

PROSJEKT «REN BIODIESEL SOM DRIVSTOFF I NORSK LANDBRUK»

Delrapport om bærekraft og klimagevinst ved overgang til fullraffinert fornybar biodiesel i norsk jordbruk



Bjørn Eidem, Ruralis – Institutt for rural- og regionalforskning

22. mars 2019

Notat nr. 2/19, ISSN 1503-2027

Innhold

I. Om rapporten og sammendrag	2
II. Hva er bærekraft?	2
III. Potensialet for klimagassgevinst	3
IV. Hva er diesel?	4
V. Biodiesel i dagens marked.....	6
VI. Framtidig norsk biodiesel/flytende biodrivstoff	7
VII. Dilemmaer - tropisk regnskog - mat eller drivstoff?	9
Referanser	14

I. Om rapporten og sammendrag

Denne delrapporten er en av flere delrapporter som kommer under prosjektet «Ren biodiesel som drivstoff i norsk landbruk», der hovedprosjektet består i å teste fullraffinert fornybar biodiesel i praktisk gårdsdrift. Rapporten fra hovedprosjektet vil foreligge ved slutten av året. Prosjektet finansieres av deltakerne i prosjektet som er Eikmaskin AS, Felleskjøpet Agri SA, Oljeselskapet ECO-1, dessuten Norges Bondelag. Innovasjon Norge er oppdragsgiver og har bevilget midler som har gjort prosjektet med delprosjekter mulig.

Denne rapporten er tenkt som første del av en mer detaljert utredning i tilknytning til bærekraftdilemmaer. I denne omgang har vi som mål å kartlegge potensialet for klimagevinst ved overgang til dagens beste biodiesel, som er fullraffinert fornybar biodiesel (EN 15940), og gi en oversikt over utviklingen av slikt andregenerasjons biodrivstoff som kan øke klimagevinsten i nær fremtid. Vi ser også på og gjør anslag på mulig samlet klimagevinst ved kombinasjon av dagens beste biodiesel som drivstoff, med driftsteknologi for presisjonsjordbruk.

Rapporten viser at overgang til biodiesel kan gi en utslippsreduksjon fra jordbruket på i størrelsesorden 380 tusen tonn CO₂, eller ca 7 % av jordbrukets totalutslipp. På kort og mellomlang sikt vil biodiesel ha store fordeler fordi en fullstendig overgang kan gjøres raskt og uten investeringer i infrastruktur. Betydelige mengder av den fullraffinerte fornybare biodieselen vil om noen få år produseres med avfall fra norsk skogsdrift. Med nok av denne råvaren vil diskusjonen om bruk av ulike oljevekster fra jordbruket og evt konflikt med matproduksjon kunne bli irrelevant.

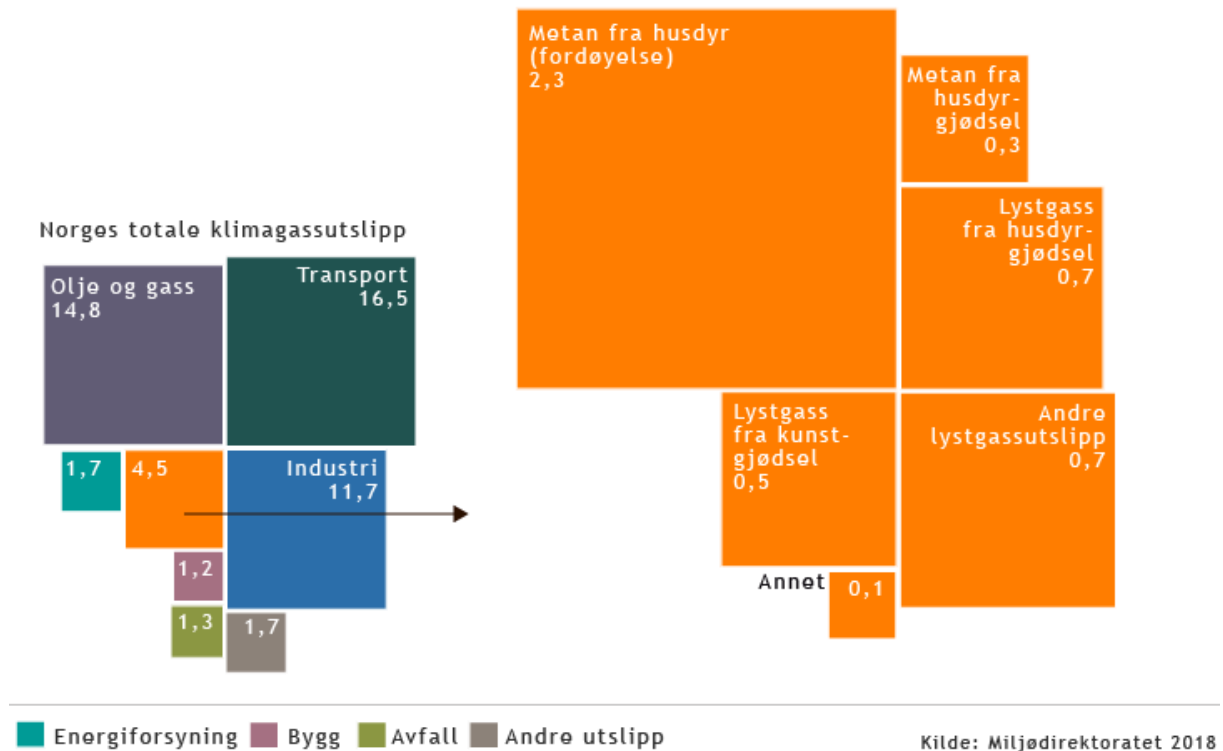
II. Hva er bærekraft?

Den generelle bærekraftdefinisjonen fra Brundtlandkommisjonen krever at dagens løsninger for å tilfredsstille menneskelige behov, ikke ødelegger fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov. I denne rapporten vil vi se på bruken av drivstoff i norsk jordbruk i relasjon til bærekraft. Vi vil sette *utslipp av klimagasser* til atmosfæren i fokus. Utslippene forårsaker global oppvarming og andre klimaendringer, og mange vil si dette er det viktigste bærekraftsspørsmålet nå. Vi vil også i noen grad komme inn på viktige bærekraftsspørsmål knyttet til arealbruk og produksjon av energi på jordbruksarealer, og reduksjon i artsmangfold knyttet til arealbruk bl.a. i tropiske strøk. – Vi lar økonomisk og sosial bærekraft ligge her, og velger å vektlegge den miljømessige dimensjonen av bærekraft.

III. Potensialet for klimagassgevinst

Utslipp av klimagasser fra jordbruk i 2016

Utslipp til luft (millioner tonn CO₂-ekvivalenter)



Figur 1: Utslipp av klimagasser (fra Miljødirektoratet 2018)

Norges totale klimagassutslipp ble for 2016 beregnet til 53,4 mt CO₂ekvivalenter (mtco₂), fordelt med 14,8 på olje og gassektoren, 16,5 på transportsektoren, 11,7 på industrisektoren og 4,5 på jordbruket og til sammen 5,9 på småsektorene energiforsyning, bygg, avfall og andre utslipp. Etter dette regnestykket står jordbruket for 8,4 % av norske klimagassutslipp.

Når det gjelder Miljødirektoratets¹ regnestykke merker vi oss at av jordbrukets utslipp er til sammen 3,3 mtco₂ knyttet til *husdyrbiologi*, og 1,3 mtco₂ andre *agronomiske* utslipp.

Jordbrukets utslipp knyttet til *teknisk drift* er imidlertid ikke medtatt i denne beregningen. I Harsem-rapporten (2014)² er det beregnet at 160 mill liter diesel forbrukes av bevegelige landbruksmaskiner (primært traktorer) i norsk jordbruk. I tillegg kommer utslipp knyttet til korntørking og oppvarming av drivhus oa. Tar man med det sistnevnte kommer vi opp i over 170 mill liter dieselforbruk i jordbruket.

Tabell 1: Dieselforbruk i norsk jordbruk

Dieselforbruk i norsk jordbruk	dieselforbruk		utslipp v dagens	reduisert utslipp
	tusen tonn	mill liter	fossile diesel tusen tonn CO ₂	m ny diesel (-82,5%) tusen tonn CO ₂
Landbruksmaskiner	145	160	426	351
Korntørker på gårdsbruk	1,75	1,93	5	4
Korntørking mølle*	4,10	4,52	12	10
Oppvarming veksthus	5,70	6,29	17	14
Sum primærjordbruk	157	173	460	379
<i>Kilde: Harsem 2014</i>				
* vi regner her korntørking som en del av primærjordbruket enten det skjer på gården eller på mølla				

Dersom vi legger til grunn at forbrenning av 1 liter diesel gir et utslipp på 2,66 kg CO₂ så tilsvarer jordbrukets tekniske utslipp 460 tusen tonn CO₂ etter disse tallene. Dette er utslipp som i dag i prinsippet skal registreres av Miljødirektoratet under transportsektoren og i mindre grad industri og bygg. I rapporten fra Hohle-utvalget (s 69)³ brukes det tall fra Miljødirektoratet, som regner at det fra traktorer og maskiner i jordbruket kommer CO₂ utslipp tilsvarende 340 tusen tonn og i tillegg 60 tusen tonn fra oppvarming av veksthus, dvs 400 tusen tonn CO₂ til sammen. Dersom vi går til Budsjettnemda sine tall i totalregnskapet (2018, s151) som fungerer som underlag for jordbruksoppgjøret finner vi lavere tall der (2016), 124 mill liter diesel/fyringsolje, pluss 3,3 mill l bensin og 5,5 mill l fyringsolje i drivhus. Det er med andre ord litt ulike tall å finne, men i samme størrelsesorden, som ikke endrer på funn eller konklusjoner i denne rapporten.

Legger vi Miljødirektoratets tall til grunn, står jordbruket totalt for 4,9 mill tonn CO₂ av Norges totalt 53,4 mill tonn CO₂, dvs 9,2%. Traktorkjøring og teknisk drift utgjør 8,2 % av jordbrukets beregnede utslipp. I oppstarten av traktorprosjektet⁴ fikk vi biodiesel (EN 15940) som etter regneregulene i Fornybardirektivet gir 82,3% reduksjon i forhold til fossil diesel. Ved full overgang til denne dieselen i jordbruket ville vi altså redusere jordbrukets utslipp med 6,75 % og Norges utslipp med 0,6 %.

Vi legger ovennevnte tall til grunn, vel vitende om at det er diskusjon om definisjoner og sammenhenger på nesten alle områdene som inngår i dette regnestykket. Ikke minst om utmarksbeite skal fratregges i metanutslipp fra drøvtyggere og om CO₂-utslipp fra dyrket myr bør komme i tillegg.

IV. Hva er diesel?

Motoren

Diesel har navnet etter oppfinneren Rudolf Diesel som laget og patenterte den første forbrenningsmotoren med indre eksplosjon/forbrenning uten gnist (bensin- eller «Otto»-motoren har tennplugg og elektrisk gnist). Dieselmotoren som kom på midten av 1800-tallet fortrentge dampmaskinen i skipsfart, skinnegående kommunikasjon og mange andre anvendelser, og den innebar en vesentlig mer effektiv utnyttelse av drivstoff. Dieselmotorteknologi har hatt en rask utvikling de senere år og utlignet bensinmotorens forsprang på mange områder. Audi vant bl.a. Le Mans 24h med en dieseldrevet bil i 2006. Så sent som i 2008 anbefalte Norske myndigheter overgang fra bensindrevne til dieseldrevne biler pga av lavere utslipp av klimagasser. Senere, etter økt vektlegging av lokal forurensning, er dette endret. Etter nylig svindel med utslippstall fra diesalbiler bl.a. i tysk bilindustri har dieselmotorer svekket sin posisjon i markedet for personbiler.

For landbrukstraktorer hvor dieselmotorer har vært enerådende lenge, har motorteknologien gjort store framskritt de senere år. Fra ca 2015 har bl.a. såkalt ad-Blue teknologi blitt standardutstyr. Denne teknologien fjerner NO_x som utgjør lokal forurensning og bare i liten grad er en indirekte klimagass.

Drivstoffet

Da Rudolf Diesel startet med forsøk med motoren sin brukte han først uraffinert jordnøttolje. Biodiesel er med andre ord den første dieselen. Petroleumsbasert drivstoff; parafin, bensin og diesel etc kom først noe seinere. Imidlertid har petroleumsbasert diesel vært enerådende i hundre år, før biodieselen igjen har kommet på banen. Konvensjonell petroleumsbasert diesel er et av produktene som produseres ved destillering av råolje i oljeraffinerier. I tillegg til destilleringen har ulike teknikker kommet til, bl.a. cracking og isomerer som viktige elementer i raffinering av råolje. Dette er teknikker som gjør det mulig å ta ut større andel av lette «destillater» med høyere koke- og smeltepunktintervaller⁵.

Dieselens tenningssegenskaper måles i cetantall (cetan=100). Cetantallet er et mål på hvor lett dieselen antennes. Hexadekan (som også kalles cetan) er et referansestoff. Stoffet antennes lett under trykk, og det er satt at dette stoffet har et cetantall på 100. Cetantallet i vanlig autodiesel er minimum 51, dess høyere cetantall, dess bedre virkningsgrad.

Dieselfraksjoner har kokepunkt mellom ca. 250°C og ca. 350°C, og felles ut fra destillasjonskolonne ved ca 270°C. Diesel har en egenvekt på ca. 0,84 og er tyngre enn f.eks. bensin og har også høyere smelte- og kokepunkt. Det betyr bl.a. at dieselens kuldetoleranse og vinteregenskaper blir et viktig punkt. Konvensjonell diesel begynner å skille ut voks ved -10°C. Tåkepunktet er temperaturen der de første vokskrystallene dannes. Blokkeringspunktet (der filtre vil bli tettet igjen av voksen og blokkert) er den laveste temperaturen der en kan bruke dieselen.

Hvis vi ser på noen av de viktigste råstoffene til *førstegenerasjons biodiesel* vil tåkepunktet variere ganske mye:

	Ok som drivstoff ned til	Smelte/frysepunkt
Rapsolje	-20 °C	- 10°C
Soyaolje	-5 °C	- 16°C
Frityrolje (sn)	Ca 0 °C	
Slakteavfall	+ 10 °C	
Palmeolje	+ 20 °C	+35°C
Jordnøttolje		+ 3 °C

Som Rudolf Diesel selv viste, kan dieselmotorer gå på *ubehandlet planteolje*. Enkle dieselmotorer kunne bruke slikt drivstoff uten å ta særlig skade av det, men da var det nødvendig med spesielle startprosedyrer med bl.a. oppvarming av både motor og drivstoff, evt igangsetting på raffinert petroleumsdiesel. Ubehandlet, evt rensset/filtrert, olje er dag uaktuelt.

Biodiesel – dårlig rykte i landbruket

Som nevnt over har diesel høyere smelte- og kokepunkt enn bensin. Tåkepunkt og blokkeringspunkt er også viktige parametere. For førstegenerasjons biodiesel varierte disse fire viktige temperaturpunktene sterkt, etter råvaren dieselen er basert på og kvaliteten i produksjonsprosessen. Dårlig biodiesel kunne gi problemer med start av kald motor, særlig i kombinasjon med kaldt vær. Det kunne også gi problemer med tette dyser og filtere som igjen kunne føre til suboptimal motordrift og svekket kraft og drivstoffutnyttelse. Fettsyrene i den tidlige biodieselen kunne også i enkelte tilfeller føre til kjemisk slitasje i ventiler, dyser og pakninger og dermed føre til økt servicebehov og redusert driftssikkerhet. Det er uklart hvor hyppig de nevnte problemene forekom, men det er hevet over tvil at det har medført skepsis blant utøvere av bondeyrket til biodieselens egnethet for landbrukstraktorer.

Mange traktorleverandører har også ventet til forholdsvis nylig med å godkjenne biodiesel til bruk i deres traktorer. Og da er det den nye biodieselen (FFBD, se nedenfor) som er godkjent.

På den annen side skal det ikke underslås at noen traktorleverandører har satset på å tilpasse sine traktorer til førstegenerasjons diesel. Enkelte modeller har hatt «fabrikkgodkjenning» for drivstoffet helt tilbake til 90-tallet.

Biodiesel i traktorprosjektet – ren biodiesel i norsk landbruk

Traktorprosjektet som er et praktisk driftsforsøk med vel 15 traktorer, strekker seg fra høsten 2018 til høsten 2019. Målet med prosjektet er å dokumentere de ovennevnte forhold ved bruk av «markedets beste biodiesel». Det vil si at i prosjektet brukes andre generasjons diesel og ikke førstegenerasjonsdiesel eller såkalt FAME. I prosjektet brukes fullraffinert fornybar biodiesel (FFBD) etter standarden EN 15940 (upresist kalt HVO). Denne dieselen ser ut til å kunne prestere like godt som konvensjonell fossil diesel driftsmessig, kanskje bedre på noen områder. Klimagevinsten i forhold til konvensjonell diesel kan ligge på opp mot 90 %. Dette er en biodiesel som er i rask vekst og som om få år vil kunne produseres i Norge og Norden med utgangspunkt i skogsvirke, avfall fra skogsindustri og i prinsippet nesten all mulig annen biomasse. Denne biodieselen er foreløpig dyr og ikke konkurransedyktig privatøkonomisk. Det vil dessuten bli etterspørselsdrevet konkurranse om den, ved at både veitrafikksektoren vil etterspørre den til innblanding med konvensjonelt drivstoff og raffineriene kan velge å vri produksjonen mot flydrivstoff i stedet for anleggs-/landbruksdiesel. (Mer om dette i avgiftsutredningen: «Virkemidler for Ren biodiesel i norsk landbruk» som skrives av Per Kr Rørstad ved NMBU)

V. Biodiesel i dagens marked

Første generasjons biodiesel eller FAME (Fatty Acid Methyl Ester)⁶

Biodiesel som brukes i Norge er gjerne laget av raps og er en type FAME kalt RME (Raps Methyl Ester). Biodiesel lages fra oljeholdige planter som raps eller soya. Oljen varmes opp og det igangsettes en kjemisk reaksjon ved tilsetning av ca. 10 % lut og metanol. Dermed erstattes glyserolet i fettene med metanol. Alternativt til planteoljer kan det brukes fett fra slaktedyr eller fiskeavfall. Glycerol blir et restprodukt fra prosessen og utgjør ca 10 % av mengden.

I andre generasjons biodiesel, eller HVO (Hydrogenbehandlet vegetabilsk olje)⁶

brukes hydrogenering (herding) i stedet for estrifisering slik vi så for FAME/RME. Den hydrogenerte oljen eller fettene gir en diesel som kalles HVO. Biodiesel av HVO-typen omtales ofte som «fornybar diesel».

EN 15940 eller fullraffinert fornybar diesel (FFD) er et drivstoff som i tillegg til hydrogenering av biologisk fett (HVO) har gjennomgått en full oljeraffineriprosess med destillasjon evt. supplert med

cracking, isomering og andre prosessledd, slik som både bensin og diesel fra fossilt råstoff har. Det er dette drivstoffet som brukes i «Traktorprosjektet», hvor hypotesen som testes er at dette er et fullt ut likeverdig drivstoff for jordbrukstraktorer både mht til kraft, effektivitet, driftssikkerhet og servicebehov. Legg spesielt merke til at kvaliteten på dette drivstoffet er uavhengig av råstoffet. Det kommer av at raffineringen (som i konvensjonelt råoljeraffineri) endrer kjemien på en mer fundamental måte.

Avansert biodrivstoff er et viktig begrep i avgiftssammenheng fordi det, i noen sammenhenger, teller dobbelt i beregning av utslippskutt. Avansert biodrivstoff er i praksis drivstoff produsert av råvarer som ikke kan brukes til mat eller fôr eller er klassifisert som avfall (brukt frityrolje er f.eks. klassifisert som avfall). Alle de over nevnte dieselkategoriene kan i prinsippet være «avanserte» etter denne definisjonen.

VI. Framtidig norsk biodiesel/flytende biodrivstoff

Teknologi

Det foregår en rask teknologiutvikling for produksjon av biodiesel/flytende biodrivstoff. Men grunnleggende kjemi er ofte den samme som i tradisjonell teknologi som Fischer-Tropf-prosessen og pyrolyse.

Fischer-Tropf-prosessen er en kjemisk reaksjon som omdanner karbonmonoksid og hydrogen til flytende hydrokarboner ved hjelp av en katalysator. Gjennom denne prosessen kan en lage diesel fra andre råstoffer enn råolje, slik som naturgass, kull og biologisk avfall. Prosessen ble utviklet i Tyskland på 20-tallet, primært for å kunne omdanne kull til olje. Teknologien er i rask utvikling for å kunne omdanne biologisk råstoff til flytende drivstoff.

Pyrolyse er spalting av sammensatte stoffer til enklere forbindelser ved bruk av varme i en inert atmosfære, i praksis uten (tilstrekkelig) oksygen. Et kjent eksempel er framstilling av trekull ved oppvarming av ved i en kullmile. Koksverk tar kullet videre til koks ved hjelp av pyrolyse. Pyrolyse brukes i oljeraffinerier og i kjemisk industri. Et eksempel er spalting (cracking) av lange hydrokarboner til kortere.

Norsk biodrivstoffkapasitet under utvikling

Silva Green Fuel på Tofte

I begynnelsen av 2018 satte Statkraft og Södra i regi av sitt felles selskap «Silva Green Fuel» i gang med å bygge et demonstrasjonsanlegg for avansert biodrivstoff med råstoff fra skogen og evt andre kilder. Anlegget skal ligge på Tofte i Hurum og skal stå ferdig i løpet av 2019. Selskapene vil deretter beslutte om det skal bygges fullskalaanlegg. Staten ved Enova har bevilget 116 millioner kroner av investeringen på 500 millioner.

Det er det dansk-kanadiske selskapet Steeper Energy som skal levere teknologien. Kapasiteten på en fullskala produksjonslinje vil være rundt 100 til 150 millioner liter biodrivstoff pr år. Dersom et første anlegg blir vellykket vil det komme flere. Det er store mengder potensielt råstoff fra skog.

Steeper Energy har en rekke patenter knyttet til prosessen som skal brukes. Det dreier seg om teknologi som baserer seg på pyrolyse under høyt trykk. Patentene anerkjenner dansken Steen B. Iversen som oppfinner og omfatter både prosessspesifikasjoner og produksjonsutstyr.

Biozin i Åmli

På slutten av 2018 besluttet selskapet Biozin å etablere et produksjonsanlegg for avansert bioråolje i Åmli. Anlegget planlegges å produsere 120 mill liter pr år. Samlet er det besluttet å investere 3,5 milliarder kroner på Åmli. Råstoffet skal i første omgang være avfall og lavverdimasse som er biprodukt av skurtømmer. Lokaliseringen er på nabotomta til Bergene Holms sagbruk i Åmli. Anlegget skal stå ferdig i 2020. Hvis alt går etter planen har Biozin ambisjoner om å etablere 4 eller 5 anlegg i Norge. Det er finske Pöyry som har den faglige ledelsen av Biozins etablering.

Det er det svenske oljeselskapet Preem som skal raffinere bioråoljen fra Åmli-anlegget. Preem har raffinerier bl.a. i Lysekil og Göteborg. Drivstoffet som produseres på denne måten får en CO₂-besparelsen på 90 % målt med regnereglene i Fornybardirektivet.

Biokraft på Skogn

Selskapet Biokraft AS bygger nå et biogassanlegg på Fiborgtangen i Skogn rett ved siden av Norske Skog Skogns papirfabrikk. Råstoffet skal i starten hovedsakelig være avløpsvann og slam fra papirfabrikken, i tillegg til avfall fra fiskeoppdrett.

Det er flere teknologileverandører til biogass-fabrikken. Svenske Purac og finske Wärtsilä leverer teknologi og utrustning for produksjonsanlegget. Det ferdige produktet er LBG (Liquified Bio Gas) som holdes flytende på minus 160 grader og lagres i isolerte tanker. Fabrikken på Skogn vil få en kapasitet som tilsvarer 25 millioner liter fossil autodiesel pr år. Biogass kan i prinsippet omdannes til biodiesel, men det vil primært gå til anvendelser hvor gassen kan brukes direkte og dermed frigjøre et dieselbehov av nevnte størrelsesorden.

Bioetanol på Hønefoss og Sarpsborg

Viken skog og finske ST1 planlegger en bioetanolfabrikk i Hønefoss. Anleggets planlagte produksjonskapasitet skal være 50 millioner liter bioetanol basert på cellulose fra rester av lokal skogsindustri. Teknologien er fortsatt under utprøving, men vil kunne være i produksjon i 2022.

Borregaard i Sarpsborg produserer allerede 20 millioner liter bioetanol på sitt anlegg.

Algebasert biodiesel

Energigården⁶ beskriver tredjegerasjons biodiesel som algebasert produksjon, ved at algevekst optimaliseres ved å tilføre riktig mengde av lys, næringsstoffer og CO₂. Algene vokser og produserer oljer som lagres inne i cellene. Denne oljen kan ekstraheres og prosesseres videre til biodiesel.

Det er en rekke andre muligheter for teknologi- og prosessutvikling som ligger fram i tid som det vil føre for langt å gå inn på eller nevne her.

Konklusjon om flytende norsk biodrivstoff

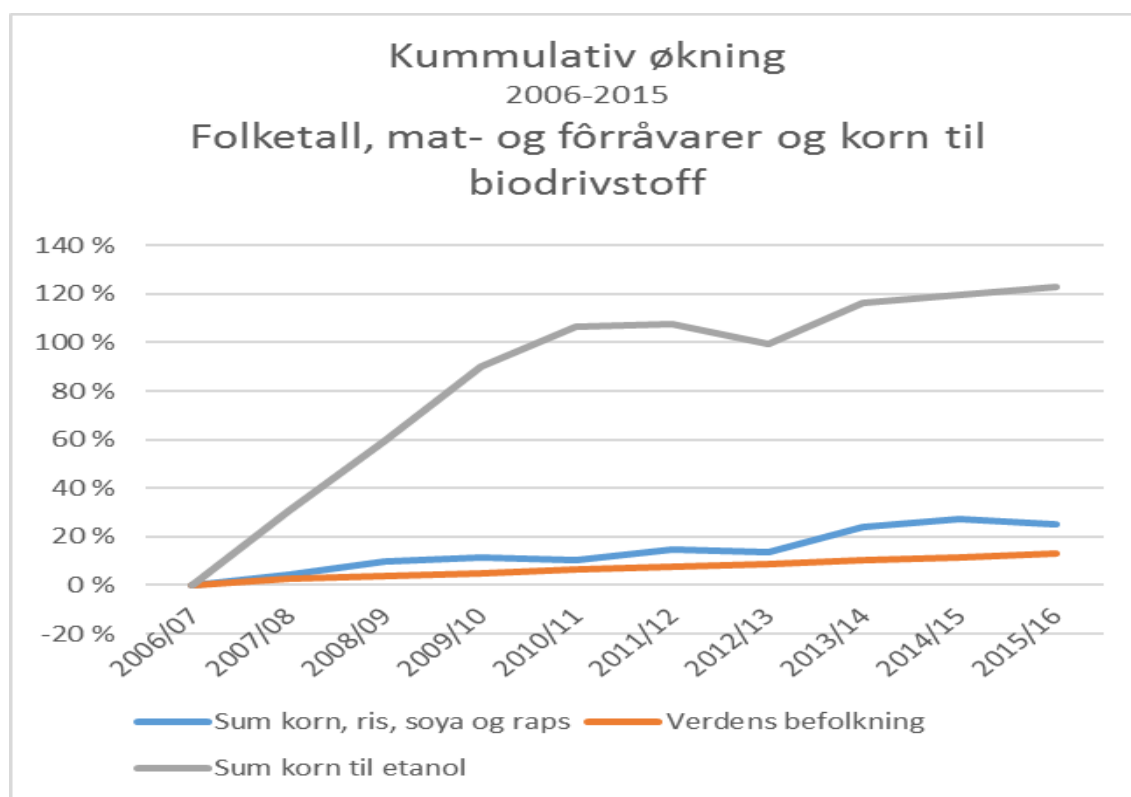
På basis av eksemplene over kan vi konkludere med at det er igangsatt eller vedtatt igangsatt produksjon av flytende norsk biodrivstoff som vil kunne utgjøre 370 mill liter en gang mellom 2022 og 2025. Mye, men ikke alt av dette vil kunne komme i form av «diesel». Dersom Biozins planer om 4-5 nye anlegg i samme størrelsesorden blir realisert snakker vi om oppimot 1 mrd liter samlet på et senere tidspunkt. Men teknologiutviklingen går raskt og volumet kan vise seg å bli høyere enn det. Til sammenligning bruker norsk jordbruk i dag om lag 150 mill liter diesel pr år. Men det er mange sektorer som vil konkurrere om dette råstoffet.

Det meste av det nevnte produksjonspotensialet tar utgangspunkt i råstoff fra skog og gir en klimagassgevinst på over 70% og kanskje så mye som 90% etter Fornybardirektivets regneregler. Det betyr at det er svært klimaeffektivt drivstoff. Det betyr også at vi slipper å bekymre oss for effekten på matvareproduksjon, nasjonalt eller globalt. Råstoff fra skogen konkurrerer ikke med matproduksjon, men fordi produksjonssyklusen i boreal skog er lengre enn i åkerbasert produksjon tar det litt lenger tid før klimaeffekten blir virksom.

VII. Dilemmaer - tropisk regnskog - mat eller drivstoff?

Som nevnt ser det ut til at vi i løpet av få år vil kunne få tilgang på et betydelig volum med skogsbasert klimaeffektiv biodiesel. Men det blir konkurranse om denne dieselen, og det er ikke gitt at den blir kanalisert til bruk i landbruket. Andre sektorer, f.eks luftfarten, kan vise seg å være en mer verdifull og politisk attraktiv anvendelse.

Biodiesel kan lages av mange ulike råstoff, det kan også bioetanol som er aktuell til innblanding i bensin. Bioetanol som drivstoff lages på global basis primært av mais (70%). I 2017 var verdenshandelen med etanol ca 9,4 mrd liter. På eksportørsiden var USA den største med over halvparten av det nevnte volumet, mens på importørsiden er det en rekke jevnstore land med Japan som den største nettoimportøren. Produksjon og forbruk av bioetanol samme år lå på ca 100 mrd liter. USA er størst med 60 % av produksjonen og 55 % av forbruket, med Brasil på andreplass med 26 % av produksjon og forbruk.



Figur 1: Økning (kummulativ) i matproduksjon, befolkning og korn til etanol

Når det gjelder palmeolje var total eksport i 2017 på 47 mrd kg (47 mill tonn). Det meste kom fra Indonesia og Malaysia med hhv 28 og 16 til sammen 44 mrd kg. India er største importør med ca 10 mrd kg, EU importerer 7 mrd kg og Kina importerer 5 mrd kg, det samme som Pakistan og Bangladesh samlet.

Som det framgår har vi bra statistikkgrunnlag på handel med palmeolje, men vi har ikke god statistikk på hvor mye palmeolje som faktisk produseres, og heller ikke hvor stor del som går til mat og hvor mye som går til biodrivstoff. Det vi vet er at i Asia går veldig mye til mat, ikke minst til mindre velstående folkegrupper fordi palmeolje er sunt innenfor rammen av et ellers magert kosthold, og dessuten er palmeolje billig. Det kommer av at det er billig å produsere og at oljepalmen utnytter arealet omtrent 10 ganger mer effektivt enn å dyrke soyabønner eller raps.

Soya og raps er også aktuelt råstoff i biodieselproduksjon, men relativt dyrt i forhold til mange andre alternativer og kan komme til å bli mindre etterspurt til biodrivstoff etter hvert som skogbasert avfall og annen biomasse blir teknologisk tilgjengelig.

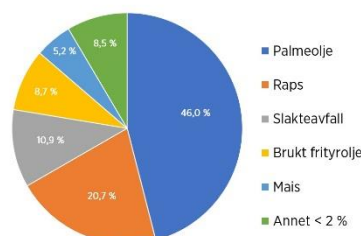
Soya er en svært viktig råvare i verdens matvareforsyning og det ville være problematisk om en stor andel av den blir brukt til drivstoff. Når det gjelder problematikken med press på regnskogarealer er det mulig å produsere soya utenfor tropene, eksempelvis er USA med Midt-Vesten verdens største soyaproducent. Soya kommer opprinnelig fra Kina og svartehavslandene har et stort utappet produksjonspotensial. Det er med andre ord ikke nødvendig å produsere soya i tropiske land. I en åpen økonomi vil imidlertid alt som er lønnsomt å dyrke kunne gi press på regnskog.

Utfordringene knyttet til palmeolje er vanskeligere enn for soya. Oljepalmen er en tropisk vekst. Det er usikkert om man kan dyrke den uten press på regnskog i form av avskoging. Effekten av sertifiseringsprogrammer som skal dokumentere dyrking på areal som ikke kommer fra regnskoghogst, er omstridt. I en [rapport](#) fra IUCN Oil Palm Task Force, som kom i 2018 og der NMBU-professor Douglas Sheil er medforfatter, kan vi finne argumentasjon for at utvikling av bærekraftige dyrkingsmetoder og sertifisering er veien å gå.

Debatten om palmeolje kan være betent, også i Norge. I traktorprosjektet har vi valgt å kjøre på biodrivstoff som ikke inneholder palmeolje. Sertifisert palmeolfri olje blir noe dyrere. Men som vi viser i kapittel V vil råstoff fra boreal skog og andre biomasser snart bli vesentlig mer tilgjengelige.

Førstegenerasjons biodieselrystoff som konkurrerer med matproduksjon

Hvilke råstoff var biodrivstoffet i 2017 laget av?



Kilde: Tall SSB og Miljødirektoratet, bearbeidelse Drivkraft Norge

Tallene over refererer seg til veitrafikkdiesel der det er tale om konvensjonell fossil diesel som iblandes førstegenerasjons biodiesel. Etter hvert som innblandingkravet trappes opp i veitrafikksektoren kan det også bli tale om å iblande den dyrere EN15940 fullraffinerte dieselen.

Så lenge det er billig førstegenerasjons diesel som anvendes, faller soyaolje ut på grunn av høyt smeltepunkt og dårlige vinter- og filteregenskaper. Når man går over til fullraffinerte produkter blir soya aktuelt på linje med raps/rybs. Soya og raps/rybs er vekster som kan dyrkes i temperert sone og kan være uproblematisk i forhold til hogst av regnskog, selv om en del soya i dag produseres nær Amazonas.

Når det gjelder slakteavfall og brukt fritureolje kommer dette godt ut av alle bærekraftregnestykker fordi det har status som avfall. Problemet med begge er selvfølgelig at det er biprodukter som forutsetter produksjon av hovedproduktene hhv fritureolje av raps, soya etc eller kjøtt. Økt konsum av gatekjøkkenmat og kjøtt er som vi vet omstridt, og ikke nødvendigvis bærekraftig.

For vel 100 år siden da hesten var det viktigste fremkomstmidlet er det beregnet at 20 % av jordbruksproduksjonen gikk med til høy, havre og annet for til hest. Det er med andre ord solid tradisjon for å dyrke transport- og trekkdrivstoff på matjord. Det er også verdt å merke seg at FAO slår fast at vi må dyrke både mat og energi, men når det er konflikt må mat komme først. Det kan derfor ikke sies å være galt i seg selv å produsere drivstoff på dyrka mark, selv om det i Norge har vært tydelige stemmer for at det ikke skal skje.

Globalt sett er det samlet tilgang på nok mat, men når sult fortsetter å være et betydelig globalt problem kommer det av politiske kriser og fattigdom. Når det gjelder matproduksjon fungerer markedsøkonomien bra mye av tiden. Etter andre verdenskrig har det imidlertid vært to store globale markeds kriser for mat, den første i årene 1972-5 og den andre i årene 2007-11. Det er mulig at klimaendringene vil bidra til at de kommer hyppigere i framtiden.

På det nasjonale norske plan går selvforsyningsgraden for mat stadig nedover og storstilt dyrking av raps til biodiesel, som kunne være agronomisk mulig, ville være problematisk med våre begrensede arealer.

Kumulativ klimagevinst - presisjonsjordbruk

Traktorprosjektet som nå pågår, tar utgangspunkt i at størstedelen av dagens traktorpark må være i drift i mange år til, i de fleste tilfelle noen tiår. Som tidligere nevnt startet vi traktorprosjektet med en biodiesel som etter regnereglene i fornybardirektivet gir 82,3% reduksjon av utslipp. Reduksjonsprosenten varierer noe avhengig av hvilket råstoff EN15940-en er basert på. ECO-1 opplyser at deres fornybare dieselprodukter i gjennomsnitt gir en reduksjon på over 75 %, men at de beste (og dyreste) produktene gir over 85 % reduksjon.

Traktor- og motorteknologi er i rask utvikling, dieselmotorene blir mer drivstoffeffektive, og GPS-styring og annen teknologi gjør at antall timer traktorkjøring for å utføre et gitt arbeid synker.

Når det gjelder drivstoffeffektivitet i jordbrukstraktorer finnes det studier⁷ som antyder en effektivisering på mellom 10 og 15 % i perioden 1980 – 2000. Dvs hvis vi legger 12% til grunn, en årlig effektiviseringsgevinst på 0,9%. Etter dette har det skjedd en videre utvikling, spesielt innen innsprøytningssystemer med «common rail»-teknikk, og elektroniske styresystemer. Det er naturlig å anta at effektiviseringen i perioden etter århundreskiftet ikke er lavere enn i perioden før. Dette betyr at dersom man tar utgangspunkt i 1990 som basisår, kan norske jordbrukstraktorer og øvrige dieselmaskiner allerede ha spart inn i størrelsesorden 30 % av dieselforbruket, som følge av ren maskinteknologi.

Med presisjonsjordbruk får vi en rekke fordeler, bl. a. mindre forbruk av gjødsel og plantevernmidler som ligger utenfor vår ramme i dette notatet. Vi får også bedre styring av traktorenes dekking (mindre overlapp) av de enkelte teigene og samtidig et redusert antall traktortimer. Denne utgjør også en drivstoffinnsparing som kommer i tillegg til den maskintekniske gevinsten (over). En studie⁸ antyder, med utgangspunkt i amerikanske forhold en innsparing på maskintid ved GPS-guiding på 6,04% (og noe mer på drivstofforbruk på 6,32%, nb ikke kumulativt). Det er naturlig å tenke seg at

dette tallet blir høyere med mindre og mer uregelmessige teiger i Norge. Ved overgang til full «autosteering» i tillegg til GPS-guiding, blir tallene om lag dobbelt så høye iflg studien, 11,79% tidsgevinst (11,65% i drivstoffgevinst ikke kumulativt).

Som et eksempel kan vi illustrere den kumulative reduksjon i klimagassutslipp og bruke de ovennevnte verdiene (som er realistiske, men som kunne vært satt høyere med andre realistiske forutsetninger).

Sum reduksjon i klimagassutslipp = $1 - (1-a)(1-b)(1-c)(1-d)$

Utslppsreduksjon ved innføring av FFBD EN15940 = $a = 82,3 \% = 0,823$

Motoreffektivitet 1990-2019 redusert drivstofforbruk = $b_1 = 30\% = 0,30$

Motoreffektivitet prognose 2019 – 2027 red drivstoff = $b_2 = 7\% = 0,07$

Presisjonsjordbruk –reduert traktortimetall optimal styring = $c = 6\% = 0,06$

Økt avling pr areal ved presisjonsjordbruk = d (her har vi ikke tall, men tar det med for resonnementets skyld)

Legger vi a , b_2 og c til grunn, kan vi anslå en reduksjon på 85% i klimagassutslipp fra jordbrukets maskindrift ved å gå over til FFBD EN15940 og presisjonsjordbruk i perioden 2019 – 2017. Dersom vi også tar med effekten av den tekniske drivstoffeffektiviseringen som har kommet siden 1990 (b_1) som basisår blir tallet høyere og ca 89 %.

Konklusjon om biodrivstoff og dilemmaer knyttet til matproduksjon, og avskoging av regnskog

Det er dilemmaer knyttet til produksjon av biodrivstoff i forhold til matproduksjon og avskoging av regnskog. Disse dilemmaene er betydelige og vanskelige å håndtere ved bruk av første generasjon biodiesel med FAME/RME-teknologi.

Som vist i kapittel V står vi nå foran et teknologisk gjennombrudd for andregenerasjonsbiodiesel som vil åpne for bruk av nær sagt all slags biomasse. Det vil i løpet av få år gjøre at vi kan forlate mat- og oljevekster som råstoff. Det som i første omgang er aktuelt i Norge er avfall fra skogbruket. Innenfor nasjonale rammer er dette en klimamessig «perfekt løsning» så lenge ubenyttet avfall fra skog er tilgjengelig. På lenger sikt og i et globalt perspektiv kan det være utfordringer knyttet til å hogge skog for å lage biodiesel, men i forhold til å bruke palme-, raps-, mais- og soyaolje er de bagatellmessige.

Det meste av det nevnte produksjonspotensialet tar utgangspunkt i råstoff fra skog og gir en klimagassgevinst på over 70% og kanskje så mye som 90% etter Fornybardirektivets regneregler. Det betyr at det er svært klimaeffektivt drivstoff.

I forhold til avskoging av regnskog er utfordringene betydelige selv om de ikke primært er knyttet til drivstoffproduksjon. Traktorprosjektet har valgt å bruke drivstoff som er sertifisert fritt for palmeolje.

Videre arbeid

I følge fornybardirektivet er brukt fritryolje regnet som avfall, selv om det i realiteten består av raps, mais, soya og solsikkeolje og noen ganger en dæsj palmeolje. Når tilgangen på brukt olje er slutt vil vi enten måtte spise mer gatekjøkkenmat eller være ærlige om hva vi bruker. Det samme gjelder når vi har brukt opp skogindustriens avfall. Da må vi begynne å hogge skog for å få den samme dieselen, med boreal barskog er det 100% fornybart etter en syklus på 60 – 70 år, men å bygge hus med

tømmeret vil gi bedre klimagevinst. Dessuten arbeides det også med å bruke trefiber som næring til produksjon av protein til dyrefôr. Nye marine råstoff er på vei, men bør det heller brukes til fiskefôr? Slike dilemma kan mange bli stilt overfor i tiden framover.

Arealdimensjonen er også dårlig analysert i dette bildet. Hvor mye av verdens jordbruksarealer er i dag i bruk, og hvor mye av dette arealet brukes til henholdsvis mat, fôr, drivstoff og fiber? Hvor mye av dette kan bytte med hverandre? Hvor mye av det potensielle jordbruksarealet er ikke i bruk, og hvor mye er brakklagt i høyinntektsland som strever med overproduksjon? Hvor mye er tørket bort i tørkerammede land, hvor mye av dette kan gjenvinnes? Vi vil i det videre arbeidet i prosjektet også i noen grad komme inn på viktige bærekraftsspørsmål knyttet til arealbruk og produksjon av energi på jordbruksarealer og reduksjon i artsmangfold knyttet til arealbruk bl.a. i tropiske strøk.

Vi kommer til å få betydelige mengder med topp bærekraftig diesel fra norsk landbruk i løpet av noen få år. Men er det slik at dette drivstoffet uten videre kan kanaliseres til jordbruket? Er det slik at markedet eller politikerne eller begge vil stille dette drivstoffet til disposisjon for flytrafikken i stedet? Hvordan vil virkemidlene blir utformet? Hvordan kan markedsutviklingen sannsynliggjøres?

Dette er spørsmål som Ruralis har kompetanse og kapasitet til å utrede nærmere i en eventuell del 2 av bærekraftprosjektet. Ref søknaden av 21.3.2018.

Referanser

- 1) Miljødirektoratet/SSB
<https://www.miljostatus.no/tema/klima/norske-klimagassutslipp/klimagassutslipp-jordbruk/>
- 2) Harsem-rapporten. Erik Harsem, 24.3.2014. ECO-1 bioenergi. <https://bit.ly/2CtNymf>
- 3) Landbruk og klimaendringer, arbeidsgruppens rapport avgitt 19.2.2016, leder Erik E. Hohle.
- 4) Traktorprosjektet L21T, Ruralis, IN <https://ruralis.no/prosjekter/ren-biodiesel-som-drivstoff-i-norsk-landbruk/>
- 5) Blindheim, Ulf (2018). Petrokjemi. I Store norske leksikon. <https://snl.no/petrokjemi>.
- 6) Energigaarden.no <http://www.energigarden.no/om-bioenergi/biodrivstoff/biodisel/>
- 7) R. Grisso et al, (2010) Virginia Tech. Predicting Tractor Diesel Fuel Consumption, ,
- 8) G.C. Bora et al, (2012) Springer ISSN: 2192-0567. Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA

Noen grunnleggende sammenhenger

Atomvekt O = 16

Atomvekt C = 12

$\text{CO}_2/\text{C} = 44/12 = 3,66$

$3,66 \times 0,84 = 3,1$

$3,1 - \text{hydrogen } 0,44 = 2,66$

1l diesel = 0,84 kg diesel => 2,66 kg CO_2

150 mill liter diesel => 400 mill kg $\text{CO}_2 = 0,4 \text{ mtco}_2$

HVO – EN15940 gir 60 - 90 % reduksjon.

Eks 82,3% gir 329 200 tonn CO_2 i besparelse.