

Hovedrapport fra prosjekt
«REN BIODIESEL SOM DRIVSTOFF I NORSK LANDBRUK»



Av

**Bjørn Eidem, Ruralis – Institutt for rural- og regionalforskning,
Hans Christian Endrerud – Høgskolen i Innlandet, Blæstad, og
Tove Hatling Jystad, Mære Landbruksskole**

5. desember 2019

Hovedrapport fra prosjektet

«REN BIODIESEL SOM DRIVSTOFF I NORSK LANDBRUK»

- omfatter hovedprosjektet, etablert mars 2018,
og gammeltraktorprosjektet, etablert februar 2019

Innhold

| | |
|---|----|
| I. Forord | 2 |
| II. Innledning og prosjektetablering | 5 |
| III. Sammendrag og konklusjoner | 8 |
| IV. Metode og gjennomføring | 9 |
| IV.1 Metode | 9 |
| IV.2 Gjennomføring | 9 |
| IV.3 Resultater | 10 |
| IV.4 Dieselmengde brukt i prosjektet | 10 |
| IV.5 Motoroljediagnostikk | 10 |
| IV.6 Timetall kjørt i prosjektet | 11 |
| IV.7 Brukererfaringer | 12 |
| V. Studentoppgaver 2018-2019 | 12 |
| Vedlegg 1 Ordliste, begreper og definisjoner | 14 |
| Vedlegg 2 Utvikling innen teknologi for dieselmotorer | 15 |
| Henvisninger | 16 |

Foto forside: Rolf Magnus W. Sæther

I. Forord

Reduksjon av utslipp av klimagasser og utfasing av fossilt drivstoff er tidens store sak. Da vi gikk inn i denne oppgaven med landbrukets bruk av flytende drivstoff som problemstilling valgte vi et flertydig prosjektnavn «ren biodiesel som drivstoff i norsk landbruk». Hva betyr «ren biodiesel» i denne sammenhengen? Det kan bety minst fire forskjellige ting samtidig.

For det første er det drivstoffet vi har brukt i prosjektet fritt for palmeolje, og gir med dagens politisk vedtatte regneregler over 90 % innsparing av klimagassutslipp i forhold til konvensjonell fossil diesel. Når denne dieselen i framtida kan produseres på skog og skogsavfall vil den etter en innkjøringsperiode gi 100 % vitenskapelig reduksjon. Dvs rent i klimaforstand.

For det andre har vi brukt drivstoffet i «ren» form, i betydningen ublandet. Så langt har innblandingskrav til drivstoff i veitrafikksektoren vært hovedelementet i myndighetenes strategi for flytende biodrivstoff. For bare få år siden var den tilgjengelige «biodieselen» mindre egnet mht driftssikkerhet og motorteknisk vedlikehold, og dette var tale om et mindre foredlet produkt – basert på presset plantemateriale. Av den grunn var det hensiktsmessig å tynne biodieselen ut med konvensjonelt fossilt drivstoff. Det er nå dokumentert at den nye dieselen som er produsert etter EN15940 – standarden er fullt på høyde med konvensjonell fossil diesel motorteknisk og driftsmessig sett. Derfor er det nå mulig og hensiktsmessig å bruke den i ren form. Antakelig er tiden nå inne for å lage rammebetingelser som gjør at den nye dieselen blir kanalisert mot sektorer der den kommer best til nytte. For eksempel til landbruk og anleggssektoren. Om noen år vil den nye teknologien også kunne lage flybensin av det samme råstoffet. I så fall er det mye som peker i retning av å avvikle myndighetenes innblandingslinje og bruke *ren* vare slik vi har gjort i dette prosjektet.

For det tredje er den nye fornybare biodieselen etter EN15940-standard, som antydnet over, den første fullraffinerte biodieselen på markedet. Det vil si at den er ren i betydningen destillert og tilnærmet fri for forurensninger.

For det fjerde har det skjedd mye med selve dieselmotoren de siste åra. Den har blitt rentbrennende i den forstand at «ad-blue»-teknologien har eliminert NO_x-utslipp. Dessuten har «common rail»-teknologien gjort det mulig å sprøyte drivstoffet mikro-elektronisk inn i sylindrene med et arbeidstrykk på 1800 atmosfærer. Resultatet er en rentbrennende motor.

Det har vært et privilegium å få arbeide med «ren biodiesel» til norsk landbruk i en tid der svært mange faktorer i ligninga som må løses for å kunne eliminere fossilt drivstoff norsk landbruk har endret seg i positiv retning. Vi ser at det er realistisk å nå målet om fossilfri drift i norsk landbruk i løpet av en tiårsperiode.

Vi takker med dette Innovasjon Norge som har vært aktive og lydhøre pådrivere. Innovasjon Norge har også vært rådgivere i etableringsfasen og ført viktige kompetansmiljøer sammen, og ikke minst kanalisert nødvendige ressurser til prosjektet.

Vi vil takke Felleskjøpet Agri SA og Eikmaskin AS for ressurser og kompetanse som var avgjørende for at prosjektet kunne finne sted.

På samme måte vil vi takke ECO-1 som leverandør av drivstoff og utstyr, og for ressurser til prosjektet.

Til sist en stor takk til bøndene som deltok entusiastisk og helhjertet i prosjektet, på tross av gamle rykter om at biodiesel ikke skulle være bra for traktoren.

Vi vil også takke Norsk Landbruksrådgivning, Eiksenteret på Steinkjer og Felleskjøpets avdelinger på Steinkjer og Levanger for godt samarbeid gjennom prosjektperioden.

Værnes, 5.12.2019

Bjørn Eidem, Ruralis Utredning, prosjektleder

Hans Christian Endrerud, Høgskolen i Innlandet, Blæstad, prosjektleder traktorforsøk

Tove Hatling Jystad, Mære Landbruksskole, prosjektkoordinator og brukerkontakt

Takk for godt samarbeid!

Finansiering og
inspirasjon:



Prosjektdeltakere:



Mære
landbruksskole



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Samarbeidspartner:



NORGES BONDELAG



II. Innledning og prosjektetablering

Etablering av prosjekt, samarbeidspartnere, rekruttering av gårdbrukere og søknad om prosjektfinansiering hos Innovasjon Norge

Innenfor rammen av landbrukets del av bioenergiordningen (LUF-BIO 050) som forvaltes av Innovasjon Norge, søkte Ruralis – Institutt for rural- og regionalforskning i mars 2018 om støtte til å gjennomføre testing av fornybar biodiesel etter standarden EN 15940 på moderne og noe eldre traktorer. Formålet var å kartlegge og dokumentere forskjeller i driftsproblematikk, slitasje og servicebehov og dessuten drivstofføkonomi og -forbruk i forhold til konvensjonell fossil diesel. Formelt sett er det snakk om to separate prosjekter, «hovedprosjektet» kom som nevnt først, og deretter i februar 2019 kom «gammeltraktorprosjektet» som er en utvidelse med eldre traktorer. Årsaken til denne rekkefølgen forklares nedenfor.

Situasjonen da vi startet prosjektet var at «biodiesel» hadde et dårlig rykte som drivstoff til traktorer og landbruksmaskiner i norsk landbruk. Det het seg at det i tillegg til generell økt slitasje og servicebehov var risiko for driftsstans knyttet til tette dyser, filtre etc. og ikke minst til oppstartsproblemer i kaldt vintervær.

Da Ruralis i slutten av 2017, i samarbeid med Høgskolen på Innlandet og Mære Landbruksskole startet arbeidet med å etablere et prosjekt og rekruttere gårdbrukere til forsøksdriften var det et stort problem å få skriftlige bekreftelser på at drivstoffet vi skulle bruke var godkjent som normalt drivstoff for de valgte traktormodellene, og at garantivilkår og forsikringer gjaldt. Naturlig nok ville ingen risikere traktoren sin, og vi mistet mange av de brukerne som først var rekruttert i denne prosessen.

Da vi fikk klare avtaler med Eikmaskin AS og Felleskjøpet Agri SA om nye traktorer av merkene John Deere, Massey Ferguson og Fendt snudde situasjonen og vi fikk motiverte traktorbrukere med i prosjektet. I tillegg til å fremskaffe dokumentasjon og garantier stilte de nevnte selskapene også opp som deltakere og bidragsyttere til prosjektet. – Her må det nevnes at andre selskaper og traktormerker kunne ha deltatt, men for å begrense prosjektets administrative kompleksitet knyttet til bl.a. garantispørsmålet nøyde vi oss med Eikmaskin og Felleskjøpet, og de tre nevnte traktormerkene, som vi hadde utviklet et godt samarbeid med. Legg for øvrig merke til at det ble stor variasjon i traktormerkene i «gammeltraktorprosjektet» som omtales nedenfor. Her var vi ikke bundet av garantierklæringer og hadde lettere teknisk oppfølging.

Problematikken med å få bekreftet garantivilkårene hadde ført til at traktorene som ble rekruttert til forsøksdriften i snitt ble noe nyere enn ønskelig. Det var umulig å få formell dokumentasjon fra leverandør for gamle traktorer med utgått garantitid som gjorde at vi kunne være sikre på at forsikringsvilkårene gjaldt. Det var derfor et ønske om å supplere «hovedprosjektet» med noen eldre traktorer uten «ad blue»- og «common rail»-teknologi. Det lot seg etter hvert gjøre å finne bønder som var villige til å ta risikoen og legge «nr 2 eller 3»-traktoren sin inn i prosjektet. Og, det ble søkt om støtte til det supplerende «gammeltraktorprosjektet» som Innovasjon Norge innvilget i februar 2019. I «gammeltraktorprosjektet» var det mulig å rekruttere gårdbrukere med andre

traktormodeller enn de i hovedprosjektet, for å sikre en bred og mest mulig riktig innsamling av forskningsdata ved bruk av fornybar diesel i noe eldre traktormodeller.

Nå i desember 2019 er det sluttrapportering av resultatene i begge prosjektene under ett (heretter kalt prosjektet). Prosjektets hovedmål har vært å kartlegge og dokumentere drift, driftsproblematikk, slitasje og servicebehov og dessuten drivstofføkonomi og -forbruk ved «fornybar biodiesel» i forhold til konvensjonell fossil diesel. I så måte har prosjektet gitt klare svar. Det er dessuten tatt i bruk ny og potensielt banebrytende metodikk for motordiagnostikk. Men det ligger mellom linjene i det ovennevnte at spørsmålet om hva slags «fornybart biodrivstoff» en har tilgjengelig er avgjørende. I prosjektets levetid som strekker seg over nesten to år har det skjedd store forandringer. I et forprosjekt i regi av Landbruk 21 – Trøndelag i som ble avsluttet i 2017 ble det konkludert negativt på basis av førstegenerasjons biodrivstoff (RME/FAME se ordliste) og konkurranse om ressurser mellom biodrivstoff- og matproduksjon. Fornybart drivstoff etter standarden EN 15940 gir helt andre konklusjoner, og muligheten for å produsere drivstoffet i Norge med utgangspunkt i råstoff fra skogen åpner nye perspektiver. EN 15940-dieselen er nå etablert i markedet og EN 15940 er etter alt å dømme framtidens standard for fornybar diesel.

Prosjektet har også fått lov til å se litt på bærekraftdimensjonen i det fornybare drivstoffet som er under utvikling. Her er det notatet som ble publisert ifm med prosjektets midtveisgjennomgang 22.3.2019 «Delrapport om bærekraft og klimagevinst ved overgang til fullraffinert fornybar biodiesel i norsk jordbruk» av Bjørn Eidem som gjelder (henvisning 1).

NMBUs Per Kristian Rørstad har deltatt i prosjektet og har sett på økonomisk virkemiddelbruk for å gjøre det fornybare drivstoffet konkurransedyktig og tilgjengelig i norsk landbruk. Her er det notatet «Virkemidler for Ren biodiesel i norsk landbruk» av 19.3.2019 som gjelder, også det presentert ved nevnte midtveisgjennomgang (henvisning 2).

Energigården – Senter for bioenergi v Erik Eid Hohle har parallelt med «Ren biodiesel i norsk landbruk» kjørt prosjektet «Fossilfri skogsdrift. Forsøk med fornybar biodiesel i norsk skogsdrift». Det har vært kontinuerlig og god dialog mellom prosjektene.

Prosjektorganisering og rapportering fra traktorprosjektet

Prosjektgruppen har bestått av:

- Hans Christian Endrerud, Høgskolen Innlandet, Campus Blæstad - faglig leder driftsforsøk traktor
- Tove Hatling Jystad, Mære landbruksskole, - lokal prosjektansvarlig og brukerkontakt
- Jørn Ketil Brønstad og Martin Eriksen - NLR Steinkjer, lokal ressurs overfor brukerne
- Stian Garnvik - Eiksenteret Steinkjer, samarbeidspartner for Massey Ferguson og Fendt
- Pål Brattås - FK Agri Steinkjer, samarbeidspartner for John Deere
- Geir Ingeborgrud, ECO-1 – drivstoffleverandør
- Maria Lucas, Landbruk21Trøndelag, *avviklet etter årsskiftet 18/19*
- Bjørn Eidem, RURALIS Utredning, overordnet prosjektleder

I tillegg har prosjektgruppa hatt jevnlig dialog med:

- Bjørn Gimming og/eller Sigrid Hjørnegård, Norges Bondelag

- Erik Eid Hohle, Energigården AS
- Kåre Gunnar Fløystad, Miljøstiftelsen Zero, *avviklet ultimo 18*

Det gjelder også representanter for traktorimportørene:

- Helge Malum, Felleskjøpet Agri SA
- Trond Kjempekjenn, Per Morten Aasegård (til oktober 2019) og Ole Jakob Rustad (fra oktober 2019), Eikmaskin AS

Kontaktpersoner i Innovasjon Norge:

- Olve Sæhlie og Øyvind Halvorsen (sistnevnte til og med 2018)

Gruppen av gårdbrukere i traktorprosjektet er følgende:

Hovedprosjektet

| Navn | Sted | Traktormerke | Modell |
|--|--------|---|--------------------|
| Tvestadlia samdrift (Arne Iver Tvestad, Bjørnar Moe) | Stod | Massey Ferguson (3 traktorer) | 7624, 5450, 6718S |
| Snorre Jystad | Stod | John Deere (3 traktorer) | 6310, 6130R, 6125R |
| Mære landbruksskole | Sparbu | Massey Ferguson (2 traktorer) John Deere | 5610, 6480 6420 |
| Oddvar Arne Austad | Sparbu | Fendt | 211 |
| Kåre Marius Holtan | Sparbu | Fendt | 516 |
| Jan Morten Hokstad (til januar 2019) | Frosta | John Deere (2 traktorer) | 6210R, 6250R |
| Institutt for jordbruksfag, Blæstad | Hamar | John Deere Massey Ferguson | 6130R 7475 |

Gammeltraktorprosjektet

| Navn | Sted | Traktormerke | Modell |
|----------------------------|----------------|--------------------------|------------|
| Steinar Lyshaug | Gjøvik | Deutz | K110 |
| Oddvar Arne Austad | Sparbu | John Deere | 6100 |
| Skramstad Morthov samdrift | Løten | Valmet | 8150 |
| Kåre Jonny Tørhaug | Nordre Land | New Holland | TS110 |
| Einar Frogner | Hamar | John Deere (2 traktorer) | 6120, 6520 |

Traktorer benyttet av studentene ved Høgskolen i Innlandet

| Navn | Sted | Traktormerke | Modell |
|---|-------|---|--------------------------|
| Institutt for jordbruks-fag, Blæstad | Hamar | Volvo BM Massey Ferguson John Deere (2 traktorer) | 430 550 7700, 5400 |

Rapportering fra prosjektet

1. B. Eidem, H.C. Endrerud og T.H. Jystad og; denne hovedrapporten, 5.12.19
2. P.K. Rørstad; «Virkemidler for Ren biodiesel i norsk landbruk», 19.3.19
3. B. Eidem; «Delrapport om bærekraft og klimagevinst ved overgang til fullraffinert fornybar biodiesel i norsk jordbruk», 22.3.19
4. Filip Vatne; «Ett innblikk i dieselegenskaper og en sammenlikning av HVO, FAME og konvensjonell diesel», 22.3.19
5. Øivind Karlsen; «Avgass og driftssikkerhet ved bruk av HVO på landbruksmaskiner», 22.3.19

Formidling fra prosjektet

6. Startkonferanse, Gardermoen 22. mai 2018 (33 deltakere)
7. Midtveisgjennomgang, Oslo, 22.mars 2019 (24 deltakere)
8. Sluttkonferanse, Værnes, 5. desember 2019 (44 deltakere)
9. Videoproduksjon 1 – deltakernes erfaringer (henvisning 3)
10. Videoproduksjon 2- rentbrennende kaldstart vinter (henvisning 4)
11. Kronikk, «Biodiesel, et viktig bidrag til å løse klimautfordringene», Aftenposten, 18. mai 2018
12. Kronikk, «Feil å vente på ny teknologi», Nationen, 25. mai 2019
13. Kronikk, «Fornybar biodiesel i landbruket før 2030», Nationen, 3. desember 2019
14. Redaksjonelle oppslag i landbrukspresse om prosjektet; Nationen, Bondebladet, Trønder-Avisa, NRK-TV, NRK-radio samt i FK-blad og Eik på nett

III. Sammendrag og konklusjoner

Prosjektets hovedkonklusjon er at fornybar biodiesel etter EN 15940-standarden fungerer teknisk og driftsmessig minst like bra som konvensjonell fossil diesel. Det er ingen kaldstartsproblematikk om vinteren, ingen tette dyser eller filtre og ingen ekstra vedlikeholdsutfordringer. Traktorbrukerne rapporterer dessuten om en klar fordel, at det er renere avgasser, som er en HMS-fordel ved bruk av den fornybare dieselen.

Konklusjonen er ikke overraskende og i tråd med de hypotesene prosjektet hadde ved oppstart. Det er imidlertid helt nytt at dette kan dokumenteres gjennom 8000 registrerte driftstimer med EN-15940-diesel og et mangfold av ulike traktortyper i praktisk allsidig norsk jordbruk. I alt har 25 traktorer deltatt i prosjektet.

Noe av bakgrunnen for prosjektet er at «biodiesel» har hatt et dårlig rykte som var knyttet til tidligere «biodiesel»-varianter i markedet og som gjorde at bønder så vel som maskinleverandører var negative til biodrivstoff. Dette er det ikke grunnlag for med den nye dieselen. Nå er det det fullraffinerte produktet etter EN 15940-standarden som gjelder. Det er viktig i kommunisering av prosjektresultatene at det presiseres hvilke drivstoffkvaliteter det er tale om i ulike sammenhenger.

IV. Metode og gjennomføring

IV.1 Metode

Hovedprosjektet, med start i 2018 og det supplerende gammeltraktorprosjektet som startet opp i begynnelsen av 2019, har i all hovedsak brukt samme metodikk. Begge delprosjektene gikk parallelt og ble avsluttet likt. Hovedprosjektet startet med å rekruttere gårdbrukere, inngå avtale med drivstoffleverandør og få på plass måle- og rapporteringsmetodikk. Det ble også gjennomgått rutiner og foretatt opplæring med alle som var involvert i prosjektet. Det var tre runder med samlinger på Mære Landbruksskole og dessuten oppfølging på de enkelte bruka. For gammeltraktorprosjektet ble samme leverandør av biodiesel og tanker benyttet, og samme rapporteringsskjema for gårdbrukerne.

Det ble etablert et samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Trøndelag ved kontoret i Steinkjer, og Høgskolen i Innlandet ved Institutt for jordbruksfag på Blæstad. Mære landbruksskole var også sentralt i den praktiske utføringen, og som drivstoffleverandør av fornybar biodiesel ble Eco-1 valgt. Samme firma leverte også drivstofftanker, med størrelse tilpasset antatt forbruk i prosjektperioden. Det ble levert tanker på 2300, 5500 eller 9300 liter til gårdbrukerne, samt enkelte mindre transporttanker på 200 liter.

Ved starten av prosjektet ble det valgt å samarbeide med Felleskjøpet Agri SA og Eikmaskin AS som partnere på traktorsiden for hovedprosjektet. Disse to firmaene representerte traktormerkene John Deere, Massey Ferguson og Fendt, som ble valgt ut til hoveddelprosjektet. For gammeltraktorprosjektet ble også andre traktormerker rekruttert inn.

Det ble foretatt en teknisk gjennomgang på lokalt verksted av alle traktorene i hovedprosjektet, der det ble foretatt effekttesting med dynamometer på alle traktorene med både konvensjonell diesel før service, og etter konvertering til fornybar biodiesel og service med filterskift og oljeservice. For gammeltraktorprosjektet ble det ikke foretatt effekttesting, men ellers service på motor med olje- og filterskift. Gjennom prosjektperioden ble det foretatt motoroljeprøver som ble sendt inn til oljeanalyse gjennom PonCat Norge AS.

Det er i prosjektperioden arbeidet med fire studentoppgaver på bachelornivå, hvorav to studenter leverte sin oppgave i mai 2019 og er rapportert som en del av prosjektet. De to andre skal etter studieplanen levere i mai 2020 (deres rapporter blir om mulig etterrapportert).

IV.2 Gjennomføring

For hovedprosjektet ble dieseltanker plassert ut hos gårdbrukerne i august 2018, mens dieseltankene var på plass i april 2019 for gammeltraktorprosjektet. Umiddelbart etter utplassering på den enkelte gården, ble det foretatt fylling av drivstoff på tankene. Alle traktorene ble merket ved tenningsnøkkel og påfyllingsåpning for å forhindre feilfylling i prosjektperioden. Hver deltaker i prosjektet fikk i forbindelse med gårdsbesøk og opplæring gitt skjema for tilbakemelding og utfylling gjennom prosjektperioden. I tillegg ble det orientert om gjennomføring av analyser og innsamling av data i prosjektet.

IV.3 Resultater

Rekruttering og avtaleskriving med gårdbrukerne skulle vise seg å være mer tidkrevende enn først antatt. Grunnen til dette var at traktorene måtte være i original stand, uten ulike former for modifisering av motor og motorstyring. Det var også en viss skepsis til bruk av fornybar diesel i traktormotorer som fortsatt var under garanti, før importørene kunne gå god for bruk av de aktuelle traktorene i hovedprosjektet.

Ved konvertering til fornybar biodiesel ble det ikke konstatert signifikante forskjeller i effekt mellom konvensjonelt drivstoff og fornybar diesel.

Gårdbrukerne har meldt tilbake at bruken av traktorene har foregått uten problemer knyttet til drivstoffet i prosjektperioden. Traktorene har i hovedsak hatt timebruken i vekstsesongen, men flere av traktorene i hovedprosjektet er også benyttet vinterstid, ned mot minus 25 grader C. Det er rapportert mindre røykutvikling ved start og drift, og mindre merkbar lukt fra avgassene. For de traktorene som har blitt brukt på vinteren, er det ikke meldt om startproblematikk.

Vi har fått melding om et fåtall driftsforstyrrelser i prosjektperioden, men vi kan ikke spore disse til bruken av fornybar diesel på noen av traktorene. For en av traktorene er det rapportert at start av traktoren skjer litt tregere enn normalt, men ved bruk merkes ingen forskjeller.

Tilbakemeldingene har vært unisone på at fornybar diesel etter EN15940 har fungert bra i alle traktorene som har vært med i prosjektperioden.

IV.4 Dieselmengde brukt i prosjektet

Fylt volum i prosjektet er kjent, og vises i tabellen under. Små og ubetydelige mengder diesel kan ha gått tapt ved konvertering til fornybar diesel, service og vedlikehold, og skal ha blitt tatt hånd om som spillolje.

| Prosjekt | Fylt mengde (l.) | Antatt rest (l.) | Forbrukt (l.) |
|---------------|------------------|------------------|---------------|
| Hovedprosjekt | 76.696 | 4.000 | 72.696 |
| Gammeltraktor | 9.070 | 2.000 | 7.070 |
| Bach.oppgaver | 120 | 0 | 120 |
| TOTALT | 85.886 | 6.000 | 79.886 |

Mengden restdiesel er estimert, og det har ikke vært mulig å hente ut sikre tall på hvor mye diesel som er igjen på tankene. Tidspunktet for avslutning har vært variabelt for de ulike traktorene, og har skjedd fra september til november 2019. Det antas at tankene tømmes i løpet av senhøsten 2019, eventuelt ut over vinteren 2020.

IV.5 Motoroljediagnostikk

Det forelegger et stort antall motoroljeprøver tatt fra de ulike traktorene gjennom forsøksperioden med biodiesel, og i tillegg før-prøver tatt før overgangen til det nye drivstoffet. Prøvene er tatt for å kunne se på mulige verdier for motorslitasje og motoroljeklima ved ulikt drivstoff.

Hver prøve inneholder et stort antall ulike diagnoseparametere med tilhørende verdier. Vi har valgt å se på et mindre antall, spesielt relevante, verdier i prøvesvarene, der disse kan ses i sammenheng for hver traktor gjennom prosjektperioden. Det er i utgangspunktet tatt ut to oljeprøver før overgangen til fornybar diesel etter EN15940, der det for samtlige traktorer ble skiftet olje, oljefilter og dieselfilter i forbindelse med tømning av tank for vanlig diesel, og påfylling av fornybar diesel EN15940.

De utvalgte diagnoseparametere vi har sett på i prosjektet har verdier for sot i oljen (SOT), samlet partikkelinnhold eller spon av metaller i oljen (PQI), dieselinnhold i oljen (pFc) og viskositet i oljen (V100). Det er ikke gått inn på analyse av ulike slitasjemetaller i oljen, da de kan ha ulike opphav i ulike typer motorer, ut fra alder, produsent, produksjonsmåte og utforming. I tillegg kan ulike typer tilsetninger i oljen også vise utslag, noe som gjør tolkning av enkeltmetaller i oljeprøver svært krevende.

Alder på oljen i traktoren har stor betydning, da skiftintervaller og motorens historikk i forhold til tidligere service kan variere mye fra traktor til traktor. Bruksområde og brukshyppighet er også av betydning for oljens sammensetning.

Vi har ikke klart å se noen signifikante utslag av typen drivstoff i de ulike traktormotorene. Ved overgang til fornybar diesel EN15940 var de fleste traktorene godt ut i sitt serviceintervall, noe som gjorde at de to første oljeprøvene hadde relativt høye verdier for sot og for enkelte traktorer også for partikler. Dieselinnholdet i oljen varierte også ved inngangen til prosjektet, noe som også gjenspeilte seg i viskositeten. Etter oljeskift og nytt drivstoff gikk både sot og partikkelverdiene kraftig ned på alle traktorene. Begge verdier har vist en svak økning frem til oljeskift, og for motorer som har hatt service i prosjektperioden, ser man at samme syklus fortsetter. Likevel ser vi en trend i at oljen for en del av motorene stiller seg inn på et lavere nivåer for sot og partikler enn før overgangen til EN15940. Det har ikke vært tegn til økende verdier av metallspon i motorene, men for alle traktorene ser man økende verdier for mange typer metaller gjennom en oljeskiftperiode. Dette henger sammen med at bruk av motoren gir slitasje på bevegelige komponenter, og at de ulike delene av en motorkonstruksjon utsettes for nedbryting internt i motoren både i stillstand og i bruk.

IV.6 Timetall kjørt i prosjektet

Det er notert timetall ut fra traktormeter eller kjørecomputer på hver av traktorene. Timetellingen startet ved første oljeprøve ved oppstart av prosjektet, og er videre registrert ved innfasing av fornybar diesel EN15940 og ved de ulike oljeprøvene. Prosjektsslutt er for alle traktorene ved siste oljeprøve høsten 2019.

Det er registrert en del timer i starten av prosjektet før innfasing av fornybar diesel EN15940, og fylt dieselmengde i denne perioden er ikke registrert.

| Prosjekt | Total tid (t.) | Tid med fornybar diesel EN15940 (t.) | Forbruk fornybar diesel EN15940 (l.) | Forbruk pr. time kjørt (l/t) |
|---------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Hovedprosjekt | 8.745 | 7.959 | 72.696 | 9,1 |
| Gammeltraktor | 802 | 740 | 7.070 | 9,6 |
| Bach.oppgaver | 20 | 15 | 120 | 8 |
| TOTALT | 9.567 | 8.714 | 79.886 | 9,2 |

IV.7 Brukererfaringer

Gårdbrukerne har gjennom prosjektperioden ført lister over løpende erfaringer med fornybar diesel. Både røykutvikling ved start og under drift blir vurdert til å være lite eller ingen på en femdelvurderingsskala. Traktorens trekkeevne ble av samtlige vurdert til å være lik den før overgangen til fornybar diesel. Traktorens forbruk ble også vurdert av samtlige til å være lik forbruket før prosjektstart.

V. Studentoppgaver 2018-2019

Det har i prosjektperioden vært knyttet fire bachelorstudenter ved Høgskolen i Innlandet til aktiviteter i prosjektet. Alle studentene er tilknyttet bachelorstudiet i landbruksteknikk. To av studentene gjennomførte sitt feltarbeid og datainnsamling høsten 2018 og våren 2019, mens de to andre gjennomførte deler av sitt feltarbeid og datainnsamling høsten 2019. De to sistnevnte skal levere inn sine bacheloroppgaver våren 2020. Datainnsamling og arbeid i verksted er gjennomført felles for to og to av studentene.

Felles for alle studentoppgavene har vært at du fokuserer på bruken av biodiesel i konvensjonelle dieselmotorer til jordbrukstraktorer. Siden kun to av oppgavene er levert inn, sensurert og godkjent, fokuseres det i all hovedsak på disse i denne rapporten.

Øyvind Karlsen og Filip Vatne gjorde høsten 2018 ulike undersøkelser på i alt fire ulike traktorer på Høgskolen i Innlandet, Campus Blæstad. Dette var traktorer i ulik størrelse, type motorteknologi og alder. Traktorene var fra 7 til 47 år gamle, og hadde ulike typer innsprøytningsystemer.

I bacheloroppgaven til Øyvind Karlsen (henvisning 5) var fokus på analyse av avgasser og gjennomgang av oljeprøver på traktorer som deltok i prosjektet. Oppgaven hadde også en teoretisk gjennomgang av utviklingen av dieselmotorteknologi, ulike typer drivstoffer og innsprøytningsystemer på landbrukstraktorer. Avgassanalysene baserte seg på tre ulike traktorer, der fire-gassmålinger av kullos (CO), karbondioksid (CO₂), uforbrente hydrokarboner (H_xC_x) og oksygen (O₂) ble gjort, i tillegg til analyse av sotpartikler i avgassene. For de tre traktorene ble det foretatt målinger med fornybar diesel (EN 15940) og konvensjonell diesel. Det ble funnet svært små forskjeller mellom drivstoffene på en og samme traktor, men derimot store forskjeller mellom de tre traktormodellene. Den eldste traktoren hadde mekanisk dieselpumpe og ga de største utslagene på bl. a uforbrent drivstoff og CO. Den nyeste traktoren hadde moderne innsprøytning med Common rail system, noe som ga de laveste avgassverdiene. En ca. 20 år gammel traktor med mekanisk innsprøytning ga avgassverdier som lå mellom de to andre traktormotorene. En av konklusjonene i oppgaven var at bruk av moderne innsprøytning med Common rail-teknologi, ville vært et effektivt klimabidrag i landbruket ved bruk av traktorer.

I Filip Karlsen sin oppgave (henvisning 6) var fokus på drivstofforbruk og effektutvikling av sammenlikning av i alt tre ulike typer drivstoff. Det ble gjort sammenlikning av drivstofforbruk og effektproduksjon på tre ulike traktormodeller med tre ulike drivstoff; konvensjonell diesel, førstegenerasjons biodiesel (FAME) og annengenerasjons biodiesel (HVO). Studentene brukte her en moderne motorbrems eller dynamometer tilkople

kraftuttaket på traktoren. Denne motorbremsen var leid inn fra Felleskjøpet Agri AS. Drivstofforbruket ble målt med utstyr utviklet ved Høgskolen i Innlandet. Arbeidet viste at det var svært små forskjeller mellom forbruk og effektproduksjon mellom konvensjonell diesel og fornybar diesel EN 15940, mens førstegenerasjons biodiesel ga litt lavere effektproduksjon og høyere forbruk. En konklusjon fra studenten var at de testede traktormotorene var justert for konvensjonell diesel, mens en finjustering for EN 15940 kunne vært tema for fremtidige undersøkelser.

To studenter har i 2019 gått videre med å undersøke ulike drivstoff i traktormotorer basert på Karlsen og Vatne sine arbeider. Fokus har blant annet vært på å fortsette arbeidet med å undersøke effektproduksjon ved ulike typer drivstoff, ved ulike belastninger på mindre traktormotorer. Siden dette er et pågående arbeid, går vi i rapporten ikke videre i beskrivelser og resultater her.

Vedlegg 1

Ordliste, begreper og definisjoner

| Begrep | Definisjon/forklaring |
|--------------------------|--|
| Common rail innsprøyting | Høytrykks innsprøyting på dieselmotorer som er elektronisk styrt, og jobber med et høyt systemtrykk på ca. 1800 Bar |
| EN590 | Konvensjonell fossil diesel |
| EN15940 | Fornybar diesel etter EN15940 standarden. Dette er et fullraffinertprodukt som ikke må forveksles med en eldre betegnelse HVO, se nedenfor. |
| HVO | Hydrotreated vegetable oil. I HVO brukes hydrogenering (herding) i stedet for estrifisering (ref FAME/RME) av fettene i matoljen. (Tidligere vanlig å omtale HVO som 2.generasjons biodiesel, i så fall er EN15940 3. generasjon) |
| Mekanisk innsprøyting | Konvensjonelt innsprøytingsutstyr på dieselmotor, med mekanisk pumpe og tradisjonelle innsprøytingsdyser- med ca. 180-200 bar systemtrykk. |
| EN14214 | Førstegenerasjons biodiesel, laget ved pressing og rensing av planteolje |
| FAME | Fatty acid metyl ester; førstegenerasjons biodiesel. Se EN14214 |
| RME | Rape seed metyl ester; førstegenerasjon av raps |
| AdBlue | Nitrogenløsning injisert i eksosanlegget for å redusere eller eliminere NOx-utslipp |
| Motorbrems for traktor | Også kalt dynamometer; en form for «rullende landevei» for traktor, der motoren belastes via kraftuttaket eller PTO (power take out). |
| Firegassmåling | Gassmåler normalt brukt ved EU-kontroll på bensinbiler, der innholdet av CO (kulllos/karbonmonoksid), CO ₂ (karbondioksid), H _x C _x (uforbrente hydrokarboner) og O ₂ (oksygen) måles. |

Vedlegg 2

Utvikling innen teknologi for dieselmotorer

Dieselmotoren er en drivkraft som blir brukt i mange sammenhenger som skip, lokomotiver, i kraftanlegg, anleggsmaskiner, busser, lastebiler, andre typer nyttekjøretøy og i personbiler. Dieselmotorer er også vanlige i stasjonære anlegg til elektrisitetsforsyning, pumpestasjoner, og til en rekke andre formål i områder som ikke har mulighet for strømforsyning, eller til tilfeldige oppstillinger.

Dieselmotoren er en selvantennende forbrenningsmotor, som ble utviklet og designet av Rudolf Diesel i perioden 1892-1897. Den første dieselmotoren ble ferdigstilt i 1897, og var da en grovbygd maskin som aldri var tenkt benyttet i transportmidler. De første motorene var basert på en drift av en trykkluftanordning for innblåsning av finfordelt diesel i motoren, men tidlig på 1900-tallet, ble det fremstilt en nye typer innsprøytingsystemer, bestående av dieselpumpe og innsprøytningsdyser. De nye innsprøytingsystemene kunne oppnå en effektiv forbrenning av drivstoffet direkte, slik at man kunne sløyfe den store og effektkrevende luftkompressoren. De nye motorene ble kalt kompressorløse dieselmotorer, og var betydelig enklere, lettere og mere kompakte enn de tidligere. Dette åpnet opp for motorer i mindre størrelse, og mulighet er bruk i kjøretøy. Siden rundt 1920 og frem til i dag har det skjedd en kontinuerlig forbedring og raffinering av dieselmorteknologien, der det stadig har vært gjort forbedringer og innovasjoner rundt selve grunnprinsippet. Av viktige milepæler kan nevnes direkte innsprøyting i topplokket uten bruk for forkammer, turbolading for større effektutvikling og ladekjøling for å øke mengden luft som mates inn i motoren.

De senere årene har gitt innovasjoner som common rail innsprøyting og datastyrt innsprøyting av diesel, samt ulike metoder for eksosrensing gjennom resirkuleringssystemer for eksos og rensing av eksos gjennom tilføring av nitrogenforbindelser (AdBlue). Moderne dieselmotorer har en totalvirkningsgrad på opp til 45% av energimengden i dieselen, noe som er en klar forbedring av tidligere motordesign på omlag 20-25%.

I landbruket har dieselmotorer til bruk i traktorer har vært dominerende siden tidlig på 1950-tallet, og det har aldri vært noen konkurrent til disse med andre motortyper. Rett etter andre verdenskrig var det riktignok noen traktorer som gikk på bensin, men ulike forhold knyttet til start og drift gjorde disse mindre populære. Utvikling i motorteknologi og økte krav til renhet på eksos har vært drevet frem i veitrafikksektoren i Europa, og disse kravene har også nådd landbruket. Driveren har vært krav til lastebiler, der godkjenningskravene har vært skjerpet i hele EU-området. Fra 2014 skal alle nye tunge kjøretøy oppfylle Euro 6 kravene, som bl. a går på partikkelutslipp og reduserte NOx utslipp lokalt der bilene kjøres. Motorer i landbruket går fri av Euro 6- kravene, men samtidig har både EU og USA egne regler for «off road» kjøretøyer. Mye av samme renseteknologi er derfor overført til dieselmotorer i landbruket, spesielt for de større motorene.

Henvisninger

Henvisning 1: «Delrapport om bærekraft og klimagevinst ved overgang til fullraffinert fornybar biodiesel i norsk jordbruk» av Bjørn Eidem

Finnes her:

<https://ruralis.no/publikasjoner/n-2-19-delrapport-om-baerekraft-og-klimagevinst-ved-overgang-til-fullraffinert-fornybar-biodiesel-i-norsk-jordbruk/>

Henvisning 2: «Virkemidler for Ren biodiesel i norsk landbruk» av NMBUs Per Kristian Rørstad

Finnes her: <https://ruralis.no/publikasjoner/virkemidler-for-ren-biodiesel-i-norsk-landbruk/>

Henvisning 3: Video «brukernes erfaringer»

Finnes her:

https://www.facebook.com/watch/?v=338304976816168&external_log_id=b214f7a1cc9bb82e5c1f044555d3dc17&q=m%C3%A6re%20landbruksskole%20gisle%20bjekan

Henvisning 4: Video »kaldstart i minus 25 °C«

Finnes her: <https://klimalandbruk.no/fornybar-diesel-pa-traktor/>

Henvisning 5: «Avgass og driftssikkerhet ved bruk av HVO på landbruksmaskiner» av Øivind Karlsen

Finnes her: <https://ruralis.no/wp-content/uploads/2018/09/bachelor-yvind-karlsen-blstad.pdf>

Henvisning 6: «Ett innblikk i dieselegenskaper og en sammenlikning av HVO, FAME og konvensjonell diesel» av Filip Vatne

Finnes her: <https://ruralis.no/wp-content/uploads/2018/09/bachelor-filip-vatne-blstad.pdf>