

Smart teknologi for et bærekraftig landbruk



Jostein Vik
Egil Petter Stræte
Roger Andre Søråa
Terje Finstad
Anders M. Melås
Mads Dahl Gjefsen
Odd Roger K. Langørgen
Eirik Magnus Fuglestad
Renate Marie Butli Hårstad

RURALIS - Institutt for rural- og regionalforskning
Universitetsenteret Dragvoll
N-7491 Trondheim

Telefon: +47 73 82 01 60
E-post: post@ruralis.no

Rapport 9/2021

Utgivelsesår: 2021

Antall sider: 31

ISSN 1503-2035

Tittel: Smart teknologi for et bærekraftig landbruk

Forfattere: Jostein Vik, Egil Petter Stræte, Roger Andre Søråa, Terje Finstad, Anders M. Melås, Mads Dahl Gjefsen, Odd Roger K. Langørgen, Eirik Magnus Fuglestad og Renate Marie Butli Hårstad

Utgiver: Ruralis

Utgiversted: Trondheim

Prosjekt: SmaT – Smart teknologi for et bærekraftig landbruk

Prosjektnummer: 6370

Oppdragsgiver: Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri

Oppdragsgivers ref.: 280554 (Norges forskningsråd)

Kort sammendrag

Denne rapporten oppsummerer hovedresultater og anbefalinger fra det tre-årige prosjektet *Smart teknologi for et bærekraftig landbruk* (SmaT, 2018-2021). Prosjektet har vært et samarbeid mellom Felleskjøpet Agri, Norsk landbrukssamvirke og Mære landbruksskole og forskere fra Ruralis og NTNU, og har også involvert teknologiorienterte bønder og andre fagfolk. Arbeidet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, samt med egeninnsats fra brukerpartnerne i prosjektet.

Stikkord

Landbruk, teknologi, innovasjon, bærekraft, moden teknologi, vurderingsverktøy

Forord

Denne rapporten er et resultat fra prosjektet *Smart teknologi for et bærekraftig landbruk* (SmaT). Prosjektet startet opp i 2018 og avsluttes ved utgangen av 2021. Målet for SmaT-prosjektet er å bidra til teknologisk utvikling og innovasjon for økt bærekraftig produksjon i norsk landbruk. Prosjektet er et samarbeid mellom Felleskjøpet Agri, Norsk landbrukssamvirke og Mære landbruksskole og forskere fra Ruralis og NTNU. I tillegg har teknologi-interesserte bønder og andre fagfolk vært involvert gjennom fagdager og fokusgrupper.

Prosjektet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, samt med egeninnsats fra brukerpartnerne i prosjektet.

I denne rapporten oppsummerer vi hovedresultatene våre. Målgruppen for rapporten er både aktører i landbruket samt øvrig næringsliv, forskning og forvaltning. Forfatterne har på ulike måter bidratt i prosjektet, og derfor er alle med her som medforfattere. For å se mer spesifikt på hvem som har bidratt med hva, viser vi til hver enkelt av de vitenskapelige publikasjonene som det er referert til.

Vi takker våre samarbeidspartnere og de som har stilt opp for oss gjennom intervjuer og andre forespørsler vi har kommet med.

01.12.2021

Jostein Vik, Egil Petter Stræte, Roger Andre Søråa, Terje Finstad, Anders M. Melås, Mads Dahl Gjefsen, Odd Roger K. Langørger, Eirik Magnus Fuglestad og Renate Marie Butli Hårstad

Foto: Colourbox/Roger A. Søråa (Ruralis)

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Innholdsfortegnelse.....	3
Figurliste	4
Sammendrag.....	5
Summary.....	6
1. Innledning	7
2. Balansert vurdering av teknologiers modenhet.....	10
3. Rundballenes inntog.....	14
4. Digitale gjerder flytter grenser for kyborg-geiter.....	17
5. Mennesker, dyr og teknologi former hverandre.....	20
6. Kritiske støttefunksjoner til innovasjon	22
7. Hovedkonklusjoner	24
8. Anbefalinger	26
Kildeliste.....	27
Annen prosjekttale og formidling	29

Figurliste

Figur 1: Diagram med eksempel på bruk av en balansert modenhetsvurdering av en teknologi.....	12
Figur 2: Rundballepressing på Indre Vinningland i Bjerkreim ein junikveld. Foto: Eirik M Fuglestad.....	14
Figur 3: Rundballar lagra ved gardstunet på Langeli i Bjerkreim. Foto: Eirik M Fuglestad	15
Figur 4: Rundballepressing i bratt lende under Ravnafjellet på Langeli i Bjerkreim. Foto: Eirik M Fuglestad	16
Figur 5: Geit på beite med Nofence-klave. Foto: Roger A. Søråa	17
Figur 6: Visualisering av virtuelt gjerde. Foto: Nofence.no.....	18
Figur 7: Nærbilde av geit. Foto: Roger A. Søråa	19

Sammendrag

Rapporten oppsummerer resultater og anbefalinger fra det tre-årige prosjektet *Smart teknologi for et bærekraftig landbruk* (SmaT, 2018-2021). SmaT har vært et samarbeid mellom Felleskjøpet Agri, Norsk landbrukssamvirke og Mære landbruksskole og forskere fra Ruralis og NTNU, og har også involvert teknologiorienterte bønder og andre fagfolk. Arbeidet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, samt med egeninnsats fra brukerpartnerne i prosjektet.

Innledningskapittelet setter prosjektet inn i en bredere kontekst hvor innovasjon i landbruket knyttes til store samfunnsutfordringer som befolkningsvekst, matproduksjon og klimaendringer. Kapittelet viser hvordan teknologi kan spille en viktig rolle for å møte utfordringer på områdene, samtidig som det er nødvendig å ta lærdom av kunnskap både om hvordan teknologi utvikles og nyttiggjøres, og om hvilke blindsoner og uintenderte konsekvenser som kan oppstå i slike prosesser. Prosjektets avgrensninger og definisjoner av saksfeltene jordbruk og teknologi gjøres kort rede for i kapittelet, før de konkrete forskningsresultatene introduseres.

De neste kapitlene oppsummerer den fagfelleverderte forskningen i prosjektet. Kapittel 2 viser hvordan en balansert modenetskalkulator har blitt utviklet for å sammenfatte nødvendig kunnskap om de ulike dimensjonene som sammen tilsier hvorvidt en teknologi vil kunne realiseres eller ikke; teknisk, organisatorisk, markedsmessig, sosial og regulatorisk modenhet. Kapittel 3 presenterer en studie av rundballenes inntog i det norske jordbrukslandskapet og forklarer hvordan en tilsynelatende enkel teknologisk utvikling har fått store konsekvenser for driftsformer og bygningsbehov på norske gårder. Kapittel 4 forklarer hvordan den digitale inngjerdingsteknologien Nofence får konsekvenser for geiter og bønder, ved at fysiske gjerder erstattes med digitale grenseverktøy. Kapittel 5 viser hvordan melkeroboter har ført til nye relasjoner mellom mennesker og dyr og påvirket bondens arbeidsmønstre. Kapittel 6 oppsummerer en artikkel som er under utvikling idet denne sluttrapporten går i trykk, om støttefunksjoner i ulike ledd av innovasjonsprosessen.

Kapittel 7 og 8 gir henholdsvis en oppsummering av prosjektets hovedresultater og et sett med fem praktiske anbefalinger for å støtte utviklingen av ny bærekraftig teknologi for norsk landbruk, rettet mot beslutningstagere og øvrige parter i det norske landbruket.

Summary

This report summarizes the results and recommendations from the three-year project *Smart technology for sustainable agriculture* (SmaT, 2018-2021). SmaT was a collaboration between the Norwegian agricultural cooperative Felleskjøpet Agri, the Norwegian agricultural extension service Norsk landbrukssamvirke, the agricultural secondary school Mære landbruksskole, and researchers from Ruralis and NTNU. Technology-oriented farmers and other professionals have also taken part in the collaboration. The work was funded by the Agriculture and Food Industry Research Funds, and through in-kind contributions from the project's user partners.

The introductory chapter shows how innovation in agriculture relates to grand societal challenges such as population growth, food production and climate change. Technology can play an important role in facing these challenges, but it is also necessary to draw on available knowledge concerning how technology development unfolds and influences society, as well as associated blind spots and unintended consequences. The project's approach to its key issue areas, agriculture and technology, are explained, before the report summarizes specific research results.

The subsequent chapters describe the peer reviewed research results of the project. Chapter 2 shows how a new tool for balanced readiness level assessment can assist decision makers and others in determining not only the technical, but also the societal, regulatory, market and organizational readiness of new technology. Chapter 3 outlines the wide-ranging effects of the seemingly simple technology for round bale wrapping in Norwegian agriculture in recent decades, with consequences for land use and building needs on Norwegian farms. Chapter 4 explains how another technology, the digital fencing product Nofence, creates new opportunities as well as relationships between goats and farmers as they replace physical fencing. And in Chapter 5, the influence of milking robots on Norwegian cattle and farmers are investigated in a case study conceptually based on the idea of a domestication triangle. Chapter 6 summarizes an article in development at the time of writing this report, on critical support factors at different stages of agricultural innovation in Norway.

Chapter 7 and 8 summarize the project results and present five key recommendations, respectively, and is directed at decision makers and other actors working to promote innovation for sustainability in Norwegian agriculture.

1. Innledning

Det er liten tvil om at verden står overfor fundamentale endringer og store utfordringer knyttet til befolkningsvekst, matproduksjon og klimaendringer. Dette innebærer blant annet at måten landbruk drives på også vil måtte endres. Landbruket må tilpasses et endra klima samtidig som det skal kunne produsere mer mat for en økende befolkning. Dette må man forsøke å oppnå med mindre klimautslipp, slik både landbruksmeldingen og Norges Klimaplan for 2021–2030 legger opp til (Landbruks- og matdepartementet 2016, Klima- og miljødepartementet 2021). Ny teknologi og innovasjon vil være avgjørende for vår evne til å håndtere utfordringene landbruket står overfor. Mål om økt bærekraftig produksjon av mat fordrer i en norsk sammenheng ny teknologi tilpasset både små og store bruk.

Teknologi er en sentral del av landbruket, og av utviklingen av landbruket: Teknologi påvirker bøndernes velferd, økonomi og arbeidshverdag, så vel som struktur, politikk og handel. Ved å ta i bruk ny teknologi erstattes arbeid med kapitalinvesteringer, produktiviteten økes, og dette legger samtidig føringer for drift, organisering av arbeidet på gårdsbruk og i lokalsamfunn. På den måten kan ny teknologi ha stor betydning for hvordan morgendagens landbruk ser ut. Eksemplene på at teknologi har formet landbruket er mange. Plogen, traktoren, kunstgjødsel, rundballepressen og melkeroboten har alle på hvert sitt vis endret landbruket – noen mer fundamentalt enn andre.

Teknologiutvikling er imidlertid ingen enkel lineær prosess. Markedsforhold, sosio-økonomiske faktorer og etablerte praksiser påvirker også om, og hvordan, nye teknologier innpasses i landbruket.

Dette er noe av bakteppet for prosjektet «Smart teknologi for bærekraftig landbruk» (SmaT). Ambisjonen for SmaT-prosjektet har vært å bidra til å utvikle, tilpasse og implementere ny bærekraftig teknologi i norsk landbruk.

Økt bærekraftig produksjon av mat krever i en norsk sammenheng ny og smart teknologi tilpasset små og store bruk. Dette handler om mer enn å utvikle nye redskaper til å henge på traktoren. Endringer i markedsforhold, sosio-økonomiske faktorer og etablerte praksiser påvirker om, og hvordan, nye teknologier innpasses i landbruket. Kunnskap om hvordan bonden, som den sentrale aktøren i landbruket, best kan dra fordel av nye teknologiske utviklinger, er en sentral problemstilling for landbrukets mange aktører.

I prosjektet er teknologien som er studert avgrenset til utendørsteknologi i jordbruket, som robot- og droneteknologi, digitalisering, sensorteknologi, elektrifisering, presisjonsjordbruk mv. Vi bruker likevel begrepet landbruk fordi dels berører teknologiene mer enn jordbruk, og dels fordi våre analyser kan generaliseres utover det en i snevrere forstand knytter til jordbruk.

Med teknologi menes både de fysiske hjelpemidlene som anvendes for å utføre en aktivitet, selve aktiviteten og den kunnskapen og kompetansen som skal til for å bruke tingene eller på annen måte er knyttet til dem (Bijker, Hughes, and Pinch 1989). Landbruksteknologi omfatter maskiner, bygninger, kjemikalier, handelsgjødsel, avl, medisin, dyrkingsteknikker, arbeidsmetoder osv. De materielle hjelpemidlene og kompetansen henger sammen og kan utgjøre teknologiske system eller regimer. Innenfor jordbruket kan slike system knyttes til produksjoner som henger sammen i verdikjeder, som for eksempel svinekjøttproduksjon, eller i systemer som henger sammen ut fra andre kriterier, som i økologisk produksjon. I denne studien og rapporten avgrenser vi teknologi til utendørsbasert teknologi for jordbruket.

Arbeidet i prosjektet viser at det er stor aktivitet med mange som lanserer ideer og nye teknologier i ulike varianter. Samtidig kan det registreres at modenhetsgraden for flere av disse teknologiene er variabel. Det kan være vanskelig for potensielle forhandlere, investorer, rådgivere m.fl. å ta stilling til teknologier som de blir bedt om å bidra inn til på en eller annen måte. Flere aktører i sektoren vil ha nytte av et hjelpemiddel for å kunne vurdere modenheten i teknologier som er i en utviklingsfase før de er lett tilgjengelig i markedet. Vi har derfor utviklet en modell som trekker fram ulike perspektiver ved ny teknologi, og da spesielt i utviklingen av den. Intensjonen er at modellen for balansert modenhetsvurdering skal kunne bli et verktøy som skal kunne brukes operativt av næringsaktører til å vurdere hvor godt utviklet ulike teknologier er.

I prosjektet er det gjort flere typer analyser for å danne et kunnskapsgrunnlag for en slik modell. Vi har først foretatt en kartlegging av aktuell utendørsteknologi, som vi har vurdert og kategorisert. Dette arbeidet er publisert i et eget notat, se Vik et al. (2020).

Videre har vi gjennomført dybdestudier av utviklingen av henholdsvis virtuelle gjerder, rundballeteknologi og bruk av droner. Vi har også trukket inn en studie av melkeroboter, selv om dette er utenfor teknologien vi har avgrenset til. Den gir oss et bedre innblikk i samspillet mellom teknologi, natur og mennesker. Alle disse studiene viser sammenhenger mellom teknologien og samfunnet. Dette omfatter samfunnets rammer for utvikling av teknologi, slik som for eksempel samfunnets krav til at

dyrevelferd blir vektlagt ved bruk av virtuelle gjerder. Vi ser også at i et sosiokulturelt perspektiv gjør den virtuelle gjerdeteknologien at det dukker opp en ny type geit som resultat av møter mellom natur-, kultur- og teknologi. Vi kaller dette for en kyborg-geit. Studien viser hvordan smart-teknologi implementeres i praksis, og de utfordringer og barrierer som dette fører med seg. Studien omfatter også konsekvenser for samfunnet som kan følge av teknologiens inntog, slik som for eksempel rundballeteknologien har påvirket det norske kulturlandskapet bokstavelig talt.

Mye av teknologiforskningen i samfunnet handler om å utvikle den nye teknologien og legge til rette for at brukerne kan nyttiggjøre både den og data fra teknologien. Her kan det være grunn til å stoppe litt opp og stille noen kontrollspørsmål. Hvilke brukere er det som virkelig har nytte av slike data? Skapes det merverdier? Hvem henter ut verdiene? Hvilke sideeffekter følger av teknologien? Hvem får nytte av eller rammes av sideeffektene? Hvordan kan man sikre en balansert teknologiutvikling? Vil det som er nyttig for den enkelte bonden eller bedriften, også være nyttig for jordbruket og samfunnet samlet sett? Svarene på dette er avhengig av hver enkelt teknologi og sammenhengen den inngår i. Vårt bidrag er å hjelpe til at slike spørsmål blir stilt i forbindelse med teknologiutvikling.

Et siste element i prosjektet er å relatere teknologien til bedriftenes arbeid med innovasjon, og det vi kan kalle de kritiske støttefunksjonene i de ulike fasene av innovasjon. Ulike faser krever ulik støtte.

Det er gitt ut flere publikasjoner fra prosjektet: Fire vitenskapelige artikler, mens det arbeides fortsatt med ytterligere to, et notat og flere kronikker og andre fagartikler. Disse publikasjonene dekker de ulike aspektene ved prosjektet som er nevnt over.

I prosjektet er det utarbeidet en modell – balansert modenhetsvurdering (BRLa) – som kan gjøre det lettere å vurdere hvor moden en teknologi er ut fra henholdsvis teknologisk, markedsmessig, regulatorisk, sosial aksept og organisatoriske perspektiver. Modellen er publisert i en vitenskapelig artikkel (Vik et al. 2021). Det er også utviklet en nettbasert kalkulator som kan være mer operativ i vurdering av konkrete teknologier. Den er gjort åpent tilgjengelig på nett og kan være et verktøy for den som på en rask måte skal gjøre en vurdering av en teknologi under utvikling. En prototype er lagt ut på nettsida til Ruralis. Forbedringer og nye utgaver kan komme.

Formålet med denne rapporten er å gi et kortfattet overblikk på norsk av det arbeidet som er gjort, samt presentere våre hovedkonklusjoner og anbefalinger.

2. Balansert vurdering av teknologiers modenhet

En mengde nye teknologier er i ferd med å innføres i landbruket. Digitalisering, robotisering, presisjonsjordbruk, bærekraftig intensivering og lignende er uttrykk som brukes for å beskrive endringene som skjer. Bak slike generelle uttrykk ligger det en mangfoldig teknologisk utvikling. Hva denne utviklingen vil innebære er vanskelig å overskue. Likeledes er det komplisert å få et overordna grep om hva ulike deler av den teknologiske utviklingen forutsetter.

Artikkelen «Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies» beskriver og analyserer en metode for å gjøre nettopp slike sammensatte vurderinger. Den er skrevet av Jostein Vik, Anders Melås, Egil Petter Stræte og Roger Søråa og publisert i tidsskriftet *Technological Forecasting and Social Change*.

Det finnes en lengre forskningstradisjon rundt vurdering av ny teknologisk modenhet. Med utgangspunkt i utvikling av romfartsteknologi, senere flyteknologi og etter hvert teknologiutvikling mer generelt har det blitt vanlig å estimere 'Technology readiness level' eller teknologiens modenhetsnivå. Det brukes da gjerne en 9-punkts skala som går fra en vag idé til ferdig operativt produkt. I utvikling av store nasjonale teknologiprojekter – som for eksempel NASAs romfartsprogram – er dette i seg selv et godt hjelpemiddel. I mange andre typer innovasjonsarbeid og teknologiutvikling er utviklingen av de teknologiske konseptene og de fysiske eller mekaniske aspektene utilstrekkelig. Teknologiens grenseflater mot marked, økonomi, politiske reguleringer, eksisterende organisering av arbeidet og annet vil også være av betydning.

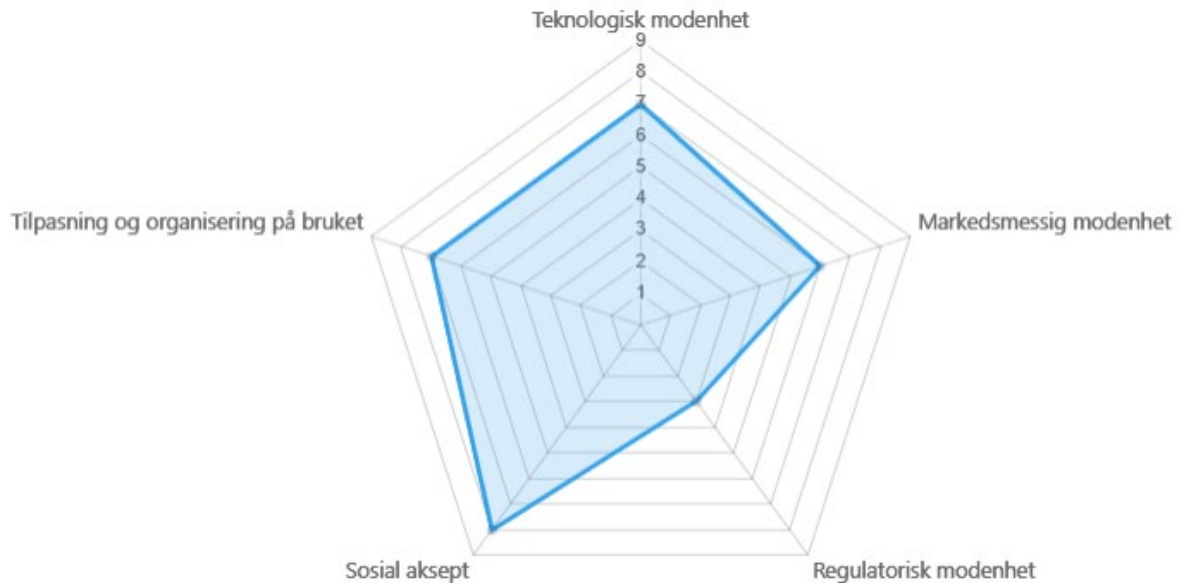
I denne artikkelen utvikles og presenteres en metode for en balansert modenhetsvurdering av nye landbruksteknologier. Metodikken innebærer at vi vurderer en teknologisk modenhet langs fem dimensjoner: For det første vurderer vi **teknologiens modenhetsnivå (Technology Readiness Level – TRL)**. Det innebærer at vi vurderer hvor langt den rent tekniske utviklingen har kommet. Dette er i tråd med tidligere anvendelser av TRL-skalaen. For det andre vurderer vi teknologiens **markedsmodenhet (Market Readiness Level – MRL)**. Dette innebærer en vurdering av hvor langt man har kommet i å utvikle teknologiens markedstilpasning. Markedsmodenhet er et begrep som det har vært forsket på tidligere, og noe av denne forskningen har koblet dette til teknologimodenhet, men utviklingen av MRL er ikke like entydig som for TRL. For det tredje vurderer vi det vi kan kalle **regulatorisk modenhet (Regulatory Readiness Level – RRL)**. Dette er et begrep som er svært lite benyttet i forskningslitteraturen, og omhandler en vurdering av de enkelte

teknologiers forhold til regulatoriske begrensninger, lovverk og institusjonelt rammeverk. Den fjerde dimensjonen omhandler en teknologis **sosiale aksept (Acceptance Readiness Level – ARL)**. Selv om sosial aksept har vært tematisert i forskning har det ikke tidligere blitt satt inn i en sammenheng med modenhetsvurderinger. For mange teknologier er dette ikke aktuelt, men for teknologier som for eksempel genmanipulering eller teknologier for produksjon av syntetisk kjøtt er spørsmål knyttet til sosial aksept svært vesentlig. Den siste dimensjonen vi har inkludert handler om **organisasjonsmessig modenhet (Organizational Readiness Level – ORL)**. Det kan dreie seg om hvordan teknologien fungerer i sammenheng med andre teknologiske, arbeidsmessige eller organisasjonsmessige forhold. Til sammen beskriver vi dette som en metode for balansert modenhetsvurdering (Balanced Readiness Level assessment (BRLa)) for nye teknologier.

For alle fem dimensjonene følger vi den samme logikken, der det er 9 ulike modenhetsnivåer fra lav til høy modenhet. Til hvert av nivåene hører det en kvalitativ vurdering og et tall fra 1 til 9. For å bestemme modenhetsnivå er det utviklet et spørreskjema med en innebygget logikk der man starter med å stille et spørsmål knyttet til det høyeste modenhetsnivået, for eksempel «Er teknologien ferdig utviklet og klar til bruk?». Dersom man kan svare JA på spørsmålet har man identifisert riktig modenhetsnivå, i det overnevnte tilfelle vil da TRL være på høyeste nivå, 9. Dersom man må svare NEI, går man videre til neste spørsmål, som er «Er teknologien testet og validert i bred skala?». Dersom svaret her er JA, har man identifisert TRL til nivå 8. Dersom svaret er NEI, går man videre. For hver av de fem dimensjonene er det dermed 9 spørsmål som er slik organisert at om man starter på toppen og går nedover har man identifisert modenhetsnivået når man kan svare JA.

Når man har gått gjennom spørreskjemaet og identifisert modenhetsnivå langs alle de fem dimensjonen kan man illustrere den samla situasjonen ved hjelp av et pentagram (Figur 1).

Balansert modenhetsbeskrivelse



Figur 1: Diagram med eksempel på bruk av en balansert modenhetsvurdering av en teknologi.

For en gitt teknologi vil pentagrammet være utformet slik at en modenhetsvurdering på 9 gir et punkt i ytterkanten av figuren mens synkende modenhet gir punkter nærmere sentrum. I illustrasjonen i figur 1 ser vi at teknologien har en høy TRL, lav ORL, og ulike posisjoner imellom disse for de andre dimensjonene. En slik illustrasjon gir et bilde av teknologiens modenhet som er betydelig mer balansert enn i en enkel TRL vurdering.

I artikkelen har vi illustrert metodikken på et sett med 36 nye landbruksteknologier som vi identifiserte i SmaT. Videre, for å teste nytten av verktøyet i mer detalj har vi benyttet metoden ulike stadier i utviklingen av en teknologi for virtuelle landbruksgjerder (Nofence).

Den praktiske utprøvingen av verktøyet demonstrert i artikkelen indikerer at BRLA-metodikken kan tjene som en fruktbar tilnærming for en balansert vurdering av nye teknologiers utvikling. Metodologien er relevant for aktører som er involvert i rådgivningstjenester, finansiering, investeringer og teknologiutvikling. På en enkel og systematisk måte blir en ledet fram til å stille viktige spørsmål ved en ny teknologi. Samtidig kan en få en rask oversikt over teknologiens tilstand, og det på en måte som er forutsigbar og gir et godt grunnlag for å dokumentere vurderinga. Den er derfor kanskje mest egnet for de som på en rask måte skal få en oversikt over en teknologi,

og som over tid er i kontakt med flere teknologier. Metoden er også egnet til å gjenta vurderinger av samme teknologi over tid for å se om det er utvikling.

I forlengelse av utviklingen av BRLa-metodikken beskrevet i denne artikkelen har vi i prosjektet også utviklet en «modenhetskalkulator» som gjør det enkelt å foreta en rask vurdering av nye teknologiers modenhet (SmaT 2021).

Videre lesing:

SmaT. 2021. Modenhetskalkulator på nett – prototype lansert åpent tilgjengelig på nett 23.11.2021. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/kalkulator/>

Vik, J, A. M. Melås, E. P. Stræte og R. A. Søråa. 2021. Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change* 169:120854. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120854>

3. Rundballenes inntog

Korleis har det gått til at det norske kulturlandskapet i dag er fylt opp av tusenvis fleire hundre kilo tunge ballar av gras som er dekkja i kvit plast? Alle har me sett desse kvite rundballane ligga langs jordane og inntil gardstuna, på folkemunne kalla traktoregg, men kor kom dei frå? Når var starta dei norske traktorane å leggja egg?

I artikkelen “Compressed growth: the transforming power of the round bale technology”, skrive av Eirik Magnus Fuglestad, Jostein Vik, Terje Finstad og Roger A. Søråa svarar forfattarane på desse og fleire spørsmål knyt til rundballepressa sitt inntog i norsk landbruk. Artikkelen er publisert i *Journal of Rural studies*.



Figur 2: Rundballepressing på Indre Vinningland i Bjerkreim ein junikveld. Foto: Eirik M Fuglestad

I dag er det truleg ikkje mange som tenkjer på rundballepressa som ein stor innovasjon, men saka er at det er få teknologiske nyvinningar som har endra norsk landbruk så mykje som rundballepressa har dei siste 20 åra. Rundballepressa har nemleg vore heilt sentral i å gjera mogleg den landbruksstrukturen som dominerer

Noreg i dag, kor to sentrale kjenneteikn er; 1) utstrekt bruk av leigejord og 2) ei sentralisering av mjølkeproduksjonen på stadig færre og større bruk.



Figur 3: Rundballar lagra ved gardstunet på Langeli i Bjerkreim. Foto: Eirik M Fuglestad

Det var ingen som hadde dette som føremål då dei tok i bruk rundballepressa. For bøndene vart rundballepressa ført ei relativt rimeleg løysing på problem knyt til silokapasitet og silokvalitet. Mange av dei gamle tårnsiloane lakk silosaft, og mange hadde ikkje nok plass i siloen til alt fôret dei hadde. Då vart rundballepressa ei god midlertidig løysing som bonden kunne bruka i staden for å investera store summar i nye siloar. For det andre viste også rundballepressa seg praktisk til bruk ved hausting av leigejord som låg langt borte frå garden, dimed opna rundballepressa opp for at bøndene lettare kunne leige jord langt borte frå gardstunet.

Med denne inngangen vart rundballepressa vanlegare og vanlegare i på norske gardar, rundballane fylte sakte landskapet medan dei gamle tårnsiloane vart ståande tomme og hole som monument over ei anna tid (se illustrasjonar). Dette endra også slåttekvardagen: der bonden før framleis trong mange folk og mange veker på slåtten, gjorde rundballepressing med kombipresse på snitta gras at slåtten no kunne gjerast på ein dag, og med berre ein mann.

Rundballepressa blir her eit døme på ein teknologi som gradvis og stille – og utan nemneverdige hindringar – har kome inn i landbrukssektoren og endra både struktur og bondens kvardag. Av dette kan me læra at når nye teknologiar kjem, så er det viktig å vera merksam på korleis dei kan får store verknader som oppstår som sideeffektar av den eigentlege bruken.



Figur 4: Rundballepressing i bratt lende under Ravnafjellet på Langeli i Bjerkreim. Foto: Eirik M Fuglestad

Vidare lesing:

Fuglestad, E. M., J. Vik, T. Finstad og R. A. Søråa. 2021. Compressed growth – The transforming power of the round bale technology. *Journal of Rural Studies* 84:174-179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.04.005>

Fremstad, J. 2021. «Traktoreggene har effektivisert landbruket». *Ruralis.no*. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/2021/06/22/traktoreggene-har-effektivisert-landbruket/>

Fuglestad, E. M. 2020. «Då traktorane byrja å legge egg». *Ruralis.no*. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/2020/01/06/da-traktorane-byrja-a-legge-egg/>

4. Digitale gjerder flytter grenser for kyborg-geiter



Figur 5: Geit på beite med Nofence-klave. Foto: Roger A. Søråa

Hvordan tilpasser geiter seg å gjetes virtuelt, når digitale gjerdesystemer erstatter det fysiske gjerdet? Skaper det andre måter å drive geitehold for bøndene? Og, hvordan blir ny landbruksteknologi til når politikere, utviklere, forbrukere, og ikke minst mattilsynet vil ha et ord med i laget? Det har vi undersøkt i artikkelen "Boundaryless boundary-objects: Digital fencing of the CyborGoat in rural Norway" skrevet av Roger A. Søråa og Jostein Vik ved Ruralis og NTNU, publisert i *Journal of Rural Studies* i 2021. Artikkelen tar for seg prosessen med å få produktet Nofence godkjent, og hvilke barrierer ny teknologi må overvinne for å kunne tas i bruk. Det er mange måter å se på produktet på, og våre hovedfunn er følgende:

(1) Digitale gjerdesystem er en del av overgangen til såkalt "smart-farming".

Verdens landbruk gjennomgår for tiden en større omveltning til såkalt «smart-landbruk» hvor nye teknologier, digitaliseringssystemer, og nye driftsmåter effektiviserer, men også skaper nye problemer. Implementering av virtuell gjeting og digital gjerdeteknologi for geiter i Norge er én del av dette større skiftet. Med avskaffelsen av fysiske gjerder kan geitene vandre fritt i fysisk forstand, men i det digitale området som tegnes fra smarttelefonen blir de kontrollert av et virtuelt gjerde. Vi forsket på et slikt system som norske Nofence produserer (se illustrasjoner). Det virtuelle gjerdet, eller den digitale grensen, settes av bøndene på deres smart-telefon, og kommuniserer med en krage rundt geitas hals. Kragen gir først et lydsignal og deretter et lite elektrisk støt hvis geitene krysser grensen som er satt, som illustrert i

bildet under fra utvikleren, hvor den fremste geita har stukket hodet over den usynlige (men virtuelle) grensen, og dermed trigger lydsignalet.



Figur 6: Visualisering av virtuelt gjerde. Foto: Nofence.no

(2) Dette skaper nye praksiser for geitedrift

Når bønder kan sette usynlige, digitale, grenser som geiter lærer opp til å bruke, åpner dette for nye former for geitehold. En klave rundt halsen til geita kobler geitas posisjon opp mot systemet, og bonden kan dermed sitte hjemme (eller på et kontor om geitedriften er deltidsjobb), og følge med på hvor geitene er og om de har det bra. De får også beskjed om noe unormalt har for eksempel skremt geita. Vi har undersøkt nærmere hva denne nye formen for geitehold betyr for praksis og politikk for "smart" landbruk, og har fått forklart av bøndene vi har intervjuet at de ikke kunne vært geitebønder foruten. Det ville tatt for mye tid å springe rundt å finne geitene, samt dyrt å sette opp og vedlikeholde fysiske gjerder. For disse bøndene muliggjør teknologien at de kan drive med geit. Samtidig får geitene ny betydning i landskapet, samt måter å være på, for eksempel ved at de kan leies ut til å spise under kraftlinjer, med god presisjon.

(3) Vi foreslår å se på geita som en kyborg

Det har gått en del tid fra produktet ble utviklet til det ble endelig sertifisert. Gjennom forhandlinger mellom flere aktører dukker en ny type geit opp – mellom natur-, kultur- og teknologi. Vi beskriver dette som en «kyborg-geit», eller som artikkelens tittel på engelsk skriver, en "CyborGoat". Kyborgene er et begrep som brukes når teknologi, natur og kultur smelter sammen til en ny «skapning». Denne skapningen blir til når smart-teknologi implementeres i praksis, og de utfordringer og barrierer som dette fører med seg. Samarbeid og samhandling blir mulig til tross for at aktørene har vidt forskjellige mål, og en ny type geit, med teknologisk kompetanse blir dermed skapt.



Figur 7: Nærbilde av geit. Foto: Roger A. Søråa

Videre lesning:

Antonsen, M. og J. Fremstad. 2021. «Cybergeiter inntar norske bygder». *Gemini.no*. Tilgjengelig på: <https://gemini.no/2021/10/cybergeiter-inntar-norske-bygder/>

Søråa, R. A., og J. Vik. 2021. Boundaryless boundary-objects: Digital fencing of the CyborGoat in rural Norway. *Journal of Rural Studies* 87:23-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.08.015>

5. Mennesker, dyr og teknologi former hverandre

Robotisering fremstilles ofte som effektiviseringsteknologier som øker produksjon, medfører mindre arbeid og mer fritid i visjoner om fremtidens landbruk. Et eksempel på en slik teknologi er melkeroboter. De skal frigjøre bøndene fra tidkrevende melkestell ved å automatisere det, men hva betyr det egentlig at en robot fungerer automatisk? Og hva kreves for at maskinene skal fungere? Disse spørsmålene er spesielt viktige i landbruket med dets dynamiske forhold mellom mennesker og dyr, spesielt i perioder med stor teknologisk endring. Innen samfunnsvitenskapene har man ofte stilt spørsmål ved hvilke etiske problemstillinger ny teknologi bringer med seg, eller hvordan den påvirker forholdet mellom mennesker og dyr. Men, kan forholdet mellom mennesker og dyr, slik man finner det i landbruket, også være sentralt for å forstå selve teknologiutviklingen?

I artikkelen «The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems” utforsker Terje Finstad, Margrethe Aune og Kine Ariela Egseth dette gjennom en studie av melkeroboter på norske gårder.

Artikkelen viser at arbeidet med å innlemme melkeroboten i gårdens dagligliv og drift foregår ved at produsentenes «ekspertsystem» hjelper til med alt fra planlegging, installasjon, opplæring og service. Skal vi tro markedsføringen av slike teknologier, skal robotene deretter fungere mer eller mindre automatisk. Forfatterne viser derimot at domestiseringsprosessen ikke er over selv om roboten er installert og bøndene har lært å bruke den. Bønder må f.eks. «lære» kyrne å bruke melkeroboten, og melkeroboten må «lære» å fungere på den enkelte gården. Dette er et kontinuerlig arbeid. Et eksempel er at kyrnes kropp er i stadig forandring noe som betyr at bonden må tilpasse, eller re-programmere, roboten flere ganger gjennom ei kus levetid. At en melkerobot fungerer automatisk, er derfor en sannhet med visse modifikasjoner.

En måte å forstå dette på er at akkurat som kyr og mennesker, er teknologier livlige og uforutsigbare. De og deres handlinger er situert i sosio-materielle nettverk som består av maskiner, dyr og mennesker. Når roboter har avvikende atferd, er ikke det bare på grunn av dårlig design eller feil bruk, men også fordi elementer i nettverkene de er del av endrer seg (som feks kuas kropp). Dermed konkluderer artikkelen med at selv om roboter kan være lærende maskiner, så er maskinlæring like situert, og sårbar for endring, som menneskers og dyrs læring. Roboter og maskiner kan fungere automatisk og føre til mer fritid og mindre arbeid, men bare om resten av nettverket

de er del av, holdes stabilt. Og dette er lettere sagt enn gjort i en sektor der brukerne av teknologi også kan omfatte ikke bare mennesker, men også dyr.

Videre lesing:

Finstad, T., M. Aune og K. A. Egseth. 2021. The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems. *Journal of Rural Studies* 84:211-220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.03.006>

Hårstad, R. M. B. 2019. *Bonden, familien og melkeroboten – en ny hverdag*. Rapport 2/19. Ruralis, Trondheim

Vik, J., E. P. Stræte, B. G. Hansen og T. Nærland. 2019. The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 90-91:100305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100305>

6. Kritiske støttefunksjoner til innovasjon

Jordbruket er inne i en periode hvor det skjer mye innen teknologisk utvikling og nye innovasjoner, og det skjer en overgang til andre driftsformer enn det verden har sett hittil. Det er mange aktører i og langs verdikjeden som er gode hjelpere for å fremme innovasjon. Det er også stor vilje og ambisjoner både i næring og politisk til at innovasjon i jordbruket fortsatt skal øke i omfang og betydning. Et viktig spørsmål er hvordan dette best kan gjøres i en tid hvor det skjer mye, mulighetene er mange både for suksess og feilskjær.

I prosjektet SmaT er det gjort en analyse av de kritiske støttefunksjonene til innovasjon i landbruket.

De kritiske støttefunksjonene bidrar til at en innovasjon kommer forbi flaskehalsen og videre innovasjonsprosessen og blir en moden innovasjon. I analysen pekes det på hva som er suksessfaktorene for at innovasjonen eller teknologien når en høyere grad av modning og dermed øker sjansen for å bli tatt i bruk i jordbruket. I analysen er rundballepresse, melkerobot, virtuelle gjerder og droner brukt som eksempelstudier.

Det skilles mellom tre faser i utviklingen og utbredelsen av en teknologi: Oppfinnerfasen, implementeringsfasen og utbredelsesfasen. Den første fasen omfatter utviklingen av en ide til den teknisk sett fungerer og er klar til å tas i bruk. Den neste fasen er når brukerne, som oftest bønder i denne sammenhengen, skaffer seg teknologien og tar den i bruk i sin egen virksomhet. Hvis teknologien er velfungerende og blir attraktiv vil den bli tatt i bruk av stadig flere og en er da over i den siste fasen som handler om utbredelse og samfunnseffekter som følge av at mange gjør seg nytte av teknologien.

Hovedpoenget er at alle disse tre fasene er viktige for at en innovasjon skal lykkes og ha en effekt ikke bare for noen få, men også i et samfunnsperspektiv. Videre vil den støtten som trengs være forskjellig fra fase til fase. I analysen pekes det på at det i oppfinnerfasen er den tekniske delen av teknologien som er i fokus. Ideeieren eller gründeren er mest engasjert å få ideen eller oppfinnelsen til å virke. Videre kommer implementeringsfasen hvor teknologien tas i bruk av brukeren, kanskje bonden i denne sammenhengen. Brukertilpasning og nytteverdi kommer mer i fokus her. Det er sjelden lineære prosesser her, men snarere fram og tilbake med en rekke tilpasninger og utprøvinger. De første pionerene som tar i bruk nye prototyper og er gjerne testbrukere er svært viktige for gründerne (Rogers 1962). Når teknologien er blitt stabil nok er en over i utbredelsesfasen, det vil si når et større antall brukere tar

teknologien i bruk. Det er gjerne først i denne fasen vi ser en samfunnsmessig effekt i form av større endringer som for eksempel i kulturlandskapet eller i bruksstrukturen.

Noen eksempler kan illustrere dette. For rundballepressa var forsøk på fôr kvalitet nødvendig for at bønder skulle sikre god nok kvalitet på grovfôret gjennom bruk av rundballer. Samtidig var den store utbredelsen av rundballer betinget av at mange bruk økte sin produksjon, måtte ha mer fôr og at denne økningen som oftest kom gjennom mer leiejord og lengre transport av grovfôret. For melkeroboten var den første innføringen i Norge helt avhengig av noen pionerbønder som fikk montert robot og ble demonstrasjonsgårder for andre. En videre utbredelse av melkerobot fra i dag vil være avhengig av hvilken offentlig investeringspolitikk som vil komme for melkebruk under 30 kyr. En videre utbredelse vil kunne komme blant disse brukene. I oppfinnerfasen av det virtuelle gjerdet var finansiering av ideutvikling helt avgjørende. For droner vil tilpasning til offentlig regulering av flyging bli viktig for hvor utbredt dette kan bli i jordbruket.

Hovedpoenget er at hver fase har sine flaskehalser og utfordringer, og det trengs ulik kompetanse og støtte for å komme videre. Det er dermed ulike behov for støtte. Eksempler viser at det er gjerne noen uventa faktorer utenfor selve teknologien som er utløsende for at en teknologi slår igjennom som en innovasjon.

Videre lesning:

Artikkel med arbeidstittel "Critical support in different stages of technological innovations in agriculture" er under utvikling. Forfattere er: Egil Petter Stræte, Jostein Vik, Mads Dahl Gjefsen, Anders M. Melås, Eirik Magnus Fuglestad og Roger Søråa. Når denne rapporten går i trykken, er artikkelen fortsatt under utvikling. Den ferdigstilles for innsending til internasjonalt fagtidsskrift i løpet av første kvartal 2022.

7. Hovedkonklusjoner

Teknologi er en svært viktig del av jordbruket i Norge, og norsk landbruk holder et høyt og avansert teknologisk nivå. Sett i internasjonal sammenheng utgjør det norske markedet for jordbruksteknologi en svært liten del. Likevel har det vært, og er, en betydelig utvikling og produksjon av teknologi også i Norge. I den tradisjonelle jordbruksmaskinbransjen har det vært mange små, og noen få større bedrifter som har eksperimentert og utviklet nye redskaper. Disse har ofte fått hard konkurranse med import etter hvert som redskaperen er blitt hyllevare og prisene synker. Innenfor nyere teknologi kan vi igjen se noe av den samme utviklingen hvor gründere og mindre bedrifter utvikler nye avansert teknologier som har digitale komponenter. Vi er inne i en ny fase hvor et godt utviklet kunnskaps- og innovasjonssystem har stor betydning. Samtidig er det en god kopling mellom teknologiutviklere og bønder i Norge. Denne samhandlinga gir et godt grunnlag for god brukertilpasning. Vi ser imidlertid at det fortsatt er et potensial i å forbedre samspillet i kunnskaps- og innovasjonssystemet.

I denne studien har vi sett spesielt på utendørs produksjonsteknologi. Av nyere teknologi under utvikling vil vi dele dette inn i robotteknologi, droneteknologi, sensorteknologi, teknologi innen husdyrhold (for eksempel elektroniske bjeller og gjerder) og annen ny teknologi (for eksempel jorddamper). Ofte virker disse teknologiene sammen. Robot- og droneteknologi er avhengig av sensorer for å kunne fungere. Noe som er felles for mye av disse teknologiene er det digitale elementet og det at større mengder data analyseres. Digitalisering og datahåndtering er dermed et kjennetegn ved disse nyere teknologiene som er under utvikling. Denne inndelinga er basert på arbeid gjort i 2019, og det er et øyeblikksbilde siden dette endrer seg raskt (Vik et al. 2020).

På grunnlag av arbeidet som er gjort i prosjektet SmaT, og som i kortfattet form er presentert foran, sammenfatter vi fem hovedkonklusjoner.

1. Nye teknologier i landbruket har sammensatte, vidtrekkende og til dels uintenderte konsekvenser.

Prosjektet har vist at ulike teknologier som rundballepressa og melkeroboten – den ene en relativt enkel mekanisk nyskaping, den andre en høyteknologisk robotløsning – begge har bidradd til strukturutviklingen i landbruket, selv om det ikke var intensjonen med noen av dem. Den digitale gjerdeløsningen Nofence som skulle gjøre småfehold enklere, har bidradd til nye driftsformer – og formål – i geiteholdet. Både bøndene, geitene og driftsformen endres av ny bruk.

2. Ny teknologi er mer enn teknologisk endring.

Våre studier har illustrert at den teknologiske utviklingen også både forutsetter og medfører markedsmessige, regulatoriske og organisatoriske endringer. Smart landbruksteknologi krever godt planlagt implementering både når det gjelder teknologi, politikk og brukervennlighet. Utviklingen krever at det tilrettelegges for innovasjon og at bøndene som brukere blir hørt. Å ta teknologi i bruk i bred skala er en helhetlig prosess hvor marked, kultur og sosial aksept spiller inn hvordan produkter utvikles, formes og om den i de hele tatt oppnår å bli tatt i bruk i stor skala.

3. Koblingene mellom bærekraft og teknologisk endring i landbruket er komplekse og kan endres over tid.

Bærekraft er sjelden en sentral del av et beslutningsgrunnlag for innovasjon, implementering eller samfunnsendring. Det er ofte også uavklarte og uklare sammenhenger mellom ulike former for bærekraft, som miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft. Disse relasjonene må utforskes og avklares for hver enkelt teknologi, i flere omganger. Selv om bærekraft er mer konkretisert i dag, og blir mer vektlagt enn tidligere (f.eks. inngår bærekraftig landbruk i bærekraftsmål nr 2, hvor delmål 2.4 omhandler bærekraftige systemer for matproduksjon og robuste metoder for økt produktivitet og produksjon), så må sumeffektene ses på.

4. Ny teknologi påvirker og endrer både praksis og vår forståelse av sammenhenger både i jordbruksnæringa og i hverdagen.

Det kan være vanskelig å forutse før implementering av en ny teknologi hvordan den vil påvirke både for eksempel bondens daglige arbeid og samfunnet rundt. For eksempel digital inngjerding som også legger til rette for at geita kan få utvikle oppgaven som krattrydder, eller beite under kraftlinjer for å hindre uønsket vekst der. Når bonden kan følge geita digitalt og slipper gjerdning, frigjør det også mer tid til andre aktiviteter, samtidig som teknologikostnadene øker. Arbeidskraft erstattes av teknologi.

5. De ulike fasene i en teknologisk innovasjon og videre implementering vil ofte være avhengig av ulike typer tilrettelegging eller støtte.

Å støtte opp om gründere er viktig for å sikre stadig nye tilfang av nye teknologiske muligheter. Samtidig må det balanseres opp mot mulige andre konsekvenser teknologien kan gi og hva som vil kreves for at teknologien kan tas i bruk.

8. Anbefalinger

Basert på arbeidet i prosjektet har vi formulert de følgende fem anbefalingene for arbeidet med å støtte utviklingen av ny bærekraftig teknologi for norsk landbruk. Disse knytter seg til tre stadier av teknologiutviklingen: innovasjon, implementering og samfunnseffekt:

1. **Innovasjon** i landbruket krever god støtte, økonomisk og politisk. Rådgivere og finansierende aktører har en viktig rolle. Vi anbefaler å utvikle mer kunnskap om rådgivingas funksjon overfor tidlig teknologimplementering, og om samspillet mellom leverandører og tradisjonelle rådgivere.
2. I **implementering** av teknologi bør det stilles spørsmål ved flere sider ved teknologien i en tidlig fase i utviklingen – for eksempel i form av en balansert modenhetsvurdering av ny teknologi (BRLa). Demoer og innrullering av sluttbrukere er viktig for god implementering, for eksempel gjennom demovising/fagdager til leverandører, demoutstyr på gård, og opplæring av utstysbruk med god support.
3. For **samfunnseffektens** forståelse anbefaler vi mer forskning og økt bevissthet rundt langtidsvirkninger på samfunn og miljø som følge av ny teknologi. Dette for å kunne utvikle krav, spesifikasjoner og relevante insentiver til teknologiutvikling i en tidlig fase.
4. Det er også behov for å tilpasse teknologi til **norske forhold**, som gjennom eget teknologitilpasningsprogram – samarbeid mellom for eksempel Forskningsrådet og Innovasjon Norge, for å se den **særnorske** konteksten for innovasjon i landbruket
5. Teknologisk innovasjon, implementering, og samfunnseffekt fungerer i et **sosioteknisk samspill** for å skape et **bærekraftig landbruk**. Teknologi er alltid mer enn bare ny teknikk. For å videreutvikle det høye teknologiske nivået og engasjementet i sektoren anbefaler vi mer oppmerksomhet på innovasjon gjennom støtteordninger, hjelp til implementering og å redusere barrierer i ulike innovasjonsstadier, samt et helhetlig samfunnsengasjement om samlet effekt av ny landbruksteknologi.

Kildeliste

Bijker, W. E., T. P. Hughes og T. Pinch. 1989. *The Social Construction of Technological Systems*. Massachusetts: MIT Press.

Finstad, T., M. Aune og K. A. Egseth. 2021. The domestication triangle: How humans, animals and technology shape each other – The case of automated milking systems. *Journal of Rural Studies* 84:211-220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.03.006>

Fuglestad, E. M., J. Vik, T. Finstad og R. A. Søråa. 2021. Compressed growth – The transforming power of the round bale technology. *Journal of Rural Studies* 84:174-179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.04.005>

Hårstad, R. M. B. 2019. *Bonden, familien og melkeroboten – en ny hverdag*. Rapport 2/19. Ruralis, Trondheim.

Klima- og miljødepartementet. 2021. *Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030*. Klima- og miljødepartementet, Oslo.

Landbruks- og matdepartementet. 2016. *Meld. St. 11 (2016–2017) Endring og utvikling – En fremtidsrettet jordbruksproduksjon*. Landbruks- og matdepartementet, Oslo.

Vik, J., A. M. Melås, E. P. Stræte og R. A. Søråa. 2021. Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change* 169:120854. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120854>

Vik, J., A. Melås, R. M. B. Hårstad, E. P. Stræte, O. R. Langørgen. 2020. *Smart teknologi i landbruket – kartlegging og modenhetsvurdering*. Notat nr. 1/20, ISSN 1503-2027. Trondheim: Ruralis.

Vik, J., E. P. Stræte, B. G. Hansen og T. Nærland. 2019. The political robot – The structural consequences of automated milking systems (AMS) in Norway. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 90-91:100305. doi: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100305>

Rogers, E. M. 1962. *Diffusion of innovations*. Free Press of Glencoe: New York.

SmaT. 2021. Modenhetskalkulator på nett – prototype lansert åpent tilgjengelig på nett 23.11.2021. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/kalkulator/>

Søraa, R. A., og J. Vik. 2021. Boundaryless boundary-objects: Digital fencing of the CyborGoat in rural Norway. *Journal of Rural Studies* 87:23-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.08.015>

Annen prosjektomtale og formidling

Antonsen, M. og J. Fremstad. 2021. «Cybergeiter inntar norske bygder». *Gemini.no*. Tilgjengelig på: <https://gemini.no/2021/10/cybergeiter-inntar-norske-bygder/>

Ask, K. og R. A. Sjøraa. 2021. «Kapittel 10: Digitalisering av kontroll» i *Digitalisering: Samfunnsendring, brukerperspektiv og kritisk tenkning*. Bergen: Fagbokforlaget.

Finstad, T., M. Aune, Margrethe, K. A. Egseth. 2020. "The domestication triangle. How humans, animals and technology shape each other - the case of automated milking systems" Annual meeting of Society for the social studies of science/European association for the study of science and technology 18.08.2020-21.08.2020.

Forskning.no. 2021. Cybergeiter med GPS inntar norske bygder. 01.11.2021.

Fremstad, J. 2021. «Traktoreggene har effektivisert landbruket». *Ruralis.no*. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/2021/06/22/traktoreggene-har-effektivisert-landbruket/>

Fremstad, J. 2020. «Sjekk hvor smart landbruksteknologien er» *Ruralis.no*. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/2020/02/27/sjekk-hvor-smart-landbruksteknologien-er/>

Fremstad, J. Og M. Antonsen. 2021. «Cybergeiter med GPS inntar norske bygder» *Nationen* 11.11.2021. Tilgjengelig på: <https://www.nationen.no/landbruk/cybergeiter-med-gps-inntar-norske-bygder/>

Fuglestad, E. M. 2020. «Då traktorane byrja å legge egg». *Ruralis.no*. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/2020/01/06/da-traktorane-byrja-a-legge-egg/>

Fuglestad, E. M. 2019. «Då traktorane byrja å verpa» *Dag og Tid* 19.07.2019.

Fuglestad, E. M. 2019. «Då traktorane byrja å legge egg» Foredrag, LandTek, 30.10.2019.

Gemini. 2021. Cybergeiter med GPS inntar norske bygder.

Hårstad, R. M. B. 2018. «Teknologi i landbruket» Forelesning på tema Digital Agrikultur, KULT1101. NTNU, Trondheim. 07.11.18.

Kvam, G. T., A. Mørch, E. P. Stræte, E. Ystad. 2020. «Framtid for digital rådgiving» *Bondebladet* 30.04.2020.

Nationen. 2021. «Cybergeiter med GPS inntar norske bygder». *Nationen* 12.11.21. Tilgjengelig på: <https://www.nationen.no/landbruk/cybergeiter-med-gps-inntar-norske-bygder/>

Nationen. 2021. «Forskere: Rundballer en av årsakene til større bruk og mer leiejord» *Nationen* 23.07.2021. Tilgjengelig på: <https://www.nationen.no/nyhet/forskere-rundballer-en-av-arsakene-til-storre-bruk-og-mer-leiejord/>

Nationen. 2018. «Skal forska på ny teknologi i landbruket» *Nationen* 09.01.2018. Tilgjengelig på: <https://www.nationen.no/landbruk/skal-forska-pa-ny-teknologi-i-landbruket/>

SmaT. 2021. Digitalt morgenseminar 23.11.2021. Smart teknologi må ta hensyn til omgivelsene. 80 påmeldte, 55 deltakere.

SmaT. 2021. Modenhetskalkulator på nett – prototype lansert åpent tilgjengelig på nett 23.11.2021. Tilgjengelig på: <https://ruralis.no/kalkulator/>

Stræte, E. P. 2021. “New technology and life of quality for farmers – a double-edged blessing” *Nordic Meeting on Agricultural Occupational Health and Safety*, Skjetlein, 07.09.2021.

Stræte, E. P. 2021. «Smart jordbruk – smart for hvem?» *Nationen* 10.07.19. Tilgjengelig på: <https://www.nationen.no/motkultur/faglig-snakka/smart-jordbruk-smart-for-hvem/>

Stræte, E. P. 2020. «Arbeid med innovasjon i dyrking og bruk av grovfôr» Foredrag, avslutningskonferanse for Grovfôr 2020. Ås, 15.01.2020.

Stræte, E. P. 2019. «Smart jordbruk – smart for hvem?» *Nationen* 10.07.2019.

Søraa, R. A. 2018. "Automation and the Transition to the Robotocene: Towards a Robotocene?". *4S Annual Meeting | Society for Social Studies of Science*. 29.08.18-01.09.18.

Søraa, R. A., J. Vik, 2019. «Digital fences for goats in Norwegian agriculture sessions» *XXVIII European Society for Rural Sociology Congress "Rural futures in a complex world"*. 28.06.2019.

Teknisk ukeblad. 2021. Cybergeiter med GPS inntar norske bygder. 31.10.2021

Vik, J. og E. M. Fuglestad. 2018. «Kapitalens mjølkekyr» *Klassekampen* 19.07.2018.

Vik, J, R. M. B. Hårstad, og R. A. Søraa. 2019. "Digitalization of Agriculture" Gjesteforelesning ved NTNU.

FORMÅL

RURALIS - Institutt for rural- og regionalforskning skal gjennom fremragende samfunnsvitenskapelig forskning og forskningsbasert utviklingsarbeid gi kunnskap og idéer for allmenheten, privat næringsliv, offentlig virksomhet og FoU-sektoren, og gjennom det bidra til å skape sosiokulturell, økonomisk og økologisk bærekraftig utvikling i og mellom bygd og by.

RURALIS skal være et nasjonalt senter for å utvikle og ta vare på en teoretisk og metodisk grunnleggende forskningskompetanse i flerfaglige bygdestudier, og fungere som et godt synlig knutepunkt for internasjonal ruralsosiologi.



Trondheim (hovedkontor):
Universitetssenteret Dragvoll
N-7491 Trondheim
73 82 01 60

Oslo:
Rådhusgata 20
N-0151 Oslo
913 32 277

post@ruralis.no
ruralis.no