knyttes direkte til utvikling av de ønskede teknologiene. Denne type virkemiddel betegnes ofte som ”technology push”, i motsetning til støtte til markedet/brukeren, som er en type ”technology pull” virkemidler.

Dersom miljøkostnadene allerede er internalisert i eksisterende reguleringer og avgifter, må ytterligere virkemiddelbruk for å stimulere produksjon og/eller bruk, være rettfærdiggjort i ikke-internaliserte eksternaliteter i innovasjonsprosessen for de aktuelle teknologiene.

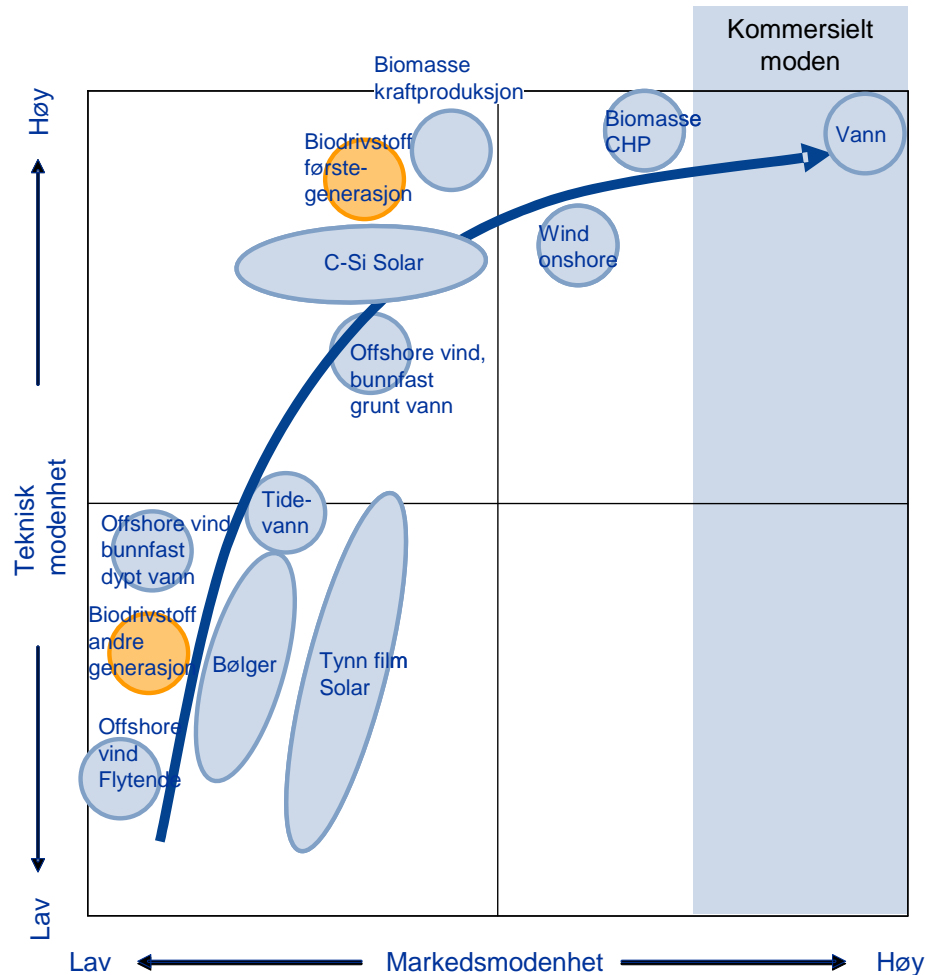
### **4.3 Teknologiens modenhet har betydning for valg av virkemiddel**

I Figur 4.1 har vi illustrert biodrivstoffs modenhet i forhold til andre fornybare teknologier, vurdert ut fra deres teknologiske og kommersielle modenhet. Modenheten illustreres langs en linje som kan tolkes som en lærekurve. Langs slike lærekurver kan teknologiene bevege seg frem mot teknologisk og kommersiell modenhet. Det er imidlertid ingen garanti for at teknologier noen sinne kommer opp på et høyt modenhetsnivå.

Utbygging av ny vannkraftproduksjon er en teknologisk moden fornybar kraftkilde som det i mange tilfeller er mulig å realisere uten ytterligere finansielle virkemidler fra det offentlige. Vindkraft på land og biomasse (både kraftvarme og kraftproduksjon) er også modne teknologier, men har et kostnadsbilde som tilsier at mange av disse prosjektene

vil trenge finansiell bistand for å realiseres. Ikke langt unna finner vi første generasjons biodrivstoff. Andregenerasjons biodrivstoff finner vi langt nede på modenhetsskalaen, sammen med andre umodne teknologier som offshore vindkraft på dypt vann og bølgekraft.

Figur 4.1 Illustrasjon av ulike fornybare teknologiers modenhet



Kilde: Econ Pöyry

Illustrasjon kan brukes til å forstå forskjellene som er mellom ulike teknologier som kan bidra med økt fornybar energiproduksjon i dag og i fremtiden. Dersom det viktigste målet er kortsiktig energiutbytte, er det fornuftig å yte støtte til de energikilder som kun har behov for et relativt lavt støttenivå for realisering. Dersom det i tillegg er mer langsiktige hensyn som skal tas, for eksempel det å utvikle kostnadseffektive alternativer for fremtiden, må mer umodne teknologier støttes. Slik støtte er alltid forbundet med en risiko for å støtte teknologier som på sikt viser seg ikke klarer å oppnå tilfredsstillende modenhet.

#### 4.4 Støttesystemer for fornybar kraft

En type fornybar energi som har blitt støttet gjennom ulike typer av virkemidler over en viss tid er fornybar kraft. Vi går her gjennom hvilken type direkte støtte denne energiformen i hovedsak har mottatt i et europeisk perspektiv, for å ha med erfaringer som er høstet for fornybar energi i et lenger perspektiv.

Som vi så i Figur 4.1 er deler av de fornybare kraftkildene relativt sett modne teknologier. Disse energikildene har som hovedformål å bidra med energiutbytte i form av fornybar kraft. Virkemidlene som rettes inn mot energikildene i Europa er ulike, men i hovedsak er de rettet inn mot å redusere driftskostnader eller øke driftsinntekten fra anleggene.

For fornybar kraft er ulike former for innmatningstariffer vanligst i Europa. Innmatningstariffen kan enten være et fast pristillegg eller en garantert minstepris. Markedsbaserte sertifikatsystemer kan enten være obligatoriske systemer, som i Sverige og Storbritannia, eller friville ordninger som komplement til andre støttesystemer som i Italia og Frankrike.

Den viktigste forskjellen mellom innmatningstariffer og sertifikater er at førstnevnte er en såkalt kompensasjonsregulering, mens sertifikater er en mengderegulering. Ved en kompensasjonsregulering bestemmer myndighetene støttenivået (kompensasjonen) og produsenten (markedet) hvor mye fornybar kraft som blir realisert. Ved en mengderegulering bestemmer myndighetene hvor mye fornybar kraft som skal realiseres (absolutt mengde eller andel) mens markedet bestemmer støttenivået.

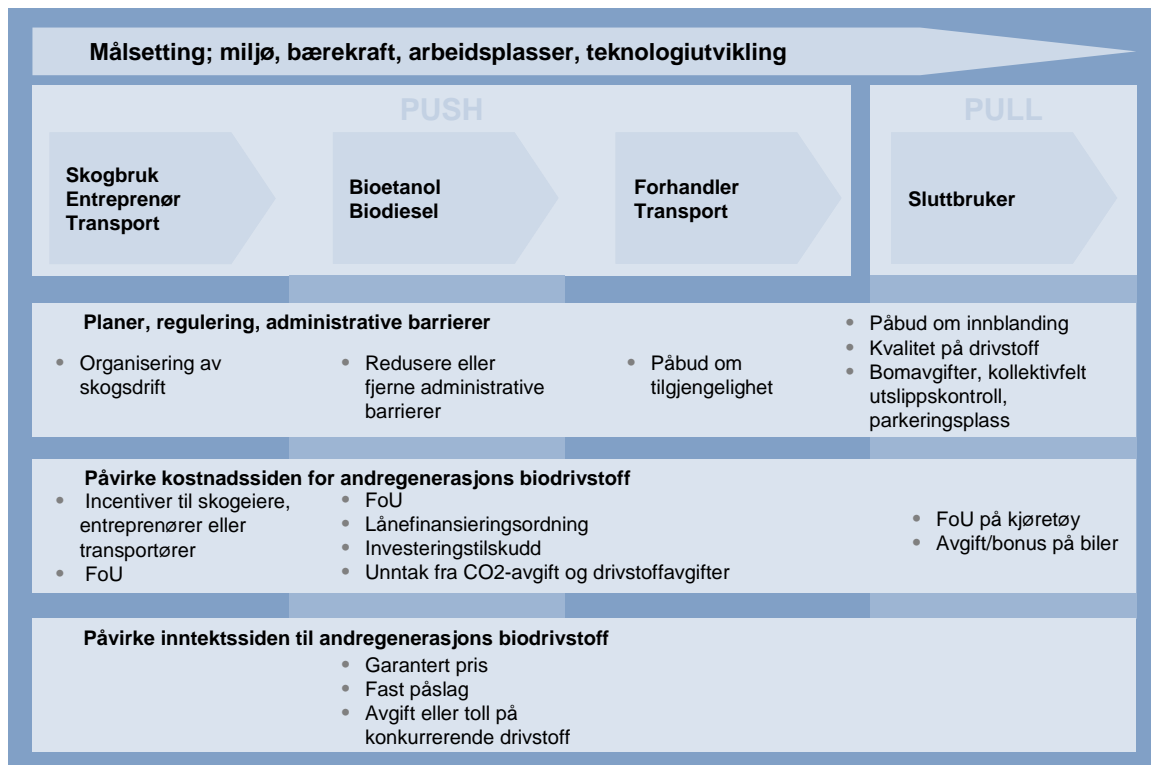
EU-kommisjonens gjennomgang av europeiske støttesystemer for fornybar kraft i 2005 viser at innmatningstariffer generelt har vært mer effektive når det gjelder å utløse fornybar kraft enn sertifikatsystemer, og at de gjør det til en lavere kostnad for sluttbrukerne. Det som ikke er vurdert grundig nok er hvilket av støttesystemene som fører til den lavest mulig kostnaden for samfunnet for å oppfylle ambisjonen om fornybar energi. Det er godt fundamentert i økonomisk teori at det er større sannsynlighet for at de beste tilgjengelige prosjekter blir realisert først i et sertifikatsystem, mens det ikke er tilfelle i et system med myndighetsbestemte innmatningstariffer. Når det gjelder sertifikatsystemene kan det synes som at den svenske ordningen har vært forholdsvis vellykket, mens den britiske ordningen blir vurdert som meget dyr og ineffektiv.

Land med innmatningstariffer eller sertifikatsystem bruker i varierende grad prosjektbasert investeringsstøtte for demonstrasjonsanlegg eller for spesielle teknologier. I stedet opererer enkelte land med relativt høye innmatningstariffer for umodne teknologier som bølgekraft og konsentrert termisk solkraft. Enkelte relativt store bølgekraft- og solkraftprosjekter (i praksis demonstrasjonsanlegg) er på denne måten blitt bygget uten investeringsstøtte, men med feed-in-avtale som er juridisk bindende mellom stat og selskap og sikrer et høyt driftstilskudd gjennom anleggets levetid.

## **4.5 Mulige virkemidler for andregenerasjon biodrivstoff**

Basert på gjennomgangen av hvilke barrierer aktører innenfor andregenerasjons biodrivstoff står overfor, kombinert med kunnskap om hvilke virkemidler som eksisterer i dag for andregenerasjons biodrivstoff, biodrivstoff generelt og annen fornybar energi, kan vi tegne opp hvilke virkemidler som er mulig å velge innenfor de ulike delene av verdikjeden for biodrivstoff. Vi kommer i denne rapporten ikke inn på problemstillinger knyttet til finansiering av støtte.

Figur 4.2 Mulige virkemidler for andregenerasjon biodrivstoff i ulike deler av verdikjeden



### Påvirke tilbudet av biomasse

Det er mulig å påvirke både omfanget av og prisnivået på råstoff for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. Dette kan være ulike incentivordninger for skogeiere, entreprenører eller transportører. Slike ordninger kan være alt fra FoU-baserte virkemidler for mer effektivt uttak av biomasse fra skogen til direkte investerings- eller driftstilskudd.

Det er mange ulike anvendelser av biomasse fra skogen, fra industriell bruk av biomasse til papir- og masseindustrien til biomasse til energiformål, som kan dreie seg om tradisjonell oppvarming i form av vedfyring til biomasse brukt i nær- og fjernvarmeanlegg.

Tiltak som bidrar til økt volum og/eller lavere kostnad for råvaren biomasse vil altså kunne komme mange ulike sektorer til gode.

### Påvirke tilbudet av biodrivstoff

Det er også mulig å påvirke tilbudet av biodrivstoff, enten generelt eller direkte rettet inn mot andregenerasjons biodrivstoff.

#### Regulatoriske eller administrative virkemiddel

Viktige virkemiddel for utviklingen av biodrivstoff i transportsektoren er ulike former for reguleringer som kan benyttes, som for eksempel forskrifter som beskriver mål, standarder og påbud og forbud som biodrivstoffaktører kan dra nytte av. Reguleringer kan innrettes for spesielt å ta hensyn til utvikling av tilbudet av andregenerasjons biodrivstoff. Pr. i dag er det vedtatt norske krav om 2,5 prosent omsetning av biodrivstoff av totalt omsatt drivstoff i 2009, og fem prosent fra 1.7 2010.

I tillegg kan administrative virkemidler benyttes, som for eksempel fokus på lave administrative barrierer ved de virkemidler som settes i verk.

Transnova, som blir opprettet i 2009 under Teknologiavdelinga til Statens vegvesen Vegdirektoratet i Trondheim, skal utvikle virkemidler og tiltak for å redusere klimautslipp og andre miljøforurensing fra transportsektoren. Det er satt av 50 mill. kroner til Transnova i Statsbudsjettet for 2009. Transnova vil kunne administrere både finansielle og administrative virkemidler som kan ha betydning for tilbudet av og etterspørselen etter andregenerasjons biodrivstoff.

#### *Finansielle virkemidler*

Unntak fra CO<sub>2</sub>-avgift, mineraloljeavgift og merverdiavgift samt reduksjon i engangsavgiften er norske virkemiddel som finnes for biodrivstoff i dag. Per i dag er det ikke skilt mellom første og andregenerasjons biodrivstoff. I tillegg kan det legges ytterligere avgift eller toll på konkurrerende drivstoff.

Videre finnes det et sett virkemidler som kan benyttes for å redusere kostnadssiden for markedsaktørene for biodrivstoff. I en tidlig utviklingsfase er støtte til FoU spesielt viktig for å hjelpe teknologier til å bli mer teknologisk modne og bringe dem nærmere kommersialisering, noe som kan komme andregenerasjons biodrivstoff til gode. Som nevnt i kapittel tre forvalter forskningsprogrammet RENERGI støtte til teknologiutvikling, hvor de samlede årlige utbetalinger til prosjekter innen andregenerasjons biodrivstoff de siste tre årene har ligget i området fem til 10 mill. kroner.

Lånegaranti er et virkemiddel som kan benyttes, gjerne i kombinasjon med direkte finansiell støtte. Retningslinjer for hvilke teknologier som er berettiget til lånegarantier kan brukes for å gi spesiell støtte til andregenerasjons biodrivstoff.

Investeringsstøtte gis som støtte for å fremme en nærmere bestemt investering, og bør derfor primært brukes dersom det er investeringer i ulike typer utstyr og anlegg man ønsker utprøvd. En viktig egenskap med investeringsstøtte er at den bidrar til å avlaste investorene og andre finansieringskilder for risiko knyttet til investeringen. Dersom investeringsrisikoen er betydelig, for eksempel hvis det er snakk om ny og for investorene ukjent teknologi, kan investeringsstøtte være et velegnet virkemiddel som også kan bidra til å utløse finansieringstilsagn fra andre finansieringskilder. For andregenerasjons produksjonsanlegg kan dette være i lab-, pilot- eller demoanleggsfasen. Når formålet er teknologiutvikling, vil det sannsynligvis bli lagt et tak på hvor mange aktører som får motta støtte, noe som krever at det lages en utvelgelsesmetode for hvilke anlegg som skal motta støtten. Investeringsstøtte gis vanligvis som en prosentvis andel av på forhånd definerte investeringskostnader, gjerne kombinert med et maksimalt støttebeløp.

En modell for håndheving av investeringsstøtte er at det er det offentlige som administrerer utvelgelsen. Utbygger søker den ansvarlige offentlige aktøren om støtte, og dersom søknaden innvilges, får søkeren et tilsagn om støtte. Dette gir grunnlag for å søke om mellomfinansiering i en bank. Støtten betales vanligvis ut når investeringen er gjennomført og byggeregnskapet godkjent av revisor. ESAs retningslinjer for miljøstøtte angir, som vi tidligere har vært inne på, et maksimaltak for investeringsstøtte til fornybare energitiltak. Som vi var inne på i avsnitt 3.1.1 ble taket for statsstøtte økt i de reviderte retningslinjene i EU januar 2008, noe som kan få effekt på maksimal støtte til fornybare prosjekter i Norge. Enova gir i dag i størrelsesorden 15 – 25 prosent investeringsstøtte gjennom sine programmer for de fleste energiformer, men har tatt bort

taket for støtte til vindkraftprosjekter. Administrativ utvelgelse krever en god del administrasjon fra myndighetenes side, blant annet i forhold til utarbeidelse av retningslinjer for støtte, vurdering og prioritering av søknader. Administrasjon av en støtteordning kan kreve detaljkunnskap som det kan kreve betydelig tid og ressurser å sette seg inn i.

En annen modell for utvelgelse av prosjekter for investeringsstøtte er å la markedet foreta utvelgelsen, gjerne i form av en anbudsordning. Utvelgelse via anbudsordning har fordelen at det er markedet som velger ut prosjekter. Imidlertid har erfaring fra andre anbudskonkurranser for fornybar energi vist seg å være problematisk, fordi aktørene gjerne har budt inn for lavt, og dermed i neste omgang fått problemer med å gjennomføre sine planer. Anbudsordning for prosjekter på teknologiutviklingsstadiet kan være risikofylte for prosjekteier, og føre til at prosjekter som mottar støtte i praksis likevel ikke blir realisert.

Når det gjelder risiko innebærer investeringsstøtte at prosjekteier har all risiko frem til eventuelt tilsagn om støtte. Når tilsagn er gitt har prosjekteier sikkerhet for finansiell støtte til kapitalkostnader. Anleggene bygges gjerne i første rekke som teknologiutviklingsanlegg, men vil i mindre eller større grad også produsere biodrivstoff som kan generere inntekter. Risiko forbundet med inntektsstrøm fra markedet ligger på prosjekteier. Dersom rammene for investeringstilskudd er fastlagt med et tak på total støtte, vil investeringsstøtte innebære liten risiko for myndighetene.

Investeringsstøtte bidrar til at de ønskede investeringene gjennomføres, og gir ingen direkte incentiver til drift av det aktuelle anlegget. Når teknologier blir mer modne er det sannsynligvis produksjon som er hovedformålet med investeringen, og bidrag til å redusere driftskostnader kan være et mer velegnet virkemiddel. Driftstilskudd kan enten gis i form av garantert pris for produsert mengde drivstoff, eller i form av et fast påslag på toppen av prisen som kan oppnås for drivstoffet i markedet.

Dersom støtten gis som garantert pris vil myndighetene<sup>32</sup> dekke differansen mellom den løpende pris for biodrivstoff og den garanterte prisen. Garanterte minstepriser for støtte til fornybar kraft er blitt brukt i flere land. Erfaringer med garanterte minstepriser viser at disse kan være effektive for å få fart på utbyggingen av fornybar energiproduksjon, for eksempel har man hatt en forholdsvis stor utbygging både i Tyskland og Spania. Ulempen er at dette virkemidlet ikke nødvendigvis er kostnadseffektivt, og man har noen steder problemer med utbygging av mange dyre anlegg ved for eksempel utbygging av vindkraft- og solkraftanlegg i regioner uten de beste naturgitte fortrinn. Store deler av markedsrisikoen flyttes dermed fra produsentene til staten eller brukerne, ettersom produsentene får en garantert pris.

Alternativt kan støtten gis som fast påslag på inntekten fra drivstoffmarkedet. En slik modell eksponerer investorene for markedsinsentiver, og har derfor en høyere sannsynlighet for å gi mer effektive investeringer. Gjennom eksponeringen for markedet legges også en større risiko over på markedsaktørene. Denne risikoen har gjennom de siste månedenes reduksjon i oljepris vist seg å utgjøre en betydelig risiko, og er gjerne mer egnet når teknologien er mer moden.

---

<sup>32</sup> Eller den aktøren i markedet som myndighetene pålegger å finansiere støtten.

### **Påvirke etterspørselen etter biodrivstoff generelt/andregenerasjons biodrivstoff**

Støtte til markedet eller til brukeren betegnes, som nevnt, gjerne som "technology pull" virkemidler, hvor poenget er å stimulere etterspørselen i ønsket retning. Dette kan være påbud knyttet til drivstoffets kvalitet eller krav til innblanding av biodrivstoff i det fossile drivstoffet. Denne typen påbud er initiert både fra EU og fra Norge og er beskrevet i kapittel tre. Det kan også være påbud om tilgjengelighet for biodrivstoff i varesortimentet for større bensinstasjoner, slik vi har sett eksempel på i Sverige.

Selve bilparken kan påvirkes via bidrag til FoU på kjøretøy for å tilpasse kjøretøyparken spesielt til høyere innblanding av biodrivstoff. På etanolsiden er slike virkemidler nyttig også for andregenerasjons biodrivstoff. På dieselsiden har første- og andregenerasjons biodiesel svært forskjellige egenskaper og ulik påvirkning på hvordan kjøretøyparken kan tilpasses.

Befolkningens valg av kjøretøy kan påvirkes ved bl.a. avgiftspolitikken for biler, alternativt bonus for biler som er tilpasset biodrivstoff, noe som virker inn på kapitalkostnaden ved bilinnkjøp. Det er også mulig å påvirke driftskostnaden og "nyttien" for brukeren ved reduksjon eller fritak for bomavgifter, fritak for utslippskontroller, gratis parkeringsplasser eller mulighet for å benytte kollektivfelt.

## **4.6 Kriterier for valg av virkemidler**

Som gjennomgangen ovenfor viser finnes det mange ulike måter det offentlige kan bidra til vekst i produksjon og bruk av andregenerasjons biodrivstoff. Ulike virkemidler har imidlertid ulike egenskaper som det er viktig å være klar over når virkemiddel skal velges og designes. Noen ulike evalueringskriterier av virkemidler kan være:

- **Styringseffektivitet** i forhold til målsetting om økt produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. Sikkerhet for måloppnåelse, treffsikkerhet i forhold til målsetting (bidra til målsettingen, og ikke langt utenfor målsettingen) og treffsikkerhet i forhold til tidsramme.
- **Kostnadseffektivitet**. I hvilken grad kan virkemidlet bidra til måloppnåelse til minst kostnad.
- **Innovasjonsfremmende**. Bidrag til kontinuerlig teknologisk innovasjon og spredning av kunnskap slik at miljøbidraget øker, kostnader ved produksjon reduseres og nytt grunnlag for næringsutvikling utvikles over tid.
- **Fleksibilitet** i forhold til endring i rammebetingelser (for eksempel økonomiske eller teknologiske) etter at virkemiddelet er implementert. Flexibilitet kan ivaretas fra myndighetenes eller markedets side.
- **Forutsigbarhet** i forhold til varighet og størrelse på virkemiddelet over anleggets levetid.
- **Langsiktig og enkel** utforming av virkemidlet.

Disse fem evalueringskriteriene er viktige for vår drøfting av virkemidler som kan brukes for å fremme andregenerasjons biodrivstoff i Norge, og mulig innretning på virkemidler i forhold til målsetting.

Andre evalueringskriterier kan være hvor enkelt det er å implementere virkemidlet, hvor enkelt det er å overvåke, at virkemidlet ikke gir disproporsjonale byrder eller fordeler og om virkemidlet blir oppfattet som rimelig av markedsaktørene (både de som mottar og

de som betaler for virkemidlet). Vi kommer ikke til å se nærmere disse evalueringskriteriene her.



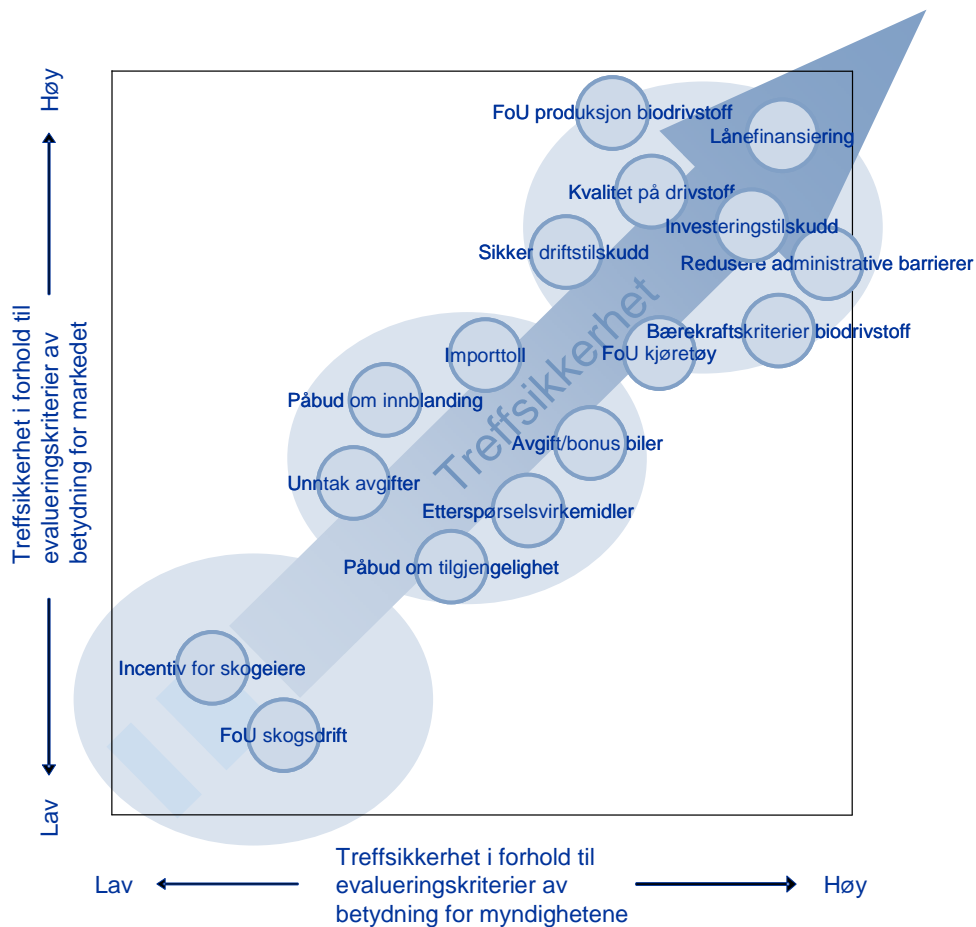


## **5 Vurdering og anbefaling for bruk av virkemidler**

For å systematisere de viktigste virkemidlene for å øke produksjonen av andregenerasjons biodrivstoff, plasserer vi dem inn i et diagram som illustrere deres treffsikkerhet i forhold til kriterier som er viktigst for myndighetene eller markedsaktørene. Noen av de evalueringskriteriene som ble drøftet i foregående kapittel er viktigst for offentlige myndigheter, mens andre er viktigere for markedsaktørene, det vil si produsentene av andregenerasjons biodrivstoff. Effektivitet i forhold til å oppnå en målsetting, treffsikkerhet, kostnadseffektivitet og at virkemidlet virker positivt til et dynamisk marked som fremmer fortsatt innovasjon er gjerne viktigere for myndighetene enn for markedsaktørene. Andre viktige kriterier, som gjerne er viktigst for markedsaktørene, er tilstrekkelig fleksibilitet i forhold til endringer ellers i markedet, men ikke på en slik måte at det går ut over forutsigbarheten for markedsaktørene, samt at det er langsiktig og enkelt.

På akse ”Treffsikkerhet i forhold til evalueringskriterier av betydning for myndighetene” er det lagt hovedvekt på virkemidlets treffsikkerhet ut fra styringseffektivitet og kostnadseffektivitet i forhold til målet om produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. På akse ”Treffsikkerhet i forhold til evalueringskriterier av betydning for markedet” illustrerer om virkemidlet bidrar til gode rammebetingelser for lønnsomme investeringer for eksempel ved å være fleksibilitet i forhold til markedsendringer, samt at det er tilstrekkelig langsiktig. Illustrasjonen er vist i Figur 5.1.

Figur 5.1 *Illustrasjon av virkemidler som kan benyttes for å øke produksjon av andregenerasjons biodrivstoff ut fra betydning for myndighetene eller markedet*



Kilde: Econ Pöyry

De virkemidler som, i hvert fall med dagens innretning, ikke har noen særlig innvirkning på produksjonen av andregenerasjons biodrivstoff blir ikke drøftet videre her. Dette er i hovedsak virkemidler som virker teknologinøytralt, slik at kun rimeligste produksjonsteknologi i praksis vil dra nytte av virkemidlet. Slike virkemidler finner vi i nedre del av diagrammet.

Treffsikre virkemidler er i første rekke de virkemidlene som er eller kan bli direkte rettet mot produsentene av andregenerasjons biodrivstoff i den fasen av modenhet denne teknologien til enhver tid befinner seg i. Slike virkemidler finner vi i øvre del av diagrammet, og er:

- Opprettholdelse av lave administrative barrierer i for eksempel administrasjonen av RENERGI-programmet eller i det kommende Transnova, som skal opprettes fra 2009. Eksempler kan være administrative rutiner rundt saksbehandlingstid for tilskudd eller lån, samt sikkerhet rundt virkemidlene, for eksempel klare kriterier for tildeling av støtte og sikkerhet for aktørene om varigheten av støtten.
- Skreddersynging av omsetningspåbud for biodrivstoff: I Norge er det vedtatt et omsetningspåbud for biodrivstoff som gjelder for 2009 og 2010. Regulatoriske virkemidler kan skreddersys for andregenerasjons biodrivstoff ved for eksempel at man stiller krav om at en viss andel av det omsatte biodrivstoffet skal være

produsert fra lignocellulose. Separate krav til netto klimanytte og svovelinnhold (FT-biodiesel har lavere svovelinnhold enn konvensjonell diesel) kan også indirekte stimulere til økt bruk av andregenerasjons biodrivstoff.

- Økt innsats på FoU for produksjon av biodrivstoff med tanke på for eksempel å få ned produksjonskostnad, øke ressursutnyttelse og virkningsgrad samt å øke netto klimanytte. FoU kan være et viktig virkemiddel for å drive utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff over fra teknologiutviklingsstadiet og til kommersiell fase. I dag støttes FoU på andregenerasjon biodrivstoff sentralt fra RENERGI-programmet.
- Investeringsstilskudd eller lånegarantier til pilot- og demonstrasjonsanlegg for det utviklingsstadiet andregenerasjons biodrivstoff er på i dag. Investeringsbehovet for realisering av pilot- og demonstrasjonsanlegg for andregenerasjons biodrivstoff i Norge vil ligge i størrelsesorden 50 til 500 mill. kroner per anlegg. Kostnadene for et pilotanlegg for celluloseetanol forventer vi at vil ligge i den laveste delen av kostnadsintervallet, mens demonstrasjonsanlegg for FT-biodiesel vil ligge i den øvre delen.
- Bistand i overgangen til kommersiell fase: Dersom utviklingen går slik flere bransjeaktører spår, vil byggingen av de første store anleggene for prosessering av trevirke skje i perioden 2011 til 2015. Her vil investeringsbehovet være i området tre til syv milliarder kroner per anlegg (produksjon av 100 til 250 mill. liter per år). Når teknologien kommer frem til dette modenhetsnivået og anleggene kommer opp i denne størrelsen, kan effektive virkemidler for økt produksjon av andregenerasjons biodrivstoff være enten tilskudd og/eller lånegarantier til kommersielle anlegg eller driftstilskudd til produksjonen.

Innrettingen av driftstilskuddet kan utformes på ulikt vis; enten som et fast påslag på prisen som oppnås for biodrivstoff i markedet (eksponerer produsentene for markedsrisiko for endringer i drivstoffpris) eller som garantert pris (myndighetene tar all markedsrisiko). Dersom driftsstøtte velges kan det se ut som om andregenerasjons biodiesel og bioetanol kan ha behov for ulike støttesatser, med et større støttebehov for konkurransedyktighet for bioetanol enn biodiesel. Det må det imidlertid utføres nærmere analyser for å si noe konkret om netto kostnader i de ulike teknologiene. Dersom celluloseetanol kan produseres på såkalte bioraffineri, hvor etanolen kun utgjør ett av flere verdifulle produkter som også kan omsettes i markedet, kan støttebehovet for andregenerasjons bioetanol bli vesentlig lavere enn vi har sett tidligere i rapporten. Vi har ikke vurdert den totale økonomien i bioraffineri i denne rapporten.

Vi har i denne rapporten ikke vurdert *hvordan* ulike virkemidler kan innrettes, men det er viktig at virkemidler er fleksible, forutsigbare, stabile og langsiktige samt enkle og gjennomskubare for markedsaktørene som skal foreta investeringer. I tillegg må ikke virkemidlene innrettes på en slik måte at de bryter reglene i EU sitt statstøtteregeverk.



## Litteratur

- Bjørndal, M. og T. Johnsen (2004): *Nyverdibaserte netterelaterte kostnader. Del 2*. SNF-rapport 24/04, Samfunns- og næringslivsforskning.
- Bockey, D. (2007): *Biodiesel in Germany 2006: market trends and competition*, Union for promoting oil and protein plants (UFOP), Berlin.
- Dahlbacka, B. (2008): *Sweden Biofuels Annual Report 2008*, GAIN Report No.SW8006, June 4, 2008, USDA Foreign Agricultural Service.
- Department of Transport, UK (2007): *Carbon and Sustainability. Reporting within the Renewable Transport Fuel Obligation – Requirements and Guidance*. Draft Government Recommendation to RTFO Administrator.
- Dessureault, D (2008): *Canada Biofuels annual Report 2008*, GAIN Report No.CA8057, August 15, 2008, USDA Foreign Agricultural Service.
- E4tech (2008): *Biofuels Review: Advanced Technologies Overview*. For the Renewable Fuels Agency. May 2008.
- Econ Pöyry (2008a): *Støtteordninger for fornybar energi i Europa*. Econ Pöyry-rapport 2008-066.
- Econ Pöyry (2008b): *Datagrunnlag for økonomisk regulering av varmesektoren*. Econ Pöyry-rapport 2008-092.
- Econ Pöyry (2007): *Biodrivstoff – status og utsikter*. Econ Pöyry-rapport 2007-069.
- EU-kommisjonen (2008a): *Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources*, COM/2008/19.
- EU-kommisjonen (2008): *Biofuels in the European Context*".
- EU-kommisjonen (2005): *Gjennomgang av europeiske støttesystemer for fornybar kraft i 2005*.
- EUs Joint Research Centre (2006/2007): *Well-to-wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*. Well-to-wheels Report Version 2c, March 2007.
- FAO (2008): *The state of food and agriculture*. Biofuels: prospects, risks and opportunities
- Forskningsrådet (2007): *Foresight rapport – Biodrivstoff og bioenergi*.
- Gallagher, E. (2008): *The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production*, UK Renewable Fuels Agency, July 2008.

- IEA Bioenergy (2008): *Gaps in the Research of 2<sup>nd</sup> Generation Transportation Biofuels*.
- International energy agency (2008): *Deploying renewables. Principles for effective policies*.
- IPCC (2007): *Fourth Assessment Report*.
- Klimaforliket (2008): *Avtale om klimameldingen*, Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti, Senterpartiet, Høyre, Kristelig Folkeparti og Venstre. Januar 2008.
- Neeft, J., van Thuijl, E., Wismeijer, R., Mabee, W.E. (2007): *Biofuel Implementation Agendas, IEA Task 39*, Report T39-P5, 52 pp.
- NOU (2006:18): *Et klimavennlig Norge (Lavutslippsutvalget)*.
- NVE (2003): *Bioenergiressurser i Norge*.
- OECD (2007): *Biofuels: is the cure worse than the disease?*
- Ofgem (2007): *Sustainable Development Report 2007*, Report 270/07.
- PFI m.fl. (2007): *Fra biomasse til biodrivstoff Et veikart til Norges fremtidige løsninger*. Papir- og fiberinstituttet, Zero, NoBio og Transportøkonomisk institutt. Mai 2007
- Pöyry (2008): *Compliance costs for meeting the 20percent renewable energy target in 2020*, A report to The Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform, March 2008  
SFT (2008): *Rapporteringssystem for biodrivstoff – utkast*.
- REN 21 (2008): *Renewables 2007 Global Status Report, Policy Landscape / Biofuels Promotion Policies*, Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Schumacher, J. (2006): *Oilseed, Biodiesel and Ethanol Subsidies and Renewable Energy Mandates: US Federal and Selected State Initiatives*, Agricultural Marketing Policy No.16, Montana State University, November 2006.
- Statens Energimyndighet (2008): *Transportsektorens energianvendning 2007*, ES 2008:01, Sverige.
- St.meld. nr. 34 (2006–2007): *Norsk klimapolitikk (Klimameldingen)*.
- USDA (2008): *EU-27 Biofuels Annual 2008*, GAIN Report No. E48063, May 30th 2008.
- Warshaw, B. (2008): *Cellulosic ethanol plant gets more public money*, in *Biomass Magazine*, May 2008

# VEDLEGG 1

## Antakelser, begreper og definisjoner

### V.1 1 Basisantakelser

Det er en rekke forutsetninger som må tas for å kunne sammenligne teknologier. De viktigste basisantakelsene blir oppgitt her. For en nærmere beskrivelse av de ulike tiltakene viser vi til kapittel to.

#### Økonomisk levetid

Investeringene i ny produksjon blir avskrevet over prosjektets økonomiske levetid. Vi benytter en antakelse om 20 års økonomiske levetider på anleggene.

#### Avkastningskrav

I analysen legger vi til grunn et avkastningskrav på åtte prosent reelt før skatt, noe som svarer til ca. 7,7 prosent nominelt etter skatt når forventet inflasjon er 2,5 prosent og skattesatsen 28 prosent. Ytterligere forklaring av avkastningskravet finnes i avsnitt 2.3.2.

#### Kostnad biomasse

20 øre/kWh tørrstoff. (Se avsnitt 2.3.2 råvarer)

#### Valutakurs

Følgende valutaer blir benyttet i denne rapporten<sup>33</sup>:

- 1 € er 9,07 NOK
- 100 DKK er 121,72 NOK
- 100 SEK er 87,97
- 1 USD er 7,01 NOK
- 1 CAD er 5,71 NOK

#### Energiinnhold

- Diesel: 10 kWh/liter
- Bensin: 9 kWh/liter
- FT-biodiesel: 9,4 kWh/liter
- Etanol: 6,1 kWh/liter

---

<sup>33</sup> Kursene er fra kl 09.15, onsdag 26. November 2008  
[https://www.dnbno.no/markets/interaktive\\_verktoy/valuta/valutakurser.html](https://www.dnbno.no/markets/interaktive_verktoy/valuta/valutakurser.html)



## Begreper og definisjoner

**BtL** (biomass-to-liquid): Prosesser som ved hjelp av varme og kjemiske reaksjoner omformer biomasse til flytende hydrokarboner. Kalles ofte termokjemisk konvertering. Den mest aktuelle BtL-prosessen i Europa benytter såkalt Fischer-Tropsch-syntese for å fremstille BtL. Over 90 prosent av BtL-mengden fra det tyske selskapet Chorens anlegg er FT-biodiesel. Resten er bionafta som kan erstatte fyringsolje eller leveres som et kjemikalieråstoff.

**C5-sukker:** Sukkermolekyler med fem karbonatomer, også kalt pentoser. Kan fremstilles av hemicellulose som utgjør ca. 25 prosent av biomassen i trevirke, halm og andre former for lignocellulose. For å fermentere C5-sukker til etanol kreves spesielle (genmodifiserte) mikroorganismer som foreløpig ikke er robuste nok for bruk i industrielle anvendelser

**C6-sukker:** Sukkermolekyler med seks karbonatomer, også kalt heksoser. Kan fremstilles fra stivelse, deler av hemicellulose (avhengig av plante art) og cellulose. C6-sukker kan fermenteres til etanol med kommersielt utbredte etablerte prosesser basert på bakergjær.

**Celluloseetanol:** Bioetanol produsert fra halm, trevirke og andre former for lignocellulose. Refererer som regel til etanol fremstilt via biokjemiske prosesser.

**CO<sub>2</sub>-ekvivalenter:** Et felles mengdemål for klimagasser. Gjør det mulig å summere opp den samlede oppvarmende effekten i atmosfæren av utslipp av forskjellige klimagasser. 1 tonn CO<sub>2</sub> har en klimaeffekt på 1 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. 1 tonn metan har en klimaeffekt på 25 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. 1 tonn lystgass har en klimaeffekt på ca. 298 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Tallene er da for regnet for en periode på 100 år.<sup>34</sup>

**CO<sub>2</sub>-nøytralt:** Bruk av bioenergi regnes ofte å være prinsipielt CO<sub>2</sub>-nøytralt. Dette fordi CO<sub>2</sub> som frigjøres når bioenergien forbrennes, motveies av en tilsvarende mengde CO<sub>2</sub> som ble bundet noen få måneder eller noen få år tidligere. Dette regnestykket vil imidlertid påvirkes av de mange direkte og indirekte utslippene og opptakene av klimagasser knyttet til produksjon av bioenergi. Enkelte former for biodrivstoff genererer samlet sett større CO<sub>2</sub>-utslipp enn det fossile alternativet. Da har man en negativ klimanytte. På den andre siden finnes det biodrivstofftyper og produksjonsformer som samlet sett gir større CO<sub>2</sub>-reduksjon enn utslippene fra den fossile energien den erstatter. Da har man en klimanytte på over 100 prosent. Netto endring i utslipp av klimagasser ved overgang fra fossil til fornybar energi er et viktig mål på den faktiske klimanytten ved enhver energiomlegging. Se for øvrig kapittel 1.1 for ytterligere beskrivelse av klimanytte.

**Fermentering:** Biologiske prosesser hvor mikroorganismer, for eksempel gjær, sopp eller bakterier, omdanner biomasse (primært sukker) til forskjellige alkoholer, for eksempel etanol. Fermentering uten tilgang på luft betegnes som anaerob og det er slike prosesser som kan gi etanol. Fermentering med tilgang på oksygen/luft betegnes som aerobe, og vil gi cellevekst og produksjon av microbiell biomasse som også kan inneholde interessante komponenter.

---

<sup>34</sup> 2007 IPCC Fourth Assessment Report

**FT** (Fischer-Tropschsyntese) er en katalysatorbasert syntetisk omdanning fra en blanding av gassformige CO- og H<sub>2</sub>-molekyler til flytende hydrokarboner. De flytende hydrokarbonene kalles BtL-væske og er en blanding av diesel- og kerosene-(jet-fuel) liknende hydrokarboner en viss andel lettere hydrokarboner som kalles nafta.

**Gassifisering:** Delprosess i BtL-teknologien hvor for eksempel tørket finmalt biomasse gjennomgår en delvis forbrenning i ren oksygen. Den kraftige oppvarmingen gjør at biomassen brytes ned til CO-, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, vanndamp pluss en rekke uønskede organiske og uorganiske forbindelser.

**Gasskondisjonering:** Forskjellige kjemiske reaksjoner og andre prosesstrinn som sørger for å få fram et optimalt blandingsforhold mellom CO- og H<sub>2</sub>-molekyler

**Joule** er den energimengden som kreves for å utøve en kraft på 1 newton over en distanse på 1 meter.  $1 \text{ J} = 2,778 \times 10^{-7} \text{ kWh (kilowatttime)} = 0,0000002778 \text{ kWh}$ .  $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J (3,6 MJ)}$ . 1 EJ tilsvare 278 TWh.

**TtW** (tank-to-wheel): Et begrep som brukes for å beregne hvor store CO<sub>2</sub>-utslipp som genereres når en standardisert bil (på størrelse med en VW Golf) kjører en distanse på 100 km med en gjennomsnittlig kjøresyklus med oppvarming og diverse stopp og start. Utslippene ved bruk av etanol eller syntetisk diesel er marginalt lavere enn utslippene ved bruk av vanlig bensin og diesel. Dersom alle karbonatomene i etanolen eller den syntetiske diesel har biologisk opphav, regner man imidlertid at dette CO<sub>2</sub>-utslippet oppveies av en tilsvarende mengde CO<sub>2</sub> som bindes av plantene når råvarene til drivstoffet vokser. TtW er primært et mål på bilens energieffektivitet. TtW-tallene viser blant annet at dieserbiler er mer effektive enn bensinbiler og at hybridbiler er mer effektive enn vanlige biler som bare har forbrenningsmotor.

**TWh** (terawatttime): En TWh er en milliard kWh (kilowattimer) det vil si 10<sup>9</sup> kWh, 10<sup>6</sup> MWh (megawatttime) og 10<sup>3</sup> GWh (gigawatttime). Energiinnholdet i en desiliter diesel er ca. 1 kWh. I en desiliter etanol er det ca. 0,6 kWh energi.

**WtT** (well-to-tank): Et begrep som brukes for å beregne hvor store klimagassutslipp som genereres gjennom hele produksjonskjeden fra råvarekilde til kjøretøyets tank

**WtW** (well-to-wheel): Samlede utslipp av klimagasser ”fra kilde til bilhjul”. For fossile drivstoff er dette summen av WtT og TtW-utslippene, hvorav TtW-utslippene utgjør den største andelen. For andelen biodrivstoff som erstatter fossile drivstoff er WtW-utslippene i praksis lik WtT-utslippet. Dette fordi CO<sub>2</sub> fra forbrenning av biodrivstoff regnes å inngå i det levende CO<sub>2</sub>-kretsløpet.



## Vedlegg 2

# Intervju med andregenerasjonsbedrifter i utlandet

### V2.1 Choren (Tyskland)

Choren ble etablert i Tyskland i januar 1990, og allerede 3 år senere søkte de om sine første patenter knyttet til raffinering og gassifisering av organisk råmateriale for energiformål. Choren står for de naturlige byggesteinene i drivstoff: C (karbon), H (hydrogen), O (oksygen) og REN (fornybar energi) som gjennom kjemiske prosesser kan bli til fornybar, syntetisk drivstoff til biler og fly. Selskapet har vokst fra 4 medarbeidere i oppstartsfasen til 250 i mai 2008.

Chorens forretningsidé bygger på en teknologi som kalles Carbo-V, der selskapet i tre faser gassifiserer biomasse. Resultater er en brennbar gass som kan generere elektrisitet, damp og varme men som også kan brukes til å utvikle SunFuel. SunFuel, eller BtL (biomass to liquid) er et høykvalitets syntetisk dieselliknende drivstoff som utvikles ved hjelp av Fischer-Tropsch (FT) syntese prosess.

#### Demonstrasjonsanlegg

##### *Alpha plant*

I 1998 bygde Choren et 1MWth Carbo-V pilotanlegg i Freiberg, Tyskland. (1 MWth eller 1 megawatt termisk vil si et pilotanlegg som forbruker 1000 kWh bioenergi per time. Det tilsvarer for eksempel 20 vanlige vedovner som brenner med en effekt på 5 kW hver.) Selskapet eksperimenterte med ulike typer råvarer inkludert ubehandlet tre. I 2001 demonstrerte selskapet at det var mulig å konvertere biomasse til en brennbar gass som var så ren at den kunne brukes til å drive en motor. En 150 kW gassmotor brukte Carbo-V gass i 600 timer. Choren utvidet anlegget med en prosessenhet som kunne syntetisere den brennbare gassen til et flytende dieselliknende drivstoff, et Fischer-Tropsch-produkt. Choren kunne dermed produsere syntetisk drivstoff til transportformål fra treflis i april 2003. I slutten av 2004 hadde anlegget vært i drift i mer enn 22 500 timer.

Alpha-anlegget ble opprinnelig bygget for en testperiode på tre år, men ble utvidet i flere etapper og anlegget ble først lagt ned i slutten av 2006 etter 8 år i produksjon. I slutfasen produserte anlegget et fat eller 159 liter biodrivstoff per dag.

Samlede investeringskostnader var rundt 20 mill. euro. Det var driftskostnadene som representerte hovedparten av kostnadsbildet. Anlegget ble finansiert gjennom ca 50 prosent subsidier fra ulike offentlige fond på regionalt, nasjonalt og EU nivå. I tillegg bidro selskapet selv med 50 prosent av investeringskapitalen.

##### *Beta plant*

I november 2002 startet Choren byggingen av et storskala Carbo-V anlegg med en kapasitet på 45 MW for raffinering av biomasse i Freiberg. Byggingen tok 10 måneder, og enkelte enheter av anlegget kom i drift i september 2003. Choren brukte de

etterfølgende årene til å ferdigstille alle enheter samt sikre finansiering av anlegget. Nå i 2008 er selskapet i gang med å få de nødvendige tillatelser før oppstart. 113 undersystemer i 26 operasjonsheter vil bli satt i drift først individuelt og deretter i påfølgende rekkefølge – denne prosessen vil ta 8-10 måneder.

Anlegget har en årlig produksjonskapasitet på 18 million liter BtL (360 barrels per day). Det kan prosessere 68 000 tdm/a råvarer, hvorav den ene halvparten er waste wood og den andre halvparten er wood chips. Anlegget har tilgang på råvarer gjennom lang-siktige kontrakter med delstaten Saxony og et lokalt selskap som leverer skogsavfall. Anlegget i sin helhet er forventet å være i produksjon i tredje kvartal i 2009. Teknisk sett kan et slikt anlegg være i drift i ca 15-20 år.

Beta-anlegget hadde totale investeringskostnader på ca 100 mill. euro. Opprinnelig var ca 30 prosent av dette er subsidier fra det offentlige (spesielt støtte fra myndighetene knyttet til investeringer og arbeidsplasser i Øst-Tyskland), 30 prosent er egenkapital fra eierne (blant annet fra Shell) og ca 40 prosent er lånegarantier. Lånegarantiene fungerte slik at Choren kunne søke lån i en privat bank med garanti fra staten.

Choren rapporterer at deres viktigste eiendel per i dag er deres teknologi Carbo-V. I tillegg har de lang erfaring fra drift av demonstrasjonsanlegg og sitter dermed på verdifull praktisk kunnskap.

### **Fremtidige investeringer**

#### *Sigma plant*

Choren har som mål å produsere 1 million tonn drivstoff per år, og dermed oppnå en stor markedsandel av fornybart syntetisk fremstilt biodrivstoff. Nå i første omgang er planen å bygge fem anlegg i Tyskland, basert på deres Carbo-V teknologi. På lang sikt er målsetningen 50 fabrikker i Europa, hvorav 1-2 kan bygges i Norge og rundt 20 kan bygges i Tyskland. Drivstoffet fra hver fabrikk er beregnet å gi en reduksjon i CO<sub>2</sub> utslipp på 650 000 tonn CO<sub>2</sub> årlig.

Anleggene skal ha en kapasitet på 640 MWth bioenergi råvare, og de skal årlig kunne produsere 270 mill. liter BtL (5000 fat per dag) med biodrivstoff. Årlig råvaremengde vil være en million tonn tørrstoff av biomasse. Det tilsvarer for eksempel litt over to mill. fastkubikkmeter tømmer. Hvilken type råvare vil avhenge av hvor fabrikkene blir plassert. Det blir fokus på treprodukter, men også halm.

Investeringskostnadene for et fullskala kommersielt anlegg er beregnet til 800 mill. euro. Finansieringen er enda ikke på plass så det er ikke tatt en investeringsbeslutning enda, men det forventes offentlig støtte (spesielt i form av lånegarantier) i tillegg til at Choren skal bidra med egenkapital fra eierne. Første anlegg forventes å være i drift i 2012.

Kostnadsstrukturen av driften forventes å fordele seg likt mellom råvarer, kapital og andre kostnader. Det forventes at råvarer vil koste ca 60-80 mill. euro årlig. Ved hvert anlegg ser en for seg at det skapes 150-200 arbeidsplasser.

Anlegget vil ha et eget kraftanlegg for å skape elektrisitet nødvendig i produksjonen, men det er mulig at de kan tilby fjernvarme til lokalmiljøene der fabrikkene er lokalisert. Dessuten vil Choren forsøke å integrere biodrivstoffproduksjonen inn i

allerede eksisterende industrielle anlegg – både for å spare kostnader og for å optimalisere energibalansen.

### **Erfaringer med nasjonale myndigheter**

Den største hindringen i realiseringen av investeringer i nye kommersielle biodrivstoff anlegg er å finne finansiering. Bare prosjektutvikling koster opp mot 30 mill. euro, det hadde vært svært hensiktsmessig om myndighetene ønsket å være med og bidra med finansiell støtte på denne delen av prosessen. Den er meget viktig i og med at forstudier identifiserer størrelsen på markedet, undersøker hvilke insentiver som er til stede og hvilke finansieringstilbud som finnes – grunnlaget for investeringsbeslutningen legges her. Allerede i denne fasen evalueres risiko og eventuell usikkerhet i et langtidsperspektiv ( gjerne 10-15 år), og en dialog med myndighetene rundt rammevilkår på dette stadiet er viktig.

I tillegg til denne første fasen kommer finansiering av kostnadene for selve byggingen av anlegget. Her må offentlige instanser samordne seg og samarbeide bedre med industrien for å realisere økt biodrivstoff produksjon. Bedre kommunikasjon og arbeidsstruktur er nødvendig.

Choren rapporterer at deres første kommersielle anlegg med andregenerasjons biodrivstoff sannsynligvis ikke vil være konkurransedyktig med første generasjon. Dette er gitt siden utvikling av teknologi og markeder er på et lavere nivå. Nettopp derfor må myndighetene prioritere eller tilby spesielle insentiver for at også andregenerasjons biodrivstoff er verdt å satse på. Her er mulighetene mange, men skattelettelse, avgiftslettelse og feed-in tariff er nevnes som spesielt gunstige virkemidler.

Den viktigste erfaringen så langt er knyttet til administrative prosesser for lånesøknader. Fordi prosessen med å få lånegarantier fra myndighetene tok for lang tid (2 år), ble byggeprosessen av Beta-anlegget stoppet og utsatt og dette førte til økte byggekostnader. Da prosessen endelig var ferdig og Choren hadde fått innvilget søknaden om lånegarantier, hadde investeringskostnadene på anlegget økt så mye at lånegarantiene ikke lenger var noe verdt. Dermed tapte Choren tid, penger og ressurser. Slike administrative byrder og flaskehals er må reduseres for å stimulere til økte investeringer i andregenerasjons biodrivstoff.

## **V2.2 Sekab (Sverige)**

Sekab ble etablert i 1985 og har hovedsete i Örnsköldsvik, Sverige. Målet er å utvikle en industriell struktur som vil legge til rette for tilbud av kunnskap og utstyr for produksjon av cellulosebasert biodrivstoff, i tillegg til å bygge produksjonsanlegg i Sverige og internasjonalt. Sekab BioFuel Industries er hovedselskapet for Sekab gruppen, som består av fire datterselskap som arbeider med førstegenerasjon etanol basert på korn og sukkerrør, samt andregenerasjons biodrivstoff basert på cellulose. De to datterselskapene som arbeider om andregenerasjons biodrivstoff er Sekab E-Technology og Sekab Industrial Development. Førstnevnte utvikler teknologi for produksjon av cellulosebasert etanol, med fokus på integrerte løsninger sammen med produksjon av kraft i kommersiell skala. Sistnevnte har ansvaret for etablering av produksjonsanlegg og for kommersialisering av teknologien. Visjonen er å lansere cellulosebasert etanolteknologi i det internasjonale markedet og å kunne tilby bærekraftige komplette løsninger for både interne og eksterne kunder.

I 2006 solgte Sekab for SEK 1.8 milliarder, og selskapet har vokst fra 40 medarbeidere i 2003 til over 140 medarbeidere i 2007. Hovedfokus er distribusjon av biodrivstoff i Nord-Europa, samt utvikling av storskala etanolproduksjon.

### **Demonstrasjonsanlegg**

Byggingen av et pilotanlegg for celluloseetanol startet i 2002. Anlegget kom i drift i slutten av 2003, men det var først etter sommeren 2004 at fininnstillingene var gjort og produksjonen kunne komme ordentlig i gang.

Anlegget har en produksjonskapasitet på 300-400 liter etanol på 24 timer. Råmaterialet som brukes nå er treflis fra furu, men de har eksperimentert med andre typer slik som bagasse (avfall) fra sukkerrør, hvetealm, maisavfall, energigress og resirkulert avfall. Teknologien er basert på hydrolyse (væskebasert omdannelse til sukker) av cellulose og hemicellulose, og deretter en gjæringsprosess som produserer etanol som destilleres. 12 medarbeidere jobber på skift. Utvikling av nye prosesser og teknologier gjøres i samarbeid med et nettverk av nasjonale og internasjonale forskningsgrupper, samt teknologi- og konsulentfirma.

Investeringen for bygging av demonstrasjonsanlegget kom på SEK 200 mill.. Av dette bidro Energimyndigheten med SEK 112 mill., EUs regionale utviklingsfond bidro med SEK 25 mill. og industrien deltok med SEK 11 mill.. Sekab selv bidro med SEK 50 mill. i egenkapital til bygninger og infrastruktur.

I mai 2008 besluttet Energimyndigheten å investere ytterligere 33.8 mill. SEK over to år i Sekab sitt demonstrasjonsanlegg i Örnsköldsvik. Sekab selv bidro med 13 mill. SEK. Ressursene skal brukes til å videreutvikle og etterprøve de teknologiske prosessene ved produksjon av cellulosebasert biodrivstoff. Finansiering av drift og utvikling på ca 20 mill. SEK årlig dekkes av ressurser fra både industrien og offentlige midler (Energimyndigheten, EU, MISTRA<sup>35</sup>).

På spørsmål om hva som er Sekabs viktigste eiendom i dag, nevnes følgende:

- Pilotanlegg: Anlegget produserer ikke bare etanol men også kunnskap. Siden oppstarten har dette anlegget vært i kontinuerlig drift i mer enn 16 000 timer, noe som gir erfaringer med teknologi og prosess over lang tid som er svært verdifull erfaring for oppskaleringen av teknologien.
- Organisasjon: Det er for tiden 35 forskere og ingeniører som jobber med pilotanlegget og forskning og utvikling.
- Historie: Etanol fra lignocellulose har blitt produsert i Domsjö-området siden 1940. I dag er den årlige produksjonen av etanol 15000 m<sup>3</sup>. Sekab har vært involvert i utviklingen av andregenerasjons biodrivstoff basert på cellulose siden begynnelsen av 1980.
- Eierskap: Sekab eies blant annet av tre regionale energiselskaper som har bred erfaring med kombinert varme og kraftanlegg og derfor også mulighetene for å integrasjon mellom de ulike teknologiene.

---

<sup>35</sup> Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, <http://www.mistra.org/>

- Patenter: Sekabs første godkjente patent var knyttet til pilotanlegget. Så langt i år har Sekab sendt inn to patentsøknader, og seks andre søknader er klare for innlevering.

### **Fremtidige investeringer**

Erfaringene fra demonstrasjonsanlegget i Örnsköldsvik har ført til planer om å utvide produksjonen med et Industrial Development Unit (IDU). Anlegget er planlagt å bli 40 ganger større enn demonstrasjonsanlegget, planleggingen skal være ferdig i 2008-09 og byggingen skal være ferdig i 2011-12. IDU skal kunne produsere opptil 6000 m<sup>3</sup> etanol årlig, betraktelig mer enn det eksisterende demonstrasjonsanlegget som kan produsere opptil 150 m<sup>3</sup> årlig. Sekab ønsker ikke å oppgi totale investeringskostnader, finansieringen er fortsatt ikke fastlagt, men det forhandles med blant annet EUs forskningsprogram<sup>36</sup>, den Europeiske Investeringsbanken, svenske myndigheter, private låneinstitusjoner og private investorer. IDU vil være første skritt mot kommersialisering.

Etter at IDU står ferdig, planlegger Sekab etableringen av et demonstrasjonsanlegg som kombinerer biodrivstoffproduksjon med kraftproduksjon (Demo combine). Dette skal ha en kapasitet på 60 000-150 000 m<sup>3</sup> etanol årlig, avhengig av råvarer, plassering og integrering med kraftanlegg. Investeringskostnader er beregnet til ca SEK 1,5-3 milliarder. Da forventes produksjonskostnad på etanol å ligge et sted mellom 4,5-6 SEK/liter, igjen avhengig av råvarer, plassering og integrering med kraftanlegg. En forstudie skal ferdigstilles i løpet av 2011, og anlegget er planlagt å stå ferdig i 2015. Dette anlegget er i kommersiell skala og skal bygges med målsetning om god økonomisk avkastning. Risiko vil imidlertid være høyere enn for andre kraftanlegg gitt bruk av ny teknologi og oppskalering. Derfor er økonomisk støtte fra myndigheter og EU nødvendig.

Et fullskala anlegg som årlig skal produsere 120 000 m<sup>3</sup> biodrivstoff på kommersiell basis skal etter planene være i drift i 2014.

I tillegg er Sekab i gang med planer for produksjon av biodrivstoff i Tanzania og Mosambik. Råvaren er sukkerrør og første anlegg forventes å være i drift fra 2011. Det er også planer om å skape et "etanol-cluster" i Brasil i perioden 2012-20.

### **Erfaringer med nasjonale myndigheter**

Ifølge Sekab er den største barrieren for realiseringen av fremtidige investeringsplaner tilgangen til finansiering og økonomisk støtte. Den svenske Energimyndigheten har bidratt med midler til utvikling av cellulosebasert etanol, men beslutningene er ofte kortsiktige og søknadsprosessen tar ofte for lang tid. Det er viktig med koordinering mellom de ulike instansene, både på internasjonalt (EU), nasjonalt, regionalt og lokalt nivå.

I tillegg nevnes utfordringen med å utvikle en kostnadseffektiv teknologi. Den nødvendige størrelsen på anlegget for at produksjon skal være økonomisk lønnsomt avhenger av kostnadene på råmateriale. Mer kostbart råmateriale forutsetter større anlegg for å kompensere for investeringskostnader. Fullskala produksjon av biodrivstoff fra treprodukter må være ca 800 ganger større enn det eksisterende demonstrasjonsanlegget, beregnet ut fra volum av produsert etanol.

---

<sup>36</sup> [http://cordis.europa.eu/fp7/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html)



Den viktigste måten nasjonale og internasjonale myndigheter kan bidra til positiv utvikling i biodrivstoff sektoren er gjennom å sette langsiktige mål for produksjon og et klart regelverk som inkluderer kvoter. I tillegg må finansieringsalternativ som tilskudd og lånegarantier tas i bruk i langt større grad. På spørsmål om hva myndighetene må unngå å gjøre, mener Sekab at det er viktig å ikke redusere tollavgifter på import uten å samtidig introdusere et kvotesystem som inkluderer påbudt produksjon av cellulosebasert biodrivstoff. For å oppnå målet om 10 prosent biodrivstoff innen 2020 trengs det rundt 500 biodrivstoff anlegg med kapasitet på 140 000 m<sup>3</sup> etanol eller biodiesel. I dag finnes det kun 20-30 anlegg dersom en også inkluderer mindre biodiesel og biogass anlegg. Det betyr at fra 2010 må det bygges et anlegg hver uke i EU eller andre steder dersom en skal kunne innfri målet om 10 prosent biodrivstoff innen 2020.

## **V2.3 Inbicon (Danmark)**

Kjerneteknologien til Inbicon er en totrinns forbehandling av biomassen. Først tilføres vann og biomassen varmes raskt til ca. 200 grader C. Deretter brytes biomassen ned ved hjelp av enzymer til en flytende masse som kan pumpes videre til fermentering.

Inbicon står for Integrated Biomass Conversion. Målsetningen er å utvikle forbehandlings teknologier basert på nedbrytning av biomasse og avfall ved hjelp av enzymer, og å demonstrere produksjon i kommersiell skala for å kunne utstede lisenser på teknologi til andre partnere, som videre kan selge og bygge fabrikker for bioraffineri.

Det danske energiselskapet Elsam begynte med energiproduksjon basert på biomasse på 90-tallet, og spesialiserte seg på utvikling av prosesser og teknologier knyttet til forbehandling av biomasse. På slutten av 90 tallet ble IBUS konseptet utviklet (basert på lignocellulose), som er en kombinasjon av biomassebehandling, tradisjonell etanolteknologi og andregenerasjons biodrivstoffteknologi. I starten kombinerte selskapet første- og andregenerasjons etanolproduksjon med integrert kraftproduksjon, men nå kan teknologien brukes i alle typer andregenerasjons biodrivstofffabrikker basert på cellulose. Denne teknologier er demonstrert ved pilotanlegget i Danmark.

Fra 2002 til 2006 ledet Elsam et stort EU forskningsprosjekt kalt "Co-production Biofuels", der en bygde prototyper som kunne demonstrere hele prosessen. Det totale budsjettet var på 14 mill. euro.

I 2006 fusjonerte Elsam med 6 andre energiselskaper i Danmark og dannet DONG Energy. Først i 2007 ble Inbicon stiftet som et eget datterselskap for å sikre videre utvikling av biomasseteknologier. Per i dag har Inbicon 24 medarbeidere, hvorav 16 er fast ansatt og 8 er eksterne konsulenter (hovedsakelig fra DONG Energy).

### **Demonstrasjonsanlegg**

I 2003 bygde DONG Energy, sammen med flere partnere, et pilotanlegg for videre forskning og utvikling av prosess og teknologi i Skærbæk. Målsetningen var å utvikle et bærekraftig konsept for produksjon av andregenerasjons biodrivstoff, samt å demonstrere at konseptet var miljøvennlig og økonomisk attraktivt for investorer. Anlegget har vært i drift siden 2003, og har blitt modifisert i flere etapper. I dag er hydro-termisk forbehandling en del av Inbicon sin kjerneteknologi. Pilotanlegget har en kapasitet til å behandle 100 kg biomasse (tørrstoff) per time. Flere ulike typer råvarer og enzymer har vært brukt i ulike eksperimenter. Totale investeringskostnader lå på ca 4

mill. euro, hvorav 25 prosent besto av subsidier og støtte fra staten og 75 prosent var egenkapital. Teknologien for forbehandling er første skritt mot å konvertere biomasse med kjemikalier, som videre skaper flere muligheter for gassifisering, fermentering, destillasjonsteknologier osv. Anlegget har to produksjonslinjer for hydrotermisk forbehandling: en med kapasitet på 100 kg lignocellulose per time, og en med kapasitet på 1000 kg lignocellulose per time. Anlegget er fortsatt i drift og er en del av Inbicons forsknings og utviklings fasilitet.

I 2005 åpnet Inbicon et anlegg med kapasitet til å behandle ca 400 kg biomasse (tørrstoff) per time til bruk i hydrotermisk behandling av hvete halm, corn stover, bagasse, hage avfall og mais silage. Som ved deres demonstrasjonsanlegg fra 2003 var investeringskostnaden var ca 4 mill. euro, hvorav 25 prosent besto av subsidier og støtte fra staten og 75 prosent var egenkapital. Denne investeringen var del av et EU forskningsprosjekt, "Co-production Biofuels". Anlegget var i drift i rundt 1000 timer.

Inbicon har også deltatt i Project REnescience sammen med Energinet.dk, der målsetningen er å utvikle forbehandlingsteknikker på avfall ved hjelp av enzymer som kan brukes i gassifiseringsprosesser. Totalt budsjett er på 7.3 mill. euro, og prosjektet varer fra 2007 til 2010. I tillegg har Inbicon jobbet med et prosjekt på oppdrag fra Danish National Advanced Technology Foundation der fokus har vært å utvikle bærekraftig andregenerasjonsbiodrivstoff for fremtidens biler. Budsjettet er på 5.6 mill. euro, og prosjektet varer fra 2007 til 2009.

Inbicon rapporterer at selskapet har sett en endring i finansieringsstruktur av ulike prosjekter de siste ti årene. I perioden 2002 til 2006 lå subsidieandelen fra det offentlige på rundt 40 prosent, mens denne andelen fra 2006 har sunket til ca 10 prosent. Videre beskrives deres patenter på teknologi, demonstrasjonsanlegg og kunnskap om prosesshåndtering som selskapets viktigste eiendeler.

### **Fremtidige investeringer**

Nå er Inbicon i gang med å bygge et større demonstrasjonsanlegg på Kalundborg (ved Aasnæs kraftstasjon). Det skal integreres med kraftproduksjon basert på kull, for at større deler av biomassen skal kunne brukes og dermed skape mer energi enn det som brukes av anlegget selv. Investeringsbeløpet ligger på ca 300 mill. DKK, hvorav selskapet har mottatt DKK 76 mill. i offentlig støtte. Flere søknader er til evaluering.

Driftstart forventes i løpet av høsten 2009. Anlegget vil produsere tre ulike produkter: 4 300 tonn etanol per år, 8 250 tonn biodrivstoff per år (i form av ligninpellets som brukes til kraftproduksjon) og 11 000 tonn molasses (dyrefor til kyr og griser - 65 prosent tørrmateriale). Råmaterialet er 4 tonn halm i timen, tilsvarende 30 000 tonn (15 prosent vann) halm i året. Danisco Genencor & Novozymes skal bidra med enzymer til produksjonen. Forventet driftstart er høsten 2009.

I tillegg til demonstrasjonsanlegget på Kalundborg, har Inbicon planer om flere prosjekter i kommersiell skala sammen med ulike private investorer. Produksjonskapasiteten ventes å ligge på 10 000 – 30 000 m<sup>3</sup> etanol årlig. Anleggene skal kunne behandle mellom 5 – 20 tonn råmaterialer per time. I tillegg vil biprodukter utnyttes, blant annet i form av ligninpellets og molasses. Utover private investorer forventes det offentlig støtte. Inbicon estimerer at kapitalbehovene de kommende fem årene vil ligge et sted mellom 20 og 60 mill. euro.

## **Erfaringer med nasjonal myndigheter**

Ifølge Inbicon er det største hinderet for videre investeringer i andregenerasjons biodrivstoff mangelen på et klart utformet mandat med tilhørende insentiver knyttet til bruk av ikke-matbaserte råmaterialer for utvikling av biodrivstoff til transportformål. Danske myndigheter har så langt bidratt med finansiell støtte for utvikling av teknologi og bygging av demonstrasjonsanlegg, men ønsket er at myndighetene på en mer aktiv måte bidrar til å skape et attraktivt investeringsklima for andregenerasjons biodrivstoff. Virkemidler som nevnes her er klare og stabile målsetninger for bruk av biodrivstoff samt ulike finansielle insentiver. Det verste som kan skje er at myndighetene ikke foretar seg noe, og at rammevilkårene dermed blir uklare og skaper usikkerhet i viktige investerings beslutningsprosess.

## **V2.4 Iogen (Canada)**

Iogen ble etablert på 1970-tallet, med hovedkontor i Ottawa, Ontario, Canada. Det har utviklet seg til et av Canadas ledende bioteknologifirma. Selskapet produserer celluloseetanol, men er også en industriell produsent av enzymer som brukes i treforedlingsindustrien, tekstil- og dyrematindustrien.

Offentlig og private investeringer i teknologiutvikling i Iogen har beløpet seg til USD 130 mill. i løpet av de siste 25 årene, fra blant annet Shell gruppen, Petro-Canada og Goldman Sachs. Selskapet har ca 278 fulltidsansatte.

Iogen benytter seg av en teknologi som omdanner biomasse til celluloseetanol gjennom en kombinasjon av varme, kjemiske og biokjemiske teknikker. Resultatet er mer enn 340 liter etanol per tonn fiber. Ligninet i plantene brukes til å drive prosessen gjennom å generere damp og strøm, og eliminerer dermed behovet for fossile brenslere.

### **Demonstrasjonsanlegg**

Iogen har bygget og drifter et demonstrasjonsanlegg siden 2004 som omdanner biomasse til celluloseetanol ved bruk av enzymer. Anlegget ligger i Ottawa. Demonstrasjonsanlegget er designet til å behandle rundt 30 tonn (tørrtonn) råvarer per dag, og kan produsere 2 mill. liter cellulose etanol i året fra halm fra hvete, havre og bygg. Selskapet har også eksperimentert med andre typer råvarer. Anlegget kan håndtere alle faser i produksjonen av celluloseetanol, inkludert mottak og forbehandling av råstoff, konvertering av cellulosefibrer til glukose, gjæringsprosess og destillering.

Investeringskostnadene for anlegget er på CDN 45 mill.

Celluloseetanol fra Iogen ble brukt til innblanding i drivstoff som transporterte G8 ledernes biler under G8 toppmøtet i Gleneagles, Skottland, i 2005<sup>37</sup>. Iogen anser sine patenter på teknologi, samt sitt demonstrasjonsanlegg og et anlegg som produserer enzymer som sine viktigste eiendeler.

---

<sup>37</sup> Se [http://www.ethanolproducer.com/expert-details.jsp?expert\\_id=6](http://www.ethanolproducer.com/expert-details.jsp?expert_id=6)

## **Fremtidige investeringer**

På lengre sikt ønsker Iogen å kommersialisere sin celluloseproduksjon gjennom å utstede lisenser til bruk av sin teknologi og partnerskap i byggeprosessen. Lisensavgifter og tilbud av enzymer til lisensinnehaver vil skape inntektene.

Iogen planlegger å åpne et nytt kommersielt anlegg til CDN 550 mill. i Saskatchewan, den største hveteproduserende regionen i Canada. Anlegget skal produsere rundt 90 mill. liter etanol i året basert på hvete halm. Finansieringen er enda ikke sikret, og bygging av anlegget har ikke kommet i gang enda. Selskapet er nå i forhandlinger med ulike investorer. Anlegget er forventet å være i drift i 2011, men dette avhenger av at finansieringen er på plass i løpet av 2008, slik at byggeprosessen kan starte tidlig i 2009.

## **Erfaringer med nasjonale myndigheter**

Iogen har hatt et godt samarbeid med myndigheter på nasjonalt, statlig og regionalt nivå i lengre tid, der målsetningen har vært å skape et attraktivt investeringsmiljø for andregenerasjons biodrivstoff. Selskapet arbeider nært med Canadian Renewable Fuels Association (Canada) og Renewable Fuels Association (USA) for å oppnå bedre rammevilkår.

Myndighetene i Canada, gjennom det statlige foretaket Sustainable Development Technology Canada, har opprettet Next Gen Biofuels som tilbyr finansiell støtte til andregenerasjons biodrivstoff selskaper. Iogen har en søknad inne til vurdering. Dersom søknaden blir godkjent, kan Iogen vente å få opp til CDN 200 mill. i støtte.

Det er viktig at det skapes et helhetlig rammeverk for at flere selskaper skal investere i økt produksjon. Økonomiske instrumenter som lånegarantier og finansielle tilskudd er viktige, spesielt i kombinasjon med strategisk politikk om biodrivstoff som setter standarder og forbruksforpliktelser og som dermed skaper et marked for biodrivstoff.

Å sikre finansiering er ofte den største utfordringen knyttet til kommersialisering av celluloseetanol. Dette kan forklares ved at risikoen ved å bygge bioraffineri for celluloseetanol er større enn ved andre industrielle investeringer, fordi ny teknologi må tas i bruk. Garantier fra en tredjepart er helt nødvendig for å dele risiko og sikre videre utvikling av biodrivstoff. Etter at finansiering er sikret, er utfordringene knyttet til å øke effektiviteten i produksjonen for å sikre best mulig utbytte knyttet til blant annet energibalanse.

## **V2.5 Range Fuels (United States)**

Range Fuels ble etablert i 2004, i Broomfield, Colorado, USA. Selskapet har utviklet en teknologi basert på en tostegs thermo-kjemisk prosess for å produsere biodrivstoff i form av celluloseetanol, deres kjerneteknologi er blitt døpt K2. Først omdannes faste råvarer til syngass bestående av H<sub>2</sub> og CO. Deretter omdannes gassen til blandede alkoholer som igjen separeres og destilleres til etanol av en slik kvalitet at det kan brukes som biodrivstoff. Denne teknologien har blitt testet i pilotanlegg i over 7 år. Mer enn 8000 timer med testing basert på ulike typer råvarer, inkludert wood waste, oliven kjerner og mer.

## **Demonstrasjonsanlegg**

I november 2007 startet byggingen av et demonstrasjonsanlegg i Soperton, Georgia. Det vil bli det første kommersielle produksjonsanlegget i USA som vil produsere andregenerasjons biodrivstoff basert på råvarer fra planter, inkludert tre, gress og maisavfall. Anlegget skal stå ferdig i 2009.

Produksjonskapasiteten er på 20 mill. gallons (ca 75 mill. liter) etanol per år. Når produksjonen er kommet opp på maksimalt nivå, skal årlige kapasiteten ligge på 100 mill. gallons (380 mill. liter) etanol. Anlegget vil bruke teknologien K2 utviklet av Range Fuels som bruker varme, trykk og damp til å konvertere biomasse til syngass og videre til etanol.

Den totale investeringskostnaden er ikke kjent. Likevel, gjennom intervju i ulike media<sup>38</sup>, har selskapet annonsert at de har klart å sikre USD 100 mill. fra ulike investorer til finansiering av anlegget (fra blant annet Passport Capital, BlueMountain, Khosla Ventures, Leaf Clean Energy Co. and Pacific Capital Group). I tillegg var Range Fuels var ett av seks amerikanske selskaper som ble utvalgt av Department of Energy for finansiell støtte til å bygge anlegg for produksjon av celluloseetanol på kommersielle vilkår. Videre har selskapet mottatt USD 76 mill. fra U.S. Department of Energy til å bygge sitt første kommersielle anlegg. Statlige myndigheter bidro med USD 6 mill.. Videre nevnes det at Range Fuels vil søke om avgiftslette fra Department of Agriculture.

## **Fremtidige investeringer**

Range Fuels søker å bygge fire til fem anlegg til i det sør-østlige USA. Lokaliseringen bestemmes av mulig samarbeid med tømmerindustrien for avtaler om råvarelevering.

## **Erfaringer med nasjonale myndigheter**

Ifølge Range Fuels er det et stort spekter av virkemidler og insentivmekanismer myndighetene kan ta i bruk for å bidra til høyere investeringsnivå i andregenerasjons biodrivstoff produksjon. Det er viktig å tenke på hele verdikjeden under ett for å gi insentiver til alle viktige aktører i markedet. Insentivprogrammer som oppfordrer bønder til å dyrke biomasse med høyt energiinnhold som kan benyttes som råvarer i bioraffineri nevnes for å dekke stabilt råvaretilbud. Finansiell støtte i form av lånegarantier og direkte støtte beløp til potensielle celluloseetanol produsenter for å sikre bygging av bioraffineri er nødvendig, fulgt opp av produksjonsinsentiver når bioraffineriene står ferdig bygd. Videre nevnes ulike tiltak for å stimulere etterspørsel av biodrivstoff i markedet, blant annet gjennom krav om økt bruk av fornybare energikilder i energiforbruket, insentiver til å forbedre distribusjons nettverk for fornybar energi og statlige programmer med målsetning om høyere blandingsprosent av biodrivstoff i drivstoff for kjøretøy.

---

<sup>38</sup> Se for eksempel <http://earth2tech.com/2008/11/06/range-fuels-swaps-ceo-for-former-shell-exec/>

## **VEDLEGG 3**

# **Intervju med andregenerasjonsbedrifter i Norge**

### **V 3.1 Borregaard**

#### **Bedriftens historie innen andregenerasjons biodrivstoff**

Borregaard har siden før andre verdenskrig årlig produsert ca. 20 mill. liter bioetanol som et biprodukt fra treforedling. Deler av denne produksjonen blir nå brukt til bussdrift i Oslo. Borregaard har de siste årene sett på forskjellige forretningsmuligheter knyttet til økt produksjon av etanol integrert med produksjon av andre biokjemiske materialer/produkter. Slike konsept kalles ofte bioraffineri.

#### **Bedriftens forretningsidé når det gjelder andregenerasjons biodrivstoff**

Borregaard fokuserer på biokjemisk konvertering av biomasse til bioetanol, integrert i et bioraffineri, basert på "sukkerplattformen". Borregaard satser på konverteringsveier som bevarer mye av den opprinnelige molekylstrukturen ved at biomassen brytes ned til lignin og suktermolekyler for videre foredling. Borregaard ønsker å bygge et pilotanlegg for å drive FoU på aktuelle prosesser. Dersom de riktige incentivene kommer på plass, ønsker Borregaard i fremtiden å bygge produksjonsanlegg for andregenerasjons bioetanol integrert med eksisterende treforedlingsindustri eller som ny fabrikk basert på annen biomasse.

#### **Antall årsverk som arbeider med andregenerasjons biodrivstoff**

Medregnet de forskjellige gruppene i Borregaard pluss partnere, arbeider 20-30 årsverk med FoU og forretningsutvikling innen bioraffineri og teknologi for produksjon av celluloseetanol. Kjernegruppen innen bioraffineri forretningsutvikling består av seks personer, i tillegg jobber omtrent like mange med forskning i tilknytning til dette.

#### **Investeringer i laboratorier, pilot og demoanlegg**

Foreløpig er det investert 4 mill. NOK i å renovere og kjøpe utstyr til aktuelle laboratorier. Videre jobbes det med planer om et pilotanlegg til 50-100 mill. NOK. Et slikt pilotanlegg vil kunne gjøre det mulig å sette opp en kontinuerlig prosess. Et tilsvarende frittstående anlegg ville trolig koste 3-400 mill. NOK, men kan altså realiseres til en noe lavere investering. Dette fordi mye av den nødvendige infrastrukturen allerede er tilgjengelig ved Borregaards fabrikk i Sarpsborg. Stedet hvor man tenker å sette opp pilotanlegget ligger eksempelvis bare 200 meter fra en 50 bars dampledning.

#### **Finansiering av FoU**

FoU innen andregenerasjons biodrivstoff finansieres foreløpig innefor FoU-midlene til Borregaards etablerte, lønnsomme treforedlingsindustri.

#### **Nåværende eierskap og posisjoner innen 2G biodrivstoff**

Borregaard har rekruttert en rekke høyt utdannede forskere med relevant kompetanse. I løpet av det siste året selskapet gjort omfattende kartlegging av aktuelle aktører/

leverandører og teknologier innen forbehandling, hydrolyse, prosessering av sidestrømmer og fermentering. Erfaringen er at svært mange av selskapene ikke har orden på massebalanse, klassifisering av lignintyper og aktuelle markedspriser for de mange mulige biproduktene.

### **Antatte nøkkeltall for pilotanlegg**

Det planlagte pilotanlegget vil ha en råvarekapasitet på 10-50 kg per time. Anlegget vil da prosessere hele biomassen. Råvaren vil være lignocellulose i form av blant annet treflis og halm.

### **Fysiske nøkkeltall for kommersielle anlegg**

Foreløpig er det kun realistisk å kunne konvertere cellulosen til etanol. Cellulosen utgjør ca. 40 prosent (masse) av tømmerstokken. Ca. halvparten av cellulosemengden (men ca 90 prosent av energien) kan gjøres om til etanol. (Halvparten av karbonet kommer ut som CO<sub>2</sub>) Det er forsket mye på GMO-organismer som kan fermentere C5-sukkeret fra hemicellulosen til etanol, men kommersialisering av dette ser ut til å ligge langt fram. Dermed er det bedre å lage andre produkter både av hemicellulosen og ligninet.

### **Investeringsbehov for fullskala anlegg**

Borregaard har foreløpig ikke gjort egne beregninger for investeringsnivået for et fullskala produksjonsanlegg for celluloseetanol og andre biokjemiske produkter og materialer. De refererer til anslag utført av NREL (National Renewable Energy Laboratory i USA) basert på målsettinger satt av DOE (Department of Energy i USA) for effektiviteten til slike anlegg i 2012. Basert på disse forutsetningene anslår de en investering på ca. 230 mill. \$, dvs. 1,6 mrd NOK for et fullskala anlegg med årskapasitet på 200 mill. liter etanol, som bygges fra grunnen av ("greenfield plant").

Borregaard forutsetter at både komponent og byggekostnader vil være høyere i Norge enn i USA.

### **Antatt produksjonskostnad**

I tillegg til at selve investeringen vil være høyere i Norge enn i USA, vil kostnader til prosessering/drift, bemanning, vedlikehold og ikke minst selve biomassen være høyere.

For tiden betaler Borregaard ca. 1000 NOK/tonn tømmer tørrstoff. Av dette utgjør cellulose 40 prosent, slik at råvarekostnaden på det som konverteres til drivstoff er 2500 NOK/tonn. 1 tonn cellulose gir ca. 450 kg etanol eller tilnærmet 550 liter etanol. Det betyr at råvarekostnaden alene er ca. 5 kroner per liter. I tillegg kommer øvrige driftkostnader og kapitalkostnaden.

Valg av forbehandlingsprosess vil påvirke mulighetene i biprodukter som igjen vil ha store konsekvenser for økonomien i slike anlegg. Det er stor usikkerhet rundt effektiviteten i ulike prosesser av et fremtidig anlegg, noe som gjør det vanskelig å dimensjonere komponentene. Det er også stor usikkerhet knyttet til kostnader og egenskaper ved enzymer. Her gjenstår det mye forskning og prisen på det endelige produktet kan man bare gjette på foreløpig.

Borregaard mener at prisen på etanol fra cellulose må være over 7 kroner per liter før det kan bli aktuelt å konvertere deler av celluloseproduksjonen til etanolproduksjon.

### **Tidligere og nåværende støtte fra myndighetene**

Borregaard har foreløpig ikke mottatt noe direkte støtte til FoU for andregenerasjons bioetanol. Borregaard har fått innvilget et prosjekt under BIA programmet (brugerstyrt innovasjonsarena) i Norges forskningsråd med en total støtte på 6 mill over 3 år der målsettingen er å finne frem til en kombinert kjemisk og biokjemisk prosess for fermentering av pentoser til etanol basert på Borregaards eksisterende gjærstammer.

Borregaard har i tillegg søkt Forskningsrådets BIA-program om 34 mill. i støtte over fem år. Det er et prosjekt til 100 mill.. Da inngår ikke pilotanlegget.

Kollektivtrafikksekskapet Ruter i Oslo kjøper for tiden E95-drivstoff (95 prosent bioetanol) til bussdrift produsert fra Borregaards celluloseetanol. Denne etanolen har en markedspris på mellom 6 og 8 kroner. Borregaard regner imidlertid ikke med at det finnes mange selskap som Ruter som vil velge å betale ekstra for denne typen drivstoff.

### **Forslag til virkemidler som kan utløse FoU og investeringsbeslutninger for andregenerasjons biodrivstoff**

- Vi trenger en norsk strategi for dette
- Det nytter ikke "å smøre forskningsstøtte tynt utover". 50 mill. kroner i årlig bevilgning til Transnova: "*It's nothing*" Transnovas budsjett må reflektere den ambisjonen man snakker om.
- Støtteordninger til pilotanlegg er viktig
- Utviklingen løses best av de private, men betales best av det offentlige
- Vi trenger Staten som en risikovillig partner
- Noe annet enn EU/FP7s Biorefinery Joint Call. De støtter i prinsippet pilotanlegg, men midlene kan bare brukes til prosjektet. Anlegget har en restverdi og det dekkes ikke av EU. I tillegg blir det bare 1-2 årsverk per aktør. Da er det nesten ikke verdt bryet når man må bruke en tredjedels årsverk på søkeprosessen.
- Stor industri kan få opp til 35 prosent støtte gjennom Forskningsrådets programmer – blant annet RENERGI. Det kan ligge muligheter der.
- En akademisk oppbygging på norske institutter er viktig. De har ikke utstyr. Det må identifiseres et "Centre of Excellence".
- Man kan ikke bare selge brasiletanol dersom man ønsker andregenerasjons bioetanol i Norge. Dersom målet bare er CO<sub>2</sub>-reduksjon og non-food produksjon kan man satse på Brasil. Der kan man produsere etanol på fornuftig vis, uten store problemer for økobilansen. Dersom målet er både non-food og norsk råstoff, må man satse på andregenerasjons biodrivstoff i Norge.
- Dersom regjeringen sier at førstegenerasjons biodrivstoff skal være en markedsåpner og samtidig legger til incentiver for andregenerasjons biodrivstoff, kan det bli mulig å investere.
- Å sponse biovarme bidrar til at tømmerprisen går i været – det er idiotisk. Biomasse må foredles før energiutnyttelse.
- Virkemidlene må være langsiktige. De må ikke endres fra stortingsperiode til stortingsperiode. Vi ønsker ikke en reversering etter fire år.

*"Vi skynder oss ikke inn i en situasjon hvor vi skal tape penger på å redde verden"*



## V 3.2 Xynergo

### **En kort oppsummering av bedriftens historie når det gjelder andregenerasjons biodrivstoff:**

Norske Skog kunngjorde planer om et prototypanlegg for andregenerasjons biodrivstoff og etablering av et selskap som skal arbeide med å få fram kommersiell produksjon av syntetisk biodrivstoff fra trevirke. Selskapet ble formelt dannet i mars/april 2008 med arbeidsnavnet Biofuture AS. Selskapet fikk navnet Xynergo i juni 2008 i forbindelse med at tre skogeierandelslag og Statskog kom inn på eiersiden..

### **Hva er bedriftens forretningsidé når det gjelder andregenerasjons biodrivstoff?**

Basert på kjernekompetansen hos eierne (Norske Skogindustrier AS, Viken Skog BA, Allskog BA, Mjøsen BA and Statskog SF, red.anm.) skal vi utvikle kommersiell produksjon av andregenerasjons biodrivstoff. Våre eiere har kunnskap og posisjoner på råvareleveranser, logistikk, bærekraft og det å prosessere store kvantum trevirke. Våre skogeierandelslag kontrollerer store skogarealer som ville være viktige til å dekke vårt framtidige årlige behov på 2 mill. fastkubikkmeter trevirke på en økonomisk forsvarlig måte.

### **Hvordan har antall årsverk som arbeider med andregenerasjons biodrivstoff utviklet seg i selskapets historie (både interne og eksterne ressurser)?**

I dag er vi åtte personer. Vi har vært operative siden juni. Totalt blir det ca. fire årsverk i 2008. I 2009 kommer det til å bli 8-12 årsverk, litt avhengig av konsulentbruk.

### **Hvordan har investeringer i laboratorier, pilot- og demoanlegg og annet materiell utviklet seg gjennom selskapets historie?**

Vi har ikke hatt noen slike investeringer i 2008. Vi har foreløpig investert i organisasjon og utredninger, til sammen ca. 15 mill. i løpet av 2008. Vi regner med at fysiske investeringer starter mot slutten av neste år. Mulighetsstudien for bioolje-produksjonen er planlagt ferdig i mars/april 2009. Hovedstudien vil ikke være ferdig før sommeren. Parallelt vil det jobbes med en konseptstudie for et fullskala-anlegg for syntetisk biodiesel i 2009 sammen med teknologipartner. Vi håper å kunne realisere fysiske investeringer i størrelsesorden 50-100 mill. i 2009.

### **Hvordan er selskapet finansiert? (investeringsstøtte fra myndighetene, midler fra moderselskapets virksomhet, såkorn- og venturekapital, annen kapitalinnsprøytning).**

I all hovedsak gjennom kapital fra eierne. Vi har foreløpig ikke søkt om støtte, men forventer at myndighetene vil bidra med risikoavlastning ifbm. investeringen.

### **Hva er kapitalbehovet for de neste fem årene og hvordan skal midlene investeres?**

Investeringen i et biooljeanlegg som skal gjøres i 2009 og 2010 blir på 200-300 mill. totalt. Målet er å bli ferdig med investeringene i løpet av 2010 slik at vi er i produksjon og har en inntektsstrøm fra 2011. Utgangspunktet er at anlegget som skal bygges skal operere under kommersielle vilkår. Produktet vil være bioolje som kan finne sin avsetning gjennom erstatning av fossil tung fyringsolje og senere som feedstock til et syntetisk biodieselanlegg. Et fullskala anlegg kan stå ferdig i 2014. Investeringsramme er på 6-7 mrd NOK.

**Hva er selskapets viktigste eiendom i dag? (patenter, pilotanlegg, kompetanse osv.)**

Det er vår kompetanse, kompetansen hos våre eiere, tilgangen til råvaren og etablert infrastruktur. Vi har foreløpig ikke tatt patenter. Dersom det blir mulig, vil vi ta patenter. Vi ønsker den typen komparative fortrinn.

**Hva er de viktigste fysiske nøkkeltallene knyttet til planlagte kommersielle anlegg? (råvarevolum (og –type), produksjonsvolum, type og mengde biprodukter, massebalanse, energibalanse)**

Når det gjelder vårt første anlegg (bioolje), ønsker vi å produsere 40-45 mill liter bioolje årlig. For å kunne gjøre dette trenger vi cirka 60.000 tørrtonn (BDT) lavgradert virke årlig. Produksjonen tilsvarer cirka 15 prosent av forbruket av tungolje i Norge. Redusert fossilt CO<sub>2</sub>-utslipp er på 70.000 tonn årlig. Energieffektiviteten kan være på 90 prosent.

Når det gjelder syntetisk biodiesel produksjon, så er årlig produksjonskapasitet på denne typen anlegg 250 mill. liter. Den aktuelle størrelse for Norge vil komme fram gjennom konseptstudien. Råvarebehovet for ett slikt anlegg er 1 million tonn tørrstoff per år (trevirke eller halm, red.anm.). Det kan bli aktuelt med flere mindre anlegg i stedet for ett som tar 1 million tonn, avhengig av logistikk-kostnader, men i utgangspunktet er det ønskelig med så stort anlegg som mulig (economy of scale). Drivstoff vil være hovedproduktet. I utgangspunktet er vi åpne ift. el-produksjon og varmeproduksjon. Anlegget vil ha et signifikant overskudd av varme som er egnet for fjernvarme. Dette er et plasseringsaspekt som krever en kompleks optimaliseringsstudie. Aksess til fjernvarmenettverk kan være fordelaktig. Energieffektiviteten uten utnyttelse av prosessvarme ligger på 50-53 prosent. Et fullskalaanlegg vil kunne bidra til å redusere fossile CO<sub>2</sub>-utslipp fra veitransport med 700 000 tonn årlig. Videre er CO<sub>2</sub>en fra prosessen allerede separert fra resten og kan – hvis CO<sub>2</sub> infrastruktur er tilgjengelig – deponeres i tomme olje og gassfelt eller brukes som injeksjonsgass til økt oljeutvinning (EOR). I et slik scenario kan et fullskala anlegg være CO<sub>2</sub> negativt og kan bidra til en total CO<sub>2</sub> reduksjon på opp til 2 mill. tonn CO<sub>2</sub> årlig.

**Hvor stor investering innebærer bygging av et fullskalaanlegg med deres teknologi?**

Et anlegg med en råvarekapasitet på 1 million tørrtonn vil innebære en investering på godt over 6-7 mrd. NOK.

**Hva vil være forventet levetid for det første anlegget?**

20 år.

**Hva er antatt produksjonskostnad per liter for et kommersielt anlegg?**

Utgangspunktet er at et slik anlegg må være konkurransedyktig. Vi refererer gjerne det Choren sier (Utsagn januar 2008: 90 eurocent/liter på Betaanlegget, 70 eurocent per liter på Sigmaanlegg (full kommersiell skala) avhengig av biomassepris, red anm.). Vi bruker den samme teknologien. Kostnadene i Norge, særlig råvarekostnadene er litt forskjellige, ikke billigere. Choren har satsset på egen forsyning, plantasjer osv. i tillegg til rent innkjøp av råvarer.

**Hvordan tror du nasjonale eller internasjonale myndigheter kan bidra til å utløse investeringsbeslutning for bygging av et fullskala kommersielt anlegg basert på deres teknologi?**

”Primus motor” er reell langsiktig lønnsomhet i forretningskonseptet. For å få dette til, må myndighetene sørge for at fins et langsiktig marked for produktet. Høyt omsetningspåbud i kombinasjon med tilstrekkelig høy ”penalty” bot for ikke-overholdelse og krav om strenge bærekraftighetskriterier og høy CO<sub>2</sub> reduksjonspotensial for biodrivstoffet er viktige virkemidler for å sikre et marked for andregenerasjons biodiesel. Videre er det nødvendig å gi vedvarende reduksjon i autodieselavgift for syntetisk biodiesel, slik man ønsker å introduserer i Tyskland nå. Med utgangspunktet i investeringens størrelse, vil det være svært viktig at staten stiller med lånegarantier eller er med som deleier i anlegget.

### **V 3.3 Weyland**

**En kort oppsummering av bedriftens historie når det gjelder andregenerasjons biodrivstoff:**

Weyland bygger på forskning og utprøving ved Høgskolen i Bergen (HiB) som begynte på slutten av 80-tallet. De to grunnleggerne og HiB-ansatte sivilingeniørene Knut Helland og Karl Ragnar Weydahl har utviklet ideen om en ny syregjenvinningsprosess for produksjon av celluloseetanol gjennom mange år med egeninnsats og enkelt laboratorieutstyr. Takket være private investorer og økonomisk støtte fra Forskningsrådets RENERGI-program bygger de nå et pilotanlegg for å prøve ut den patenterte prosessen i en kontinuerlig prosess. Pilotanlegget skal være ferdig bygget og klar til å de første forsøkene tidlig i 2009. De første forsøkene vil bli kjørt på sagmugg - to tonn i døgnet.

**Hva er bedriftens forretningsidé når det gjelder andregenerasjons biodrivstoff?**

Vi skal levere kjerneteknologien til produksjon av celluloseetanol basert på en sterkstyreprosess. Vi skal ikke produsere etanol selv. Vi bruker sterksyre – konsentrert syre. Det unike er at vi gjenvinner hele 98,5 prosent av syren. Vår kjerneteknologi er syregjenvinning – det vil være en minimumsleveranse fra oss. Vi vil kunne levere alle varianter fra bare kjerneteknologien til komplette anlegg der vår kjerneteknologi inngår. Vi leverer også nødvendig engineering/prosjektering. På vårt pilotanlegg vil vi på forhånd kunne teste kundens råstoff. På den måten vil vi kunne gi ytelsesgarantier ift. etanolutbytte fra vedkommende råstoff.

**Hvordan har antall årsverk som arbeider med andregenerasjons biodrivstoff utviklet seg i selskapets historie (både interne og eksterne ressurser)?**

Inntil for et par år siden hadde Karl og jeg lagt ned ca. 10 tusen timer i egeninnsats, tilsvarende ca. 6 årsverk. I det siste halvannet året har vi hatt tre ingeniører pluss meg selv. Til sammen er det da lagt ned 12-15 årsverk.(Når man tar med innsatsen fra hovedfagsstudenter – se lenger ned)

**Hvordan har investeringer i laboratorier, pilot- og demoanlegg og annet materiell utviklet seg gjennom selskapets historie?**

For en tid tilbake kjøpte vi laboratorieutstyr for 50 tusen. I fasen med egeninnsats bygget vi et benkeskalaanlegg, dvs. et minianlegg som kostet ca. 500 tusen. Vi har hatt

mange hovedfagstudenter som har bidratt. 20 studenter har jobbet ca. 60 prosent i et halvt år. Det blir ca. tre årsverk. Vi har blant annet hatt studenter som var flinke til å sveise rør ifbm. bygging av benkeskalaanlegg. Den siste tiden har investeringene gått gjennom AS-et. Vi har blant annet fått tilskudd fra SND og kapital fra aksjonærene. I tillegg hadde vi lokaler på Høgskolen.

Den pågående investeringen i pilotanlegg blir på ca. 15 mill. kroner pluss årsverkene som allerede er lagt ned. Vi skjønner ikke hvorfor Sekabs pilotanlegg var så mye dyrere. Prøvedriften, i første omgang i to måneder, kommer til å koste en del. Det vil koste litt under en million per måned. Vi må ha to mann på hvert skift og bruker nokså mye olje for prosessvarme og strøm. På kommersielle anlegg vil ligninet gi varme, men ikke her. En pulverkjel (for forbrenning av lignin, red.anm.) ville koste for mye. Vi må ha åtte mann i sving. Å leie inn folk på skift koster fort 4-500 kroner per time. Det må være to personer tilstede hele tiden, det er et krav – som for flygere. Det vil være noe manuell innsats ifbm. mating og filtrering. Filterprosessene er bare halvautomatiske. Produksjonskapasiteten basert på 75 kg råstoff per time. Råstoffet inneholder da 10 prosent vann. Avhengig av om vi også får gjæret pentosen (C5-sukkeret fra hemicellulosen, se 1.3.2 Begreper og definisjoner, red.anm.) vil vi kunne produsere 4-500 liter etanol i døgnet – mer hvis vi får gjæret pentosen. Kanskje blir det imidlertid for komplisert med pentoseorganismer (ikke kommersielt utprøvd, red.anm.) i et slikt pilotanlegg. Vi vurderer å bruke pentoseorganismer fra nederlandske Nedalco. De har en organisme som er hentet fra elefantmøkk. Vi har et samarbeid om dette med blant andre SINTEF-forsker Mimmi Throne-Holst.

**Hvordan har selskapet blitt finansiert år for år (investeringsstøtte fra myndighetene, midler fra moderselskapets virksomhet, såkorn- og venturekapital, annen kapitalinnsprøytning)**

Vi får 5,4 mill. fra Forskningsrådets RENERGI-program, utbetalt over 2-3 år. På selve investeringen får vi også 1,6 mill. fra Skattefunn. (Man dokumenterer investeringen og får deretter igjen penger). Fana Stein & Gjenvinning investerer 5 mill. og Sarsia Seed 6,3 mill.. Vi trenger også noe mer penger og er i dialog med forskjellige aktører med tanke på en emisjon.

**Hva er kapitalbehovet for de neste 5 årene?**

Hvis vi får noen som er interessert i å bygge anlegg, så må de betale for en feasibility-study. De kan engasjere et større konsulentfirma som har riktig erfaring. Vi vil ikke bruke millionbeløp på å planlegge anlegg for en kunde. Det vil være et visst kapitalbehov, men i hovedsak vil disse midlene gå til oppbygging av selskapet. Vi er nå fem fulltidsansatte pluss en i 20 prosent og en i 10 prosent. Om to år regner vi med å være tre ganger så mange i organisasjonen pluss at vi har noen for å dekke driften av pilotanlegget. Pilotanlegg skal imidlertid ikke drives 8000 timer i året. Det handler om å få en del driftserfaring – se at alle komponenter i anlegget fungerer og dokumentere hvordan det fungerer.

**Hvordan planlegger dere å finansiere selskapet de neste 5 årene?**

Vi vil ha avtaler og salg som gir inntekter – kalkulerer med inntekter om halvannet til to år.

**Hva er selskapets viktigste eiendom i dag? (patenter, pilotanlegg, kompetanse osv.)**

Patenter, organisasjon og pilotanlegg

### **Hva er de viktigste nøkkeltallene knyttet til investering i kommersielle anlegg?**

Kommersielle anlegg må ta 50 tusen tonn råstoff i året. 30 prosent av dette tallet gir etanolutbyttet i mill. liter. Det vil si ca. 15 mill. liter. Da må vi nok også ta pentosen. Kan kanskje også komme litt høyere enn 300 liter etanol per tonn råstoff. Det er ønskelig å ha større anlegg, men det handler om logistikk og råstofftilgang. Hvis vi får billig eller gratis råvarer, kan anleggene bygges mindre. Vi kan tåle kroner per tørrtonn råstoff ved en produksjonskapasitet på 15 mill. liter etanol. Det dobbelte hadde imidlertid vært bra.

Når det gjelder investeringsbehov, avhenger det av hva som finnes fra før. Hvis du plasserer anlegget nært et smelteverk, får du gratis spillvarme og sparer dampkjelen. Da behøver du heller ikke så mye varmegjenvinningssystemer. Destillasjon og fordamping kan gå i ett i stedet for flere trinn. Avhengig av hvor godt det er tilrettelagt vil et anlegg koste 3-400 mill. NOK.

Ved produksjon vil også lønnskostnadene være viktige. Vi ser på dette nå. Pilotanlegget vårt er billigere enn for eksempel pilotanleggene til SEKAB og Iogen. Derfor vil også de industrielle anleggene være billigere. Dersom dette fungerer like bra som i lab- og benkeskala, burde vi klare oss med disse rammene og dermed ha et konkurransefortrinn.

### **Hva vil være forventet levetid for det første anlegget?**

I prinsippet blir det som for destillasjonsanlegget på Mongstad eller andre typer prosessanlegg. Noen komponenter vil være utsatt for korrosjon. Det er vårt stygge onde her. Jeg tror levetiden vil være lang – 20-30 år. Noen komponenter vil imidlertid måtte skiftes og noen må lines (legge ny overflate inni rør eller tanker, red.anm.) på nytt. Sterksyreprosessen har imidlertid den fordel at temperaturen bare er litt over romtemperatur. Den konkurrerende svaksyreprosessen har drepende betingelser hele veien. Det vil for eksempel si svovelsyre som holder 200 grader.

### **Hva er antatt produksjonskostnad per liter for et kommersielt anlegg?**

Vi må ha 4,80 NOK per liter for å få god lønnsomhet. Da forutsetter vi å betale 450 NOK/tonn for råstoffet. (Tilsvarende 8,5 øre/kWh forutsatt at råvareprisen er NOK/tonn tørrstoff, red.anm.)

### **Hvordan ser antatt kostnadsprofil ut for kommersielle anlegg? (fordelt på kapitalkostnader, råvarer, kjemikalier/materialer, energi, drift og vedlikehold)**

(Basert på tilsendte foreløpige kalkyler domineres kostnadene av kapitalkostnader, og råvarekostnader. For de minste anleggene er lønnskostnader også en relativt stor post, red.anm.)

### **Hvilken rolle har nasjonale myndigheter spilt ifbm. med oppbygging og drift av selskapet?**

Det at vi har kunnet drive innenfor høyskolen har vært viktig. Samtidig har høyskolen fått tilbake ift. publisitet. Det har vært til gjensidig nytte. Vi er spente på eventuelle muligheter gjennom Transnova. Vi lurte på om vi har et anlegg som kan passe som et demonstrasjonsanlegg. 50 tusen tonn råstoff med god infrastruktur og kai på Østlandet kunne ha vært et interessant case. Eller kanskje en cellulosefabrikk som har stanset. Vi diskuterer dette med eierne nå. Vi er i dialog med en aktør som kanskje kan skaffe finansiering. De 50 millionene i årsbudsjett for Transnova er imidlertid ikke nok til å

bygge anlegg for noen. Kanskje vi kan få støtte til å gjennomføre en forstudie. Der må man også gjøre 40 prosent av engineeringen. Trenger da 4-500 tusen euro.

**Hvordan tror du nasjonale eller internasjonale myndigheter bidra til å utløse investeringsbeslutning for bygging av et fullskala kommersielt anlegg basert på deres teknologi?**

Vi er da over på Enova-modellen. At de går inn og dekker en viss andel av kostnaden – eller garanterer for kostnaden. Investeringsstøtte og lånegaranti er aktuelt. En mulighet er at staten stiller bakerst i køen blant kreditorer og yter et risikolån. Hvis Transnova først betaler for forundersøkelsen og vi får utarbeidet et prospekt, vil det kunne danne grunnlag for å sette opp finansiering.

For de første anleggene bør Staten bør yte 25 prosent dersom det skal hjelpe. Hvis vi tenker oss et anlegg til 200 mill. NOK, kan eierne investere 50 mill., 100 mill. er banklån, mens 50 mill. er et risikolån fra Transnova.

En garantert pris kan også være en god løsning. Problemet er at vi konkurrerer med brasiletanol til 3 kr per liter. Innenfor EUs tollmurer koster etanolen noe mer, men vi må i hvert fall ikke være dårligere enn EU-tilbudet. Eventuelt kan man legge på en krone på brasiletanolen. Det burde gå greit innenfor EØS-avtalen.