



Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 5 Nr. 17 2010

Biodiesel fra norske jordbruksvekster

Utredning for prosjekt "Opportunities for Norwegian production of biodiesel from agricultural crops"

Lars Løken Granlund¹, Ragnar Eltun², Erik Eid Hohle¹, Lars Nesheim³, Wendy Waalen² & Mauritz Åssveen²

¹Energigården AS - Senter for Bioenergi, ²Bioforsk Øst Apelsvoll, ³Bioforsk Midt-Norge Kvithamar

www.bioforsk.no



Tittel/Title: Biodiesel fra norske jordbruksvekster
Forfatter(e)/ Author(s): Lars Løken Granlund, Ragnar Eltun, Erik Eid Hohle, Lars Nesheim, Wendy Waalen & Mauritz Åssveen

Dato/Date: 31.01.2010	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 1210027	Saksnr./ Archive No.: 8/552
Rapport nr./Report No.: 17/2010	ISBN-nr./ISBN-no: 978-82-17-00613-8	Antall sider/Number of pages: 36	Antall vedlegg/Number of appendices: -

Oppdragsgiver/Employer: Bioforsk Øst Apelsvoll	Kontaktperson/Contact person: Ragnar Eltun
--	--

Stikkord/Keywords: Biodiesel, oljevekster, økonomi Biodiesel, oilseeds, economy	Fagområde/Field of work: Bioenergi Bioenergy
--	---

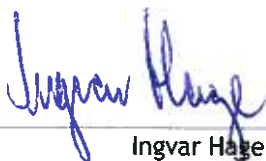
Sammendrag:
På kortsikt vil økt bruk av biodiesel være et effektivt tiltak for å redusere de totale utslippene i transportsektoren. Hovedmengden av biodiesel må importeres, men i 2020 kan potensielt en mindre andel (5 %) av biodrivstoffetterspørselen bli produsert av norske oljevekster.

Summary:
In the short term will an increase in the use of biodiesel be an efficient way to reduce the overall emissions in the transportation sector. The main amount of biodiesel must be imported, but in 2020 there is a potential to cover a small percentage (5%) of the demand for biodiesel) from production of biodiesel from Norwegian oilseeds.

Land/Country:	Norge
Fylke/County:	Oppland
Kommune/Municipality:	Gran/Østre Toten
Sted/Lokalitet:	Energigården AS, Brandbu/Bioforsk Øst Apelsvoll, Østre Toten

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader


Ingvar Håge


Ragnar Eltun

Forord

Denne rapporten inngår i prosjektet "Opportunities for Norwegian production of biodiesel from agricultural crops" ("Biodiesel prosjektet"). Prosjektet er ledet av Bioforsk Øst Apelsvoll og finansiert av Norges forskningsråd, forskningsmidler over jordbruksavtalen, Habiol AS, Bioforsk, Energigården og IPM-UMB. Rapporten kartlegger potensialet som ligger i å produsere råstoff fra norsk jordbruk til norsk biodieselproduksjon.

Med dagens teknologi er det kun biodrivstoffproduksjon fra oljevekster, animalsk fett, sukker og stivelse som er aktuell i kommersiell skala. Det antas at produksjonsteknologien for biodrivstoff er endret om ca. 10 år slik at syntetisk biodiesel og bioetanol fra cellulose kan være kommersielt tilgjengelig i 2020. På dette tidspunktet kan det heller ikke utelukkes at biogass og syntetisk biodiesel basert på deponigass også vil påvirke drivstoffmarkedet. Rapporten analyserer det potensielle markedet frem til 2020 fordi det i skrivende stund, fra myndighetenes side, foreligger en målsetning om å øke omsetningen gjennom en videreføring og økning av omsetningsplikten. EUs fornybar direktiv, som er EØS-relevant, legger opp til 10 energiprosent biodrivstoff innen 2020. Med henvisning til disse forutsetningene er det kun relevant å kartlegge potensialet for norsk biodieselproduksjon med oljevekster som eneste råstoffkilde.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	1
Innholdsfortegnelse	2
Summary	4
1. Innledning.....	6
2. Biodrivstoff i Norge.....	8
2.1 Etterspørsel etter drivstoff frem mot 2020	8
2.2 Etterspørsel etter biodrivstoff frem mot 2020.....	9
2.3 Produksjons- og foredlingsmuligheter.....	10
3. Dyrking av oljefrø i Norge	12
3.1 Historikk	12
3.2 Arealer	12
3.2.1 Arter av oljevekster som dyrkes i Norge.....	13
3.2.2 Effekter på avlingene som følge av endringer i klima	14
3.2.3 Avlinger	14
3.2.4 Hvilke arealer kan benyttes til dyrking av oljefrø.....	15
3.2.5 Teknisk potensial for dyrking av oljefrø: Andre arter	16
3.3 Olje og dieselkvalitet på raps dyrket under norske forhold.....	17
4. Økonomisk potensial for dyrking av oljefrø.....	18
4.1 Råvareprisutvikling på oljefrø og vegetabilsk olje	18
4.2 Selvkost ved oljefrødyrking på norske jordbruksarealer	19
4.2.1 Variable innkjøpskostnader ved oljevekst dyrking	19
4.2.2 Faste kostnader ved oljevekst dyrking.....	21
4.2.3 Effekter av variasjon i pris, avling og oljevekster.....	21
4.3 Inntekt på produkter fra pressing av oljefrø	23
4.4 Produksjonskostnader - fra jordet til pumpe	23
5. Drøfting	26
5.1 Hvor stor andel av biodrivstoffmarkedet kan forsynes gjennom innenlands produksjon av oljevekster?.....	26
5.1.1 Biodiesel fra oljevekster	26
5.2 Økonomiske insentiver	27
5.3 Forgrødeeffekter ved oljevekstproduksjon.....	28
5.4 Fremtidsutsikter.....	28
5.4.1 Nasjonal arealbruk	28
5.4.2 Halm som bioenergi.....	28
5.4.3 Gras- og energiskogproduksjon.....	29
5.4.4 Biogassproduksjon.....	29
5.5 Biodrivstoff- og matproduksjon i konflikt?.....	29
5.5.1 Biodrivstoff årsaken til økte matvarepriser?	29
5.5.2 Global arealbruk.....	30
5.6 Biodrivstoff, energi og klima	31
6. Konklusjon	32

7. Referanser34

Summary

The amount of transportation and traffic has increased together with economic development. As a result of this the amount of fuel sold has increased by 1.5-3 % each year since 2003. In 2008 alone, 4.1 billion liters of petrol and diesel were used for on shore transportation purposes in Norway. Given the present growth rate in fuel consumption, the volume will be 5 billion liters by 2020. The corresponding CO₂ emission is 15 million tonnes, or between 20-30 % of the total Norwegian CO₂ emissions. Reducing CO₂-emissions in the transportation sector is difficult. However, an increase in the use of biofuels can be an efficient way to reduce the overall emissions both in the short and long term.

The use of biofuels in Norway is increasing, but it is still modest compared to, for instance, Sweden or other European countries. The bio-ethanol traded in the Norwegian market does not amount to more than a few parts per thousands of the total market, whereas the biodiesel market experienced a rapid growth, amounting to a total traded volume of 104 million liters in 2008. Unlike for bioethanol, converting from regular diesel to biodiesel is relatively uncomplicated. This, together with the announced government imposed demand that 2.5 %, and from 2011 5 %, of the fuels traded are to be biofuels, explains the increase in the biodiesel volume. Simultaneously, the EU's directive on renewables is pushing this further and is demanding that 10 % of the traded fuels are to be bio-fuels by 2020.

Today, oil crops are the only profitable feedstock for biodiesel production. Synthetic biodiesel based on cellulose from wood and residues from agriculture is expected to be profitable by the year 2020.

The acreage of oilseed crops in Norway has varied from 11 000 ha in 2002 to today's 4 830 ha. Oilseed crops are mainly cultivated on farmland around the Oslo fjord and in the region around Mjøsa due to favorable climatic conditions. However, Abrahamsen *et al.* (2005), conclude in their research that there is a potential to increase oilseed crop acreage in Norway to 45 000 ha, with production concentrated in the area surrounding the Oslo fjord. A more realistic estimate may however be 26 000 ha of oilseed crops.

The most common oilseed crops in Norway are spring rapeseed and spring turnip rapeseed. The winter oilseed crops are, however, gaining interest due to their higher yield potential. Unfortunately, the climate conditions in Norway are unstable and it can be difficult to sow as early in the autumn as required. In addition, the plants are vulnerable to harsh winter conditions and more risk is therefore associated with growing winter oilseed crops. As a consequence, winter oilseed crops accounted for less than 1 % of the total cultivated area of oilseed crops.

Norway can increase the production of oilseed crops in two ways: increase the production acreage and/or increase the yield per hectare. The short term

production potential in Norway has the potential to supply 24.3 million liters of biodiesel.

With the statutory 3.5 % of all traded fuels being biofuels, biodiesel from Norwegian oilseed crops could potentially amount to about one sixth of the required volume. In 2020, when that statutory biofuel volume shall be 10 %, potential oilseed crop yields would only amounts to 5 % of the required biofuel volume.

Experience has shown that production of rapeseed is more profitable than production of turnip rapeseed. In theory some of the area that is used for turnip rapeseed may be converted to rapeseed, which could increase the yield per hectare. A 10 % increase in yield and an increase in acreage for production could potentially supply 33.9 million liters of biodiesel, or about 7 % of the expected consumption in 2020.

Biodiesel from agricultural residues is not included. The short term potential is ca 420.000 tonnes of straw. Given a 40 % increase in energy consumption this amounts to 670 GWh or about 14 % of the biodiesel market in 2020.

The production of biodiesel from Norwegian oilseed crops will in the best case only cover 11 % of the required volume given the state induced statutory trade of biofuels in 2011 and 7 % in 2020. Even with biodiesel produced from agricultural residues, 79 % of the required biofuels in 2020 will have to be produced from other types of feedstock, imported feedstock or through importing processed biofuels.

1. Innledning

Biodiesel framstilles ved å blande fett fra vegetabiliske og animalske kilder med 10 % metanol¹. I en påfølgende kjemisk reaksjon utvikles metylester. I et industrielt og kvalitetsmessig perspektiv er det i dag kun lønnsomt å benytte oljevekster som råstoff i produksjon av biodiesel, selv om det i mindre kvanta produseres biodiesel basert på animalsk fett og brukt frityrolje. Blant annet bruksegenskapene i sterk kulde er avhengig av råstoffet og av produksjonsprosessen.

Syntetisk biodiesel ("andre generasjons biodiesel") framstilles med utgangspunkt i cellulose², og har fysikalske egenskaper som gjør den bedre egnet til norske vinterforhold enn planteoljebasert biodiesel. Syntetisk biodiesel, samt bioetanol, basert på cellulose vil i norsk sammenheng først og fremst gi skogbruket et nytt marked, men det vil også gi økte muligheter i jordbruket. For eksempel vil halmen fra korn- og oljevekstproduksjon kunne utnyttes til drivstoffproduksjon. Anslagene for når syntetisk biodiesel blir lønnsomt i industriell skala varierer. I den videre gjennomgangen antas det at volumet som tilbys de nærmeste ti år vil være såpass lite at det ikke påvirker markedet for diesel generelt og planteoljebasert biodiesel spesielt. Kommersiell produksjon av etanol fra cellulose antas å ligge enda lenger fram i tid.

Biodiesel har svært lav teknologisk terskel for markedsintroduksjon og kan benyttes i vanlige kjøretøy uten store forandringer eller justeringer av motoren. Det er mulig å bruke forskjellige blandingsforhold av biodiesel og autodiesel helt opp til 100 % ren biodiesel. De laveste blandingsforholdene krever ingen motortilpassing, mens høyere innblandingsforhold krever mindre motortilpassninger³ avhengig av kjøretøyets fabrikkmerke og årsmodell⁴.

I markedet for energibærere til transportsektoren, konkurrerer biodiesel først og fremst med vanlig autodiesel, mens bioetanol er et substitutt til bensin. Biogass kan i liten grad utnyttes i den nåværende transportsektoren, med unntak av noen busselskaper i de større byene. Biogass kan dermed til en viss grad sies å konkurrere med både autodiesel og biodiesel. Det arbeides med å gjøre både

¹ Produksjon av bioetanol baserer seg på sukker og stivelse, og er i dag lite aktuell i en norsk sammenheng. Dette kan endre seg når teknologien for å produsere etanol fra cellulose blir kommersielt tilgjengelig.

² Det finnes også lovende forsøk med syntetisk diesel basert på metan (deponigass).

³ Høyere innblanding kan skape komplikasjoner for eldre dieselkjøretøyer på grunn av slanger og pakninger som ikke tåler biodiesel. I tillegg kan biodiesel forårsake tetting av dieselfilter, fordi biodieselens alkaliske egenskaper gjør at den løser opp slam i tank- og slangesystemet. Det er derfor vanlig å ha hyppigere serviceintervall på biler som kjører på ren biodiesel.

⁴ De fleste europeiske biler med årsmodell fra 1996 til 2006 vil kunne kjøre på biodiesel uten behov for ombygging. Men i Norge er det kun et fåtall merker som selger biler med biodieselgaranti. Det arbeides med å utvikle drivstoffstandarder som i fremtiden gjør denne problemstillingen uaktuell.

biogass, elektrisk strøm og hydrogen tilgjengelig som energibærere for transportsektoren. Av disse antas kun biogass å utgjøre en konkurrent til biodiesel og bioetanol i overskuelig framtid.

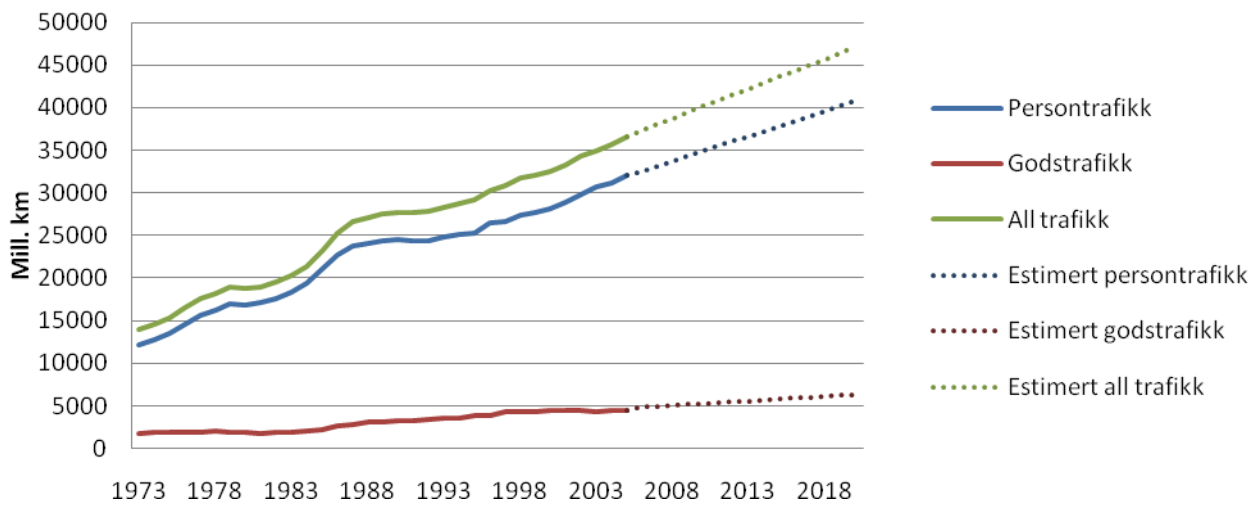
Etterspørselen etter de ulike formene for biodrivstoff er relatert til kompatible kjøretøyers markedsandel (antall og forbruk/kjørelengde). I hvilken grad forbrukere og næringsliv anskaffer slike kjøretøy vil først og fremst være avhengig av forventninger til investeringskostnader, drivstoffkostnader, vedlikeholdskostnader og bruksegenskaper, samt forventninger om kommende reguleringer og virkemidler fra myndighetene. I tillegg vil etterspørselen etter biodiesel avhenge av forbrukers forventninger til andre energibærere i transportsektoren: vanlig diesel, vanlig bensin, men også andre nye energibærere: bioetanol, biogass, elektrisitet og om noen år også hydrogen. Potensialets som ligger i å produsere råstoff fra norsk jordbruk til norsk biodieselproduksjon kan dermed ikke sees isolert fra utviklingen i de andre drivstoffmarkedene selv om dette forholdet ikke blir vurdert videre i denne rapporten.

Rapportens hovedfokus retter seg mot de muligheter som ligger i produksjon av råstoff til biodrivstoff fra jordbrukssektoren i Norge.

2. Biodrivstoff i Norge

2.1 Etterspørsel etter drivstoff frem mot 2020

Transportomfanget på norske veier øker i takt med den økonomiske utviklingen. Trafikken på vegene økte med 2,6 % i 2005 (TØI 2006), og økningen for tunge kjøretøy var større enn for personbiler, 4,5 % (TØI 2006). Fra 1995 og frem til 2005 økte transportomfanget med 1-4 % per år (TØI 2006). SFT (2007) har foretatt en framskriving til 2020 av antall kjørte km med personbil og godstransport (figur 2.1).

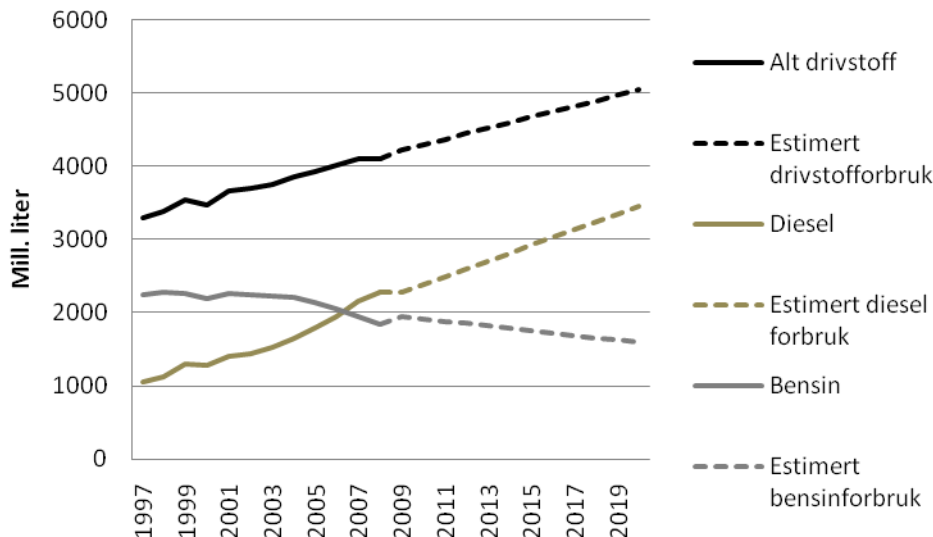


Figur 2.1. Antall kjørte km i Norge 1973-2005 (TØI 2006) Framskrivning av antall kjørte km i Norge 2005-2020.

Ettersom økningen er størst for tunge kjøretøy vil antagelig etterspørselen etter diesel øke mer enn etterspørselen etter bensin i årene frem mot 2020. Salget av drivstoff har i de senere årene økt med 1,5-3 % hvert år. Det omsatte volum av autodiesel og bilbensin var i 2008 henholdsvis 2277 og 1834 millioner liter, samt 769 millioner liter anleggsdiesel (NP 2009). Dersom det ikke gjennomføres tiltak som reduserer forbruket, anslår Lavutslippsutvalget (2006:49) at etterspørselen i 2050 etter bensin og autodiesel vil være 4,3 milliarder liter bensin og 4,0 milliarder liter autodiesel⁵. I tillegg kommer forbruk av anleggsdiesel og drivstoff i skipstrafikk og flytrafikk. Figur 2.2 viser estimert utviklingen i forbruket⁶ av bensin og autodiesel, samt den aggregerte etterspørsel etter drivstoff frem mot 2020. (Fordelingen av markedsandeler mellom bensin og autodiesel er ikke i samsvar med estimatene fra Lavutslippsutvalget. Lavutslippsutvalget anslår at bensin vil ha større markedsandeler enn autodiesel.)

⁵ Egenvekt bensin: 0,74 kg/dm³. Egenvekt autodiesel og marin diesel: 0,84 kg/dm³ (SSB, 2002; 135). Med disse faktorene er Lavutslippsutvalgets tall gjort om fra tonn til liter. (hhv. 3,2 og 3,4 mill tonn i 2050)

⁶ Det er ikke tatt hensyn til en økt energieffektivisering, men det forutsettes at denne utviklingsraten er den samme som i referanseperioden (1997-2008)



Figur 2.2. Antall millioner liter forbrukt av drivstoff til vegtransport i Norge 1997-2008 (NP 2009) Fremskrivning drivstoffetterspørselen i Norge 2008-2020.

2.2 Etterspørsel etter biodrivstoff frem mot 2020

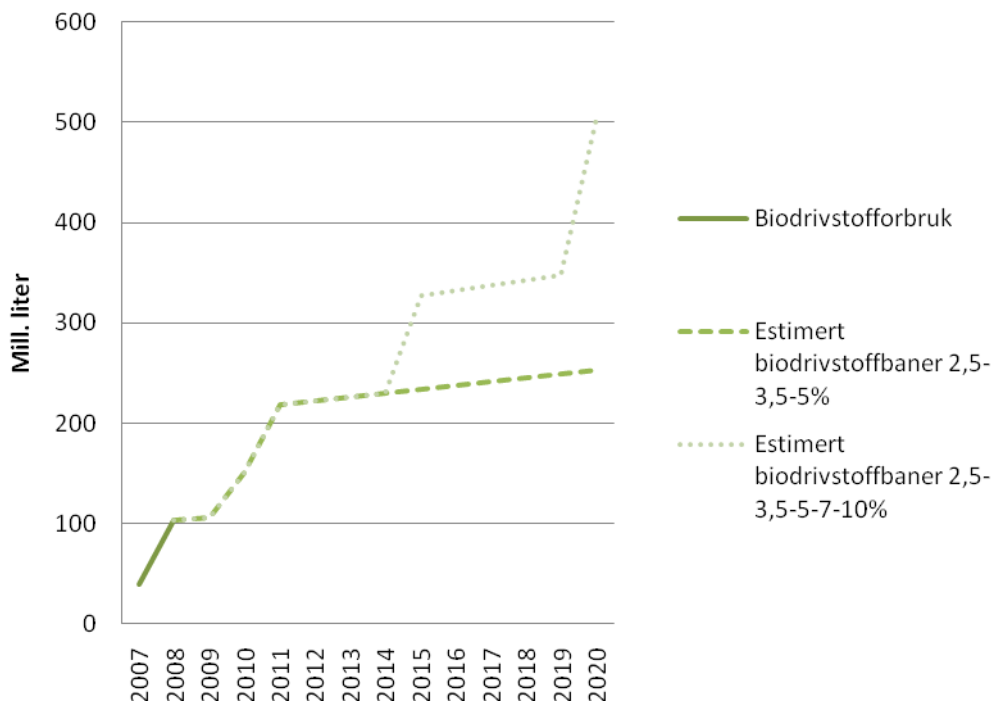
Det foreligger ingen offisiell norsk statistikk som viser produksjon eller omsetning av biodrivstoff over en lengre tidsperiode. Bruken av biodrivstoff er i dag økende, og salget av biodiesel steg kraftig i 2008, og kom samlet sett opp i 103,6 millioner liter, mot 39,2 millioner liter året før (SSB 2009a). Dette utgjorde i 2008 ca. 4 % av totalt dieselforbruk til transportformål. Etterspørselen er meget beskjeden sammenlignet med Sverige og flere andre europeiske land. Ca. 96 % av biodrivstoffet som omsettes selges som lavinnblandet i autodiesel (SSB 2009a). Det ble omsatt noe bioetanol, men det utgjør fremdeles bare noen få promille av det totale bensinsalget (SSB 2008). Fra og med januar 2010 tilbyr Statoil en lavinnblanding på 5 % bioetanol i bensin over store deler av det sentrale Østlandet.

Myndighetene innførte i 2009 et krav om at 2,5 volumprosent av drivstoffforbruket i veitrafikken skal være biodrivstoff basert, også omtalt som et omsetningspåbud⁷. Samtidig legges det opp til en økning til 3,5 volumprosent i 2010 (Miljøverndepartementet 2009) og 5 % fra 2011 (Klif 2010). EU direktiv går enda lenger og pålegger alle medlemsland å omsette minst 10 energiprosent⁸ fra 2020 (EU 2009). Direktivet som er EØS-relevant vil også få betydning for utviklingen i omsetningspåbudet i Norge. Det er utarbeidet to fiktive referansebaner som illustrerer to situasjoner med lav og høy omsetningsplikt: Scenario 1 illustrerer etterspørselen etter biodrivstoff med en omsetningsplikt på 2,5 volumprosent i 2009, 3,5 volumprosent i 2010 og 5 volumprosent i 2011. Scenario 2 illustrerer etterspørselen med et omsetningspåbud på 2,5 volumprosent i 2009, 3,5

⁷ Omsetningspåbudet stiller krav til drivstoffmarkedet om at en viss andel av omsatt drivstoff skal være biodrivstoff. Det er opptil markedet og velge hvilket biodrivstoff som selges, hvor det selges og i hvilken form det selges. I motsetning til et innblandingspåbud som regulerer innblandingen av en viss mengde biodrivstoff i alt drivstoff.

⁸ De ulike formene for drivstoff har et ulikt energiinnhold, og et omsetningspåbud basert på energiprosent beregnes ut fra energiinnholdet i drivstoffmarkedet og ikke drivstoffvolumet.

volumprosent i 2010, 5 volumprosent i 2011, 7 volumprosent i 2015 og 10 volumprosent⁹ i 2020 (figur 2.3). Omsetningspåbudet har de senere år vært gjenstand for endringer og utsettelse, og det er til dels stor politisk usikkert om myndighetene velger å følge noen av de refererte banene.



Figur 2.3. Antall millioner liter forbrukt av biodrivstoff til vegtransport i Norge 2007-2008 (SSB 2009a). Fremskrivning av biodrivstoffetterspørselen i Norge frem til 2020.

2.3 Produksjons- og foredlingsmuligheter

Nasjonalt er det etablert et lite antall biodieselprodusenter de siste 10 årene, her kan nevnes Estra AS, BV Energi AS og Uniol AS. Produksjonen har i hovedsak basert seg på raps, men også animalske og marine oljer som råvare. Majoriteten av de prosjektene som har startet opp i Norge har vært preget av dårlig lønnsomhet, og de fleste har opphørt etter kort tids drift.

Estra AS begynte allerede i 2001 å produsere egen biodiesel. Det meste av produksjonen var basert på fiskeoljer. Etter en tids drift ble produksjonen lagt ned og selskapet begynte isteden å distribuere biodiesel basert på raps fra en dansk produsent.

BV Energi AS ble etablert i 2006 med en forretningside om å produsere og selge biologisk drivstoff. Selskapet produserte biodiesel basert på raps til det norske og

⁹ Tar man høyde for energiinnholdet i biodrivstoff er lavere enn innholdet i konvensjonelt drivstoff er en innfasing av 10 volumprosent lavere enn innfasingen av 10 energiprocent. Da biodiesel og bioetanol har forskjellig energiinnhold er det ikke mulig å konvertere energiprocent til volumprosent uten å ta høyde for hvor mye som selges av hver enkelt.

europiske markedet. Da virksomheten ble avviklet våren 2008, besto stasjonsnettet av om lag 20 stasjonsanlegg i Sør-Norge.

Uniol AS er den eneste store produsenten av biodiesel i Norge i dag¹⁰, og baserer seg i hovedsak på importert rapsolje fra Europa. Anlegget er basert på dagens mest avanserte teknologi: en "multi-feed-stock"-teknologi (MFS) som gjør det mulig å basere produksjonene både på plante- og animalske oljer. Fabrikken vil kunne produsere 100 000 tonn høykvalitets biodiesel med en CO₂-reduksjon på 55 % sammenlignet med fossil diesel.

¹⁰ Den 27.11.09 ble det i Statsbudsjettet for 2010 vedtatt å innføre 50 % veiavgift på biodiesel fra 01.01.10 med full veiavgift fra 01.01.11. På grunn av dette kan ikke eierne lenger se lønnsomhet i produksjonen etter eksisterende driftsmodell.

3. Dyrking av oljefrø i Norge

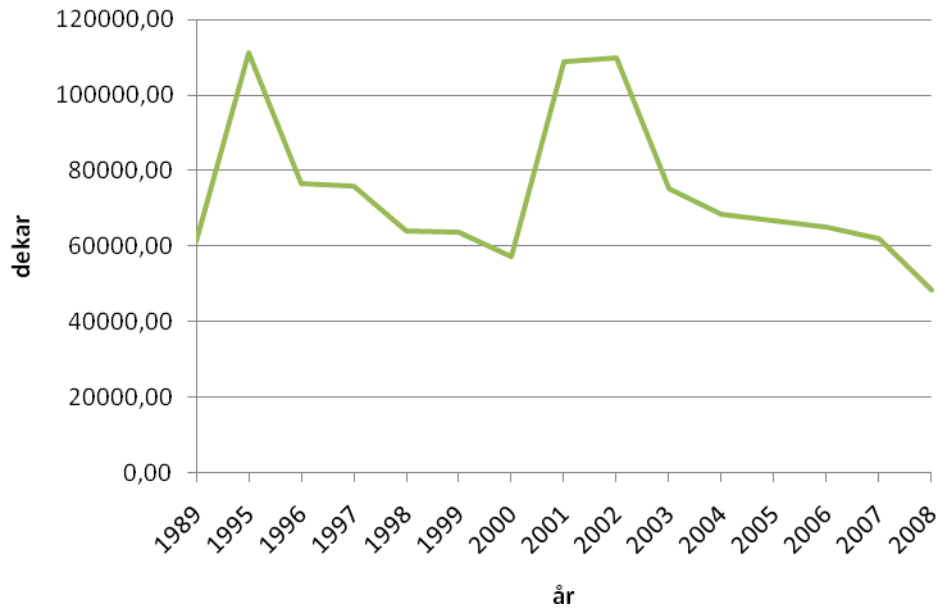
3.1 Historikk

Oljevekstene ble introdusert til Norge i 1958 (Svendsen, 2006). De første oljevekstene hadde et uønsket høyt innhold av erukasyre og glukosinolater, som er helsefarlig for mennesker og dyr. På slutten av 60-tallet brukte planteforedlere tradisjonelle metoder for å fjerne disse innholdsstoffene, og dermed åpnet nye mat- og fôrmarkeder seg for norsk jordbruk. Alle rybs- og rapssorter som blir dyrket i Norge i dag er såkalt dobbeltlåge, dvs. at innholdet av erukasyre og glukosinolater er lavt.

Oljevekster har hovedsaklig et lavere avlingsnivå enn korn på grunn av den energikrevende prosessen ved å danne olje. Oljevekster er likevel noen av verdens mest anvendelige vekster og derfor meget verdifulle. De anvendes til fôr, mat, kosmetikk, industrielle produkter og biodiesel. Oljevekster kan for eksempel, utenom drivstoff, brukes til framstilling av matolje, som proteinkilde til kraftfôrindustrien og halmen kan brukes til andre 2. generasjon drivstoff eller bio-varme. Oljevekstene er også gode forgrøder for hvete og kan redusere problemer med ugrass, sykdommer og insekter, og styrke matkorndyrkingen.

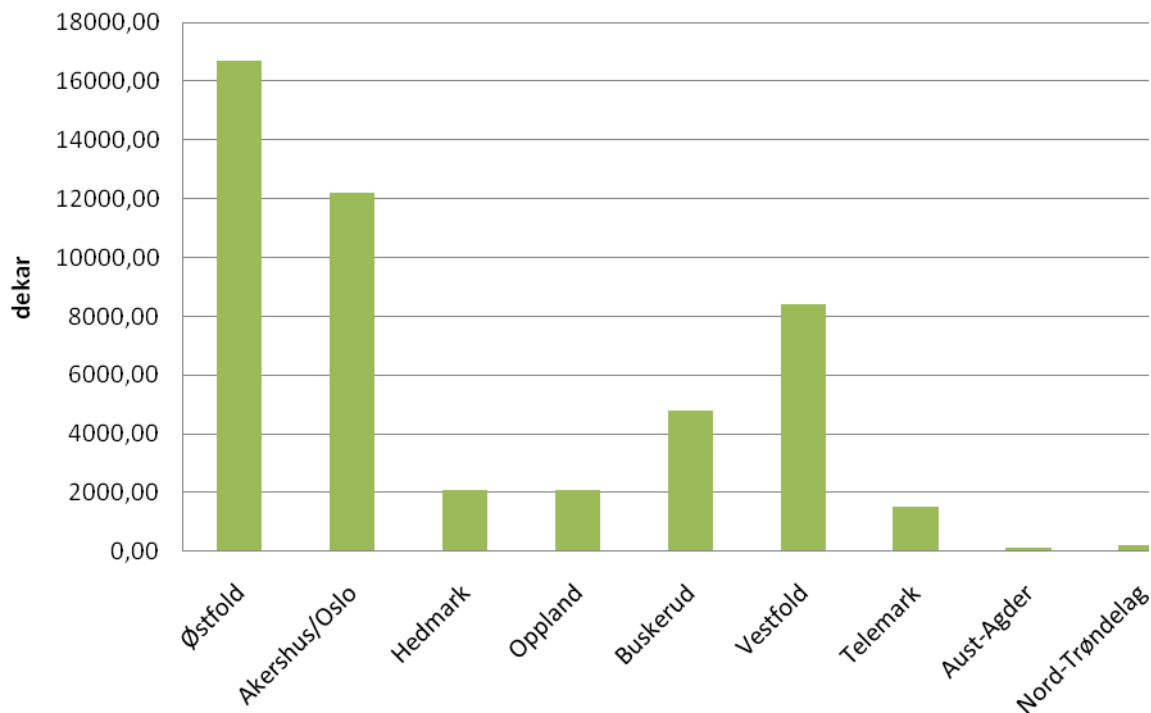
3.2 Arealer

Oljevekster dyrkes i dag på 48 300 dekar (figur 3.1) av totalt 8,4 mill. dekar fulldyrka jordbruksareal i Norge (0,6 %). Dyrkingsarealene varierer stort fra et år til neste, og arealet var største i 1995, 2001 og 2002 med ca. 110 000 dekar. Redusert areal de siste årene kan skyldes flere forhold. Vi har hatt en sterk økning i dyrkingsomfanget av erter de siste årene. Dette kan ha gått på bekostning av oljevekstarealet. Det totale arealet av oljevekster og erter har vært relativt konstant i perioden 2004-2007. I 2008 gikk både oljevekst- og ertearealet klart ned. Det kan skyldes vanskelige innhøstingsforhold i 2007, som resulterte i usikkerhet blant produsentene og mindre interesse for disse vekstene året etter.



Figur 3.1. Areal av oljevekster i Norge, 1989, 1995-2008 (SSB 2009b).

Oljevekster blir hovedsakelig produsert i fylkene rundt Oslofjorden (figur 5.2) der vekstsesongen er lenger og temperaturen høyere enn i resten av landet.



Figur 3.2. Areal med oljevekster i 2008 (SSB 2009b).

3.2.1 Arter av oljevekster som dyrkes i Norge

De mest vanlige oljevekstene i Norge er vårraps og vårrybs. Raps har et større avlingspotensial enn rybs, men har begrenset dyrkingsomfang på grunn av kravet til

lenger veksttid (litt lengre enn vårhvete) (Abrahamsen *et al.* 2005). Vårrybs og 2rad bygg har omtrent samme krav til veksttid, noe som gjør at vårrybs er tilpasset et større dyrkingsområde. På grunn av tilgang på rapsorter med kortere veksttid, har dyrking av vårraps økt i forhold til vårrybs de siste årene. I dag er arealet av vårraps nesten like stort som vårrybsarealet. Vårsorter er mest vanlige, men det er økende interesse for høstoljevekster, på grunn av større avlingspotensial. Riktig såtidspunkt er viktig for etablering og overvintring av høstoljevekster, og dyrkingen er derfor mer risikofylt. Høstraps bør sås tidlig i august, men på dette tidspunkt er det vanskelig å finne areal som er klar for såing. Høstrybs kan sås senere, inntil 20. august, og er derfor lettere å passe inn i et vekstskifte etter bygg (Åssveen & Heir 2001). Dyrking av høstoljevekster betyr fortsatt lite arealmessig. I 2008 utgjorde høstoljevekstene mindre enn 1 % av det totale oljevekstarealet.

3.2.2 Effekter på avlingene som følge av endringer i klima

Det er ikke noe som tyder på at klimaendringer så langt har hatt betydning på oljevekstdyrkingen her i landet. Når arealet av den seine arten vårraps har økt i forhold til den tidligere arten vårrybs, skyldes dette at en gjennom foredling har fått nye og tidligere sorter av vårraps, slik som hybridsorten Wildcat. I og med at arealet av høstraps fremdeles er så lite, til tross for at denne arten gir klart større avlinger enn de andre oljevekstene, er det heller ikke noe som tyder på at klimaendringer så langt har påvirket dyrkingspotensialet for høstoljevekster. Fordi snø, frost og isdekke gjennom vinteren og tidlig vår er så viktige for overvintringsevnen av høstoljevekstene, er det en svært komplisert årsakssammenheng mellom klimaendringer og mulighetene for sikker overvintring av høstoljevekster. På lengre sikt kan likevel varmere klima øke dyrkingssikkerheten for høstoljevekstene. I tillegg til overvintringsproblemene for høstoljevekstene kan det være vanskelig å finne kornsorter som kan høstes tidlig nok for optimalt såtid for høstoljevekstene (først i august). Dette vil kunne endre seg dersom vi får varmere klima og dermed kan høste kornet tidligere.

3.2.3 Avlinger

Tabell 3.1 viser forventet gjennomsnittlig frø- og oljeavling fra oljevekster under norske forhold basert på resultater fra sortsprøvingen og Biodiesel prosjektet. Høstraps har størst avlingspotensial, med 407 kg frø per dekar, men også en høyere dyrkingsrisiko. Resultatene for høstoljevekster i tabell 3.1 er middel for år med tilfredsstillende overvintring. Raps har generelt sett et større avlingspotensial enn rybs, som et resultat av mer intensiv planteforedling og tilgang på hybrid sorter. Rapsfrø er større enn rybsfrø, og dette bidrar også til at både frø- og oljeavlinger er større. Som vist i tabell 3.1, er også oljeinnholdet høyere i raps enn i rybs, og det er 2-3 % høyere i høst- enn i våroljevekstene. Det tekniske oljeutbytte fra raps og rybs er i Hohle (2005) oppgitt til 30-35 % av frøvekten, men i "Biodiesel prosjektet" er oljeutbytte på 37 % for høstraps og 34 % for høstrybs ved kaldpressing (Eltun *et al.* 2010). Pressresten som utgjør over 60 % av frøavlingen, blir proteinrikt dyrefôr.

I år med god vekstforhold er både frø- og oljeavling på høyde med det en oppnår ellers i Europa (Ewert et al. 2005), men årsvariasjonen er større under våre dyrkingsforhold.

Tabell 3.1. Potensielt areal og produksjonsvolum samt frø- og oljeavling av oljevekster dyrket i Norge

Vekst	Areal Daa	Frø- avling kg/daa	Olje % i tørrstoff	Olje-avling l/daa	Olje % v/ pressing	Produksjons- masse kg
Vårrybs	120 000	210	44,3	84	34	8 568 000
Vårraps	120 000	238	46,6	102	37	10 567 200
Høstrybs	5 000	286	45,6	119	34	486 200
Høstraps	15 000	407	48,1	182	37	2 258 850
Sum	260 000					21 880 250

Frø- og oljeavling i høstrybs (6 forsøk) og høstraps (7 forsøk) er basert på sortsforsøk i perioden 2007-2009

Frø- og oljeavling av vårrybs (24 forsøk) er basert på verdiprøvningsforsøk i perioden 2002-2004 (Åssveen & Tangsveen 2005)

Frø- og oljeavling i vårraps (10 forsøk) er basert på sortsforsøk i perioden 2007-2008 (Åssveen & Lundon 2008. Abrahamsen et al. 2009)

Oljeutbytte ved kaldpressing er basert på prøver fra Biodiesel prosjektet (Eltun et al. 2010)

3.2.4 Hvilke arealer kan benyttes til dyrking av oljefrø

I følge Abrahamsen et al. (2005), er det et stort potensial for å øke arealet av oljevekster i Norge, spesielt i områder rundt Oslofjorden og Mjøsa (tabell 3.2). Med et vekstskifte på 6 år mellom oljevekster for å redusere faren for jordborne sykdommer konkluderer Abrahamsen et al. (2005) at oljevekstarealet teoretisk sett kan økes fra dagens nivå på ca. 48 000 dekar til ca. 450 000 dekar, en økning fra 1 % til 14 % av det totale kornarealet. Et mer realistisk estimat er 260 000 dekar (ca. 8 % av det totale kornarealet), som tar i betraktning trenden mot større og mer effektive produksjonsenheter med få arter. Det er dette arealet som er brukt i beregningen av potensiell oljeproduksjon i tabell 3.1 og 3.2.

Tabell 3.2. Norsk kornproduksjon i 2003 og mulige arealer av proteinvekster i ulike distrikt i 1000 daa. Parentesene gjelder % av kornarealet

Region	Korn- areal	Hvete- areal	Oljevekstareal						
			1989-2008		Teknisk ¹		Teknisk- økonomisk ¹		
Østfold/Akershus	1 251	409 (33)	40 (3)	200 (16)	160 (13)				
Vestf./Busk./Telem.	643	233 (36)	12 (2)	95 (15)	70 (11)				
Hedmark/Oppland	816	97 (12)	11 (1)	100 (12)	30 (4)				
Rogaland/Agder	68	1 (2)	-	-	-				
Tr.lag/Møre & Romsd.	489	15 (3)	1	45 (9)	-				
Sum	3 270	756 (24)	75 (2)	440 (14)	260 (8)				

¹ ved nødvendig vekstskifte

Kilde: Abrahamsen et al. 2005

Kilde: Statistisk Sentralbyrå

3.2.5 Teknisk potensial for dyrking av oljefrø: Andre arter

Crambe, sareptasennep, dodre, oljelin, blå lupin og solsikker er alternative oljevekster. Det er mulig å dyrke disse artene i Norge, men oljeavling per dekar er normalt mindre enn for raps og rybs. Lengden av vekstsesongen er den begrensende faktoren for disse artene i Norge, og avlingsnivået varierer mye fra år til år. Dodre er en interessant vekst, som er mindre næringskrevende og mer resistent mot insektangrep enn raps og rybs. Blå lupin kan fikserer nitrogen og er derfor også et interessant alternativ. I middel for to forsøksfelt på Vollebekk og Kvithamar i 2008 var frøavlingen av dodre, crambe og sareptasennep mindre enn 160 kg per dekar, mot 233 kg frø for vårraps. Innholdet av olje lå mellom 45 og 50 % for alle de nevnte artene. Avlingen av oljelinfrø var 249 kg per dekar, med 42 % olje, og gir en frøavling og -olje på høyde med vårrybs og -raps. Blå lupin gav stor frøavling (373 kg/daa), men oljeinnholdet var bare rundt 10 %.

I 2009 ble det gjennomført tilsvarende forsøk på Apelsvoll og Kvithamar (tabell 3.3). Avlingsnivået på Kvithamar var klart lavere enn i 2008. Det skyldes i stor grad vanskelige innhøstingsforhold, noe som går tydelig frem av vanninnholdet ved høsting. Dodre gav ingen høstbar avling på Kvithamar, og blå lupin gikk ikke fram til modning. Vårraps gav klart større frøavling enn de andre artene på begge stedene. Oljeinnholdet i vårraps var ca. 48 %, og det var om lag likt med innholdet i crambe, men stort sett høyere enn i de andre artene.

Tabell 3.3. Frøavling i kg per dekar, vanninnhold ved høsting og % olje i frøet for ulike oljevekster. Resultat fra Apelsvoll og Kvithamar i 2009

Olje- Vekst	Apelsvoll			Kvithamar		
	Avling, kg/daa (8 % vann)	Vann % v/ høst.	Olje % i tørrstoff	Avling, kg/daa (8 % vann)	Vann % v/ høst.	Olje % i tørrstoff
Vårraps, Sheik	201	15,7	48,1	138	33,9	48,3
Oljelin, Taurus	93	11,9	41,0	40	47,1	39,7
Blå lupin, Prima	143	30,6	10,1	-	-	9,9
Dodre (<i>Camelina</i>)	124	8,5	41,1	-	-	-
Crambe, Nebula	152	6,6	48,0	81	38,1	47,6
Crambe, Galactica	174	6,4	48,1	76	32,5	49,4
Sareptasennep, Terrafit	98	18,7	40,5	124	29,5	44,8
Sareptasennep, Energy	127	14,6	47,1	116	32,3	49,7

Solsikkesortene Irena, Suvi og Tremia var med i forsøk i ett eller to av årene 2007 og 2008. Solsikke krever en lang og varm vekstsesong. De prøvde sortene ble stort sett ikke modne, og arten er også veldig utsatt for fugleskade.

Forsøkene i perioden 2007-2009 viser at ingen av de prøvde artene er reelle alternativer til vårraps med hensyn til frø- og oljeavling under norske forhold.

3.3 Olje og dieselkvalitet på raps dyrket under norske forhold

Det ble presset olje fra rapsprøver¹¹ fra vekstforsøkene på Apelsvoll i 2007 og 2008. Disse ble sendt til analyse ved Universitetet i Graz, 8 prøver i 2007 og 6 prøver i 2008¹². I 2007 var oljeprosenten i prøvene nærmere 40 %, noe som anses som svært høyt. I 2008 var oljeutbyttet noe lavere og varierte mellom 30 - 35 %¹³. Dette stemmer bedre med forventninger om oljeinnhold i raps.

Analyseverdiene av oljene viste at 5 av 14 prøver hadde et for høyt innhold av linolensyre i forhold til standarden EN 14214¹⁴. I tillegg hadde én av disse prøvene et for høyt innhold av fosfor og frie fettsyrer. For høyt innhold av frie fettsyrer i oljen kan skape problemer for kvaliteten på biodieselen. 5 av prøvene i 2007 og 4 av prøvene i 2008 holdt normale verdier, og var godt egnet som råvare i biodieselproduksjon. Kvaliteten på råmaterialene kan ha blitt påvirket av oljeproduksjonsprosessen og lagringsforhold. Langtidslagring av oljefrøet vil ha liten påvirkning på innholdet av frie fettsyrer i oljen, derimot vil lagring av oljen over en lengre periode med høye temperaturer kunne føre til et høyere innhold av frie fettsyrer.

Oljer fra raps kan som tidligere nevnt også benyttes som mat. Analysene fra Graz viste at alle prøvene hadde god nok kvalitet til å kunne benyttes som matoljer.

¹¹ Rapsprøvene er kaldpresset ved en demonstrasjonspresse på Energigården AS – Senter for Bioenergi. Kontroll av presseprosessen har vist at det er et substansvekttap på mellom 0 - 4,5 % i presseprosessen og påfølgende behandlingen av oljepråvene. Olje som er igjen i pressresten anses som ubetydelig og presseprosessen anses å være nøyaktig nok.

¹² Prøvene fra vekstforsøkene i 2009 vil ikke være klare når rapporten publiseres.

¹³ To prøver med lavere oljeprosent (ca 25 %) er utelatt da det er feil i datasettene for disse prøvene. Frøene i prøven hadde en for fin substans slik at pressingen ikke foregikk optimalt.

¹⁴ EN 14214 er den internasjonale standarden for biodiesel og den beskriver minimumskravene for biodiesel.

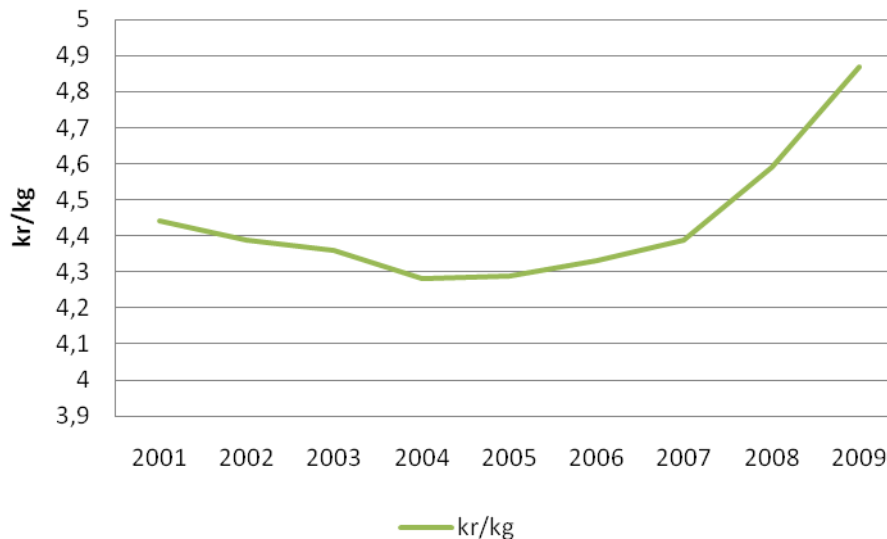
4. Økonomisk potensial for dyrking av oljefrø

Høst-/vårraps og rybs er de mest aktuelle oljevekstene i det norske jordbruket fordi avlingspotensialet og mulig dyrkingsareal er størst. I den videre økonomiske analysen vil det i all hovedsak bli fokusert på disse artene.

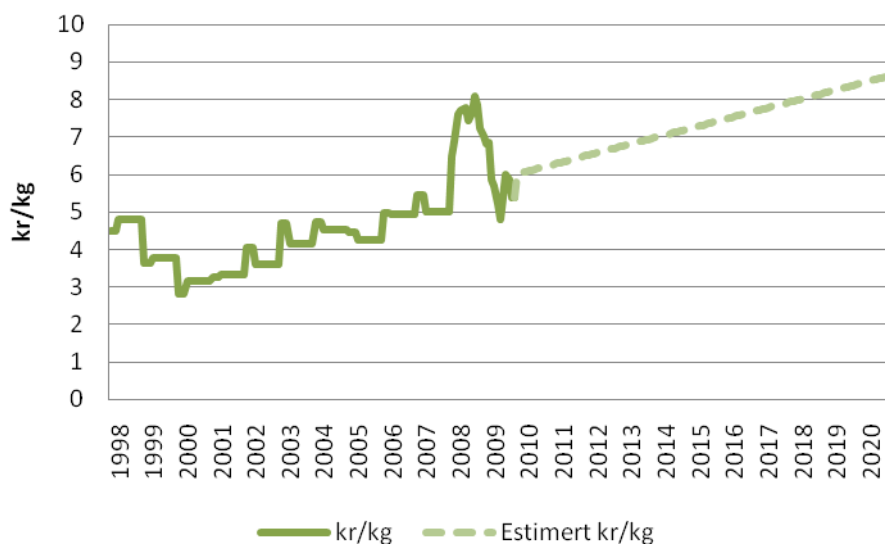
Analysen ser på produksjonen av oljefrø fra et "gårds-perspektiv". Skal det være norsk produksjon av oljefrø må denne driftsformen gi en merverdi for gården. Elementer som påvirker merverdien er prisen bonden får for produktet, avlingsnivåer per dekar, variable- og faste kostnader per dekar, pris på pressprodukter, effekter av vekselbruk på annen planteproduksjon og driftsstøtte. Deretter undersøkes det om produksjon av biodiesel fra norsk produserte oljevekster er konkurransedyktig med importerte oljevekster. Det forutsettes at produsenten er eier av hele verdikjeden, fra "jordet til pumpe", og kostnaden som oppgis er selvkost.

4.1 Råvareprisutvikling på oljefrø og vegetabilsk olje

Figur 4.1 og 4.2 på neste side gir et anslag på hvilke priser den norske bonden må forholde seg til i konkurransen med utlandet. Henholdsvis viser figurene prisutviklingen på oljefrø nasjonalt og rapsolje internasjonalt. En vil anta at tilbudet av råstoff til biodieselproduksjon i Norge vil være lite i forhold til tilbudet på verdensmarkedet. Råstoffprisen i markedet vil derfor ikke være påvirket av innenlands produksjonen, men av den internasjonale etterspørselen og tilbud, samt importavgifter. Oljefrø som importeres under forutsetning om annen hovedmessig (verdimessig) anvendelse enn til husdyrfôr er ikke tollbelagt, men rapskakene skal ilegges et prisutjevningsbeløp dersom det anvendes til kraftfôrproduksjon (pers. med. Weie 17.12.09). Dette innebærer at det bedriftsøkonomisk kan være mer lønnsomt å importere ferdig pressede oljer og ikke oljefrø.



Figur 4.1. Oljefrøpriser 2001-2009 (Hauge 2009, NILF 2008).



Figur 4.2. Vegetabiliske oljepriser internasjonalt, 1998-høst 2009 (United States Department of Agriculture 2009, Norges Bank 2010). Trendlinje for videre prisutvikling, høst 2009-2020.

4.2 Selvkost ved oljefrødyrking på norske jordbruksarealer

4.2.1 Variable innkjøpskostnader ved oljevekstdyrking

Det finnes gode økonomiske data for produksjon av oljevekster. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning og Forsøksringen Sørøst (Rostad 2008) har publisert dekningsbidragkalkyler for produksjon av vårrybs, høst- og vårraps. De variable kostnadene ved dyrking av ulike oljevekster illustreres i tabell 4.1 og 4.2¹⁵ på neste side.

¹⁵ Tabellene 4.1 og 4.2 er ikke direkte sammenlignbare da de er hentet fra to adskilte studier.

Tabell 4.1. Variable innkjøpskostnader ved produksjon av vår- og høstraps

Variable kostnader	Vårraps		Høstraps			
	Mengde kg/daa	Pris kr	Kostnad kr/daa	Mengde kg/daa	Pris kr	Kostnad kr/daa
Oljefrø, såkorn	1	28,00	28,00	0,3	164,00	49,20
Fullgjødning	70	2,75	192,50	75	2,75	206,25
Kalk			34,11			34,11
Ugrasmiddel			44,10			63,00
Insektmiddel			18,00			9,00
Glyfosat			4,00			4,00
Frakt	238	0,10	23,80	407	0,10	40,70
Sum			344,51			406,26

Kilde: NILF 2010, Rostad 2008

Tabell 4.2. Variable innkjøpskostnader ved produksjon av vårrybs

Variable kostnader	Mengde kg/daa	Pris kr	Kostnad kr/daa
Oljefrø	1	21,00	21,00
Fullgjødning	60	2,75	165,00
Kalk	30	0,65	19,50
Ugrasmiddel	0,3	147,00	44,10
Insektmiddel	0,01	700,00	7,00
Glyfosat			4,00
Frakt	210	0,10	21,00
Sum			281,60

Kilde: NILF 2010, Rostad 2008

Bioforsk Øst har beregnet at avlingsnivået for vår/høstrybs og -raps i Norge varierer fra 210 til 407 kg/daa (tabell 3.1). I Sverige er potensialet større, og ikke sjelden, i enkelte regioner, er avlingene på over 500 kg/daa for høstraps. Innenfor en tidshorisont på 10 år er det ikke utenkelig at potensialet for avlinger av høstraps er opp mot 450 kg/daa i de klimatiske beste områdene i Norge. Med en oljefrøpris på 4,60 kr/kg og et arealtilskudd på 299,00 kr/daa (Rostad 2008, NILF 2008) gir tallene fra tabell 4.1 og 4.2 et dekningsbidrag på 983, 1049, 1765 kr/daa, ved dyrking av oljevekster. Vårrybs har lavest, mens høstraps har nesten dobbelt så høyt dekningsbidrag. På tross av høyere kostnad på innsatsfaktorene oppveier den økte avlingen de økte kostnadene. Det vil imidlertid alltid være usikkerhet rundt råvareprisene og innsatsfaktorene, og som tidligere nevnt, i avlingsnivåene. Dekningsbidragene for vårsortene ligger på samme nivå som ved dyrking av havre

og vårhvete, mens høstraps har et dekningsbidrag som ligger betydelig høyere. Dette er en sammenligning som vil være avhengig av variasjoner i priser på innsatsfaktorene.

4.2.2 Faste kostnader ved oljevekst dyrking

De faste kostnadene er relatert til størrelsen på gården og driftstype. I det videre arbeidet med å kartlegge de faste kostnadene er en driftsenhet med korn valgt som referansegård. I 2007 var gjennomsnittsgården på 207 daa (SSB 2007), og i den videre analysen benyttes NILFs referansegård på 236 daa. Det antas at forskjellen på 23 daa mellom referansegården og gjennomsnittsgården er ubetydelig for resultatet. I tillegg velges en referansegård med korn på 673 daa for å illustrere i hvilken grad det vil påvirke lønnsomheten når driftsenhetene øker. Det vil videre være naturlig å anta at driftsenheter med korn eller oljevekster som ligger sentralt på Østlandet ofte vil være større enn den nasjonale gjennomsnittsgården.

Tabell 4.3. Avskrivninger og faste kostnader, inkludert maskin- og arbeidskostnader på en referansegård som dyrker korn

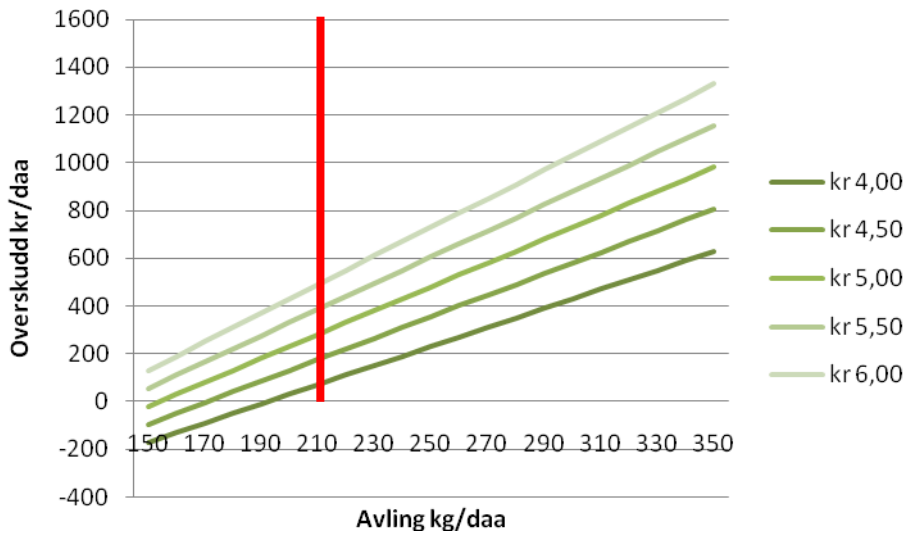
Faste kostnader/driftsstørrelse	236 daa kr/daa	673 daa kr/daa
Faste kostnader	552,59	512,45
Avskrivninger	234,59	163,99
Sum faste kostnader og avskrivninger	787,18	676,44

Kilde: NILF 2007

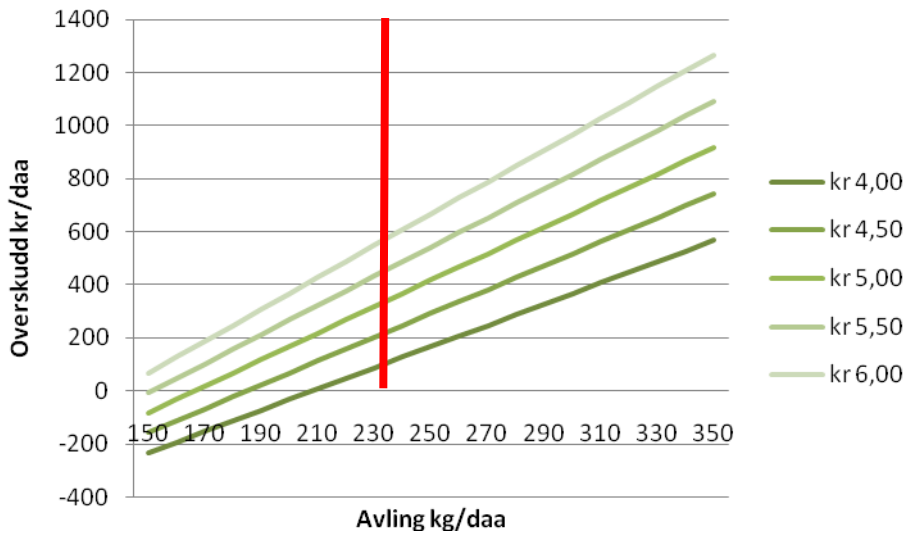
Tatt i betraktning de forutsetninger og frøpriser som er benyttet i utregninger av dekningsbidrag gir produksjon av vårrybs, vårraps og høstraps et overskudd på henholdsvis 200, 306 og 978 kr/daa. Drives denne produksjonen i større skala øker overskuddet med om lag 110 kr/daa, og dette gir relativt størst utslag ved produksjon av vårrybs.

4.2.3 Effekter av variasjon i pris, avling og oljevekster

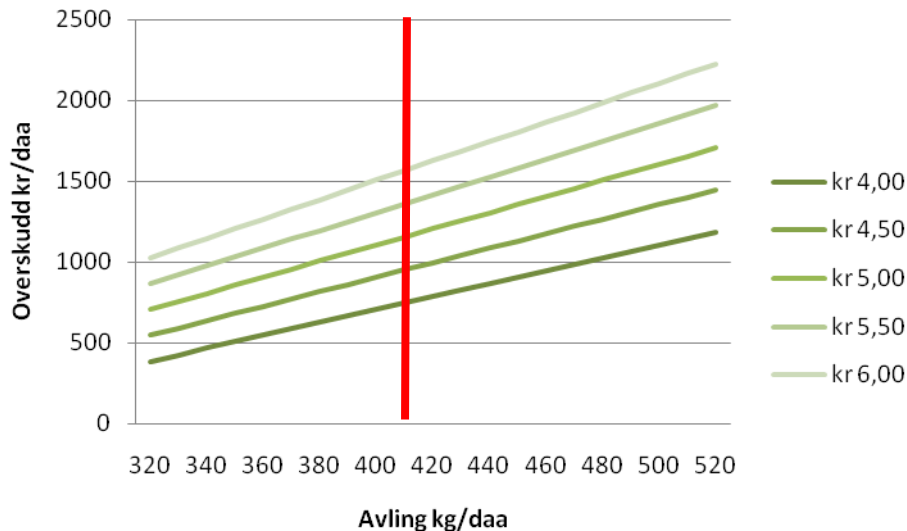
Det er tidligere nevnt flere forhold som virker inn på lønnsomheten ved produksjon av oljevekster. Gitt at teknologien og gårdsstrukturen er noenlunde fast vil de fleste variable og faste kostnadselementene være stabile, og de faktorene som påvirker lønnsomheten vil være markedspris på oljefrø og avlingsnivåer. Figur 4.3, 4.4 og 4.5 illustrerer lønnsomheten ved forskjellige råvarepriser og avlingsnivåer.



Figur 4.3. Overskudd for vårrybs ved ulike råvarepriser og avlingsnivåer. R d strek representerer middels avling.



Figur 4.4. Overskudd for vårraps ved ulike råvarepriser og avlingsnivåer. R d strek representerer middels avling.



Figur 4.5. Overskudd for høstraps ved ulike råvarepriser og avlingsnivåer. Rød strek representerer middels avling.

Med gitt teknologi, forutsatte avlingsnivåer og priser er produksjon av oljevekster lønnsom så lenge produksjonen av vårraps og vårrybs tildeles arealtilskudd. Produksjon av vårrybs er mest utsatt for variasjoner i avlingsnivå eller i priser. Vårraps har en margin på 21 % reduksjon i avlingene og 0,95 kr på salgsprisen før driften blir ulønnsom. Høstraps har best lønnsomhet og har tilsvarende en margin i avlingene på 54 % og 2,4 kr på salgsprisen. Historisk er store variasjoner i prisen på raps på verdensmarkedet (figur 4.1), men i løpet av 2001 - 2009 har den aldri vært lavere enn 4 kr, og den innenlandske produksjonen av oljevekster har derfor vært lønnsom.

4.3 Inntekt på produkter fra pressing av oljefrø

Ved pressing av oljefrø vil om lag 1/3 av vekten være olje, som igjen videreforedles til biodiesel, mens de siste 2/3 av frøet er en proteinrik presskake som kan nyttes som dyrefôr. Pris på presskaker som er et hovedprodukt i utvinningen av bio-oljer vil påvirke lønnsomheten ved oljeproduksjon.

Når bio-oljen videreforedles til biodiesel er glyserin et biprodukt. Glyserin kan anvendes, avhengig av kvaliteten, enten til dyrefôr eller som løsningsmiddel i kosmetikkproduksjon, søtningmidler, såper, sukkertøy, antifrys, antibiotika og i medisin.

4.4 Produksjonskostnader - fra jordet til pumpe

Produksjonskostnader frem til levert frø er 3,67 kr/kg for vårrybs, 3,50 kr/kg for vårraps og 2,20 kr/kg for høstraps. Tabell 4.4 tar utgangspunkt i en biodiesel fabrikk som produserer om lag 112 millioner liter i året (tilsvarende produksjonsmålet til Uniol AS) eller om lag 50 % av omsetningsplikten i 2011. Tabellen illustrerer produksjonen fra såfrøet til biodieselen er ferdig foredlet og ligger lagret ved biodieselfabrikken. Produksjonslinjen inkluderer innsatsfaktorer

som alkohol, kapitalkostnader, produksjonskostnader og inntekter av presskaker og glyserol. Fra lagertank og ut til forbruker er kostnadene ubetydelig forskjellig fra de samme kostnadene forbundet med frakt, distribusjon og salg av bensin og autodiesel.

Tabell 4.4. Kostnader ved produksjon av biodiesel fra oljevekster (Alle tall er oppgitt i kr/liter produsert biodiesel)

	Høstraps (RME) (Norge)	Vårraps (RME) (Norge)	Vårrybs (RME) (Norge)	Raps (RME) (EU)
Oljefrø ¹	5,22 ²	7,87 ²	8,66 ²	4,53 ³
Alkoholcostnader	0,15	0,15	0,15	0,15
Kapitalkostnader	0,25	0,25	0,25	0,25
Produksjonskostnader (faste og energi)	0,22	0,22	0,22	0,22
Inntekter (presskaker og glyserol ⁴)	-0,95	-0,95	-0,95	-0,95 ⁵
Sum produksjonskostnader	4,89	7,98	8,38	4,20
Sum produksjonskostnader dieselevivalenter	5,37	8,76	9,20	4,61

¹ 2,37 kg oljefrø per liter biodiesel.

² Produksjonskostnader oljefrø i Norge

³ Innkjøpspris/importpris

⁴ Glyserol til dyrefor

⁵ Presskaker og glyserol fra importert raps går til energiformål for å unngå importavgift.

Kilde: Edwards *et al.* (2007), Kvernenes & Vagsnes (2009), Nores Bank (2010)

I tillegg til produksjonskostnader kommer kostnader til distribusjon, markedsføring og avanse, samt et avgiftselement bestående av halv veiavgift og merverdiavgift.

SFT (2006) har i sin rapport, "Virkemidler for økt bruk av biodrivstoff i Norge", publisert en tabell (tabell 4.5) som illustrerer kostnader ved produksjon, samt distribusjonskostnader. Norsk produksjon av biodiesel viser seg å være konkurransedyktig med produksjon av biodiesel fra andre karbohydratbaserte råvarer, derimot forventes det at den cellulosebaserte produksjonen vil ha en langt lavere produksjonskostnad enn den raps- og rybsbaserte. Biodiesel fra forskjellige råvarer er ikke kvalitetsmessig likeverdig og derfor ikke fullstendig sammenlignbare. For eksempel vil vinteregenskapene til biodiesel basert på oljevekster ligge et sted mellom animalske oljer (som har dårligere vinteregenskaper) og den cellulosebaserte.

Produksjonskostnadene ved bioetanolproduksjon av sukkerrør i Brasil er i dag langt lavere enn produksjon av biodiesel. Bioetanol fra cellulose kan kun konkurrere hvis råvarekostnaden settes svært lavt, noe som ofte skyldes at det er et biprodukt hvor hovedproduktet bærer de fleste kostnadene.

Tabell 4.5. Kostnader og priser på ulike biodrivstoff og råvarekilder

Drivstoff	Råvare	Produksjonskostnader (kr/liter)	Drivstoffekvivalente produksjonskostnader (kr/liter ¹)
Biodiesel	Fettavfall (FAME)	4,00-5,00	4,40-5,50
	Fiskeolje (FAME)	3,50-4,50	3,85-4,95
Syntetisk biodiesel (2015-2020)	All organisk biomasse	2,50	2,75
	Celluloseavfall	3,60-5,80	3,95-6,40
Bioetanol fra Brasil	Sukkerrør	2,50	3,50
Bioetanol fra cellulose (2015-2020)	Skogbruksavfall	~ 2,90	4,05
	Strå, halm	~ 1,80	2,55

¹ Omregnet til produksjonskostnader for tilsvarende fossilt drivstoff

Kilde: SFT 2006, Energilink 2009.

Høstoljevekster er de eneste norskproduserte oljevekstene som på kort sikt virker å være konkurransedyktig med importerte oljefrø. Høstoljevekster har derimot en mye høyere usikkerhet i produksjonene. I forsøkene i "Biodiesel prosjektet" var overvintringen og avlingen dårlig i ett av tre år, dessuten er det potensielle arealet for høstoljevekster på kun 20 000 daa. For å etablere en norsk produksjon av biodiesel vil en være avhengig av rammevilkår som gjør dette mulig økonomisk. En høy importavgift på oljefrø til biodiesel kan få uheldige miljøpolitiske konsekvenser da produksjonskostnadene øker og biodiesel blir vesentlig dyrere enn de fossile alternativene. Tilskudd til produksjon av oljevekster vil kunne redusere produksjonskostnadene og bedre konkurranseevnen, og en unngår uheldige miljø- eller næringspolitiske konsekvenser.

5. Drøfting

5.1 Hvor stor andel av biodrivstoffmarkedet kan forsynes gjennom innenlands produksjon av oljevekster?

5.1.1 Biodiesel fra oljevekster

Det norske jordbruket kan øke sin potensielle oljevekstproduksjon på to måter: ved å øke produksjonsarealet og/eller ved å øke produksjonen per areal. Det er tidligere oppgitt at det tekniske potensielle arealet for produksjon av oljevekster er 450 000 dekar, mens et mer realistisk teknisk-økologisk estimat er 260 000 dekar. Høstraps er den arten med høyest produktivitet med et teknisk-økologisk potensial på 407 kg/daa i dag og i enkelte år og regioner avlinger opp mot 450-500 kg/daa. I tabell 3.1 er det tidligere vist at potensialet for dyrking av oljefrø i Norge kan utløse 21,9 millioner kg olje eller tilsvarende 24,3 millioner liter biodiesel. Drivstoffmarkedet er i dag på ca 4100 millioner liter. Med et omsetningspåbud på 3,5 volumprosent kan norskprodusert biodiesel dekke 16 % av biodrivstoffmarkedet på relativt kort sikt, ca 11 % i 2011 og ca 5 % i 2020.

Dersom vi får et varmere klima og/eller sorter med bedre overvintringsegenskaper kan det tenkes at det på lengre sikt vil bli dyrket raps med økte avlinger. Økt areal og økt avling¹⁶ vil potensielt kunne utløse 33,5 millioner liter biodiesel, tilsvarende ca. 7 % eller 13 % av forbruket i 2020 avhengig av omsetningskravet er 5 volumprosent eller 10 volumprosent. Tabell 5.1 illustrerer dekningsgraden på norskprodusert biodiesel i markedet forutsatt gitte prognoser. I 2011 benyttes eksisterende kombinasjon av sorter og arealer, mens det f.o.m. 2015 er lagt om til dyrking av vår- og høstraps med økte oljeavlinger¹⁷.

Tabell 5.1. Potensialet for andelen norskprodusert biodiesel ved gitte omsetningspåbud for biodrivstoff. Scenario 1 og 2 viser til de referansebaner som er presentert i kapittel 2.2

År	Omsetningsplikt	Teknisk-økologisk (260 000 daa)	
		Scenario 1	Scenario 2
2011	5 %	11 %	
2015	5 % / 7 %	14 %	10 %
2020	5 % / 10 %	13 %	7 %

Det vil være mindre sannsynlighet for at arealet oljevekster vil øke fra dagens 48 000 daa til 260 000 daa innen 2011. Hvis prognosene for trafikkutvikling og

¹⁶ Som resultat av bedre klima og planteegenskaper øker avlingen med 10 %, samt at arealfordelingen blir endret fra dagens situasjon til 85 % vårraps og 15 % høstraps fordelt på 260 000 daa. I tillegg øker utbytteprosent av olje til 40 % på grunn av endrede planteegenskaper og bedre pressteknologi..

¹⁷ Økte avlinger på 5 % i 2015 og 10 % i 2020.

drivstofforbruk legges til grunn vil et mer realistisk estimat være 3-7 % i 2010, 2-7 % i 2011 og ved noe omlegging til 2-3 % i 2020¹⁸. Samtidig vil de oppgitte prognosene stige hvis målsetningen om reduserte klimautslipp i veitransportsektoren følges, og denne reduksjonen tas i form av redusert totalt transportbehov og energieffektivisering, samt redusert bruk av fossilt drivstoff.

På lengre sikt kommer tillegg for bruk av halm fra både oljevekst- og kornproduksjon som råstoff til andre generasjon biodrivstoff. Det foreligger innsamlede og behandlede data for halmproduksjon ved dyrking av vårrybs. Det opereres med en middel halmproduksjon på 480 kg/daa, hvorav 10 % vann (Riley 1989). Mye av halmen blir værende igjen på jorden i form av gjenstående stubb og spill ved innhøsting er det usikkert hvor mye av denne halmen som en i praksis kan utnytte og samle opp. Det antas videre i denne rapporten at en kan utnytte 300 kg/daa for våroljevekster og 450 kg/daa for høstoljevekster. Det er vanlig å anta en energiutnyttelse på 40 % (Hohle 2005) og et bærekraftig uttak av halm hvert 3. år. Halm fra oljevekster kan i 2020 potensielt være råstoffkilde til ca 45 GWh¹⁹ biodiesel eller 95 GWh varme. I tillegg kommer halm fra annen kornproduksjon. På kortsikt er det totale halm potensialet beregnet til 420 000 tonn tatt hensyn til uttak hvert 3 år. Med en energiutnyttelse på 40 %²⁰ ved omdanning til biodrivstoff gir dette et bidrag på 670 GWh. En omsetningsplikt på 3,5 % tilsvarer om lag 1,5 TWh, dvs. at biodrivstoff ville hvis det var kommersielt tilgjengelig dekke ca 45 % på kort sikt, halm vil kunne dekke ca 14 % av biodrivstoffetterspørselen i 2020 ved et omsetningskrav på 10 %.

Oljevekstproduksjon kan alene ikke levere biodiesel tilsvarende omsetningsplikten. I beste fall vil de kunne levere mellom 8-14 %, halm fra oljevekster inkludert. Resterende volumet må enten produseres av andre råvarer eller importeres i form av råvarer eller ferdig foredlet biodrivstoff.

5.2 Økonomiske insentiver

For all dyrking av vekster til produksjon av biodrivstoff vil det være vesentlig at tilskuddsordningene og markedsbeskyttelsen opprettholdes også ved energiproduksjon. Uten disse tiltakene vil ikke jordbruket, som vist i kapittel 4, kunne produsere oljevekster. For at økonomien i produksjon av energi fra jordbruksvekster skal være tilfredsstillende, er det også viktig at det etableres mottakere av restproduktene fra produksjon av olje, etanol eller gass. Disse produktene er ofte verdifulle som tilskudd til fôr eller gjødsel, og gir en merverdi utover oljen.

Det høye kostnadsnivået i norsk landbruk gjør det vanskelig å konkurrere med importerte råvarer. Større avlinger og rasjonell produksjon blir svært viktig for å øke konkurranseevnen for norske råvarer til biodrivstoffproduksjonen.

¹⁸ Oljevekster dyrkes på et areal tilsvarende dagens areal. Dvs. fra 48 000 daa til 110 000 daa og stiger til 100 000 – 150 000 daa i 2020. Samtidig stiger gjennomsnittlig avling med 5 %.

¹⁹ Energiinnhold i halm er 4 kWh/kg.

²⁰ I storskala biodieselproduksjon av halm forventes energiutnyttelsen å være høyere enn 40 %.

Høstoljevekstene har vist å gi større avlinger, problemet med disse er at de under norske klimaforhold har dårlig overvintring, og vi trenger nye og mer vinterherdige sorter og ny kunnskap om dyrkingsteknikker som kan gi god etablering/overvintring og årssikker avling. Får vi til dette kan dyrkingsarealet og den totale produksjonen økes betydelig. Det trengs økt innsats i FoU innen dyrkings- og høsteteknikk, logistikk, aktuelle arter og sorter og forbedring av sortene gjennom planteforedling for å oppnå dette.

5.3 Forgrødeeffekter ved oljevekstproduksjon

I et vekstskifte med ensidig korndyrking kan en regne med en meravling på 10 - 15 % første året, og lav eller ingen effekt de påfølgende årene. I et mer allsidig vekstskifte har en fått meravlinger på 2-3 %. Forgrødeeffekten har vist seg å variere mye etter vekstskifte, sykdommer, skadedyr, ugras med mer. Forgrødeeffekten vil til en viss grad påvirke lønnsomheten i kornproduksjonen, men effekten har ikke blitt videre vurdert i denne rapporten.

5.4 Fremtidsutsikter

5.4.1 Nasjonal arealbruk

Jordbruksarealet i Norge er nesten fullt utnyttet til matproduksjon og det er lite realistisk å øke arealet gjennom nydyrking. Det skal til en betydelig omlegging av landbrukspolitikken før det kan bli aktuelt å ta i bruk store arealer til dyrking av vekster for energiproduksjon. Hvis vi fikk en slik omlegging måtte energimarkedet konkurrere med matmarkedet om ressursene. Dette er lite aktuelt i et overskuelig perspektiv, jordbruket må først og fremst bidra med vekster som både kan gi energi og mat (oljevekster), ressurser som allerede blir produsert (halm), eller vekster som kan kombinere bioenergi produksjon og redusere miljøbelastningen fra jordbruket (gras og energiskog).

5.4.2 Halm som bioenergi

Halm fra kornproduksjon er den eneste ressursen med et volum av betydning som i nokså liten grad nyttes i dag. Det dyrkes korn på ca. 3 300 000 daa. Gjennomsnittlig kan vi regne omkring 210 kg halm høstet pr. daa (dagens sorter og dagens fordeling av areal mellom kornartene våre). En god del halm brukes som dyrefôr. Noe er ønskelig å pløye ned igjen (struktursvak jord og av hensyn til karboninnholdet). Trolig kan man kunne berge 400 000 - 450 000 tonn halm til bioenergi fra norske åkre årlig, med et energiinnhold på ca. 4 kWh pr. kg. Den enkleste måten å øke landbrukets produksjon av energi vil derfor være å bygge varmeverk som baseres på fyring med halm i områder med mye kornproduksjon, eller halmen kan på sikt videreføres til andre generasjons biodrivstoff. Norge har store avstander og relativt små driftsenheter. Dette betyr at en står overfor store utfordringer innen logistikk for å kunne få til en effektiv innsamling av halm. Dette vil være avgjørende for økonomien i produksjonen.

5.4.3 Gras- og energiskogproduksjon

Grasarealer som i framtiden vil kunne gå ut av produksjon er trolig lite aktuelle til energiproduksjon fordi de enkelte jordene ligger spredt og en vil få ineffektive driftsenheter og store kostnader med innsamling. I enkelte distrikter har en store problemer med erosjon og næringsstofflekkasje fra jordbruksareal til vann og vassdrag. Vegetasjonssoner i form av gras eller energiskog kan kanskje være effektive tiltak for å redusere disse problemene. Hvis ny forskning kan vise at energivekster er aktuelle i miljøkampen, vil en kunne få et nytt bruksområde for energivekster her i landet. Her trengs også ny kunnskap om aktuelle arter og dyrking av disse under ulike driftsforhold.

5.4.4 Biogassproduksjon

Produksjon av biogass med basis i husdyrgjødsel er et nytt aktuelt område for norsk jordbruk. I St. meld. Nr. 39 "Klimautfordringene - landbruket en del av løsningen" vurderes biogasstiltak som viktig og det er satt opp et mål om en reduksjon tilsvarende 0,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020, eller en behandling av om lag 30 % av den produserte husdyrgjødsel her i landet. Her vil en i tillegg til energien også få en positiv miljøeffekt gjennom reduserte utslipp av metan. For effektiv produksjon av gass trenger en tilskudd av energirikt materiale som ensilasje av gras eller mais. På sikt vil dette kunne bli en betydelig produksjon, men en ser problemer med å bruke nødvendige jordbruksarealer til denne produksjonen.

Biogass produsert ved anaerob omsetning av husdyrgjødsel, energivekster, matavfall og annet organisk avfall kan oppgraderes til biodrivstoff ved å fjerne det meste av karbondioksid. Biogass fra avfallsdeponi blir i dag utnyttet i en viss grad til varmeproduksjon. Det finnes også norske eksempler på konvertering av biogass fra avfallsanlegg til bruk i busser. På grunn av små garder og dårlig lønnsomhet er det få gårdsanlegg for produksjon av biogass her i landet i dag, men dette kan komme til å endre seg når/hvis størrelsen på husdyrbesetningene øker. Det foreligger planer om å bygge store biogassanlegg basert på husholdningsavfall i flere av de større byene. Da kan det bli aktuelt å utnytte biogassen både fra disse anleggene og gårdsanlegg til drivstoff i lastebiler og busser. Dette vil blant annet redusere problemene med eksos fra dieselmotorer i byene.

5.5 Biodrivstoff- og matproduksjon i konflikt?

5.5.1 Biodrivstoff årsaken til økte matvarepriser?

Etter flere tegn på lav kunnskap og misoppfatninger blant myndigheter om biodiesel og miljøkonsekvenser trengs det nå en del opprydding i forhold til fakta om areal- og ressursbruk, mat- og energiproduksjon på dyrket mark, klima- og energiregnskap for biodrivstoff m.m.

I 2007 opplevde verden en dramatisk økning i matvareprisene. Ganske tidlig fikk produksjonen av råvarer til biodrivstoff skyldene for de økende prisene. Nyere rapporter peker på helt andre forhold som førte til økte matvarepriser (EBB 2008; NBB 2008; FoodPriceTruth.org 2008; Sturm 2008):

1. Økte oljepriser (fossil), påvirker hele verdikjeden for mat. Olje er en viktig input-faktor i store deler av verdensøkonomien, så også i matproduksjonen. Økte oljepriser vil derfor øke produksjonskostnadene, foredlingskostnadene og transportkostnadene i verdikjeden for mat.
2. Tørke og flom i ulike deler av verden, spesielt Australia dette året.
3. Handelsrestriksjoner og eksportforbud av korn fra bla. Russland, Kina og India.
4. Økt kjøpekraft i Kina, India m.fl. "medium utviklede" land som er i ferd med å legge om sine matvaner fra et vegetabilsk kosthold til et kosthold med en større andel animalske matvarer. Når maten ikke lenger går direkte fra jordet til mennesket, men via husdyr får vi et energitap i kjeden som indirekte fører til større press på arealene.
5. USAs eksportsubsidiering av blant annet mais til Mexico og andre fattige land.
6. Spekulanter i råvaremarkedet, som finner lønnsomhet i å holde tilbake store volumer av karbohydrater og fett fra markedet.
7. Økt bruk av biodrivstoff. Men dette påvirket isolert sett, og så langt, prisene kun i beskjeden grad i følge EU og Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

5.5.2 Global arealbruk

Mennesket utnytter til energiformål i dag ca 1 % av den teoretiske beregnede biomassen som årlig produseres gjennom fotosyntesen i skog, dyrket mark og ferskvann (Ladanai & Vinterbäck 2009). Til sammenligning går 3-4 % til mat. Det er selvsagt ikke teknisk, økonomisk eller økologisk mulig eller ønskelig å utnytte en stor del av de resterende 99 %, men det indikerer at det burde være unødvendig å la økt produksjon av biodrivstoff gå på bekostning av matproduksjon. Det er arealer til begge formål innen gitte grenser. Disse grensene bør imidlertid fastsettes politisk, ikke overlates til markedet alene.

Ca 50 % av de globale jordbruksarealene som tidligere ble dyrket eller som er lett dyrkbare, er i dag ute av produksjon på grunn av dårlige priser, overproduksjon, dårlig agronomi på deler av arealene og bedre agronomi (økt effektivitet) på andre arealer. På arealet, 1400 mill. ha (NationMaster 2010) som fortsatt er i aktiv drift er det ca 690 mill. ha korn (USDA 2008). Vi har ikke sikre tall på hvor store arealer som brukt til produksjon av "unyttig og unødvendig" mat og fôr, men de er helt klart betydelige. Eksempler på slike produksjoner er råstoff til brennevin, øl, kaffe, te, vin, tobakk m. fl.

Biodrivstoff dyrkes på ca. 11 millioner hektar, eller 0,7 % av globalt dyrket areal. FAO har kalkulert at 13 millioner hektar eller 1 % av arealene i 2004 benyttes til råstoffproduksjon til biodrivstoff. Avhengig av ulike scenario forventer FAO en øking av disse arealene til 2,5 - 4,2 % i 2030.

Andre momenter i forbindelse med grensegangen mellom mat- og energiproduksjon er at store arealer god mark ligger ubrukt i dag. I tillegg drives jordbruket lite effektivt i store deler av verden, med avlingsnivåer tilsvarende 25-30 % av Vest-Europa.

5.6 Biodrivstoff, energi og klima

Første generasjons biodiesel har et energiregnskap som er svært bra sammenlignet med fossil bensin og diesel. Den fossile energibalansen uttrykker forholdet mellom energien i biodrivstoffet og innsatsen av fossile energibærere i produksjonen. En energibalanse på 1 betyr at det trengs like mye energi fra fossile energikilder for å produsere biodrivstoffet som det inneholder energi. En faktor på 2 betyr videre at biodrivstoffet inneholder den dobbelte energimengden av hva som trengs i produksjon. Vanlig bensin og diesel har en fossil energibalanse på mellom 0,8 og 0,9 fordi noe energi forbrukes i raffinerier og i transport ut til markedene (FAO 2008a). Hvis biodrivstoff har en fossil energibalanse som overgår dette vil den bidra til å redusere behovet for konvensjonelt drivstoff. Den estimerte balansen for biodiesel varierer fra 1 til 4 for raps og soyabønner, for palmeoljer ligger faktoren rundt 9 (FAO 2008a).

I følge FAO viser de fleste livsløpsanalyser av biodrivstoff at bruk av disse medfører en reduksjon i klimagassutslippene med 20-60 % i forholdt til fossilt drivstoff. Annen generasjons drivstoff har en reduksjon på 70-90 % (FAO 2008b). Biodiesel fra raps har en reduksjon på ca. 40-60 % (FAO 2008b), mens biodiesel fra palmeoljer gir en reduksjon på ca. 50-85 % (FAO 2008b).

6. Konklusjon

Biodiesel fra norske oljevekster kan på kort sikt og ved radikal omlegging forsyne mellom 15-20 % av biodrivstoffet som omfattes av omsetningsplikten på 3,5 %. Når omsetningsplikten øker sammen med økt drivstofforbruk synker den potensielle andelen til ca 10 % i 2011 og 5 % i 2020.

For å nå dette volumet må oljevekstarealet øke opp mot potensialet på 260 000 daa, dvs. 5 ganger dagens areal. I tillegg må andelen raps, og helst høstraps, øke på bekostning av rybs, samtidig som avlingspotensialet for raps øker med 10 % fra i dag og til 2020. Dette er alene ikke nok for å opprettholde en stabil dekningsgrad frem til 2020. Biodrivstoff fra halm må bli kommersielt lønnsomt og en betydelig andel av halmen må utnyttes til dette formålet. Likevel er det urealistisk å tro at dekningsgraden med produkter fra jordbruket vil kunne forsyne mer enn i underkant av 10 %. Det innebærer at arealet øker til 200 000 daa og at produksjonen legges om til 15 % høstraps, resterende vårraps, samt en økning i avlingene på 10 %. Samtidig må 30 % av årlig biodrivstofftilgjengelig halm utnyttes.

I tillegg til ressursene fra jordbruket kan en ikke kalkulert andel biodiesel være basert på biologiske råvarer fra skogbruket, samt animalske og marine kilder. Denne andelen med råstoff avgjør hvor mye som må importeres, enten som råvare eller som biodiesel, når omsetningskravet sannsynligvis øker til 10 %.

Oljevekster som importeres til Norge under forutsetning om annen anvendelse enn til husdyrfôr, er fritatt fra importavgiften. Norske oljevekster konkurrerer dermed med verdensprisen på helt andre premisser enn ved produksjon av andre beskyttede jordbruksvarer. I konkurranse med importert raps til biodieselproduksjonen kan det ut fra tallmaterialene tyde på at kun høstraps er tilnærmet konkurransedyktig på pris. Potensialet for norsk biodiesel fra norske oljevekster synker da til 7,8 mill. liter og utgjør en ubetydelig del av markedet.

Fra et perspektiv hvor en ser på potensielle jordbruksarealer og produksjonskostnader kan en danne seg et bilde av det teknisk-økonomiske potensialet for norsk produksjon av oljevekster til biodiesel. Både arealene og produksjonskostnadene er en sterkt begrensende faktor for hvor stor andel av biodieselomsetningen som dekkes med norske råvarer. En kan ikke forvente at norsk produksjon av oljevekster vil komme opp i et betydningsfullt volum, og de vil i liten grad gi økte muligheter for jordbruket slik rammevilkårene er i dag. Økt produksjonsstøtte gjennom tilskudd eller importvern vil bedre konkurranseevnen mot importert råvare eller importert biodiesel betydelig slik at produksjonskostnadene i mindre grad vil være den begrensende faktoren. Arealtilgang og klima vil ha størst innvirkning i en slik situasjon. Tilskuddene vil bidra til å holde biodieselprisene nede, mens et importvern vil øke prisen. Sekundært vil økte biodrivstoffpriser kunne føre

til bedre konkurranseforhold for umodent annen generasjons biodrivstoff, og dermed et økt produksjonsgrunnlag fra norsk landbruket.

I tillegg til de begrensinger som ligger i produksjonen av oljevekster er det små eller ingen muligheter for å videreforedle oljevekster til biodiesel i Norge. Etter at Uniol AS stoppet sin produksjon basert på importerte biooljer er det per i dag ingen storskala biodieselprodusent som vil eller har mulighet til å etterspørre oljevekster fra det norske jordbruket.

7. Referanser

Abrahamsen, U., Åssveen, M., Uhlen, A. K. & Olberg, E. 2005. I Kaurstad, E. K. (ed.). Husdyrforsøksmøtet 2005: 367-370. ISBN: 82-7479-018-9.

Abrahamsen, U., Åssveen, M. & Lundon, A.R. 2009. Sortsforsøk i vårraps. Bioforsk FOKUS 4 (1) :152-154.

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance) (2009).

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0028:EN:NOT>

Edwards, R., Larivé, J.-F., Mahieu, V., Rouveiolles, P. 2007. Weel to wheels. Report Version 2c. Appendix 2.

http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTW_App_2_010307.pdf

Eltun, R., Bakkegard, M., Waalen, W. Bjerke, O. & Gaardløs, T. 2010. Dyrkingsteknikk for haustoljevostar - såtid, såmengde og såmåte. Bioforsk Fokus 5 (1): 157-173.

Energilink (2009) Energikalkulator.

<http://energilink.tu.no/no/energikalkulator.aspx>

European Biodiesel Board (EBB) (2008) .The agricultural market fluctuations May - July 2008 show the inexistent causality relation between biodiesel production and commodities prices.

<http://www.ebb-eu.org/EBBpressreleases/Agricultural%20markets%20fluctuations%20position%20paper.pdf>

Ewert, F., Roundesvell, M.D.A., Reginster, I., Metzger, M.J. & Leemans, R. 2005. Future scenarios of European agricultural land use I. Estimating changes in crop productivity. Agriculture, Ecosystems and Environment 107 (2005): 101-116.

Food and Agriculture Organization for the United Nations (FAO) (2008a). Climate change, biofuels and land.

<ftp://ftp.fao.org/nr/HLCinfo/Land-Infosheet-En.pdf>

Food and Agriculture Organization for the United Nations (FAO) (2008b). The State of Food and Agriculture. Biofuels: prospects, risks and opportunities.

<http://www.unaprol.it/news/pdf/FAO%20rapporto%20stato%20alimentazione%202008.pdf>

FoodPriceTruth.org (2008) Food price facts

<http://www.foodpricetruth.org/facts.htm>

Hauge, A. 2009. Felleskjøpet, pers. komm.

Hohle, E.E. (red.) 2005. Bioenergi. Miljø, teknikk og marked. Energigården. ISBN 82-995884-0-5. 390 s.

Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) 2010. Oversendelse av forslag til endring i omsetningspåbudet for biodrivstoff.

http://www.klif.no/nyheter/brev/biodrivstoff_forslag230210.pdf

Kvernenes, I., Vangsnes, Å.T. 2009. Prisstøttesystemet i bensinmarkedet. Hvem bestemmer bensin prisen i praksis - oljeselskapene eller stasjonene? Masteroppgave.

<http://bora.nhh.no/bitstream/2330/2334/1/Kvernenes%202009.pdf>

Ladanai, S. & Vinterbäck, J. 2009. Global potential of sustainable biomass for energy. Swedish University of Agricultural Sciences.

Lavutslippsutvalget 2006.

<http://www.regjeringen.no/Rpub/NOU/20062006/018/PDFS/NOU200620060018000DDDPDF5.pdf>

Miljøverndepartementet 2009.

http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/pressemeldinger/2009/krav-om-25-1_t

National biodiesel board (NBB) (2008) Biodiesel brings a lot to the table. April 2008

<http://biodiesel.org/resources/sustainability/pdfs/Food%20and%20FuelApril162008.pdf>

NationMaster.com (2010). Agriculture statistics. Arable land. Hectars by country.

http://www.nationmaster.com/graph/agr_ara_lan_hec-agriculture-arable-land-hectares

Norges Bank 2010. USA valutakurs.

http://www.norges-bank.no/templates/article_26885.aspx

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) 2007. Driftsgranskinger i jordbruket 2007.

<http://www.nilf.no/Driftsgranskinger/Bm/Driftsgranskinger.shtml>

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) 2008.

http://www.nilf.no/Totalkalkylen/Bm/2009/BMposter/BM_R_010M.shtml

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) 2010. Dekningsbidragskalkyler. Østlandet flatbygder 2009/2010. Notat 2009 - 3.

<http://www.nilf.no/Publikasjoner/Notater/Bm/2009/N200903Hele.pdf>

Norsk Petroleumsinstitutt (2009) Petroleumsstatistikk.

<http://www.np.no/index.php?PHPSESSID=2ed8999dca6c52ab86aab119b7fbd8c7&ID=190&KID=31&SID=59&page=ART>

Riley, H. 1989. Drought periods at different stages of growth of spring sown oil-seed rape (*Brassica campestris*, cv. Tove), Norsk landbruksforskning 3: 167-175.

Rostad, B. I. 2008. Dekningsbidrag vårraps og høstraps. Forsøksringen SørØst, Ajourført 17.12.2008.

Statens forurensningstilsyn (SFT) 2006. Virkemidler for økt bruk av biodrivstoff i Norge. Utredning.

<http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2006/April/Virkemidler-for-okt-bruk-av-biodrivstoff-i-Norge-Utredning/>

Statens forurensingstilsyn (SFT) 2007. Reduksjon av klimagasser i Norge: En tiltaksanalyse for 2020.

<http://www.sft.no/Publikasjoner/Publikasjoner/2007/Juni/Reduksjon-av-klimagasser-i-Norge-En-tiltaksanalyse-for-2020/>

Statistisk sentralbyrå (SSB) 2007. Landbruket i Norge 2007.

http://www.ssb.no/emner/10/04/sa_landbruk/landbruk2007/kap2-jordbruk.pdf

Statistisk sentralbyrå (SSB) 2008.

<http://www.ssb.no/samfunnspeilet/utg/200804/11/index.html>

Statistisk sentralbyrå (SSB) 2009a.

<http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/ego1.html>

Statistisk sentralbyrå (SSB) 2009b.

<http://www.ssb.no/emner/10/04/10/korn/tab-2009-11-24-01.html>

Sturm, F. (2008): Renewing our fuel standards and our national security. Truman national security project.

<http://www.legis.state.wi.us/lc/committees/study/2008/BIO/files/19backgrounder.pdf>

Svendsen, S. 2006.

http://matportalen.no/artikler/2006/8/rops_fra_norge/artikkel_print.pt

Transportøkonomisk institutt (TØI) 2006.

<http://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2006/862-2006/862-Hele%20rapporten-el.pdf>

United States Department of Agriculture (USDA) (2008) Economic research service. Agricultural Outlook: Statistical Indicators. World supply and utilization of major crops, livestock and products.

<http://www.ers.usda.gov/publications/agoutlook/aotables/2010/04Apr/aotab23.xls>

United States Department of Agriculture 2009. Statistikk: Verdensomsetning av raps.

<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2009/September/oilseedsfull0909.pdf>

Weie, H.M. 2009. Statens landbruksforvaltning (SLF) Personlig meddelelse 17.12.09. Avgift og prisutjevning på rapsfrø.

Åssveen, M. & Heir, J.A. 2001. Oljevekstdyrking. Planteforsk Grønn forskning 07. 48 s.

Åssveen, M. & Tangsveen, J. 2005. Sortsforsøk i vårrybs. Grønn kunnskap 9 (1): 200-206.

Åssveen, M. & Lundon, A. 2008. Sortsforsøk i vår- og høstraps. Bioforsk Fokus 3(1): 92-93.