

Rapport

Nasjonal kartlegging av dekningsgrad og presisjonsnivå for presisjonsutstyr i landbruket - *NLR dekningskartlegging*

Prosjekt finansiert av Landbruksdirektoratets Klima- og miljøprogram

Norsk Landbruksrådgiving, 1. oktober 2020

Gunstein Dyrdal, Jogeir M. Agjeld

Åsmund Langeland, Stian Sand Gunnarsen, Truls Olve Terjesønn Hansen, Per Gunnar Kraggerud, Nere Knutsson Haugå



Norsk Landbruksrådgiving

Tittel: Nasjonal kartlegging av dekningsgrad og presisjonsnivå for presisjonsutstyr i landbruket

Kort-tittel: NLR dekningskartlegging

Forfattarar: Jogeir M. Agjeld, Gunstein Dyrdal, Åsmund Langeland, Stian Sand Gunnarsen, Truls Olve Terjesønn Hansen, Per Gunnar Kraggerud og Nere Knutsson Haugå

Bilete og illustrasjonar: Der anna ikkje er oppgitt, er bileta tekne av forfattarane og illustrasjonane er henta frå prosjektet.

Dato: 1. oktober 2020

Prosjektperiode: Våren 2019 til våren 2020, forlenga til hausten 2020 pga. korona

Finansiering: Landbruksdirektoratet/Klima og Miljøprogrammet, Norsk Landbruksrådgiving m.fl.

Landbruksdirektoratets referanse: 2018/72821

Stikkord: Presisjonslandbruk, dekningskartlegging, GPS, GNSS, posisjonsteknologi, korreksjonssignal

Fagområde: Maskinteknikk. Presisjonslandbruk. Klima og miljø.



Forord

Dette prosjektet har vore eit nybrottsarbeid, for eit nytt fagfelt i NLR. Prosjektet har bidratt til både å gjere oss betre kjent med faget vi skal arbeide med, og det har gjort satsinga vår betre kjent blant bønder og andre. Då prosjektet starta, var vi to som arbeidde spesifikt med presisjonslandbruk i NLR. No er vi åtte. Dekningsprosjektet har fungert som fagleg pangstart for oss alle.

Sjølve prosjektet består i at vi har utstyrt ein høveleg bil med ulike posisjonssystem, for deretter å køyre landet rundt for å undersøke signaldekning.

Ideen til prosjektet er utvikla av Gunstein Dyrdal i NLR Vest og Jogeir M. Agjeld i NLR Sentralt. Desse to har stått som høvesvis prosjektleiar og projektansvarleg. Gunstein er hjernen bak oppbygginga av bilen og logginga av data, og han har ansvaret for arbeidet som er utført i NLR Vest sitt område. Undervegs i prosjektperioden er presisjonsrådgivarane nemnde under kopla på prosjektet, både for å køyre kartlegging og for å bidra fagleg. I sum har vi dekt heile landet, og vi har fått stor fagleg breidde:



- Stian Sand Gunnarsen, NLR Nord Norge
- Truls Olve Terjesønn Hansen, NLR Trøndelag
- Åsmund Langeland, NLR Innlandet
- Per Gunnar Kraggerud, NLR Øst
- Nere Knutsson Haugå, NLR Agder

Kort tid etter at NLR i 2017 tilsette Jogeir M. Agjeld (til høgre) for å satse på presisjonslandbruk, møtte han Johan Øvreeide Godø og Torill Midtkandal (til venstre) som driv gard oppunder fjella i Stryn. «Vi har sporfølger, men har ikkje skikkeleg signaldekning. Kan NLR sjå på det?» spurde dei. Hausten 2018 vart Gunstein Dyrdal (nr. 2 frå høgre) tilsett i NLR Vest, med naudsynt kompetanse for å ta tak i dette. Og vi gjorde som vi var bedne om – prosjektet starta i 2019. Takk til Torill, Johan og alle andre bønder som inspirerer og utfordrar oss!

Det er også grunn til å nemne Øystein Tholo, som har bidratt på bilinnreiing og praktiske løysingar. Åse Leirgulen har handtert faste kostnader; begge i NLR Vest. Stein Olav Nyvoll har hatt det meste av køyringa hos NLR Innlandet. Økonomikonsulent Yvonne Sundberg og fagdirektør Kåre Oskar Larsen i NLR Sentralt, har vore til god støtte.

Dette prosjektet har involvert langt fleire frå NLR enn dei som er nemnde med namn. Takk til alle NLR-tilsette som har bidratt med innspel, tenester, entusiasme og framsnaking av det vi meiner er eit viktig fag!

På turen vår har vi møtt mange bønder. Somme har erfaringar med posisjonsutstyr. Dei har vi lytta til. Andre har hatt behov for kunnskap, om eit fagfelt som enno er veldig ungt, og som enno mange veit ganske lite om. Desse har vi delt kunnskap med. Ei stor takk til alle, både dei som har utfordra oss med spørsmål og dei som har delt av egne røysler!

NLR takkar hjarteleg til alle som har stilt opp og hjulpet oss i prosjektet. Særleg må vi framheve leverandørane av posisjonssystema:

- Eggen Data – Olav Eggen
- Dataväxt – Gjermund Tømte
- Felleskjøpet – Even Mangerud m.fl.
- Norwegian Agro – Jan-Roar Nordal m.fl. og dessutan
- Kartverket – Kristin Skjerven m.fl.

Ved oppstart av prosjektet hadde vi eit møte med dekningsdirektør Bjørn Amundsen i Telenor, i dekningsbilen hans. Han har i mange år køyrd landet på kryss og tvers for å måle mobildekning, og delte av sine erfaringar.

Bilhuset Mongstad ved Rune Vakt skjold har bidratt til ei smidig løysing på leige av ein ganske spesiell bil.

Den viktigaste finansieringskjelda vår er Landbruksdirektoratets Klima- og miljøprogram. Støtta derifrå avgjorde at prosjektet vart gjennomført. NLR har bidratt med eigenfinansiering gjennom reduserte timesatsar i høve til det først budsjetterte. Utstyrsleverandørane har stilt utstyr vederlagsfritt til disposisjon. I tillegg har NLR, både sentralt og i regionane, ytt ein solid innsats, både synleg og usynleg i rekneskapen. Verdien av prosjektet i høve til kostnaden er av typen «Ta tre, betal for to». Takk for det!



Foto: Differmedia Aurora Hannisdal

Innholdsliste

Forord	3
Innholdsliste	5
Samandrag.....	7
Summary	8
1. Innleiing	9
Problemstilling.....	9
Innføring i presisjonslandbruksteknologi	10
Mål med prosjektet	12
Målgrupper og nytteverdi	13
2. Materiale, metoder, resultater og erfaringer.....	14
Oppbygginga av bilen, konseptet for testinga	14
System for system: Funksjon og ytelser	15
3. Data vi får ut – hva vi kan lese av datastrengen.....	19
4. Dekningsresultat.....	21
Posisjonssignal.....	21
Egnos	22
RTK.....	22
SF1	22
Range Point RTX	22
Signalhinder	24
Posisjonssignaler	24
Korreksjonssignal.....	24
Landbasert korreksjon.....	24
Satellittbasert korreksjon	25
Andre hinder.....	26
Tiltak for å kompensere for manglende signal.....	27
5. Bondekontakt, markdager.....	27
Bøndernes kunnskap om presisjonslandbruk pr. nå	27
Hvilken kunnskap er det behov for og hvordan nå fram med denne	28
Erfaringer bønder med presisjonsutstyr har delt med oss.....	28
6. Medieomtale o.l.	29
7. Samarbeidspartnerar og andre viktige kontaktar	29
8. Vegen vidare.....	30

9. Rekneskap.....	31
10. Utfordringer i gjennomføringa av prosjektet	32
11. Konklusjon	33
Vedlegg.....	35
Kjelder og litteratur	38



Samandrag

Presisjonslandbruk har potensiale til å gi vesentlege agronomiske, miljømessige og økonomiske gevinstar. For å ta i bruk presisjonsutstyr, treng vi å vite posisjonen vår. Den greiaste måten å gjere det på er å bruke satellittbaserte posisjonssignal. Skal slike signal bli nøyaktige nok, må dei kompletterast med eit korreksjonssignal. Gratis korreksjonssignal blir gitt av satellittar som står rett ut frå ekvator. Der finst også korreksjonssignal som blir formidla på anna vis, enten som betalt teneste gjennom andre satellittar, eller via mobilnettet. Desse har oftast ein kostnad, både til signal og til utstyr eller opplåsingskodar for å nytte seg korreksjonen.

Posisjonen til dei aktuelle korreksjonssatellittane, kombinert med at Noreg ligg langt mot nord og at vi har eit landskap med fjell og dalar, gjer at vi ikkje kan ta det for gitt å ta inn korreksjonssignal over alt. Dette har vi reist landet rundt for å undersøke. Vi har gjort stikkprøvemålingar med fleire ulike posisjonssystem og fleire ulike korreksjonsskjelder. Resultata er visualiserte på eit interaktivt kart på ei eiga nettside.

Vi har brukt det same posisjonsutstyret som bøndene kjøper til bruk i sine traktorar. Utstyret er montert i ein bil tilrettelagt for dekningskartlegging i landbruket, leigd av oss til dette formålet. I tillegg til at vi har køyrd landet rundt for å sjekke posisjonssignala, har vi også stoppa for å møte og informere bønder og andre undervegs, og dermed bidra til å heve kunnskapen om presisjonslandbruket.

Vi har ikkje grunnlag for å seie at mottaksutstyret frå ein leverandør eller av ei gitt utgåve er betre enn eit anna alternativ. Der er heller ingen korreksjonssignal som vi kan tilrå over alt til alle, eller som vi må fråråde. Her er det lokale forhold og bondens behov som avgjer kva som høver best. Gjennom prosjektet har vi heva eigen kunnskap monaleg, slik at vi lettare kan gi gode råd om dette.

Signal- og korreksjonsdekninga er jamt over ganske bra over det meste av landet. Breiddegrad er ikkje noko problem. Det som derimot kan skape vanskar, er høge hinder mot sør (fjell, skog inntil åkerkant o.l.) når vi snakkar om korreksjonssignal frå satellitt. I dei områda av landet der det er lite fjell, er det derimot meir vanleg med ustabil mobildekning, som gir bortfall av korreksjonssignal som går over mobilnettet.

Summary

Precision agriculture has the potential to provide significant agronomic, environmental and economic benefits. To use precision equipment, we need to know our position. The easiest way to do this is to use satellite positioning signals. If such signals are to be accurate enough for agricultural usage, they must be supplemented with a correction signal. A free correction signal is provided by satellites projecting directly from the equator. There is also a correction signal that is transmitted in other ways, either as paid service through other satellites, or via the mobile network. These often have a cost, both for signal and for equipment or unlock codes to take advantage of the correction.

The position of the correction satellites in question, combined with the fact that Norway is far north and that we have a landscape with steep mountains and deep valleys, means that we cannot take for granted to receive a correction signal everywhere. We have travelled around the country to investigate. We have made random measurements with several different positioning systems and several different sources of correction. The results are visualized on an interactive map open to the public.

We have used the same positioning equipment that the farmers can buy for use in their tractors. The equipment is mounted in a car adapted for mapping the signals used in agriculture, rented by us for this purpose. In addition to driving around the country to check the position signal, we have also stopped to meet and inform farmers and others along the way, and thus contribute to increase awareness and knowledge of precision agriculture.

We have no basis for saying that the equipment from one supplier or of a given edition is better than another alternative. There is also no correction signal that we can recommend everywhere to everyone, or that we must refrain from. The local conditions and the farmer's needs determine what is best. Throughout the project, we have raised our own knowledge as well, which we hope can be used to give better advice.

Signals and correction coverage are good over most of the country. Latitude does not seem to be a problem. What can create difficulties, however, are high obstacles to the south (mountains, forests up to the edge of the field, etc.) when we talk about correction signal from satellites. In those areas of the country where there is little mountain, on the other hand, it is more common with unstable mobile reception, which results in the loss of a correction signal that goes over the mobile network.

1. Innleiing

Problemstilling

Kva er presisjonslandbruk? Det har iallfall noko med posisjonering å gjere. Skal du nytte teknologi som lar deg gjere rett jobb på rett plass, må du ha utstyr som viser deg kor rett plass er.

Difor har vi i NLR spurd oss: Klarer vi å få nøyaktig nok posisjonering, med same utstyr som bøndene kjøper, kor som helst i heile landbruks-Noreg? Vi utstyrte ein høveleg bil til formålet og reiste ut for å undersøke. Bilen har vore til Tana i nordaust, til ytre delar av Sogn og Fjordane, den har smyge seg nær svenskegrensa, og den har vore like ved Lindesnes. Men enda viktigare: Den har køyrd over store, flate åkrar og inn i tronge dalar. Fordi vi har landbruk over alt i dette landet, og alle vil ein eller annan gong no eller i framtida ha nytte av å kunne drive posisjonsbestemt landbruk.

Kvifor er presisjonslandbruk viktig? Vi, og mange med oss, meiner at bruk av presisjonsteknologi kan bidra til å gjere landbruket meir miljøvenleg. Det kan handle om noko så enkelt som å redusere overlappinga når du køyrer gjødsel på jorde med ugrei form. Eller om å innføre faste køyrespor. Då vil ein mykje mindre del av dyrkajorda bli utsett for jordpakking, klimagassutsleppa frå matjorda blir reduserte, energibruken til å drive jorda går ned og avlingane kan auke¹. Eller vi kan sjå for oss noko såpass avansert som lette, autonome robotar som gir plantane nærast individuell behandling.



Meir presis gjødsling er lett å få til med presisjonsutstyr. Gevinsten er størst der teigane er motsett av her: Med vanskeleg arrondering og mykje kant. Foto: Rauch

Fellesnemnaren er at presisjonslandbruk handlar om å gjere rett innsats på rett plass.

Der er vi ved kjernen av dette prosjektet: For å få gjort rett innsats på rett plass, må du vite eksakt kor du er, altså treng du tilgang på eit eigna verktøy for å få vite posisjonen din.

Det mest rasjonelle måten å gjere det på, er å bruke posisjonssystem med signal leverte av posisjonssatellittar. GPS er det mest kjente systemet, levert av det amerikanske militæret. Eit samleomgrep, som også omfattar europeiske, russiske og kinesiske system, er GNSS (Global Navigation Satellite System).

Desse posisjonssignala har avvik som gjer dei for upresise til å hjelpe oss å styre etter i landbruket. Vi treng korreksjonssignal for å bli presise nok. Desse korreksjonssignala finst også i fleire variantar, frå fleire kjelder. Vi kan motta gratis korreksjonssignal som bli distribuerte frå geostasjonære satellittar. Fordelen her er sjølvsagt prisen. Ulempa er at desse satellittane har ei bane som kan gjere dei usynlege om der er store nok hinder mot sør. Ei anna ulempe er at presisjonen ikkje er god nok for alle behov, og at der trass korreksjonen heile tida er litt avdrift på signalet.

Der finst også satellittbaserte korreksjonssignal som abonnementstenester, med større nøyaktigheit enn gratistenestene tilbyr.

Den mest nøyaktige kjelda til korreksjonssignal er såkalla RTK-signal, genererte av bakkestasjonar. Bakkestasjonane spenner frå enkeltstående private, til eit finmaska landsdekkjande nettverk drifta av Kartverket. Signala blir distribuerte via mobilnettet eller via radiolink.

Det har til no vore lite eksakt kunnskap om dekninga av posisjons- og korreksjonssignal for landbruket. Vi har funne datagenererte kart som viser dekninga av Egnos satellitt distribuert gratis korreksjonssignal. Kartverkets RTK korreksjonssignal skal ha dekning så sant mottakaren har mobildekning.

Der er gjort fleire målingar både av Kartverket og av Norsk Romsenter. Desse målingane er ofte utførte med det mest avanserte utstyret som finst tilgjengeleg. Ofte er andre område enn dei typiske landbruksområda prioriterte ved målingane. Somme av målingane blir gjort stasjonært, andre til dømes i køyrefart for bil. I landbruket treng vi presisjon i området to til 30 cm mens vi køyrer i hastigheiter frå krypefart til omlag 20 km/h.

Vi har utført våre målingar med det utstyret bonden får kjøpt. Dessutan har vi målt mens vi er i fart, i ei hastigheit som tilsvarer ei landbruksmaskin i arbeid. Gjennom å bruke hyllevare har vi også blitt kjent med funksjonalitetar og utfordringar likt det bøndene opplever i kvardagen.

Med utgangspunkt i prosjektet *Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noregⁱⁱ*, basert på ei spørjeundersøking utført av NLR på oppdrag frå styret for *Forskningsmidler over jordbruksavtalen* vinteren 2018/2019, har vi inntrykk av at mange bønder har til dels mangelfull kunnskap om posisjonssystem i landbruket. Eit element av dette prosjektet har difor vore å bidra til å heve denne kunnskapen. Det har vi prøvd både gjennom direkte kontakt, til dømes gjennom fagkveldar/markdagar o.l., og gjennom oppslag i media. Vi konstaterer også at bilen vi har bygd opp i seg sjølv genererer mykje merksemd, og gjennom det merksemd til faget vi vil promotere.

Ingen «Best i test»

Målet med utprøvinga vår er ikkje å kare noko «best i test»-løysing. Alle leverandørane har system som tek imot ulike typar korreksjonssignal. Vi har ikkje lagt opp til ein test som jamfører mottakarane mot kvarandre. Det er heller ikkje rom for å seie bastant at ein signaltype er signifikant «betre» enn ein annan type korreksjonssignal, då valet av korreksjon må vurderast ut frå eit sett av føresetnader.

Innføring i presisjonslandbruksteknologi

Global satellittposisjoneringⁱⁱⁱ

Satellittposisjonering og -navigering krev radiosignal frå satellittar som går i faste baner rundt jorda. I radiosignalet er det informasjon om kor den enkelte satellitten befinn seg, og når signalet blei sendt. På bakken kan mottakaren finne sin eigen posisjon ved å krysspeile posisjon og avstand til fleire satellittar. Radiosignala sendast ut på tre frekvensar, og ein kan få betre nøyaktigheit ved å nytte fleire frekvensar. Ein typisk mobiltelefon brukar berre ein frekvens og har difor ein nøyaktigheit på cirka 5 meter. Dyrare utstyr kan gjerne nytte to frekvensar, og kome ned på 1-2 meter nøyaktigheit.

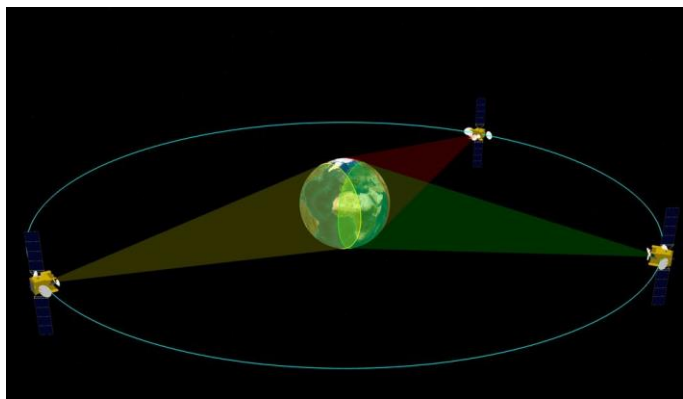
Det finns fleire posisjoneringssystem som samla er kalla GNSS (Global Navigation Satellite System). Det amerikanske GPS systemet (Global Positioning System) er det mest kjente. Galileo er eit europeisk globalt posisjoneringssystem under oppbygging, som er venta å vere ferdig i løpet av 2020. Dette er det einaste som er bygd berre for å nyttast sivilt. BeiDou er eit kinesisk system og GLONASS

er russisk. Nyare mottakarar kan bruke signal frå eitt eller fleire av disse systema på same tid og dermed auke presisjonen, føresett at korreksjonen også handterer meir enn eitt GNSS-system.

Korrigerer av signala^{iv}

Forstyrrelsar i satellittposisjonering kjem gjerne frå atmosfære og jordskorpebevegelse. Sjølv med mange satellittar er ikkje nøyaktigheita på et GNSS-signal betre enn 5-8 meter. Ved å samle inn data frå referansestasjonar rundt om i Europa, beregnes et korreksjonssignal som sendes ut i sanntid som korrigerer dei originale signala som kjem direkte frå satellittane. Nøyaktigheita ved å nytte korreksjonssignala er gjerne oppgjeven i spor-til-spor nøyaktigheit og repeterbarheit. Spor-til-spor nøyaktigheit er oppgjeven med eit tidsvindaug på 15 minutt som utgangspunkt. Repeterbarheit er eit mål for kor mykje spora flytter seg over lengre tid.

Korreksjonssignala kan sendast via satellitt eller mobil/internettoppkopling. Det finnes ulike typar korreksjonssignaler, både kommersielle og offentlege. EGNOS (forkorting for European Geostationary Navigation Overlay Service) er det europeiske korreksjonssignalet til GPS-systemet. Signalet er satellittbassert og gratis å bruke. Egnos gir ein spor-til-spor nøyaktigheit på 20-30 centimeter. Desse spora er ikkje repeterbare, det vil seie at sporet kan flytte seg fleire meter innan få timer.



Figuren viser korreksjonssatellitter i ekvatorial bane, såkalt geostasjonære satellitter.

Kjelde: Norsk Romsenter

Egnos-korreksjonssignalet vert distribuert via to ulike satellittar i geostasjonær ekvatorial bane. Ein tredje satellitt er i kjømda. Den låge bana gjer signala sårbare viss mottakaren har hindringar mot sør. Problemstillinga tiltar såleis di lenger nord i landet vi kjem.

Leverandøren Trimble tilbyr ein serie av eigne korreksjonssignal med namn RTX, via satellitt eller internett, alt etter type signal. Signala er ei betalingsteneste, prisa etter kor nøyaktige dei er. Signalet vi har testa i prosjektet er RangePoint RTX som kjem frå satellitt. Dette signalet kan korrigerer for GNSS-systema GPS, GLONASS, Galileo og BeiDou, og kan difor vere meir nøyaktig enn Egnos.

Real-time kinematic (RTK) er ein type korreksjonssignal som vert tilbydd kommersielt frå ulike aktørar. Det norske Kartverket tilbyr RTK-signal kalla CPOS, som er ei betalingsteneste med korreksjonsdata i sanntid. Kartverkets CPOS-system består av ei rekke basestasjonar plassert ut over heile Norge, med innbyrdes avstand for det meste på 35 km eller mindre i luftlinje. Korreksjonen kan sendast over mobil- eller internett, og gjev spor-til-spor nøyaktigheit på 2,5 centimeter. Desse spora flyttar seg ikkje, og dei er repeterbare over fleire år. Skal du finne ein posisjon som du vil finne att seinare, til dømes ved innmåling av grøfter, grenser eller om du vil drive jorda med faste køyrespor, er RTK-signal rekna som naudsynt. Det er også mogeleg å etablere RTK-korreksjon ved hjelp av enkeltstående antenner, kor som helst. Antenna kan distribuere korreksjonen sin via radiosignal eller mobilnettet.

I tillegg til desse, tilbyr private aktørar produkt med ulik grad og kombinasjon av spor-til-spor nøyaktigheit og repeterbarheit.

Type	Nøyaktigheit	Ca pris pr. år	Opplåsing	Repeterbarheit
Egnos	20-30 cm	Gratis	Ingen	Spor til spor
Satellitt nivå 1	10-15 cm	0 til 3000	Ingen	Spor til spor
Satellitt nivå 2	Rundt 5 cm	8000 til 16 000	20 000	Spor til spor, somme årleg
RTK	2,5 cm	0 til 8000	40 000	Årleg

Tabellen viser en oversikt over de ulike korreksjonstjenestene, egenskaper ved dem og ca. pris ved abonnering. EGNOS og RTK er jo kjent fra beskrivelsen over. Satellitt nivå 1 kan være Trimble sitt RTX-signal, Satellitt nivå 2 kan være John Deere sitt SF3-signal (et meir nøyaktig signal enn SF1).

Mål med prosjektet

I prosjektsøknaden er målformuleringa for prosjektet slik:

*Det overordna målet for prosjektet er å **utarbeide eit første dekningskart for posisjoneringsutstyr i landbruket**, der vi ser dekningskvalitet og presisjonsnivå for ulike system.*

Det forventa resultatet er at vi ved avslutta prosjekt har eit kart som kan vise kor alt ligg til rette for å ta i bruk posisjonsbestemt utstyr, og kor det må gjerast tiltak før slikt utstyr kan brukast.

I kjølvatnet av dette forventar vi at fleire bønder vel å ta i bruk slikt utstyr, og som ei følge av det vil dei kunne drive planteproduksjonen med redusert ressursbruk, og høgare avlingskvalitet og avlingsnivå med mindre miljøbelastning.

Vi vil også ha eit handfast prov på kor styresmakter og andre aktørar bør prioritere sine satsingar for at denne teknologien skal bli til nytte for flest mogeleg i det norske landbruket. Prosjektet vil einast ha rom for ei grovkartlegging. Om prosjektet viser behov for det, og viser at dette er ein teneleg måte å gjere det på, vil vi vurdere å forlenge prosjektet, og eventuelt då søkje om nye midlar for å halde fram arbeidet.

Målgrupper og nytteverdi

Prosjektsøknaden har dette oppsettet over målgrupper og nytteverdi:

Målgruppe	Nytteverdi
Bønder og landbruksentreprenører innan alle produksjonar i alle landsdelar	Med kunnskap om dekningsgrad og nøyaktigheit vil terskelen for å investere i presisjonsutstyr bli monaleg senka. Bruk av meir presisjonsutstyr vil gi ein meir treffsikker agronomi, lågare ressursbruk og mindre klimaavtrykk, samstundes som avlingskvalitet og -nivå kan haldast oppe eller aukast.
Norsk Landbruksrådgiving	Heva kompetanse om dekningsgrad og nøyaktigheit vil gi betre rådgiving, og rådgivarane kan stimulere bønder og landbruksentreprenører til å ta steget over til det neste nivået av landbruksmekanisering. Betre nivå på rådgivinga gir medlemmene våre ein økonomisk og miljømessig gevinst.
Leverandørane av posisjonseringsutstyr	Kunnskap om dekningsgrad og nøyaktigheit vil rettleie leverandørane til å ta fram utstyr som høver for norske forhold, og sette inn naudsynte tiltak der dekning eller nøyaktigheit ikkje er god nok.
Styresmaktene, partane i jordbruksoppgjeret	For å bidra til å løfte landbruket inn i framtida, er det viktig å vite kor prioriteringane skal settast inn. Det å bidra til betre dekningsgrad og presisjon vil vere vesentleg for å sikre framtidig norsk landbruksproduksjon.
Forskingsmiljø	Funna våre vil vere til nytte for å vurdere kva det er viktig å forske vidare på av systemløysingar, og om der er behov for å sjå nærare på alternativt korreksjonsutstyr.



Frå fagmøte på Mære landbruksskole i Trøndelag, når dekningsbilen er på besøk. I salen finn vi bønder, jordbruksskuleelevar, lærarar, landbruksentreprenørar og rådgivarar.

2. Materiale, metoder, resultater og erfaringer

Oppbygginga av bilen, konseptet for testinga

For å ha en mobil testenheter med tilstrekkelig fleksibilitet, som samtidig kan benyttes i de områdene der bonden trenger posisjonssignaler, har vi tatt utgangspunkt i en bil, type Toyota HiLux Arctic Truck 35. Foruten at denne kan forflytte seg effektivt langs veg, kan den ved behov kjøres på jordet. Store hjul muliggjør kjøring med lavt dekktrykk der det måtte være nødvendig.

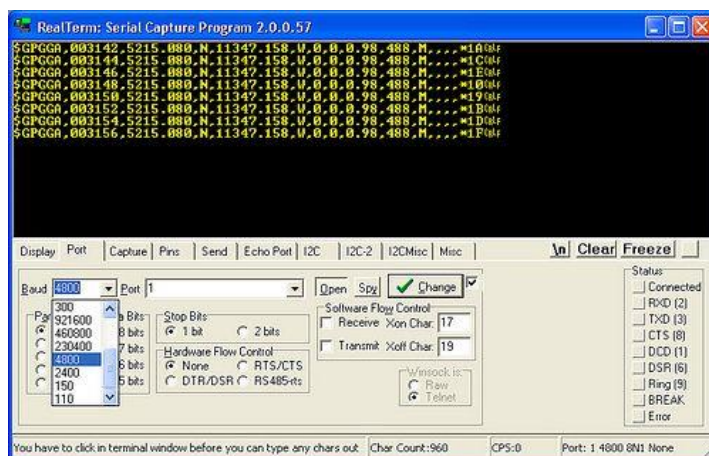


Terminalene kan enkelt flyttes ut og monteres langs takgrinda på bilen, for visning, undervisning og demonstrasjonsformål.

Det er montert inn fem systemer for presisjonslandbruk, det vil si fem terminaler med tilhørende GNSS-mottaker. Dette er utstyr som kan leveres som integrerte løsninger på f.eks. nye traktorer, eller som i vårt tilfelle, for ettermontering. I bilen er det brukt originale ledningsnett som leveres for ettermontering i traktorer eller andre maskiner som ikke er forberedt for montering av slikt utstyr. Bakkenfor framsetene har vi bygd en innredning spesielt tilpasset denne bilen og dette formålet. Innredningen gir en god løsning for montering av skjermer ved kjøring, foruten at vi holder orden på det omfattende ledningsnett. Langs bakveggen i kabinen har vi montert terminalene fra de ulike posisjonssystemene.

De tilhørende antennene er montert sentrisk i lengderetningen, på takgrinda på bilen. Monteringa er utført slik at antennene skal ha minimal skyggeeffekt på hverandre.

Samtlige terminaler får strøm fra et dedikert batteri, og samtlige terminaler er koplet til en PC som kan logge datastrengen fra dem. Mer om det senere.



Logging av NMEA GGA-streng med programvaren RealTerm.

For mottak av RTK-signaler til systemene som er åpne for det, og som ikke har eget modem, er det montert inn modem koplet mot mobilnettet på bakveggen i bilen. Bilen er videre utstyrt med et trådløst nettverk.

Hvert system er koblet serielt til en felles datamaskin via en usb-hub. Hvert posisjonssystem sender ut posisjonsdata i form av en NMEA GGA-streng. Programmet RealTerm har blitt brukt for å ta imot loggede data, som via en bilmontert PC har lagret informasjonen på OneDrive.

System for system: Funksjon og ytelser

Her følger en beskrivelse av de enkelte anleggene vi har benyttet i prosjektet. Når kapasiteten til å ta imot ulike signaler omtales, nevner vi den høyeste signalkvaliteten som kan mottas. Om et anlegg for eksempel oppgis til å kunne ta imot RTK-signaler, vil det også kunne korrigeres av Egnos, og i noen tilfeller også for leverandørens eget system med presisjonsnivå mellom Egnos og RTK.

AgLeader InCommand 800 med AgLeader GPS 7500 GNSS-mottaker



Berøringsskjerm på 21 cm. Utstyrt med mottaker for å kunne ta inn RTK korreksjonssignaler fra Kartverket (CPOS). Mottakeren fra AgLeader ble i siste fase byttet mot en noe rimeligere variant basert på en u-blox RTK-modul.

Claas C10 med GNSS-antenne



Berøringsskjerm på 26,4 cm. Utstyrt med mottaker for å kunne ta inn Egnos korreksjonssignaler. Settet ble montert inn august 2020.

John Deere GS4640 med SF6000 GNSS-mottaker



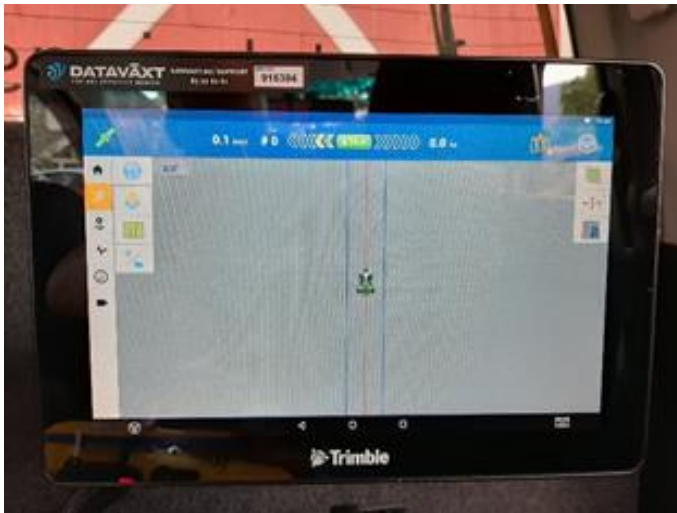
Berøringskjerm på 26,4 cm. Utstyrt med mottaker for å kunne ta inn RTK korreksjonssignaler fra Kartverket (CPOS) og John Deeres egne satellittbaserte SF1-signaler. Mottakeren ble etter sommeren byttet med en mottaker som bare kan ta inn SF1 korreksjonssignaler.

Trimble CFX750 med Ag 25 GNSS-antenne



Berøringskjerm på 20,3 cm. Utstyrt med mottaker for å kunne ta inn Egnos korreksjonssignaler.

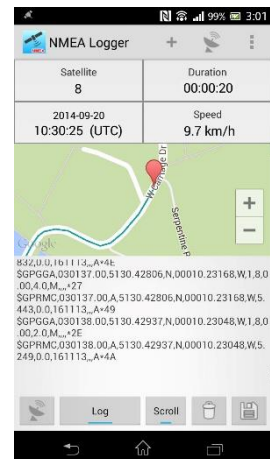
Trimble GFX750 med NAV-900 GNSS-mottaker



Berøringsskjerm på 20,3 cm. Har Android brukergrensesnitt. Utstyrt med mottaker for å kunne ta inn Trimbles RangePoint RTX korreksjonssignaler.

Samsung A5 med NMEA Tools programvare

For å sammenligne korrigerte posisjonssignal mot ukorrigerte har vi hatt med oss en telefon med en egen app som heter NMEA Tools. Telefonen har antenne for å motta posisjonssignal, men ikke korreksjon. Her kan posisjonen som er logga på telefonen sammenlignes med korrigerte posisjoner i de ulike systemene i det interaktive kartet som er laget. Nyttig for å bli bevisstgjort på betydningen av korreksjonssignal.



Tekniske data for utstyret er framstilt i tabellen under. Vær klar over at mange av funksjonene kan være tilvalg, tjenester som krever opplåsing e.l., og spesifikasjonene kan endre seg. Sjekk derfor nøye hva som er mulig i kjøpsøyeblikket, og hva som er inkludert og ikke.

Produsent	Trimble	Claas	Trimble	John Deere	Ag Leader
Antenne	Ag25	A50	NAV-900	StarFire 6000	GPS7500
Korreksjonssignal					
Egnos	x	x	x	x	x
RTX-15	o		x		
Omnistar XP&G2	o		o		
RTX-4	o		x		
JD SF1				x	
JD SF3				o	
RTK	o	o	o	x	x
Satellittyper					
GPS	x	x	x	x	x
Gallileo			x		x
Glonass	x	x	x	x	x
Terreng-kompensering	Innebygd i autostyring		Innebygd i autostyring	Ja (3-dimensjonalt)	Innebygd i autostyring
Terminal	CFX750	C10	GFX750	GS4640	InCommand 800
Størrelse (tommer)	8	10,4	8	10,4	8,4
Betjening	Berøring	Berøring/ Knapper	Berøring	Berøring	Berøring
ISOBUS	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja
Delkontroll for redskap	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Autostyrings-funksjonalitet	Ja	Ja	ja	Ja	Ja
Innganger for overvåkings-kamera	Ja	Ja	Ja	2 stk	Ja
Mulighet for overføring av data	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja (USB og Wi-Fi)
Leverandør	DataVäxt	Norwegian Agro	DataVäxt	Felleskjøpet	Eggen Data
x=std - o=opsjon				Kilde: Norsk Landbruk nøkkeldata	

3. Data vi får ut – hva vi kan lese av datastrengen

Når en antenne er i funksjon, vil den hvert sekund generere et datasett med en gitt serie informasjon. I normal drift merker vi ikke noe til dette, da datastrengen i terminalen blir omsatt til et skjermbilde og «forståelige» meldinger. Vi har koplet antennene til en datamaskin som kan logge de ubehandlede datastrengene som mates ut, ved hjelp av egnet programvare.

Slike datastrenger finnes i ulike formater, såkalte NMEA-strenger. I dette prosjektet har vi logget GGA-strengen som inneholder opplysninger om geografisk posisjon og signalkvalitet. Antennene mater også ut andre NMEA-strenger, men disse er ikke relevante for dette prosjektet.

Følgende er et eksempel på en NMEA GGA-datastreng som er logget i prosjektet:

```
$GPGGA,104623.00,6055.16562787,N,00922.82937014,E,4,19,0.7,326.343,M,41.114,M,6.0,0042*4B
```

I tabellen under er sammenhenger mellom feltkoder og plassering i strengen slik:

Felt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Streng	\$	G	P	G	G	A	,	1	0	4	6	2	3	.	0	0

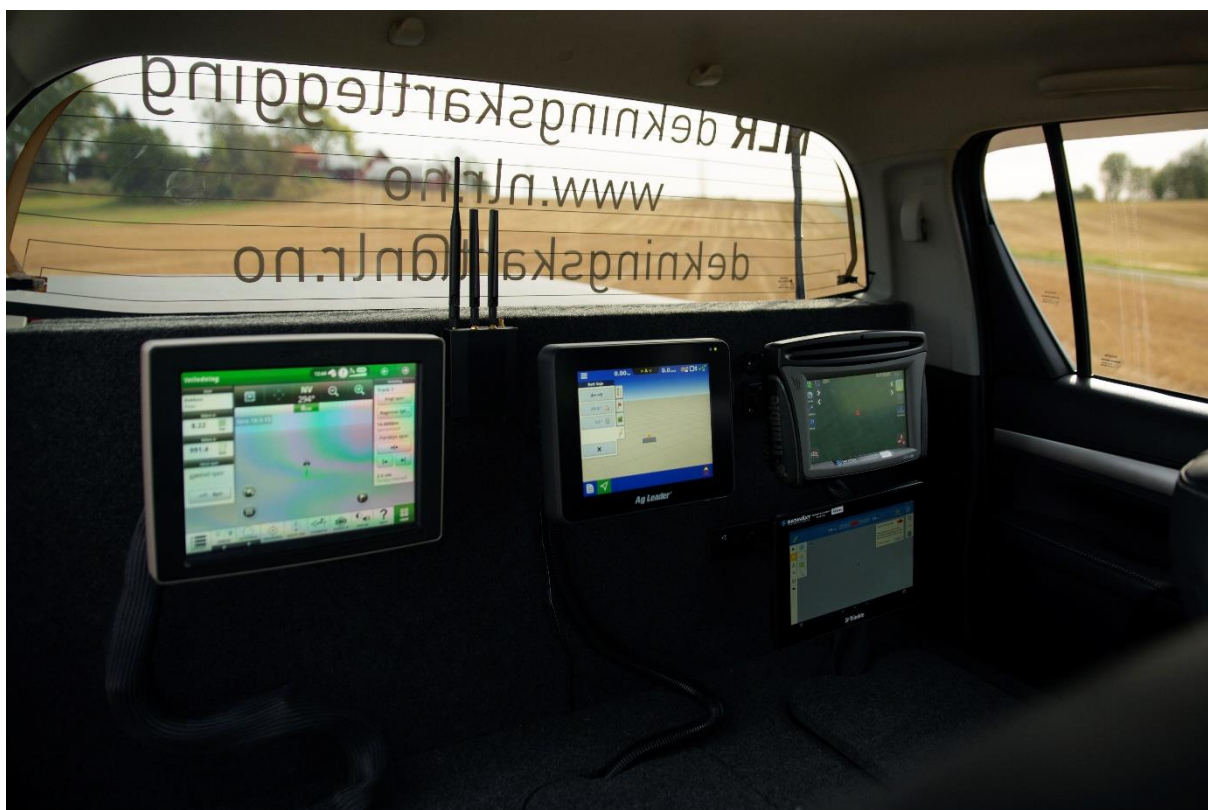
GGA- strengen inneholder følgende informasjon^v

Felt	Forklaring
0	Message ID \$GPGGA
1	UTC of position fix
2	Latitude
3	Direction of latitude: N: North S: South
4	Longitude
5	Direction of longitude: E: East W: West
6	GPS Quality indicator: 0: Fix not valid 1: GPS fix 2: Differential GPS fix, OmniSTAR VBS 4: Real-Time Kinematic, fixed integers 5: Real-Time Kinematic, float integers, OmniSTAR XP/HP or Location RTK
7	Number of SVs in use, range from 00 through to 24+
8	HDOP
9	Orthometric height (MSL reference)
10	M: unit of measure for orthometric height is meters
11	Geoid separation
12	M: geoid separation measured in meters

Felt Forklaring

- 13 Age of differential GPS data record, Type 1 or Type 9. Null field when DGPS is not used.
- 14 Reference station ID, range 0000-4095. A null field when any reference station ID is selected and no corrections are received¹.
- 15 The checksum data, always begins with *

Bare en del av feltene i NMEA-strengen har vært relevant å bruke. Felt 2-5 angir posisjonen etter korrigering. Felt 6 GPS kvalitet, som angir hvilken type korreksjon som er benyttet for posisjonen. Dette feltet danner grunnlag for kartene. Felt 7 angir antall satellitter som danner grunnlag for posisjonen og kan si noe om kvaliteten på posisjoneringen. Felt 8, HDOP, (Horizontal Dilution of Precision) angir et måltall for nøyaktigheten av posisjonen. Felt 13 angir alderen på korreksjonssignalet. Alle dataene er tilgjengelige i dekningskartet som er publisert på nett.



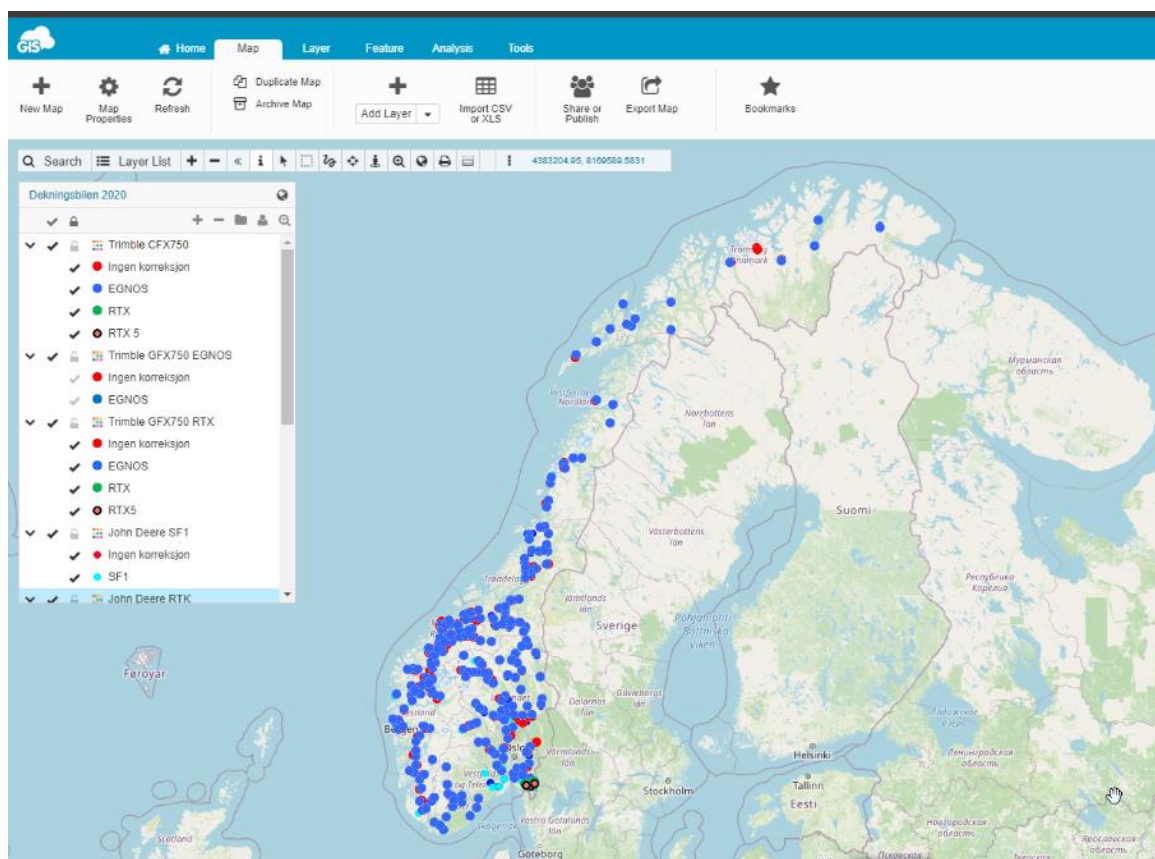
Terminalene montert på bakveggen i bilen, i driftsklar modus. Foto: Differmedia Aurora Hannisdal

4. Dekningsresultat

Dekningsresultatene er publisert i et interaktivt på nett. I kartet er hver mottaker vist som et eget kartlag som kan slås av og på. For hver mottaker vises kvaliteten på GPS-signalet som ulike farger i kartet slik at en kan se hvilken signalkvalitet posisjonene har hatt.

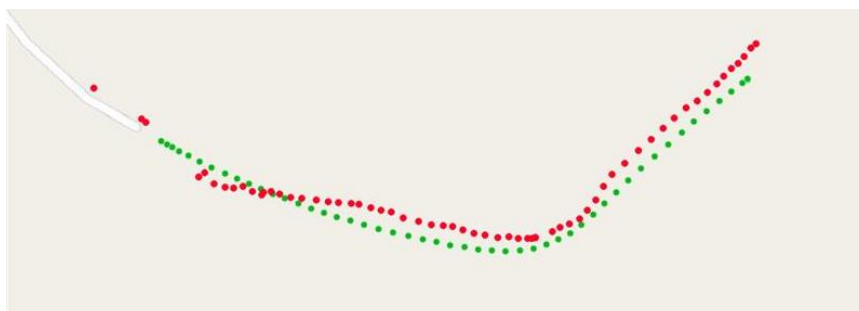
Kartet er på denne nettadressen: <https://editor.giscloud.com/map/1325590/dekningsbilen-2020>

Kartet vil bli lenket til fra en egen artikkel på www.nlr.no.



Posisjonssignal

Det har vært svært få problemer med mottak av posisjonssignal, også der korreksjonssignalet har falt ut. Dekningskartet viser at selv om Egnos-korreksjonen faller ut på grunn av hindret satellittsignal sammenfaller de ukorrigerede posisjonene overraskende godt med RTK-korrigerede posisjoner fra same strekning. Nøyaktigheten på ukorrigerede posisjoner for dårlig til å utføre slikt som gjødsling, harving eller slått, men kvaliteten er god nok til å benyttes til enkle registreringer.



Skjermbildet til venstre viser registrert posisjon på mobiltelefon (rød) og RTK (grønn). Mobiltelefonen registrerer gjerne en posisjon som er sideforskyvet i forhold til RTK, og har en tendens til å rote litt ved start og stopp.

Egnos

Generelt har vi sett at Egnos-korreksjonssignalet er rimelig stabilt. Erfaringer fra prosjektet viser at hindringer mot sør er viktigste kilden til utfall av Egnos-korreksjon. Største hindring vil være fjell som skygger for signaler fra sørlig retning. I praksis vil det derfor i store deler av landet være utfordrende med Egnos-korreksjon for skifter som ligger opp mot fjellfoten. Bratte skrenter og høy vegetasjon har også vist seg å hindre Egnos signalene.

Fjellskygger slår litt ulikt ut for de ulike systemene på grunn av ulik vinkel på de to Egnos-korreksjonssatellittene. Hvilke av satellittene den enkelte mottaker bruker vil derfor være avgjørende for dekning og må undersøkes lokalt.

Breddegrad er ikke et problem, så sant det ikke er andre tilstrekkelig store hinder i tillegg. Våre nordligste målinger er gjort ved Kistrand, like ved der E69 forlater E6 i retning Nordkapp, ved om lag 70,5 grader nord. Vi gjorde også målinger litt lenger øst, i Tana. Ingen av disse målingene viser problemer for Egnos-signalet.

RTK

RTK signalene distribueres over mobilnettet. Vi har erfart få problemer med utfall av RTK-signaler. Fravær av mobilnett er viktigste årsak til at RTK-signalet har falt ut. Dette har vi særlig erfart i områder av landet der det er langt mellom fjell og markerte høydedrag, for eksempel i områdene som omtales som *flatbygdene*.

SF1

John Deere sitt SF1 signal distribueres via satellitt. Vi har opplevd få problemer med SF1. Satellittene gir god dekning over det hele landet.

Range Point RTX

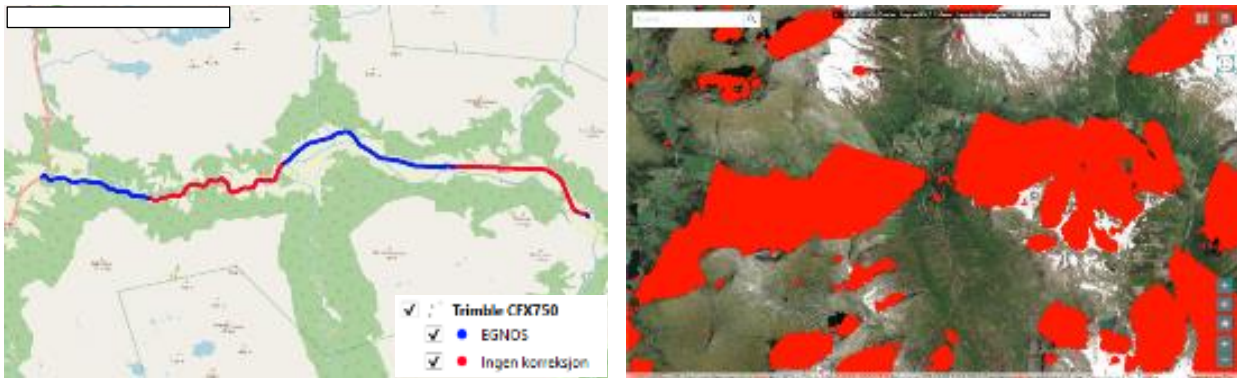
Trimble sitt Range Point RTX distribueres med satellitt. Generelt er dekningen på RTX signalet god i store deler av landet, men nord for Saltfjellet virker ikke RTX-signalet å være til stede i de områdene vi har kjørt med bilen. På tur ned sørsiden av Saltfjellet har trolig dette signalet blitt mottatt i en av skjermene (GFX750). Fra Mo i Rana, videre ut mot kysten av Helgeland har signalet vært til stede i områdene med gode innstrålingsforhold. Dette er imidlertid lenger nord enn hva Trimble markedsfører.



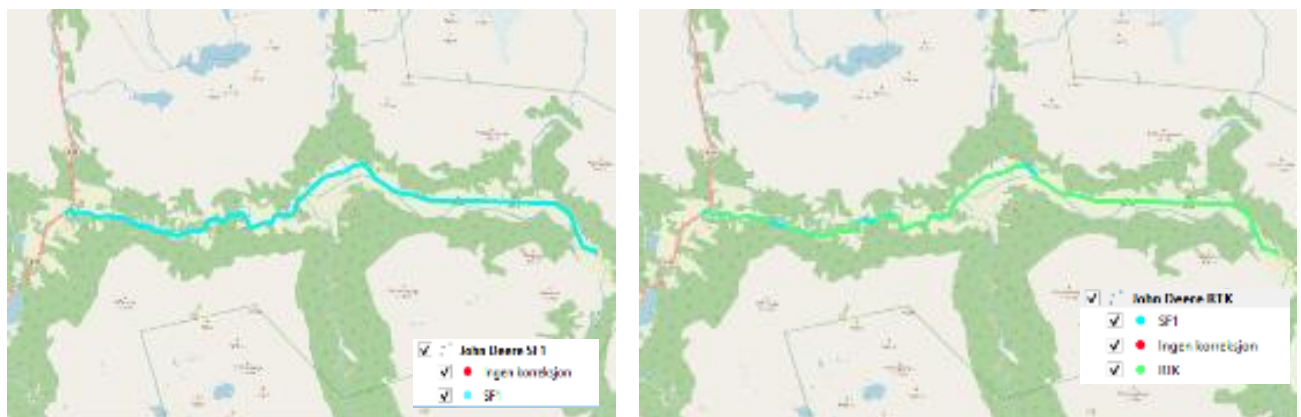
Fra dekningsmålinga i Stardalen, sett mot sør. Akkurat her er det god dekning. De to fjellene strekker seg om lag 1000 meter opp fra dalbotnen. Avstanden fra vegen til fjellfoten er om lag 500 meter. Fra fjellfot til topp er det i luftlinje om lag en kilometer.

Dekningseksempel: Stardalen, Sogn og Fjordane

Stardalen er et landbruksområde i tidligere Jølster, nå Sunnfjord kommune. Dalen starter med en trang passasje fra E39. Så åpner landskapet seg, jordbruksarealet brer seg utover, og fjellene mot sør deles av en høyereliggende dal i sørlig retning. Videre innover dalen kommer det et nytt fjell mot sør. Mot øst grenser dalen mot Jostedalsbreen. Den kjørte strekningen på kartet under er ca. 13 km.



Til venstre ser vi kartet, filtrert for hvor Egnos-dekning. Blå farge på punktene angir GPS-kvalitet 2, som betyr at signalet er Egnos-korrigert. Rød farge betyr GPS-kvalitet 1. Det angir at Egnos-signalet ikke er tilgjengelig og posisjonen angis uten korreksjon. Bildet til høyre viser det Europeiske GNSS Agency sitt «Egnos visibility map» som illustrerer områder uten dekning av Egnos-korreksjonssignal (PRN 123 og PRN 136 Satellittene). Bildene viser godt samsvar mellom våre målinger og Egnos' dekningskart.



I samme området fra Stardalen viser våre målinger at John Deere sitt SF1-signal har full dekning, jamfør bildet til venstre. Her kommer korreksjonssignalet fra satellitter med en annen og i dette tilfellet mer gunstig vinkel.

Bildet til høyre viser RTK-dekningen med grønne prikker, mens turkise prikker viser SF1 som koples inn der det ikke er RTK-dekning. Her ser vi at RTK-signalet faller ut langs deler av strekningen, noe som skyldes for dårlig mobildekning.

Signalhinder

I forkant av dette prosjektet ble det stilt spørsmålstegn ved hvilken betydning det har at Norge ligger så langt opp på den nordlige halvkule som vi gjør, og om dette kan by på signalhinder. Vi liker gjerne å si at Norge strekker seg fra Lindesnes til Nordkapp, et spenn fra ca. 57 til 71° nordlig bredde. Her har vi et variert terreng, alt fra flater og slake åser til fjord og fjell. Med kunnskap om at noen av de nødvendige brukssignalene kommer fra satellitter i et belte rett ut av ekvator, er det nærliggende å tenke at disse fjellene våre vil kunne gi utfordringer med innstrålinger av signaler på lav horisont fra sør.

For å fastsette en posisjon er satellitmottakeren vår nødt til å ha kontakt med minst fire ulike posisjonssatellitter; én for å beregne lengdegrad, én for breddegrad, én for høyde og den siste for å synkronisere mottakerens klokke med den felles tidsreferansen som anvendes i alle satellittene^{vi}. Funnene etter kjøreturen og loggingen av signaler viser at de ulike systemene vi har hatt med har mottak av betraktelig flere posisjonssatellitter enn dette i de aller fleste tilfeller.

Posisjonssignaler

Når man vandrer i et bymiljø med høye bygg og kjøpesentre, vil man kunne oppleve at posisjonstjenesten på mobiltelefonen blir litt ukorrekt og henger igjen, slik at orienteringen blir mer utfordrende. Det er de samme satellittene som brukes i jordbruket for å fastslå en posisjon. Som regel er det mer åpent i landskapet ute på bygdene hvor vi dyrker jorda, men i visse tilfeller der det er trangt i dalfører og langs fjordene, vil dette kunne være med på å sperre for innstråling av satellittsignaler. Erfaringene våre fra undersøkelser med dekningsbilen viser likevel at det sjeldent er utfordringer med å ta inn tilstrekkelig antall posisjonssatellitter.



Satellittene i de forskjellige systemene går i ulike baner, og dekker jorda godt.

Illustrasjon: ESA v/ P. Carril

Korreksjonssignal

I skjermene fra de ulike leverandørene kan man velge hvilken korreksjonsskilde man ønsker i eget menybilde. Dermed kan man målrettet velge den kilden man gjør seg erfaring med at fungerer best i området man befinner seg i. Hvilke korreksjonssignaler som er tilgjengelig hos de ulike systemene er vist tidligere i tabell på side 18.

Vi skiller grovt sett mellom landbasert og satellittbasert korreksjonsskilde.

Landbasert korreksjon

Landbaserte korreksjonssignaler (RTK-korreksjon) vi har testet er fra Kartverkets CPOS-tjeneste. Der er erfaringen at så lenge du har en oppkobling mot mobilnettet, så er denne typen signal stabil og skal tilsynelatende gi en svært god korreksjon (stabil alder på korreksjonssignalet ned mot 1. sekund). En observasjon som er gjort er at der signalmastene i mobilnettet er plassert høyt i terrenget virker telefonsignalet mer stabilt. Der mastene er plassert i flatere terreng (eksempelvis flate deler av Østlandet) kan det virke som telefonsignalene ikke bærer like langt, og dermed kan skape utfordringer med oppkobling mot nettet. Her vil det nok naturligvis være en variasjon mellom

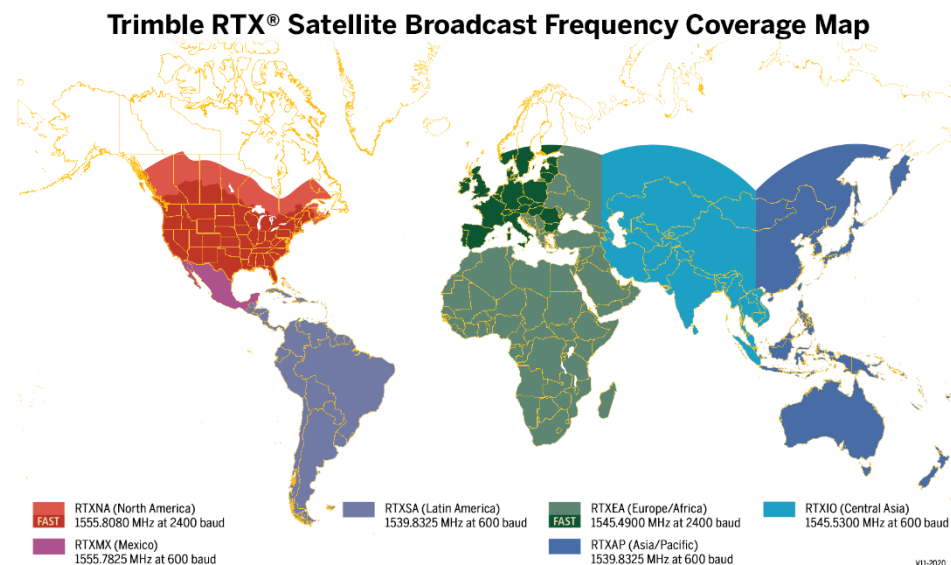
de ulike tilbyderne av telefonsignal. I utfordrende områder kan det derfor være fornuftig å sjekke mobildekninga fra alle nettleverandørene. Kartverkets nettverk av basestasjoner (i CPOS-tjenesten) er svært godt utbygd, og ser ut til å sikre et godt grunnlag for en korreksjonstjeneste over hele landet.

Satellittbasert korreksjon

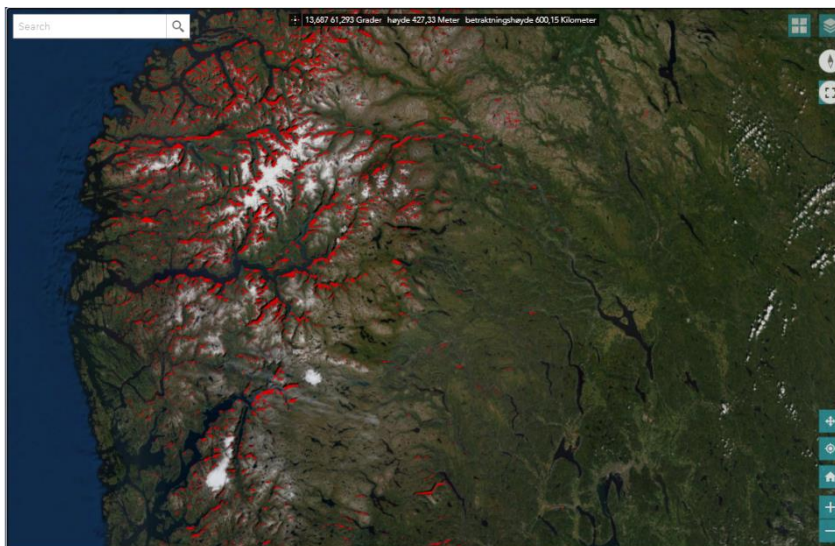
Av satellittbaserte korreksjonssignalene finner vi mest brukt Egnos, SF1 (John Deere-korreksjon) og RangePoint RTX (Trimble-korreksjon). Topografiske forhold som fjell, åser, daler og vegetasjon vil kunne påvirke mottaksforholdene av signalene, som stråler inn på lav horisont fra sørlig retning. Dette har vi sett i praksis ved at logging på nordsiden av et høye fjell eller tett vegetasjon har skjermet for signalet, som igjen resulterer at alderen på signalet stiger og til slutt mister man kontakten. I enkelte tilfeller har dette også skjedd der det er åpent i sørlig retning. Her kan det tenkes signalene reflekteres i omkringliggende terreng, for eksempel der de treffer i ei fjellside og reflekteres til mottaker på kjøretøy som igjen fører til en forsinkelse på signalet.

I Trimble sin GFX750 ble det forsøkt vekslet mellom Egnos korreksjon og RangePoint RTX korreksjon underveis på turen. Ved valg av RangePoint RTX var det lite respons fra dette korreksjonssignalet i store deler av Nord-Norge. Sør for Saltfjellet virker det til å ha slått inn periodevis, men ikke stabilt før man har vært lengst sør i Nordland fylke. Der RTX-korreksjon ikke har vært tilgjengelig velger systemet automatisk Egnos som korreksjonskilde.

Trimble har et eget kart over deres dekningsområde for Trimble RTX-signal, som går i en bue fra sør i Vestland fylke og østover gjennom Innlandet. Her viser våre resultat at dette signalet har en større utbredelse videre nordover.



Dekningskartet fra Trimble skildrer en dårligere korreksjonsdekning i nord enn hva vi oppnådde. Kilde: Trimble^{vii}



Egnos har utarbeidet et zoombart dekningskart som med relativt god oppløsning kan vise hvor det anslagsvis skal være skyggefeltet. Her ser vi at dette stemmer relativt bra med våre observasjoner. Kartet tar naturlig nok ikke hensyn til andre hinder enn fast grunn.

Egnos-kartet markerer områder som kalkulerer til å ikke ha dekning med rød farge.^{viii} Illustrasjon: ESA.

Andre hinder

Romvær^{ix}

Romvær kan forstyrre satellittnavigasjon og posisjonering. Ved en solstorm vil partikler og stråling slynges ut fra sola og dermed forstyrre signalene som sendes fra satellittene. Vi sier at det er dårlig romvær. I prosjektperioden vår kan vi ikke si å ha merket noe til slike utfordringer. Dette skyldes trolig at solstormaktiviteten går i sykluser på ca. 11 år. Ved toppen av syklusen er solstormaktiviteten mer intensiv. I 2014 var det en topp i denne syklusen, og derav har det vært forventet en reduksjon i antall eksplosjoner på sola i perioden 2019/2020.

Forstyrrelser gjennom atmosfæren^x

Tid er som kjent en viktig faktor for å beregne riktig posisjon. Klokkeslett for når signalet ble sendt ut fra satellitt sammenlignes opp mot mottagerens klokke, og differansen brukes til å måle avstand mellom sender og mottaker og inngår i posisjonsbestemmelsen. Atmosfæriske forstyrrelser kan her lage problem. I atmosfæren møter signalene motstand, og vil ha en annen hastighet enn i vakuumet utenfor. Dette gjør at signalhastigheten endres og kan skape en feil. Dette kan motvirkes ved å bruke signalmottakere som er flerfrekvente (signalmottak på flere bølgelengder). Matematiske modeller brukes også til å vesentlig redusere denne feilkilden.

Ellers vil radiosignaler fra kilder på bakken kunne forstyrre signal fra satellittene, hvis det sendes på samme eller en nær frekvens av satellittsignalene.

Jamming^{xi}

Det kan forekomme at det med viten og vilje skjer en forstyrrelse av satellittsignalene, såkalt «jamming». Her brukes egne enheter som kan slå ut, forstyrre eller endre de opprinnelige signalene. Problemet er størst i forhold til GPS-signalene, mens det europeiske Galileo-systemet sies å være mer robust mot slik påvirkning.

Jamming kan forekomme i områder med militær aktivitet/øvelse. Det har også vært antydning at dette kan være et problem i grenseområdene mot Russland.

Et annet, og tilsynelatende økende problem med jamming, knytter seg til tungtransport. Noen firmaer ønsker å ha kontroll på hvor lastebilene er ved hjelp av GPS-sporing. GPS-sporing brukes også enkelte steder i Europa til veiprising. Sjåførere som ikke ønsker å bli sporet av arbeidsgiver, som vil prøve å unndra seg veiprising, som kjører stjålet bil eller last, eller på annen måte vil unngå å

etterlate digitale spor, bruker en såkalt jammer. Slike jammere er lett tilgjengelige på internett, og er svært enkle i bruk. De enkleste kan plugges i sigarett-tenneren, så er de i funksjon.

Bønder som bor nær veger med mye tungtrafikk mistenker at de tidvis har signalutfall på grunn av jamming.

Tiltak for å kompensere for manglende signal

Enkelte naturgitte forhold kan være vanskelig å gjøre noe med. I trange daler med høye fjell som skaper skygge, hovedsakelig for korreksjonssignal fra satellitt, vil det være vanskelig å motvirke dette. En kan da undersøke alternative korreksjonskilder, enten ved å gjøre undersøkelser om der er korreksjonssatellitter som sender signal fra en annen vinkel eller ved å investere i landbasert korreksjon. Ved mobil RTK må man da se til at man har en teleleverandør som har dekning for aktuelle område, slik at man kan ta inn de nødvendige signalene.

Hvis det ikke er noen leverandør av telefonsignal som dekker aktuelle område, kan en egen flyttbar RTK basestasjon være et alternativ. Da har man en egen antenne som kan formidle korreksjonssignal til mottaker på kjøretøy. Avstand mellom basestasjon og kjøretøy må være innenfor en viss radius for å virke stabilt.

Hvis tapet av signaler skjer ute på åkerkanten kan det som nevnt tidligere være at vegetasjon sperrer for signaler eller forstyrrer dem. Dette kan motvirkes ved å gjøre en opprydding langs åkerkantene. Hvor bredt belte som må tas er usikkert, og det må selvsagt gjøres en vurdering av arbeidsmengden opp mot gevinsten.

I den tiden man mister signal vil systemet montert i kjøretøyet fortsette å søke etter det tapte signalet. I mellomtiden er det flere av disse systemene som bruker matematiske modeller for å beregne hvor ferden din videre skal gå, med utgangspunkt i de signalene som sist ble mottatt, kalkulert opp mot blant annet hastighet og svingutslag.

På denne måten kan man likevel kjøre med forholdsvis god nøyaktighet. Går det for lang tid før systemet greier å hente igjen korreksjonssignalet, vil beregningen av videre ferd opphøre.

5. Bondekontakt, markdager

Dialog med bøndene har vært en prioritert oppgave for prosjektet. Det er vanskelig å anslå hvor mange vi har vært i kontakt med, da kontaktpunktene spenner fra en-til-en-dialog på gardstunet eller i bilen, til at vi presenterte prosjektet for om lag 300 tilhørere på NLR Teknikkmøtet i februar. Vi har hatt 20-30 egne arrangementer knyttet til prosjektet, samt deltatt på arrangementer hvor dekningsprosjektet er en del av et større program.

Bilen var utstilt på den store nasjonale fagmessa Agrovisjon i Stavanger på senhøsten i 2019, der også prosjektleder og prosjektansvarlig var til stede sammen med en solid stab av andre fra NLR. Den har også stått utstilt på flere andre arrangement, og hadde en sentral plass under NLR Teknikkmøtet.

Det er derfor grunn til å anta at ganske greit firesifret antall personer har sett bilen på nært hold, eller deltatt på arrangementer der prosjektet har vært omtalt.

Bøndenes kunnskap om presisjonslandbruk pr. nå

Det er en stor spennvidde i kunnskapsnivå til de mange personene vi har møtt, og det er store regionale forskjeller på kunnskapsnivå. Det er et inntrykk at kunnskapsnivået rundt

presisjonslandbruk og utstyr er høyest i områder med større enheter og større maskinpark. Det kan sees i sammenheng med at det ofte er de største traktorene som kommer med presisjonsutstyr slik som GPS og autostyring montert. Vi har møtt bønder med svært detaljert kunnskap om posisjonsutstyr, signaldistribusjon og så videre, og vi har møtt bønder som «ikke har hørt om presisjonslandbruk». Uten at vi kan verifisere det på noen måte, mener vi samtidig å spore at kunnskapsnivået i 2020 er betydelig bedre enn i 2018.

Hvilken kunnskap er det behov for og hvordan nå fram med denne

Den store spennvidda i hva som er utgangspunktet må naturlig nok speile seg i hva som tilbys.

- Tilpasset rådgiving for den enkelte bonde, agronomisk, økonomisk og teknologisk
- Grunnopplæring i presisjonslandbruk
- Behovsanalyse på gården – økonomisk analyse og oppstartshjelp
- Optimalisering, kalibrering, innstilling og bruk av presisjonsutstyr
- Tilpassing av næringsstoffer etter behov på skifte og smårutenivå ved bruk av ny teknologi
- Kartlegging av muligheter med roboter og droner
- Utviklingsprosjekter i samarbeid med bønder, forskning og næringsaktører

I forprosjektet var vi i kontakt med mange gårdbrukere og ansatte fra maskinbransjen. Det ble gode diskusjoner og vi fikk mange innspill til videre arbeid med presisjonsteknologi i landbruket. Dialogen viser at det er stor interesse for temaet. Det strekker seg over et bredt område, alt fra innstilling av plog og annen landbruksredskap til bruk av droneteknologi og robotikk i landbruket.

Det er stor interesse blant gårdbrukerne og det trekkes fram at presisjonsteknologi er på full fart inn i landbruket, der mange ønsker råd om hva de skal velge og hvordan de best kan utnytte utstyret på sin gård. Dette viser at det er et rom i markedet for NLR å satse på presisjonslandbruk som forretningsområde. Bøndene har også trukket fram at de ønsker nøytral rådgiving på området^{xii}.

Det kreves stor faglig kunnskap for å kunne rådgi innen presisjonslandbruk, det er et bredt fagfelt og omfatter både agronomi og maskinteknikk. Til og med maskinbransjen har en utfordring med å henge på i den tekniske utviklingen og det trengs en faglig oppfølging på de agronomiske aspekter. Utdanningsinstitusjonene i landbruket, uansett nivå, har fram til nylig i svært begrenset grad tilbydd opplæring innen tematikken. Det store kunnskapspranget som NLR har gjort gjennom dette prosjektet mener vi derfor er kjærkomment for et samlet norsk landbruk.

Erfaringer bønder med presisjonsutstyr har delt med oss

Noen bønder har rett og slett ikke skikkelig dekning for de korreksjonssignalene de har tilgang på. Vi har møtt flere som erfarer at de har korreksjonsdekning på veg inn mot skogkant eller fjellfot, mens signaltilgangen går mot null på veg ut fra dette antatte skyggeområdet. Uten korreksjonssignal vil ikke ei eventuell autostyring virke, og føreren må orientere seg manuelt.

Vi har også møtt bønder som driver jord nær hovedveier med mye tungtrafikk, som opplever problemer med jamming.

Den viktigste erfaringen er likevel at alle som har tatt i bruk presisjonsutstyr uttrykker stor begeistring for teknologien, og de forteller at utstyret både forenkler hverdagen og det bidrar til en bedre agronomisk drift, derunder også redusert klimabelastning.

6. Medieomtale o.l.

Prosjektet har vore tydeleg kommunisert internt i NLR. Dekningsbilen har nærast blitt brukt som ein maskot for organisasjonen ved fleire høve, både avbilda på årsmelding og andre publikasjonar, og som eit naturleg fysisk midtpunkt under NLRs årlege kursveke. Dette har sikra at dei kring 330 tilsette i organisasjonen er godt kjent med at vi jobbar med presisjonslandbruk og dekningsmåling, slik at dei har henvisningskompetanse i møte med bønder som har spørsmål kring dette.

Prosjektet er også fleire gongar omtalt i nyheitsbrev og andre publikasjonar frå NLR, attåt ymse omtale på NLRs kanalar i sosiale media.

I november 2019 var der eit større oppslag hos landbruk.no, med både tekst og video, i samband med at dekningsbilen for alvor starta rundreise si i landet. Prosjektet har også vore tema for ein podcast frå landbruk.no.

Fleire fagblad, mellom andre Norsk Landbruk og Bedre Gardsdrift, har omtalt bilen og prosjektet, og tilgrensande fagfelt. Prosjektansvarleg er også portrettintervjua av Norsk Landbruk.



Frå videoen som landbruk.no laga om dekningsbilen. Foto: landbruk.no

Der har vore fleire omtaler i lokalaviser mens

bilen har vore på rundreise. Akkurat på dette punktet erkjenner vi at ambisjonane var høgare enn kva vi har oppnådd. Det handlar rett og slett om tid og kapasitet. At omtalen i media som rettar seg mot ålmenta er mindre enn håpa har neppe store faglege konsekvensar. Det kunne berre vore triveleg å vist fram for fleire kor langt framme landbruket er på teknologi.

Det viktige er at vi har eit inntrykk av at mange bønder har kjennskap til prosjektet og lærdomen som er å hente der. Vi trur også at satsinga vår generelt og dekningskartleggingsprosjektet spesielt bidrar til at mange som til no har sitte på gjerdet er i ferd med å ta steget til å satse på presisjonsteknologi.

7. Samarbeidspartnerar og andre viktige kontaktar

Vi har hatt tett kontakt og god dialog med utstyrsleverandørane, som forutan utstyr har bidratt med kunnskap, innsikt og erfaringar.

Utvalet av posisjoneringsutstyr til landbruket består dels av system som kjem frå frittstående leverandørar, der enkelte også leverer til landbruksmaskinprodusentane, og dels av system som er bygde av/for maskinprodusentane. Utvalet vi har av system i dette prosjektet dekkjer teknisk og funksjonelt så godt som heile spekteret av utstyr som blir levert i Noreg. Dette betyr også at vi har hatt med system som er brukt på maskiner frå fleire aktørar enn dei som har vore direkte involverte i prosjektet. Også ein aktør som Yara har stor interesse av posisjonsbestemte verktøy og data, for å sikre ei meir nøyaktig gjødsling.

Difor har også aktørar som ikkje har levert oss utstyr vist interesse for prosjektet. Såleis vågar vi påstanden at NLR har tett og god dialog med ein samla maskinbransje, og fleire til, når det gjeld presisjonsutstyr. Dette prosjektet har bidratt positivt til å støtte opp under ein frå før god dialog.

Prosjektet har også styrka kontakten vi frå før hadde etablert med Kartverket. Kartverket har ansvaret for RTK-signala som blir distribuerte via mobilnettet. Det var planlagt ein større fagdag ved Kartverkets hovudkontor på Hønefoss i slutten av mars, der bilen og prosjektet vårt skulle vere

hovudattraksjon. Målet var å styrke kunnskapen om presisjonslandbruk mellom dei tilsette i Kartverket. Denne fagdagen vart naturleg nok avlyst, men vi håpar å kome sterkt attende.

Etter dei første medieoppslaga om prosjektet vart vi kontakta av Norsk Romsenter. Romsenteret representerer Noreg i den europeiske romfartsorganisasjonen ESA, som mellom anna driv GNSS-systemet Gallileo. Prosjektleiari og prosjektansvarleg var i møte med Romsenteret, og vi vil i neste fase av dekningskartleggingsprosjektet arbeide for å styrke denne kontakten enda meir.

8. Vegen vidare

Prosjektet er vedtatt vidareført, og er sikra ei grunnfinansiering gjennom ei løyving frå Landbruksdirektoratet. Det er vi svært glade for. Vi ser nemleg tydeleg behov for å jobbe vidare med tematikken, og vi har avdekt ymse emne som vi treng å sjå nærare på.

Døme på dette kan vere

- Signaldrifting og repeterbarheit ved ulike korreksjonskjelder
- Nøyaktigheit for ulike korreksjonskjelder
- Årsaker til signalutfall, til dømes skogkant-effekten

Vi meiner det vil vere fornuftig å kartlegge meir detaljert i randsonene mellom god korreksjon og manglande korreksjon. Somme av systema har funksjonalitet for å fungere ei viss tid etter signalutfall, til dømes nær skogkant. Dette treng vi meir kunnskap om.

I løpet av dei næraste åra vil det europeiske GNSS-systemet Gallileo bli fullt ut operativt. Her vil korreksjonssignala bli distribuerte av posisjonssatellittane, og ikkje av separate geostasjonære satellittar. Altså vil du få korreksjonssignal så sant du har posisjonssignal. Dette er svært interessant. Gallileo er eit meir moderne og robust system enn GPS, men enno er der lite utstyr for Gallileo på marknaden. Den europeiske romfartsorganisasjonen ESA, som står bak Gallileo, vektlegg samfunnsnytte høgt i sine prioriteringar. Dette gjer det sært interessant å undersøke kva kapasitetar Gallileo vil ha for det norske landbruket, og vi håpar å kunne ta tak i dette i den komande prosjektperioden.

Vi ser at behovet for å bygge kunnskap om posisjonsteknologi hos bønder og andre tilknytt landbruket stadig er svært stort, og at det vil ta tid å kome opp på ønska nivå. I neste fase av prosjektet vil slik kunnskapsbygging bli gjort meir systematisk og målretta.

For å løyse oppgåvene i neste fase, vil det vere fornuftig å justere noko på utstyret i bilen. Eit vesentleg tiltak vil vere å utruste bilen så den kan køyrast med autostyring under kartleggingsarbeidet, for gjennom det å kunne måle nøyaktigheita spor-til-spor. Dette vil også ha ein sterk pedagogisk effekt.

9. Rekneskap

Vi har aldri gjort eit prosjekt som dette før. Det har heller ingen andre. Difor er det ikkje overraskande visse avvik mellom budsjett og rekneskap, sjølv om vi har halde oss innanfor rammene.

I budsjettet hadde vi ein kostnad på 1,8 millionar kroner som vi søkte om støtte til. Vi fekk tildelt inntil 1,2 millionar, med ei maks-ramme på 1,8 millionar. Ein vesentleg konsekvens av den reduserte tildelinga er at vi har utbetalt ein mykje lågare timesats for utført arbeid enn budsjettert. Differansen mellom budsjettert timesats og utbetalt timesats er tatt som eigeninnsats. Det same gjeld ein del av timane knytt til prosjektadministrasjon.

I den reviderte prosjektplanen har vi strypt ned på opplegget ved planlagde markdagar, slik at desse har gått som eit skikkeleg lågkost-opplegg med personalkostnader som det dominerande. Takka vere stor velvilje frå utstyrsleverandørane, har vi ikkje hatt kostnader til kjøp eller leige av posisjonsutstyr.

Ein del postar har vore monaleg dyrare enn budsjettert, og mesteparten skriv seg til meir krevjande arbeid enn føresett. Det å bygge opp bilen og finne gode tekniske og praktiske løysingar tok meir tid enn venta. Prosjektleiing/-administrasjon, etterbehandling av data og rapportering har tatt meir tid enn budsjettert. Vi har brukt mindre pengar på å kjøpe kartvisning av resultata, og løyst dette med egne krefter.

På sjølve kartleggingsarbeidet traff vi ganske bra med den interne fordelinga av midlane til Aust- og Sørlandet. Langs kystfylka frå og med delar av Rogaland til og med Finnmark underestimerte vi timebehovet. Dette er lærdom vi tek med oss.

På grunn av korona-situasjonen er prosjektperioden blitt forlenga med fem månader. Dette har ikkje påverka personalkostnaden, men vi har hatt utgifter til billeige og ulike abonnement. Meirkostnaden er på kr 60 526, som vi har dekt innanfor rammene for prosjektet.

Samla sett er vi nøgde med at vi har godt samsvar mellom ramme og resultat.

Ved at prosjektet blir vidareført utan opphald, vil investeringane vi har gjort i å bygge opp bilen komme til nytte i neste prosjektfase, og vi sparar kostnaden til å demontere utstyret. Det er bra!

Under finn du ein forenkla prosjektrekneskap.

Post	Budsjett	Rekneskap
Kostnader	1 815 300	1 781 820
Tilrettelegging, montering, oppstartadministrasjon	217 500	270 225
Prosjektgjennomføring: Arbeidstid	292 000	354 711
Prosjektgjennomføring: Reisetid	240 000	414 600
Prosjektadministrasjon, kartvisning, rapportering	375 000	356 716
Leige av bil	149 300	226 087
Materiell og utstyr, rigging av bil	235 000	46 793
Abonnement mobildata o.l.	24 000	13 161
Drivstoff, bom, ferje etc; kost/losji, reisekostn.	117 500	99 527
Uføresett	165 000	
Finansiering	1 815 300	1 781 820
Landbruksdirektoratets Klima- og miljøprogram	1 815 300	1 200 000
Eigeninnsats NLR		581 820

10. Utfordringar i gjennomføringa av prosjektet

Å drive nybrottsarbeid med litt tronge budsjetttrammer og høgt ambisjonsnivå er lærerikt.

I oppstartfasen arbeidde vi mykje med å finne gode måtar for å hente ut data frå posisjonssystema, og loggføre dette på ein teneleg måte. Dette tok meir tid enn venta. I denne fasen var stadig bemanninga innan presisjonslandbruk i NLR låg. Bemanninga har gjennom prosjektperioden blitt monaleg utvida med dyktige og kyndige folk, og alle nyttilsette et blitt involverte i prosjektet.

I fasen med logging og tilhøyrande køyring er det naturleg nok ei utfordring at landet vårt er svært langt. Det har vi likevel handtert godt, mellom anna gjennom at rådgivarane som har køyrt bilen har strekt seg langt. Fleire har nok brukt ei god dose fritid attåt arbeidstida som ligg i rekneskapen.

Ei sjukmelding like før jul gav oss utfordringar i det tette programmet som var sett opp for bilen, fordi det var vanskeleg å omdisponere den til ein annan region i den aktuelle perioden. Dette løyste seg likevel ved knipe inn litt i kalenderen på etterjulsvinteren, og gjennomføre færre mark dagar/samlingar i den aktuelle regionen.

Korona-situasjonen gav oss bråstopp i dekningskartlegginga frå 12. mars. Frå då sto bilen parkert til over sommaren.

I og med at løyvinga til prosjektet er på omlag to tredelar av det opprinnelege prosjektbudsjettet, har vi vore nøydd til å knipe ned på mange kostnader. Eitt av tiltaka er at vi har lånt posisjonsutstyr, i staden for å leige eller kjøpe det. Difor har vi til tider måtta levere attende utstyr når leverandøren sjølv har hatt behov for å bruke det. Ein slik situasjon hadde vi etter sommaren. Vi var klare til å fullføre køyringa som sto att etter stoppen i mars, men måtte vente til litt uti september før alt utstyret vi trengde var på plass att. Likevel vil vi gi stor ros til utstyrsleverandørane, som har vist stor velvilje.

Vi har ikkje fått utstyrt bilen slik at vi enkelt kan måle presisjonsnivået på utstyret. Skulle vi gjort dette fysisk, ville det kravd ei ombygging til autostyring, noko gjeldande budsjetttrammer ikkje har hatt rom for. Vi kunne jamført posisjonen i loggfiler med kvarandre. Vi har vurdert om det er fagleg fornuftig. Vi er usikre på om presisjonen og gevinsten ved ei slik jamføring ville hatt stor nok verdi til å forsvare meirarbeidet med tolking og analyse av resultata. Som omtalt over: Nøyaktigheita for kvart av dei ulike systema er kvar god nok til sitt bruk, og vi har ikkje sett behov for å sette system med same signalkvalitet opp mot kvarandre i denne omgangen.

I den tidlege fasen køyrde vi logging ute på åker og eng, men vi køyrde ganske korte sløyfer om gongen. Vi hadde då lett otte for å generere for store datamengder med tanke på den seinare handteringa. Metodikken har endra seg undervegs, slik at vi meir har gått over til å køyre på grendevogar og driftsvegar, og dessutan logge lengre strekk. Det ser ut til å fungere fint med tanke på den generelle signaldekninga i området, men vi må vere bevisste på kantsone/ope lende-problematikken. Det å logge ute på teigane kan vi kome attende til hos bønder som har særlege problemområde som dei vil undersøke.

Vi har også vore ute for at vi truleg har hatt for mange anlegg tilkopla på same tid, i høve til kor stor spenning generatoren på bilen kan levere. Med alle anlegga i drift har vi opplevd varsel for spenningsfall på eitt av anlegga, og dermed lugging i systemet.

Prosedyrane for logging har eit lågbudsjett-preg, og er såleis ikkje beint ut intuitive. Her er det rom for nytenking i neste fase.

11. Konklusjon

Vi har grovkartlagt dekninga av posisjons- og korreksjonssignal over heile landet. Resultata er å finne i det første norske dekningskartet for posisjoneringsutstyr i landbruket på <https://editor.giscloud.com/map/1325590/dekningsbilen-2020> . Kartet viser dekningskvalitet og presisjonsnivå for fire ulike system. Kartet er ei god rettesnor for å indikere signaldekninga, men det gir ingen garanti. Er der risiko for signalhinder i ditt område, bør det gjerast nærare undersøkingar før handel. NLR kan bidra med det.

Generelt kan vi slå fast at det er god dekning av posisjonssignal over heile landet. Dekninga av korreksjonssignal er også god, men med nokre viktige merknader:

- Breiddegrad er ikkje noko hinder for Egnos korreksjonssignal.
- Egnos fell ut dersom det er for store hinder mot sør. Enkelt sagt: Er der dekning for TV-signal via parabol, er der også Egnos-dekning, for desse satellittane har omlag lik posisjon. Dette er særleg eit problem i aust-vest-dalar, og på sørsida av fjordar.
- RTX-signalet frå Trimble har ikkje dekning nord for Saltfjellet.
- John Deeres SF1-signal fungerer bra nesten over alt. Også dette har visse bortfall, utan at vi heilt har spora systematikken i bortfalla der.
- Alle satellittbaserte korreksjonar kan oppleve problem langs skogkantar.
- RTK-korreksjonen som Kartverket sender via mobilnettet fungerer svært godt over alt, føresett at der er mobildekning. Særleg på flatbygdene kan det vere eit problem med for dårleg mobildekning.

Egnos er eit gratis korreksjonssignal, og høver difor godt for alle små og mellomstore bruk, særleg for dei som driv grovfôrproduksjon.

Å satse på RTK-korreksjon har ein høgare oppstartpris og attåt ein årleg abonnementskostnad. Difor er dette mest aktuelt for bruk med produksjon over eit visst omfang.

Det er eit paradoks at det på flatbygdene, der RTK kanskje er mest aktuelt, er størst problem med mobilsignalet, mens satellittmottaket er framifrå. I fjord- og dalstrøka, der produksjonen er slik at Egnos er mest aktuelt for flest, er det meir problem med Egnos-mottaket, mens mobilsignala kan vere svært gode. Dette viser oss at det er ein disharmoni mellom

signaltilgangen og signalbehovet. Heldigvis er det mogeleg for norske aktørar og norske styresmakter å gripe tak i dette. Eit lett handgripeleg tiltak er å sjå kva som skal til for å betre mottaket av RTK i



*"Bilen har ikke installert navigasjon" seier den originale skjermen på bilen. Så feil kan den ta.
Foto: Differmedia Aurora Hannisdal*

område som i dag har dårleg mobildekning. Ei meir krevjande utfordring er å arbeide for å sikre bønder i Egnos-skuggen naudsynt korreksjon utan unødig kostnad. Det kan løysast gjennom ei eller anna form for støtteordning.

Viss fagлага og styresmaktene set seg eit fullt oppnåeleg, men likevel spenstig mål om at Noreg skal vere fremst i verda på presisjonslandbruk, og lar eit slikt mål bli følgt av målretta verkemiddel, er det alt i dag fullt mogeleg å finne presisjonsutstyr som vil fungere på nær 100 prosent av alle norske gardsbruk. Mange kan forsvare ei slik investering uansett, men slett ikkje alle, på grunn av at dekninga av dei rimelegaste signala i krevjande område er for ustabil. Det er eit problem som må drøftast og løysast, uansett mål.

Vi har ikkje gjort arbeid som lar oss seie noko om kor nøyaktig dei ulike systema og anlegga arbeider.

Viss vi er samde om at det norske landbruket raskt skal ta i bruk denne nye teknologien, er det etter vårt syn to faktorar som er heilt avgjerande. Den eine er å heve kunnskapen om presisjonslandbruk generelt, hos alle norske bønder. Ei vidareføring av dette prosjektet vil vere eit viktig bidrag til det, parallelt med at kunnskapen som vi no har bygd opp må formidlast vidare på alle vis.

Erfaringa vår så langt er at bønder som tek i bruk presisjonsteknologi samstundes blir meir medvitne på den klassiske agronomien, og gjennom det får dei ei betre drift. Denne kombinasjonen kan bidra til ein større miljømessig gevinst enn det vi får einast ved å ta i bruk presisjonsutstyr.

Den andre faktoren er at NLR, utstyrsleverandørane, Kartverket, Norsk Romsenter og politiske styresmakter saman må finne løysingar for dei bruka som har for dårleg mottak av rimelege korreksjonssignal. Vi ser ikkje i dag at der finst éi løysing som passar alle, men det er avgjerande å finne gode ordningar for å unngå at landbruket blir delt i eit A-lag og eit B-lag.

Har vi nådd måla våre? Ja, i stor grad. Vi har ikkje kartlagt nøyaktigheita på dei ulike systema. Men dei store og viktige måla med prosjektet har vi tatt godt tak i: Grovkartlegging av singaldekninga har resultert i eit kart, og vi er godt i gang med å få heva kunnskapen, innanfor dei økonomiske rammene våre.

Gjennom prosjektet har vi virvla opp så mange lause trådar at arbeidet må fortsette. Det gjer det heldigvis, takka vere ein ny runde med finansiering frå Landbruksdirektoratet. Bygd på erfaringane frå dette første året, vil vi i neste runde kunne bli langt meir konkrete både i undersøkingar, vurderingar og konklusjonar.



Slik bruker du NLR Dekningskart

Slik bruker du NLR Dekningskart

Hvor finner jeg kartet?

Hva viser kartet

Hvordan er kartet bygget opp

Zoome inn og ut

Vise og skjule info i kartet

Hvor finner jeg kartet?

Kartet finnes på følgende

nettadresse: <https://editor.giscloud.com/map/1325590/dekningsbilen-2020>

Hva viser kartet

Kartet viser alle strekninger som er kjørt med NLR Dekningsbilen og hvilke korregerings-signaler som er registrert. Hver strekning i kartet utgjør ett sett av registrerte punkter fra de ulike mottakerne. Hver posisjon er markert i kartet med ulike farger som beskriver hvilken type korreksjon som er gjort. Disse overlapper i kartet, men kan gjøres synlige ved å skjule de overliggende lagene.

Hvordan er kartet bygget opp

Hver enkel mottaker og dens aktiverte korreksjonssignal ligger som separate kartlag. Kartlagene overlapper og skuler hverandre slik at de må skjules for å se det underliggende kartlaget. Du kan vise og skjule kartlag og de tilhørende lagene for GNSS-kvalitet.

Kartet er organisert etter de ulike systemene og hvilken korreksjon det er brukt på det enkelte. For hvert enkelt system angis områder med ulik korreksjon med ulike farge. Vær oppmerksom på at markørene i kartet ligger over hverandre slik at du må skule de lagene som ligger over for å se det enkelte laget

Vise listen med kartlag

Klikk på «Layer List»

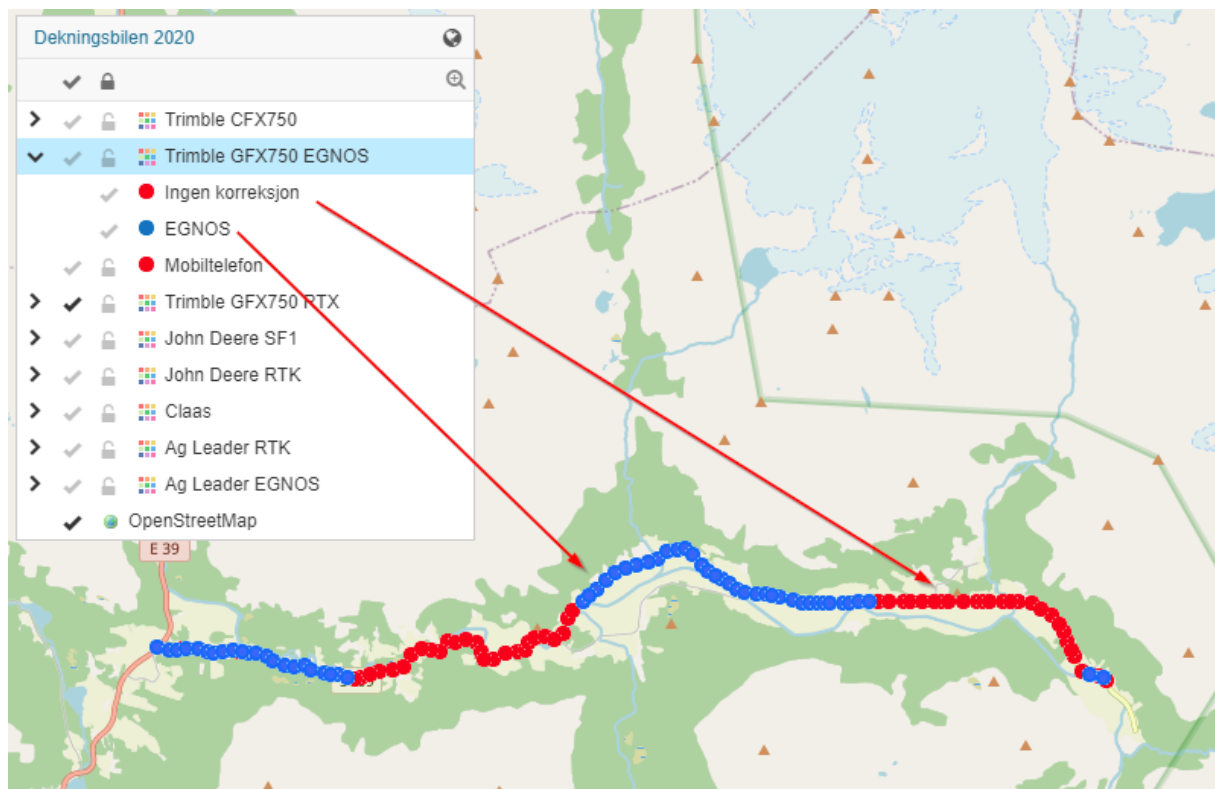
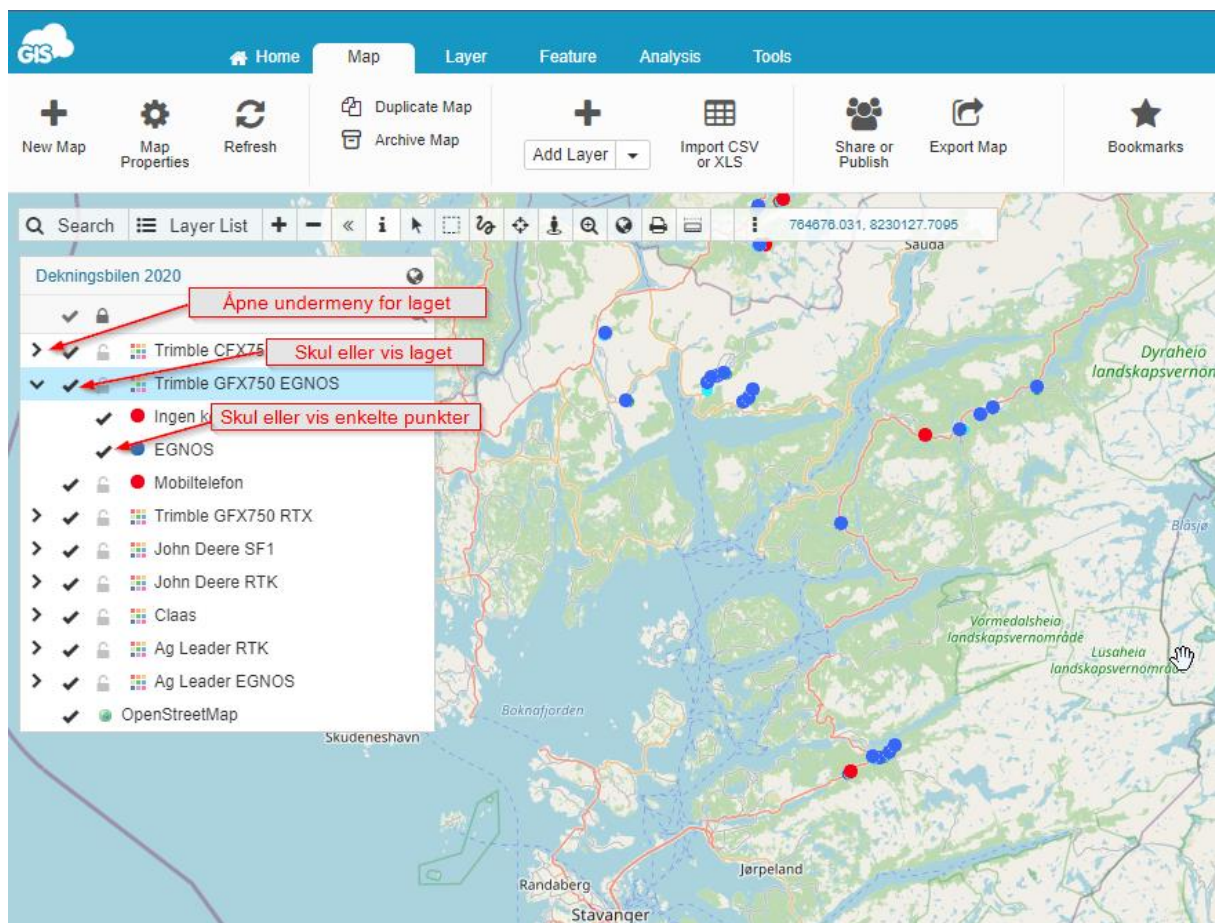
Zoome inn og ut

Du kan zoome inn og ut med + og – knappene (1) eller rulle med musehjulet.

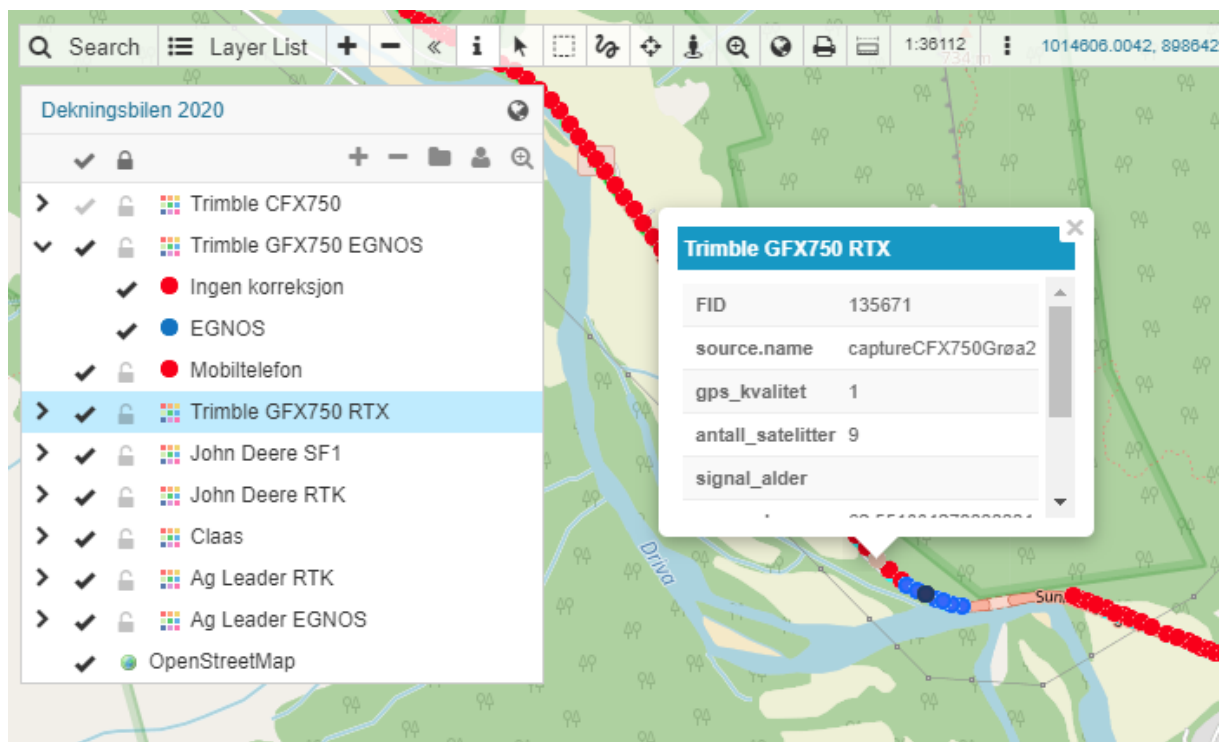
Vise og skjule info i kartet

Du kan vise og skjule hvert enkelt kartlag med info om det enkelte systemet for seg og også

Under hvert system finner du info om hvilke korreksjonssignaler som er brukt.. Zoome inn på kartet og se hvor EGNOS (blå farge) faller ut og der ukorrigert signal (rød farge) brukes.



Klikk på et punkt i kartet for å vise egenskaper om punktet



Kjelder og litteratur

ⁱ Chamen, Tim: *The Potential for CTF in Grassland Production*. Webinar for NLR september 2020. CTF Europe

ⁱⁱ Dyrdal, Gunstein og Agjeld, Jogeir: *Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg*. Prosjekt knytt til temaet *Økonomiske og miljømessige gevinstar med presisjonslandbruk* på oppdrag for styret for Forskningsmidler over jordbruksavtalen. Norsk Landbruksrådgiving, mars 2019

ⁱⁱⁱ <https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/GPS-og-GNSS/>
<https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy/>

^{iv} https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/european-gnss/what-gnss
https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/pass_to_pass
<https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/CPOS/>
<https://positioningservices.trimble.com/wp-content/uploads/2019/02/Trimble-RTX-FAQ-2020-Brochure.pdf>

^v Kilde: www.trimble.com/OEM_ReceiverHelp/V4.44/en/NMEA-0183messages_GGA.html

^{vi} <https://www.romsenter.no/no/Fagomraader/Satellitnavigasjon/Hva-du-boer-vite-om-satellitnavigasjon2>

^{vii} <https://positioningservices.trimble.com/resources/coverage-maps/>

^{viii} https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/resources-tools/egnos-visibility-maps

^{ix} <https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/Romvar-og-posisjonstjenester/>

^x <https://www.romsenter.no/no/Fagomraader/Satellitnavigasjon/Hva-du-boer-vite-om-satellitnavigasjon2>

^{xi} <https://snl.no/GPS>
<https://www.aftenposten.no/norge/i/a25bWO/Lastebilsjafor-blokkerte-GPS-signalene-til-ambulanshelikopter-Det-skjer-stadig-oftere>
<https://www.tungt.no/transportmagasinet/gpsjammere-bruke-til-a-jamme-flatestyring-6755383>

^{xii} Dyrdal, Gunstein og Agjeld, Jogeir: *Omfanget av, og erfaringa med, presisjonslandbruk i Noreg*. Prosjekt knytt til temaet *Økonomiske og miljømessige gevinstar med presisjonslandbruk* på oppdrag for styret for Forskningsmidler over jordbruksavtalen. Norsk Landbruksrådgiving, mars 2019

I tillegg til det over nemnde: Ei lang rekkje samtalar med leverandørar og folk hos Kartverket, Norsk Romsenter, bønder og andre som har bidratt til å heve kunnskapen og finne ut av detaljar og store linjer, utan at dei er nemdne spesifikt her.