

Digitaliserad teknik för att främja betesdrift



- Främsta orsaken till att lantbrukare med betesdjur inte väljer digital teknik är kostnaden, därefter kommer problem med att få tekniken att fungera i praktiken.
- Satsningar på digital teknik innebär att betesbaserad produktion kan bli mindre arbetsintensiv, få ett bättre djurskydd och skapa mer miljönytta.
- Myndigheterna kan främja betesbaserad produktion genom att verka för en heltäckande digital infrastruktur, understödja standarder, justera regelverket inom vissa områden samt införa extra stöd till mindre djurbesättningar.

Digitaliserad teknik för att främja betesdrift

I rapporten utreder vi om digital teknik inom djurhållningen kan bidra till att både öka lönsamheten i betesbaserad produktion och öka betesmarkernas natur- och kulturmiljövärden.

Ytterligare en uppgift är att undersöka vilka hinder som finns för fortsatt digitalisering och vad myndigheterna kan göra för att främja en positiv utveckling av den nya tekniken. Speciellt då avseende betesbaserad produktion.

Denna rapport är en del av regeringsuppdraget CAP:s miljöeffekter som är ett samverkansprojekt mellan Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten och Riksantikvarieämbetet för att följa och utvärdera miljöeffekterna av EU:s gemensamma jordbrukspolitik. Samtliga myndigheter står bakom rapporten.

”Framtidens jordbruk kommer att vara digitalt och alla kommer sannolikt att vinna på ökad digitalisering” (Copa Cogeca, 2016).

Redaktör:
Torben Söderberg

Omslagsbild:
Diko med kalv. Foto: Knut Per Hasund

Digitalised technology to promote pasture management

In the report, we investigate whether digital technology in animal husbandry can help both increase the profitability of pasture-based production and increase the natural and cultural environmental values of pastures.

Another task is to investigate what obstacles exist to continued digitalisation and what government agencies can do to promote a positive development of new technology, particularly when it comes to pasture-based production.

“The agriculture of the future will be digital and everyone will probably benefit from increased digitalisation” (Copa Cogeca, 2016).

Editor:
Torben Söderberg

Photo on the cover:
Knut Per Hasund

Sammanfattning

Den digitala tekniken i det svenska samhället utvecklas snabbt. Även den betesbaserade köttproduktionen kan hämta vinster från den digitala tekniken. Här är utmaningen främst att få den digitala tekniken att fungera utomhus och över längre sträckor.

Viktigt med lönsam och stabil teknik

För att öka användningen av den digitala tekniken är det viktigt att djurhållarna upplever att den digitala tekniken är lönsam och tillförlitlig. Användarvänlighet och integration med andra system måste förbättras för att få lantbrukarna att använda systemen och få ut maximal nytta.

Det kan bli kostsamt för ägare av mindre besättningar att skaffa den nya tekniken. Det är därför viktigt att utvärdera vilka möjligheter det finns från myndigheternas sida att stödja och främja utvecklingen av digital teknik, särskilt för de mindre djurgårdarna.

Digital teknik kan bidra till bättre djurskydd och ökad miljönytta

De digitala tillämpningar som förefaller mest intressanta idag för att underlätta betesdrift är journalföring, märkning i livsmedelskedjan, djurtillsyn, stängsling och produktionsplanering. Genom information från elektroniska öronbrickor kan djurens identitet läsas av säkrare. Digitala öronbrickor sparar tid vid transporter, förflyttningar och vid tillsyn samt underlättar certifieringar. De ger ökad personlig säkerhet för djurskötaren vid hantering av djuren, exempelvis i samband med slakt. Digital teknik medför också att betesdriften blir mindre arbetsintensiv.

Virtuella stängsel som använder el för att styra djurs beteende är inte tillåtet idag i Sverige. Anledningen är att el har i studier visat sig orsaka djur stress och lidande. Ur ett miljö- och lantbruksperspektiv har dock virtuella stängsel en mängd potentiella fördelar som exempelvis att kunna bevara fler skogsbeten och svårstängslade eller avlägsna naturbetesmarker, öka potentialen för att återskapa värdefulla naturtyper och stängsla bort känslig fauna eller flora på mark som inte bör betas i början på säsongen.

Det har skapats flera digitala demonstrationsgårdar i Sverige. Detta bör fortsätta och både myndigheter och näring bör arbeta mer med information och rådgivning kring digitalisering för att upprätthålla en hållbar och konkurrenskraftig animalieproduktion.

Staten bör främja utvecklingen och mer forskning behövs

Staten kan främja eller styra utvecklingen av digital teknik till att bli mer lättillgänglig och kostnadseffektiv. För att främja utbyggnad av bredband i glesbygder behöver staten fortsätta att finansiera bredband eller radiolänk i områden där förutsättningar för kommersiell utbyggnad saknas. Standardiseringen av olika gränssnitt behöver utvecklas vidare, eftersom den ger lägre kostnader och skapar fler möjligheter till nya och mer avancerade tjänster. För att möjliggöra digitala tillämpningar kan regelverk på vissa områden behöva justeras så att de inte på ett obefogat sätt fördröjer utvecklingen.

För att kunna tillåta virtuella stängsel behövs det mer forskning och utveckling av tekniken för att garantera djurens välfärd. Framförallt behövs det studier på om, och hur, djur kan lära sig detta utan att de utsätts för stress eller annat lidande.

Summary

Digital technology in Swedish society is developing rapidly. Even pasture-based beef production can benefit from digital technology. Here, the challenge is primarily to make digital technology work outdoors and over longer distances.

Profitable, stable technology is important

In order to increase the use of digital technology, it is important that the keepers feel that the digital technology is profitable and reliable. Ease of use and integration with other systems must be improved in order to get farmers to use the systems and obtain the maximum benefit. It can be costly for owners of smaller herds to acquire this new technology. It is therefore important to evaluate the opportunities available to government agencies to support and promote the development of digital technology, especially for smaller animal farms.

Digital technology can contribute to better animal welfare and increased environmental benefits

Digital technology can contribute to better animal welfare and increased environmental benefits. The digital applications that seem most interesting today to facilitate grazing are record keeping, labelling in the food chain, animal surveillance, fencing and production planning. Using information from electronic ear tags, the identity of the animals can be read more easily. Electronic ear tags increase the personal safety of the keeper when handling animals, for example in connection with slaughter. Digital technology also means that grazing is less labour-intensive.

Virtual fencing that uses electricity to control animal behaviour is not allowed in Sweden today. The reason is that electricity has been shown in studies to cause stress and suffering to animals. From an environmental and agricultural perspective, however, virtual fencing has a number of potential benefits, such as being able to preserve more forest pastures and natural pastures that are difficult to fence or in remote locations, increase the potential for recreating valuable habitats and fencing off sensitive fauna or flora on land that should not be grazed at the beginning of the season.

Several digital demonstration farms have been created in Sweden. This should continue, and both government agencies and industry should work more with information and advice on digitalisation in order to maintain sustainable, competitive animal production.

The State should promote development and more research is needed

The State can encourage and guide the development of digital technology to become more accessible and cost-effective. To promote the expansion of broadband in rural areas, the State needs to continue to fund broadband or radio links in areas that lack the conditions for commercial development. The standardisation of different interfaces need to be further developed, as this results in lower costs and creates more opportunities for new, more advanced services. To enable digital applications, regulations in some areas may need to be adjusted so that they do not delay development in an unjustified manner.

To be able to allow virtual fencing, more research and development of the technology is needed in order to guarantee animal welfare. Above all, studies are needed on whether, and how, animals can learn this without being exposed to stress or other suffering.

Begrepp och förkortningar ^(Bf)

Accelerometer är en typ av sensor som mäter accelerationen (hur mycket rörelse-hastigheten ändras) i en eller flera riktningar; en vanlig 3D-accelerometer mäter i tre vinkelräta riktningar samtidigt.

AI (Artificiell Intelligens) eller maskinintelligens – program som efterliknar mänskligt beteende och tänkande; den tillämpade vetenskap som diskuterar vad som är mänskligt tänkande och försöker efterlikna det.

AMS (Automatic Milking System) eller på svenska mjölkningsrobot.

App är ett tillämpningsprogram för mobila enheter som smarta mobiler och surfplattor.

Beslutsstöd är ett samlingsbegrepp för olika metoder att stödja effektivt beslutsfattande, främst genom datorbearbetning av stora informationsmängder med hjälp av beslutsstödsystem (expertsystem) och algoritmer för informationsutvinning.

Big data utgörs av digitalt lagrad information av sådan storlek (lagrat i molnet) att det är svårt att bearbeta den med traditionella databasmetoder.

Digitalisering är ett centralt begrepp inom IT-politiken. Digitalisering är från början en teknisk term och innebär att analoga signaler omvandlas till digital form (ettor och nollor). Begreppet har därefter fått en allt vidare betydelse, till exempel vid överföring av data, bilder, texter och siffror för lagring i digital form.

FAIR data (Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability) är data som följer ”FAIR principer om hur vetenskaplig data ska hanteras”.

FMIS (Farm Management Information Systems) portaltjänst som hanterar gårdens alla informationstjänster.

Geodata är en kombination av orden geografiska data.

GNSS (Global Navigation Satellite Systems) är samlingsnamnet för alla satellit-baserade navigationssystem.

GPS (Global Positioning System) är ett av systemen för satellitnavigering. Det finns tre globala system, GPS (USA), Glonass (Ryssland) och Galileo (EU).

IKT står för informations- och kommunikationsteknologi.

IoT (Internet of things) är ett vedertaget begrepp för den utveckling som innebär att maskiner, fordon och andra saker eller varelser förses med små inbyggda sensorer eller datorer.

LoRa (Long Range) trådlösa radionätverk som kombinerar möjligheten till hantering av stora datamängder med lång räckvidd. Ett dataprotokoll som främst är avsett för IoT och sensordata.

LPWA (Low Power Wide Area, låg effekt, stor täckning) är en beteckning på trådlös kommunikation för M2M (maskin – till – maskin) och IoT.

M2M (Maskin-till-Maskin) avser trådlös datakommunikation mellan maskiner.

Molnet (The cloud) är namnet på online lagring av stora mängder data. Kortfattat innebär molntjänster att en person sparar sina dokument, bilder och annan data på en server på nätet i stället för på sin dator.

NIR står för (Nära Infraröd Reflektants).

PLF (Precision Livestock Farming) är ett digitalt skötselsystem vilken erbjuder kontinuerlig, automatisk övervakning och kontroll av djurskydd, djurvälstånd, produktion, reproduktion och miljöpåverkan i realtid.

RFID (RadioFrequency IDentification) är ett begrepp för radiofrekvens-identifiering av djur.

RTK (Real Time Kinematic) är ett positioneringssystem som tillsammans med GPS kan mäta med mycket hög noggrannhet.

RTLS (Lokaliseringssystem i RealTid) är ett automatiskt system för att bestämma position för föremål eller djur. Systemet bygger på olika typer av radiokommunikations-tekniker, som till exempel RFID.

Smart Farming är tillämpningen av informations- och datateknik för att optimera komplexa jordbrukssystem. Fokus ligger på tillgång till data och tillämpningen av dessa data – hur all den insamlade informationen kan användas på ett smart sätt.

SWOT-analys är ett planeringshjälpmedel där den som analyserar försöker finna styrkor, svagheter, möjligheter och hot vid en strategisk översyn.

UAV (Unmanned Aerial Vehicles) är små obemannade flygfarkoster, på svenska även kallade drönare.

WLAN (Wireless Local Area Network) är trådlösa lokala datornätverk som är byggda för att kunna sända data mellan olika noder via radiovågor.

WSN (Wireless Sensor Network) är ett trådlöst sensornätverk som består av sensorer som skickar signaler till en gemensam mottagare. Sensorerna kan ta in data som temperatur, ljud, vibrationer, tryck, rörelser, etcetera.

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Det digitala jordbruket kommer starkt.....	1
1.2	Syftet med projektet är att främja betesmarkerna.....	2
1.3	Projektets frågeställningar.....	3
1.4	Projektet analyserar främst betesproduktion.....	3
1.5	Projektet riktar sig till myndigheter, rådgivare och lantbrukare.....	4
1.6	Utredningen är gjord av CAP:s miljöeffekter.....	4
2	Metodbeskrivning.....	5
2.1	Kartläggning och därefter analys.....	5
2.2	Från kartläggning och analys till förslag.....	6
3	Kartläggning av digitala tekniker.....	7
3.1	En allmän översyn av den digitala utvecklingen.....	7
3.2	Den fortsatta digitala utvecklingen.....	9
3.2.1	Öppna data ger många fördelar.....	9
3.2.2	Möjligheter till datahantering och lagring.....	10
3.2.3	Viktigt vem som äger data.....	10
3.3	Den digitala utvecklingen inom jordbruket.....	10
3.3.1	Digitala lösningar för djurhållare.....	11
3.3.2	Digitala produktionssystem.....	11
3.3.3	Rådgivningens viktiga roll.....	11
3.3.4	Utvecklingsprogram och partnerskap.....	12
3.3.5	Testbäddar för digital teknik i nordn och i Sverige.....	12
3.3.6	Många möjligheter att använda digital teknik.....	13
3.4	Åsikter och kännedom om digital teknik.....	14
3.4.1	Enkäten Sveriges Lantbruk.....	14
3.4.2	Digitaliseringen på ojämn frammarsch i det svenska jordbruket.....	15
3.5	Den digitala tekniken från ett djurskyddsperspektiv.....	16
3.5.1	Vad säger djurskyddslagstiftningen?.....	16
3.5.2	Tillsyn av djur enligt djurskyddslagstiftningen.....	17
3.5.3	Betesdrift och förbud mot att använda el för att styra djurs beteende.....	17
3.6	Övriga regelverk för digital teknik.....	18
3.6.1	Märkning och registrering.....	18
3.6.2	Användningen av drönare har restriktioner.....	18
4	SWOT-analys.....	20
4.1	Betesdrift med digitaliserad teknik – för- och nackdelar.....	20
4.1.1	Styrkor.....	20
4.1.2	Svagheter.....	21
4.1.3	Möjligheter.....	21
4.1.4	Hot.....	22

5	Digitala tekniker för betesbaserad produktion	23
5.1	Flera tekniker och många användningsområden	23
5.1.1	Digital djurhållning kan ske med olika tekniker	23
5.1.2	Grunden för digital teknik är sensorer och sändare	24
5.2	Journalföring och registrering av djur	27
5.2.1	Digital märkning vid köttproduktion ger flera fördelar	28
5.3	Tillsyn av djur	29
5.3.1	Sensorer för djurtillsyn	29
5.3.2	Drönare för djurtillsyn	31
5.4	Övervakning av djurvälstånd och djurhälsa	31
5.4.1	Sensorer för aktivitet för att övervaka djurvälstånd och djurhälsa	31
5.4.2	Drönare för djurskydd kan användas över stora ytor	32
5.5	Stängsling med virtuella stängsel	33
5.5.1	Utvecklingen av virtuella stängsel	33
5.5.2	Konkurrensen från elstängsel	37
5.6	Driftsledning och produktionsplanering	38
5.6.1	Driftsledning och planering för djurproduktion	38
5.6.2	Driftsledning och planering för växtodling och foderproduktion	40
5.6.3	Driftsledning och planering med ekonomiprogram	41
6	Miljöpåverkan från digitaliserad betesdrift	43
7	Företagsekonomiska nyttor och kostnader	46
7.1	Digitala öronbrickor jämfört med öronbrickor i plast	47
7.2	Digital djurtillsyn jämfört med enbart fysisk djurtillsyn	49
7.3	Digital teknik för djurvälstånd och djurhälsa	51
7.4	Virtuella stängsel i jämförelse med elstängsel	52
8	Diskussion och slutsatser	55
8.1	Viktiga användningsområden och tekniker	55
8.1.1	Den digitala tekniken baseras främst på sensorer	56
8.1.2	Digital teknik kan öka myndigheternas krav på data	56
8.1.3	Stabilt bredband är minst lika viktigt som gigabithastighet	57
8.1.4	Digital teknik innebär både kostnader och besparingar	57
8.2	Registrering av djur	57
8.3	Djurtillsyn för register och kontroll	58
8.4	Övervakning och tillsyn för djurvälstånd	59
8.5	Stängsling av djur	59
8.6	Produktionsplanering	61
8.7	Sammanfattande om lantbrukarnas nyttor och kostnader	61
8.7.1	Inte bara bättre lönsamhet	61
8.7.2	Tekniken påverkar den företagsekonomiska lönsamheten	62

8.8 Utökad betesdrift genom digital teknik ger ökade miljönyttor	63
8.9 Vad den privata sektorn kan göra	65
8.10 Vad staten kan göra	66
8.10.1 Infrastruktur	66
8.10.2 Standardiseringar och regler	67
8.10.3 Rådgivning och kompetensutveckling.....	67
8.10.4 Stöd till teknikutveckling och forskning	68
8.10.5 Utveckling av nya tjänster	69
9 Referenser.....	70
Bilaga 1. Smart Farming.....	74
Bilaga 2. Digital utveckling och infrastruktur	77
Bilaga 3. Satelliter för position och bild	88
Bilaga 4. Digital teknik och forskning	93
Bilaga 5. Digitala tekniker – regelverk och forskning.....	95
Bilaga 6. Varierande kännedom om digitala tekniker	103
Bilaga 7. Avancerad teknologi intar det danska jordbruket	105
Bilaga 8. Jordbrukets utveckling och digital teknik.....	107
Bilaga 9. Stängselkostnader	109

1 Inledning

1.1 Det digitala jordbruket kommer starkt

Framtidens jordbruk kommer i hög grad att vara digitalt och alla kommer sannolikt att vinna på ökad digitalisering. Det kan gälla: *Miljön och klimatet*, eftersom ett precisionsjordbruk minskar utsläppen. *Djuren*, eftersom djurväl-färden kan förbättras när de kan övervakas enklare på individnivå och få det foder och den vård som varje djur behöver. *Lantbrukaren*, eftersom denne lättare kan utveckla sitt företag genom att öka kunskapsnivån och bli mer kostnads-effektiv. Möjligen kan vissa lantbrukare förlora på digitaliseringen genom att de har ekonomiskt svårare att ta språnget in i digitaliseringen och därmed kan de bli utkonkurrerade (Copa Cogeca, 2016).

Potential med digital teknik

Det är viktigt att främja en utvecklad digital teknik inom djurhållningen. Den digitala tekniken kan bidra till att öka lönsamheten inom betesbaserad produktion och samtidigt öka betesmarkernas natur- och kulturmiljövärden.

Det kan handla om att stödja en utveckling mot en effektivare tillsyn med hjälp av sensorer på djuren. Med hjälp av t.ex. virtuella stängsel skulle det gå att få lägre kostnader och högre flexibilitet inom betesdriften. Det är också möjligt att skapa avancerade applikationer för betesplanering som beaktar både djurtillväxt och naturvårdens intressen.

Vi kan med hjälp av digital teknik bilda olika fora för att knyta samman djurhållare och markägare. Med den digitala tekniken kan vi få effektivare stöd-administration och kontroller, både för lantbrukare och myndigheter

Hur stor betydelse de olika aspekterna får avgörs av de tekniska, ekonomiska och juridiska begränsningar som finns. Inom flera av områdena måste myndigheter vara behjälpliga med policyåtgärder för att uppnå en fortsatt positiv utveckling av den digitala tekniken för djurhållning. Det krävs också mer forskning på många områden och finansiering av sådan kan vara avgörande för att främja utvecklingen.

Det bör finnas stor potential att öka lönsamheten i jordbruket, höja produkt-kvalitén, förbättra djurväl-färden, minska miljöbelastningen och samtidigt spara resurser genom att ytterligare digitalisera och koppla upp det svenska jordbruket mot internet.

Myndigheternas användning av digital teknik

Myndigheter kan använda digital teknik för övervakning och uppföljning, vilket minskar den administrativa bördan både för företag och myndigheter. Myndig-

heten för digital förvaltning (DIGG) har det övergripande ansvaret för att digitaliseringen av den offentliga förvaltningen inte medför inskränkningar i den personliga integriteten.

Digital teknik kan möjliggöra nya stöd- eller ersättningssystem (resultatmål) som inte kräver regler eller villkor med åtgärder. Myndigheter kan också använda sig av digital teknik för att införa nya policyåtgärder, exempelvis jordbrukarstöd eller ersättningar som är mer resultatbaserade och mindre villkorsdrivna.

Utveckling av digital teknik inom jordbruket

Möjligheten att använda sig av digital teknik inom jordbruket beror på utvecklingen av en rad datainsamlings- och analystjänster (vilken omfattar interna dataoperativa regler, datakvalitets- normer, normer eller regler för datainnehåll och datasekretess, molnbaserade lagring och bearbetning, etcetera.). En annan användning för digital teknik kan vara att påvisa att reglerna för olika certifieringar uppfylls.

Inom växtodlingen har det under senare år skett en drastisk utveckling av den digitala tekniken, även om den fortfarande bara tillämpas på ett mindre antal företag i Sverige. Inom djurhållningen, särskilt utanför stallbyggnaderna, har utvecklingen inte kommit lika långt. Vissa förhållanden inom djurhållningen, såväl globalt som i Sverige, försvårar en fortsatt positiv utveckling av det digitala jordbruket, Exempelvis är många svenska gårdar med djur ofta för små för att klara investeringar i ny digital teknik.

Enligt gjorda bidragskalkyler är möjligheten att få lönsamhet inom köttproduktion med betesdrift generellt låg i Sverige (Agriwise, 2018). Samtidigt är de fastställda nationella miljömålen för ängs- och betesmarker inom ”Ett rikt odlingslandskap” och ”Ett rikt växt- och djurliv” svåra att nå utan tillräckligt med betesdjur.

Inom den betesbaserade animalieproduktionen finns såväl brist på kunskap om digital teknik som brist på infrastruktur och tillräcklig finansiering för att kunna dra nytta av tekniken. Det kan också finnas behov av att se över regelverk utifrån ny kunskap så att de inte hindrar utvecklingen av digital teknik på ett obefogat sätt. På vissa områden är det också angeläget med mer forskning för att få fram bättre teknik som gynnar betesdrift, djurvälstånd och miljö.

1.2 Syftet med projektet är att främja betesmarkerna

Syftet med projektet är att studera hur digital teknik inom djurhållningen kan bidra till att både öka lönsamheten i betesbaserad produktion och öka betesmarkernas natur- och kulturmiljövärden. Ytterligare en huvuduppgift i projektet är att se vilka hinder för fortsatt digitalisering som finns och vad myndigheterna kan göra för att främja en positiv utveckling av den nya tekniken.

I rapporten belyser vi också vilka ytterligare problem som kan finnas med gårdarnas struktur (marker, djur, avstånd, etc.) och infrastrukturen, och huruvida digital teknik missgynnar de mindre företagen eller inte. Vi studerar även möjliga produktivets-förbättringar, bättre djurvälstånd och möjligheter att öka jordbrukets positiva miljöpåverkan.

1.3 Projektets frågeställningar

Utredningen ska bland annat besvara följande frågor om möjligheterna att nyttja digital teknik inom jordbruk med betesdrift:

- Vilka möjliga utvecklingsvägar finns för den digitala tekniken?
- Vilka tekniska lösningar kan bli aktuella?
- Vilken potential har digital teknik för att betesdrift ska bli lönsamt?
- Vilka kommersiella lösningar är möjliga på sikt?
- Vilka blir de viktigaste policyfrågorna för att främja den betesbaserade djurhållningen, biologiska mångfalden och odlingslandskapet?
- Vilka blir de mest kostnadseffektiva insatserna och styrmedlen?

1.4 Projektet analyserar främst betesproduktion

En avgränsning i projektet är att analyserna till stor del utelämnar de övergripande samhällsliga strukturella insatserna som kommunikation, datalagring, dataportaler, nya satellitsystem, med mera. Sådana insatser sker hela tiden inom den digitala utvecklingen. Utbildnings- och informationsfrågor behandlas inte heller närmare. Frågan om vem som ska ha tillgång till data ingår inte heller, utan det har utretts parallellt på Jordbruksverket inom projektet "Det digitaliserade jordbruket". Slutsatsen från detta projekt var att skyddet av personliga data har förstärkts i den nya dataskyddsförordningen, vilket kan gynna digitaliseringen på gårdsnivå (Jordbruksverket, 2018b).

Vi tar inte heller upp hur de stora företagen, organisationerna eller myndigheterna genom att utnyttja data från enskilda gårdar kan få betydligt mer precisa underlag än vad som tidigare varit möjligt. Denna problematik för eller nackdelar tas istället upp i rapporten "Den digitaliserade gården" (Jordbruksverket, 2017).

I denna studie utreder vi inte närmare digital teknik inom växtodling, som t.ex. precisionsodling, utan vi fokuserar på betesbaserad animalieproduktion. Våra analyser begränsar vi till hur digital teknik kan påverka lönsamheten, djurvälståndet och miljönyttan inom den betesbaserade köttproduktionen. Vi utelämnar därmed det mesta av digital teknikutveckling kopplad till vidareförädling, affärsmanagement och handel med djurprodukter i "förädlingsledet" trots att de kan ha stor betydelse för lönsamheten. Motivet för dessa avgränsningar är att

det inom många av de områden som vi utesluter redan pågår omfattade forskning och utveckling av den digitala tekniken via andra näringsgrenar och via den internationella fria marknaden.

1.5 Projektet riktar sig till myndigheter, rådgivare och lantbrukare

Den pågående digitala tekniska utvecklingen inom jordbrukssektorn berör alla. För politiker och myndigheter gäller det att de primärt ska bli mer medvetna om de övergripande möjligheterna och problemen, samt var det eventuellt kan vara motiverat med policyåtgärder. För rådgivare och forskare gäller det att de ska uppmärksamma teknikens konsekvenser inom alla områden, exempelvis även hur tekniken påverkar miljön. För lantbrukare samt jordbruksnäringen i stort gäller det att uppnå högre medvetenhet om de ekonomiska och tekniska möjligheterna, men också om vilka effekter en utvecklad digital teknik kan ha på natur och miljö.

1.6 Utredningen är gjord av CAP:s miljöeffekter

Utredningen är beställd av CAP:s miljöeffekters styrgrupp. Ordförande i styrgruppen är Olof Johansson, avdelningschef på Jordbruksverket. Övriga ledamöter i CAP:s miljöeffekters styrgrupp är avdelnings- eller enhetschefer från respektive medverkande myndigheter. Redaktör är Torben Söderberg, Jordbruksverket.

En arbetsgrupp bestående av tjänstemän från de medverkande myndigheterna är de som har genomfört utredningen. Den är sammansatt av Torben Söderberg (Jordbruksverket), Knut Per Hasund (Jordbruksverket), Maria Unell (Jordbruksverket) och Marianne Ekberg (Naturvårdsverket).

Projektet har också haft en referensgrupp bestående av: Marianne Wetterin (Naturvårdsverket) samt Michael Frisk (Riksantikvarieämbetet). Vissa konsulttjänster har vi dessutom köpt in.

2 Metodbeskrivning

2.1 Kartläggning och därefter analys

Studien börjar med en kartläggning, nationellt och globalt, av pågående forskning och användning av digital teknik inom jordbruket. Inriktningen var mot den svenska jordbrukssektorn, särskilt mot djurhållning med betesdrift.

I arbetet ingick det att göra litteraturstudier, webbsökningar och sökningar i olika forskningsdatabaser. Vi kartlade även, nationellt och inom Norden, vilka personer som arbetar inom fältet och samlade in information från dessa experter. En annan uppgift var att ta kontakt med framåtsyftande lantbrukare som använder olika digitala tillämpningar. I studien genomförde vi även en Landja-enkät. Syftet var att bedöma lantbrukarnas kännedom om digital teknik och deras inställning till digitala hjälpmedel vid exempelvis betesdrift. Vi medverkade även vid olika workshoppar och samlade mindre grupper för diskussioner. Genom detta förfarande fick vi fram ett omfattande underlag.

Vid det efterföljande analysarbetet utgick vi från de områden där vi antog att myndigheternas policyåtgärder (strategier, lagstiftning, satsningar på stöd eller ersättningsformer, forskning och utveckling, infrastruktur, etcetera.) gav störst miljö- och samhällsekonomisk nytta. För att få fram ett användbart underlag såg vi tre lite större uppgifter för projektet:

- A. Det är aktuellt att analysera olika utvecklingstrender för att anpassa policyn i rätt tid. Jordbruksnäringen behöver anpassas för nya förutsättningar. Till de variabler som kommer att bli påverkade hör bland annat jordbrukets konkurrenskraft och lönsamhet, jordbrukets strukturomvandling, jordbrukets produktionspotential samt olika mål för biologisk mångfald, klimat och övrig miljöpåverkan.
- B. Jordbruket och näringen bör också utvecklas för att utnyttja potentialen i teknikutvecklingen. En uppgift för projektet är därför att upptäcka var sådan potential finns och hur myndigheterna kan genomföra policyåtgärder som bidrar till att utveckla och sprida tekniken. Det handlar om att förstärka positiva insatser såsom informationsåtgärder, stödinsatser, investeringsstöd, FoU-stöd, med mera och undanröja institutionella hinder (modernisera och förtydliga regler, m.m.).
- C. Viss teknik som väsentligt skulle kunna bidra till bättre miljö är ännu inte färdigutvecklad eller kommersiellt lönsam. Projektet ska undersöka hur samhället kan främja denna teknikutveckling, när det är politiskt eller samhällsekonomiskt motiverat, och hur det i så fall kan ske.

I projektet ingick även en genomgång av djurhållningen avseende nuvarande lagstiftning, behov av tillsyn, djurskydd (skydd, vatten, foder) samt behov av

register och kontroll. Efter att vi samlat in information om digital teknik gjorde vi en brist- och behovsanalys för att bestämma mer i detalj vilka områden vi borde fortsätta att utreda. Projektet behövde för denna analys sammanställa den digitala teknikens för- och nackdelar inom olika områden i en SWOT. I detta sammanhang har vi även gjort några enkla företagsekonomiska analyser.

2.2 Från kartläggning och analys till förslag

I projektet har vi utrett hur den digitala tekniken kan förbättra det svenska jordbrukets miljöpåverkan samt möjligheterna att med olika policyåtgärder underlätta införandet av miljöförbättrande digital miljö- och produktionsteknik till jordbruk med betesdrift. Vi har koncentrerat oss på en bristanalys för att hitta områden inom jordbruket där det fortfarande finns institutionella (regler, standarder), tekniska eller andra hinder att införa ny teknik. Projektet ska bidra till den digitala utvecklingen genom att:

1. **Kartlägga** vilka digitala tekniker och tillämpningsområden som redan finns eller som förväntas bli kommersiellt gångbara inom jordbrukssektorn och särskilt inom djurhållningen,
2. **Analysera** vilka hinder eller orsaker det finns för att vissa tekniker ännu inte blivit kommersiella eller mer spridda,
3. **Beskriva** hur den digitala tekniken påverkar miljön och jordbrukets lönsamhet, framför allt den betesbaserade djurhållningen.
4. **Föreslå** vilka policyåtgärder myndigheterna bör genomföra för att underlätta införande av digital produktionsteknik till jordbruk med betesdrift som kan förbättra lönsamheten, vara gynnsam för miljön och ge bättre djurvelfärd.

Utifrån analyserna kan vi lämna förslag på lösningar och svara på vilka hinder eller orsaker det kan finnas för att vissa tekniker ännu inte blivit kommersiella eller mer spridda. Vi kan också få ett underlag för att i senare utredningar komma längre inom digital teknik för den valda inriktningen köttproduktion med betesdrift.

3 Kartläggning av digitala tekniker

I detta kapitel kartlägger vi utvecklingen av digitala tekniker inom samhället och jordbruket under den senaste tjugofemårsperioden. Vi går igenom vad som framkommit nationellt och internationellt utifrån forskning, myndighetsutövning och näringsliv. Vi utgår från ett brett perspektiv för att sedan avgränsa oss till att penetrera det nationella jordbrukets möjligheter att utnyttja den digitala tekniken. Vårt mål är att beskriva hur olika digitala tekniker kan skapa möjligheter för produktionsgrenar med betesdrift att bli mer lönsamma. Slutmålet är att våra naturbetesmarker ska bli mer lönsamma att använda så att vi långsiktigt kan bevara dem.

Litteraturgenomgången börjar brett med en generell översyn av digitaliseringen för att sedan brytas ner till en översyn av specifika områden kopplade till jordbruk och betesdrift. Vi undersöker även vilken nytta jordbruket kan ha av olika digitala tekniker.

En annan fråga att studera är vilken kännedom om eller invändningar mot att använda digitala tekniker som enskilda lantbrukare kan ha. Därefter gör vi en form av metaanalys där vi sammanställer uppgifterna för varje särskild digital teknik som har bäring till hävd av betesmarker och produktion av naturbeteskött.

Slutligen innehåller kapitlet några analyser, dels om strategiska val i en så kallad SWOT-analys (styrkor, svagheter, möjligheter, hot), dels om företags-ekonomiska beräkningar.

3.1 En allmän översyn av den digitala utvecklingen

Digitala hjälpmedel har funnits tillgängliga för jordbruket ganska länge, men det är först under de senaste åren som den information som samlats in börjat bli möjlig att lagra och analysera så att den kan utgöra ett underlag för råd till den enskilde lantbrukaren. Genom att använda specifika data från det enskilda företaget kan råden göras betydligt mer precisa än vad som tidigare varit möjligt (Jordbruksverket, 2017).

Introduktion av ny teknik är som alltid en utmaning för att få användarna intresserade. Brist på kunskap och erfarenhet av att använda ny teknik är ofta viktiga orsaker till att det inte sker något direkt genombrott. Inte minst saknas det ofta beräkningar över storleken på de lönsamhetsförbättringar som är möjliga att uppnå, vilket medför en ekonomisk risk. Ny teknik innebär ofta barnsjukdomar, den är sannolikt inte fulländad och inte helt säker, vilket innebär ökad risk.

Vissa statliga insatser har identifierats som nödvändiga för att samhället ska kunna dra ökad nytta av de möjligheter som digitaliseringen av jordbruket kan ge upphov till, exempelvis kan det röra sig om att:

- tillhandahålla infrastruktur i form av bredband och andra tekniska lösningar,
- vara vägvisande och tillgängliggöra data som finns hos till exempel myndigheter,
- bistå med medel för forskning och utveckling,
- underlätta för investeringar i ny teknik och kunskapsspridning,
- sätta upp ramar som skyddar den enskilde så att den nya tekniken inte leder till otillbörligt utnyttjande av data,
- anpassa lagstiftning och regler så att de inte förhindrar god användning av digital teknik,
- förespråka och bistå vid standardiseringsarbetet, samt
- undersöka eller utveckla möjligheterna för digital teknik vid implementering av en policy (t.ex. kontroll med satellit av arealbaserat jordbrukarstöd i nya CAP).

Informations- och kommunikationsteknologin (IKT) är redan etablerad som verktyg för att öka jordbrukets produktivitet (RISE, 2016). Under de kommande tio åren kommer sannolikt spridningen av IKT att öka vilket ger ökade förutsättningar för att uppnå krav på både ekonomisk och miljömässig hållbar produktion.

Möjligheten att använda sig av digital teknik inom jordbruket beror inte bara på tillgång till grundläggande infrastruktur (bredband, telekommunikationstjänster, etcetera.). Det beror också på utvecklingen av en rad datainsamlings- och analystjänster, vilken omfattar interna dataoperativa regler, datakvalitetsnormer, normer eller regler för datainnehåll och datasekretess, delade modelleringsramar, digitala plattformar, molnbaserad lagring och bearbetning samt utvecklingen av Smart Farming^{Bf} ([bilaga 1](#)).

Angående utvecklingen av infrastruktur och kommunikation pekas några myndigheter ut som huvudansvariga för att det ska kunna ske en utbyggnad. Myndigheterna behöver ta ett samlat grepp så att det blir möjligt med en bred introduktion av Internet of things (IoT). De myndigheter som i första hand pekas ut som ansvariga är Post- och Telestyrelsen, Jordbruksverket, Tillväxtverket och Länsstyrelserna ([bilaga 2](#)).

Efterfrågan på öppna system med strukturerade och aggregerade data blir allt större. Det är därför viktigt att myndigheterna gynnar och skapar öppna system som kan leverera data till allt fler intressenter (Jordbruksverket, 2017). Det är också viktigt att myndigheterna utreder hur integritetskrav ska avvägas mot offentlighetsprincipen när data ska öppnas upp för alla.

3.2 Den fortsatta digitala utvecklingen

En av de viktigaste förutsättningarna för en fortsatt utveckling av digital teknik är en väl utbyggd infrastruktur. Regeringens målsättning är att 95 procent av alla hushåll och företag till 2020 ska ha tillgång till ”supersnabbt” bredband om minst 100 Mbit/s. Detta för att politikerna bedömer att bredband skapar förutsättningar för att bo och verka i hela landet, driva tillväxt och innovativ produktion. För företag i stadsmiljö fann dock forskare (AgriFood, 2019) att supersnabbt bredband haft negativ effekt på omsättning och sysselsättning. Däremot fann de ingen signifikant effekt på företagens ekonomi på landsbygden.

Ytterligare en viktig uppgift för jordbruksnäringen och samhället är att skapa en infrastruktur som klarar av att överföra den mängd data från sensorerna som efterfrågas. Olika tekniker har varierande kapacitet och frekvensintervall ([bilaga 2](#)). Den vidare utvecklingen av infrastrukturer (plattformar, nätverk, standarder) och deras betydelse för säkra och stabila kommunikationer kommer att spela en avgörande roll. Framförallt blir standardiseringen viktig.

3.2.1 Öppna data ger många fördelar

Öppna data handlar om att tillgängliggöra data för alla, under förutsättning att personers integritet kan garanteras och företagskänsliga uppgifter skyddas. Ofta är det offentliga organisationer som är mest villiga att dela data så att den kan utnyttjas av andra. Men även privata företag har sett fördelar och alltmer öppnat tillgången till data. Genom öppen information som låter alla få tillgång till data ges en utökad möjlighet till nya idéer för utveckling av befintliga eller nya produkter och tjänster. Öppna data kan också användas vid kalibrering och test av matematiska modeller som har till syfte att simulera verkliga problem. Öppna data innebär att vem som helst fritt får använda, återanvända och distribuera uppgifter. Motprestationen kan vara att källan anges eller att det finns ett krav på att dela egen data på samma sätt. Vinnova har tagit fram en webbportal för förmedling av [öppna data](#), den nationella dataportalen för öppna data och PSI ([bilaga 3](#)). Målet är att portalen ska ge stöd för att data ska kunna användas fritt för vidareutveckling av produkter och tjänster (IoT Sverige, 2017).

Vissa länder har beslutat att använda mer av ”öppna data-strategier” eller allmänna föreskrifter om dataskydd vilket kommer att påverka användningen av jordbruksdata. De har också åtagit sig att publicerade data ska följa FAIR-standarderna så att data är sökbara, tillgängliga, interoperabla (kommunicerbara med varandra) och åter-användbara. Flera länder har också upprättat kataloger över öppna datakällor, bland annat. Storbritannien ([data.gov.uk](#)), Norge ([data.norge.no](#)) och USA ([data.gov](#)). Det är även viktigt att myndigheterna utreder hur integritetskraven ska avvägas mot offentlighetsprincipen när data ska öppnas upp för alla.

3.2.2 Möjligheter till datahantering och lagring

Molnbaserad databehandling består av en rad databehandlingstjänster som bland annat inkluderar servrar, lagring, databaser, nätverk, programvara, analys och information via internet "molnet" och som öppnar upp för snabbare innovationer, flexibla resurser och skalbar ekonomi. Användningen av molntjänster inom näringslivet har ökat kraftigt den senaste tiden och att lagra data och information i molnet är på väg att helt ersätta traditionell lagring ([bilaga 3](#)). Nätverkshantering från molnet är en relativt ny trend. Till skillnad från konventionella datasystem, där extra lagringskapacitet köps från externa datacenter för datalagring i molnet, arbetar molnbaserade lösningar för nätverkshantering aktivt och direkt med data i molnet. Jordbruksverket har genom livsmedelsstrategins andra handlingsplan bland annat fått i uppdrag att göra en förstudie om databasinfrastrukturer för lantbruket under 2020.

3.2.3 Viktigt vem som äger data

Som en följd av den snabba digitala utvecklingen har mängden data som produceras ökat exponentiellt. Samtidigt har ökade möjligheter att samla och exploatera data skapat nya affärsmodeller, vilket gjort data till en riktigt värdefull tillgång.

Men vem äger egentligen uppgifterna? Detta är inte en lätt fråga att besvara och för närvarande finns det ingen specifik svensk lagstiftning eller EU-lagstiftning som reglerar frågan. Möjligheten till kontroll över data får i stället sökas i annan lagstiftning som exempelvis upphovsrättslagen, lagen om skydd för företags-hemligheter och Dataskyddsförordningen (GDPR) (Jordbruksverket, 2018b).

Allt fler företag har som affärsidé att använda lantbrukarnas data som tillgångar som kan säljas, analyseras och användas. Men det finns exempelvis också företag som Farmobile som säljer utrustning där lantbrukarna själva kan samla in och lagra sina data. De vill få lantbrukarna att se det som att data inte är andra företags egendom, utan något som lantbrukarna själva kan använda, sälja och ta betalt för.

3.3 Den digitala utvecklingen inom jordbruket

Bristen på kommersiella digitala lösningar inom vissa delar av jordbruket kan bero på att produktionen består av små och inte alltid så lönsamma enheter med bristande ekonomiska förutsättningar att investera i ny teknik. Detta gäller särskilt inom produktionsinriktningen djurhållning med betesdrift.

3.3.1 Digitala lösningar för djurhållare

Vid ett flertal möten kring temat ”Betesdrift och digitala lösningar” har det hållits brainstorming om kravspecifikationer för övervakningssystem för betande djur. De slutliga önskemålen har ofta inneburit krav på prisvärde, tillförlitlighet, robusthet, säker anslutning, användarvänlighet, god djurvälstånd, validitet, flexibilitet, skalbarhet i moduler samt datasäkert för att kunna finna, använda och dela data. Deltagare vid mötena har varit representanter från näringsliv, forskare, lantbrukare, myndigheter och organisationer.

Frågor om vem som äger data har också tagits upp, liksom slutanvändarperspektiv, infrastruktur, frekvens på uppdateringar, kompatibilitet mellan system, precision och noggrannhet, överföringseffektivitet, lagmässiga villkor och krav, med mera.

Önskemål från djurhållare

Det främsta önskemålet från vidtalade lantbrukare är att sensorerna som används ska ha tillräcklig batteritid så att batterierna inte behöver bytas eller laddas om under betessäsongen. Ytterligare ett önskemål är att djuren lätt ska kunna lokaliseras ”on-line” samt att lantbrukarna samtidigt skulle kunna observera djurens rörelsemönster.

3.3.2 Digitala produktionssystem

En användning av digital teknik kan vara att identifiera sjuka eller skadade djur. Det kan exempelvis ske genom att identifiera enskilda djur när de ska vägas vid en drick- eller foderautomat. Djur med dålig tillväxt kan också identifieras med hjälp av sensorer och kamera. Nya försök visar att med hjälp av aktivitetssensorer, som IceTag eller IceRobotics, kan djurägaren identifiera sjuka djur (kap 5.4). Resultaten pekar också på att djur kan identifieras utifrån sitt rörelsemönster.

Ett annat exempel är automatiska vågar för nötkreatur eller får som kan användas på bete. Med datateknik, sensorer, mjukvara, produktionsplaneringssystem, etcetera. kan djurens tillväxt kontrolleras och åtgärder sättas in för att styra den (muntl Christer Vik).

3.3.3 Rådgivningens viktiga roll

Enligt Christina Lundström (RådNu) har rådgivare fått en allt viktigare roll i att vägleda företagare i val av relevant teknik anpassat till behov och förutsättningar som finns på gårdsnivå. Frågan är hur rådgivarna kan hålla sig uppdaterade och klara att relatera till nya digitala lösningar, artificiell intelligens och Big data.

Det är redan idag stor brist på personal som har den där kombinationen av grundläggande teknisk kunskap och det så viktiga djurögat. Ny digital teknik

kommer inte att kunna ersätta djurskötarens närvaro bland djuren enligt Mathias Jonsson som har ett av Sveriges största mjölkföretag. Enligt Per Edstam (De Laval) är sensorer viktiga vid mjölkningen och med hjälp av data och algoritmer kan system ta fram vilka individer som är i riskzonen att få juverinflammation. Det är exempelvis på detta sätt som mejerinäringen kan kontrollera och minska användningen av antibiotika.

3.3.4 Utvecklingsprogram och partnerskap

Initiativet Agtech 2030 som ska bidra till att göra Sverige världsledande inom utvalda jordbruksteknologiområden har tilldelats finansiering i tio år från Vinnova-programmet Vinnväxt (2019). Syftet är att skapa en inkluderande innovationsmiljö som genererar betydande teknik-, affärs- och kompetensutveckling samt ny kunskap inom lantbruksteknik. Fokus är nya koncept baserade på t.ex. sensorer, digitalteknik och mekanik men också på nya samarbeten och sätt att göra affärer.

Det viktiga är att den nya tekniken kommer integreras, så att användarna vet hur de ska använda tekniken för att nå bästa resultat. En annan viktig utveckling är ökningen av tillgång på olika data enligt M. Söderström (SLU). Ytterligare en viktig aspekt är att kunna dokumentera och analysera på nya sätt och på så vis få fram ett mer exakt beslutsunderlag för att som lantbrukare kunna förbättra produktionen på olika sätt enligt A. Nilsson (Lantmannen).

3.3.5 Testbäddar för digital teknik i Norden och i Sverige

Både lagstiftare och privata aktörer vill gärna mildra de inlåsnings effekter som finns med digital teknik till jordbruket, exempelvis den på traktormarknaden. Vissa traktormärken har utvecklat egna datastyrsystem för maskiner och redskap som bara passar de egna lierade märkena.

Genom att dela och kombinera data från olika system skapas en enorm innovationskraft. Därför är dataplattformar såsom Agrirouter och Climate Corporation högintressanta att studera, enligt Filip Lundin, konsult på Macklean ([bilaga 1](#)).

Det behövs sannolikt många demonstrationer och praktisk användning på befintliga gårdar för att förstå nyttan av både befintlig och ny digital teknik. Det krävs dessutom fler applikationer med nya tekniker som är i början av sin etableringsfas. Detta för att kunna öka jordbrukets produktivitet utveckling och snabbare få ut ny teknik.

I Norden har ledande lantbruksaktörer redan samlats kring gemensamma digitala plattformar. Exempel på aktörer som kommit långt är Norska Lantbrukets Dataflyt och Mimi. Ett svenskt exempel på en digital plattform under utveckling är Lantmännens portal LM² där alla företagets tjänster kommer att samlas under ett och samma paraply.

Övriga svenska aktörer behöver agera snabbt innan det blir för sent. Gemensamma databaser och plattformar behövs, som möjliggör flytt mellan olika Agtech-system. Detta gör det lättare att bygga lösningar som ökar den enskilda lantbrukarens kontroll över vem som får ta del av dennes data. Centraleuropeiska Agrirouter är ett utmärkt exempel på en sådan plattform.

Med den universella plattformen för datautbyte, DKE agrirouter (Universal Data Exchange Platform), går det att ansluta maskiner och jordbruksprogramvara oavsett leverantör eller tillverkare. Det blir därmed möjligt att fritt bestämma vem man ska utbyta data med och i vilken utsträckning. Senast att ansluta sig till Agrirouter var CNH¹-koncernen (nov- 2019). Numera finns också en dosa som gör gamla redskap ISO-bus mogna. Dosa skickar redskapsgivardata förbi traktorernas molntjänster till den oberoende Agrirouter och vidare till gårdens driftledningsprogram.

Det pågår även ett flertal EIP Agriprojekt inom ramen för innovationsstödsprojektet Smart Agri. Det handlar bland annat om att skapa levande innovationsplattformar och mötesplatser som för samman kompetens- och kunskapsområden inom IT, automation och lantbruk/biologi ([bilaga 4](#)).

Exempelvis har Linköpings universitet gått samman med regionen och näringslivet i Östergötland och delar av Sörmland för att göra Agtech 2030 till en av de ledande innovationsmiljöerna inom lantbruksteknik. Inom Agtech kan olika grupper mötas, lantbrukare, forskare och teknikutvecklare kan träffas för att tillsammans utveckla idéer. I nästa steg ger Agtech stöd till att förädla idéer, så att idéerna kan bli till utvecklingsprojekt baserade på branschens behov.

Service på distans är ett av de tre områden som Agtech 2030 kommer att prioritera. De andra områdena är sensorer och beslutsstödsystem för jordbruket. Agtech satsar på affärsutveckling. Om Sverige redan ligger bra till när det gäller teknikutveckling har vi desto mer att göra när det gäller utvecklingen av nya affärsmodeller.

3.3.6 Många möjligheter att använda digital teknik

Möjligheterna att använda digital teknik beror även på om tekniken lever upp till de krav som olika lagstiftningar ställer. Tekniken får exempelvis idag inte använda el för att styra djurs beteende eftersom det är förbjudet enligt djurskyddsförordningen, mer om detta i [kapitel 3.5](#). Andra restriktioner kan gälla möjligheterna att flyga obegränsat med UAV (Unmanned Aerial Vehicles), d.v.s. att drönare ska hållas under uppsikt, samt åtgärder för att förhindra att utrustning skadar djuren eller påverkar deras hälsa och beteende (SLU, 2019).

¹ I CNH-koncernen ingår bland annat varumärkena Case, Steyr, Magirus, Iveco, New Holland Agriculture, FPT, Heuliez, Kongskilde, Överum, etcetera.

Standarder

Standardiseringen av olika gränssnitt behöver utvecklas. Fler open source-lösningar för hantering av data förenklar för nya aktörer att komma in på marknaden och minskar risken för monopolliknande lösningar.

En sådan fråga som behöver besvaras är vilken global standard som kommer att gälla för FMIS (Farm Management Information Systems). Tyskland har genom VDMA (den tyska ingenjörsfederationen) tagit ledningen för att etablera en global standard för det digitala jordbruket (Digital Farming).

Standardisering innebär lägre kostnader, och dessutom nya och mer avancerade tjänster. Standarden är avsedd att hanteras i familjejordbruk av den typ som är vanlig i Europa. VDMA leder även arbetet i standardiseringsorganisationen ISO, som har som uppdrag att upprätta den globala standarden. Detta sker genom att de upprättar ett ISO-bus gränssnitt.

VDMA har exempelvis också förslag framme för huvudpunkterna i den nya standarden som att:

- varje lantbrukare får tillgång till en portaltjänst, Farm Management Information Systems, (FMIS) som hanterar alla informationstjänster. Lantbrukaren kan köpa tjänsten av konkurrerande leverantörer. Företagaren ska kunna byta leverantör och ta med sig sin gamla information till den nya leverantören,
- traktorer, redskap, sensorer och andra källor ska överföra information i ett standardiserat format.

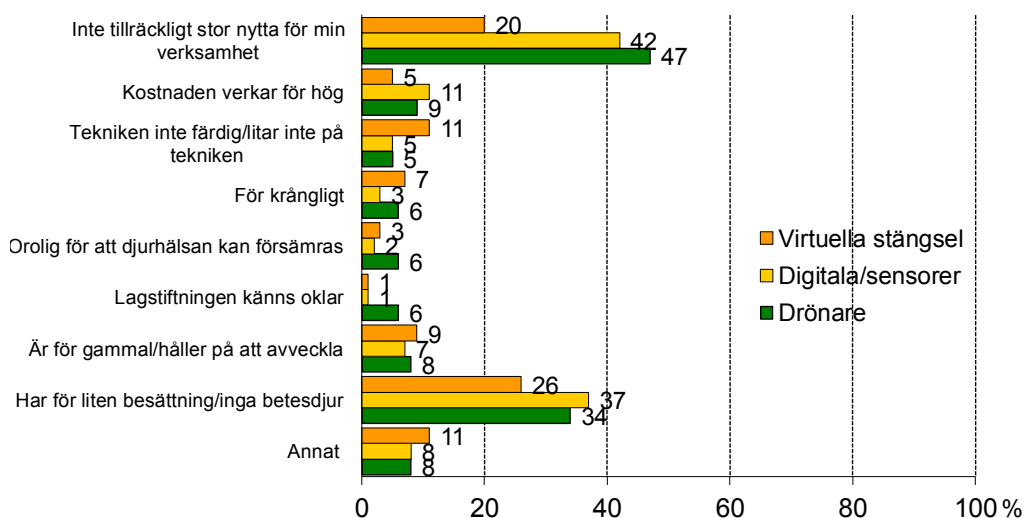
3.4 Åsikter och kännedom om digital teknik

3.4.1 Enkäten Sveriges Lantbruk

Inom utredningen har det genomförts en mindre enkät för att få bättre kunskap om lantbrukarnas kännedom om, och åsikter om, ny digital teknik ([bilaga 6](#)). Sveriges Lantbruk är en postal enkät som gått ut till 1 000 lantbrukare varje vår och höst sedan 1973. Undersökningen går till personer som driver lantbruksfastigheter med mer än 10 hektar åker. Enkäten utfördes av Landja/NUI AB under hösten 2018 (Landja, 2018).

Slutsatserna från enkäten blev att generellt sett har lantbrukarna relativt liten kännedom om de digitala teknikerna. De lantbrukare som svarade att de känner till tekniken var ofta negativt inställda till denna eftersom de ansåg att tekniken har liten nytta för deras företag och att den dessutom är för kostsam ([figur 1](#)).

Fråga: Du som hört talas om eller känner till ... Vilket är din viktigaste invändning mot att använda...?
 Bas: Minst hört talas om



Figur 1. Lantbrukarnas invändningar mot digitala tekniker, Källa: Landja, 2018.

- Hälften av de som hört talas om drönare för djurtillsyn tycker att dessa inte medför tillräckligt stor nytta för deras verksamhet. Var tredje menar att tekniken inte passar dem eftersom de har för små besättningar eller inga betesdjur. Höga kostnader nämns också och var tionde bland dem med de största besättningarna anser att det är för krångligt.
- Fyra av tio lantbrukare som hört talas om digitala öronbrickor tycker inte att dessa skulle ge tillräckligt stor nytta för deras verksamhet. Drygt var tredje lantbrukare menar att de har för små besättningar eller inga betesdjur. Hög kostnad nämns av var tionde lantbrukare.
- Var fjärde som hört talas om virtuella stängsel anger att de har för små besättningar eller inga betesdjur som motiv mot att använda sådana. Var femte anser att tekniken inte innebär tillräckligt stor nytta för deras verksamhet. Var tionde litar inte på tekniken.

3.4.2 Digitaliseringen på ojämn frammarsch i det svenska jordbruket

Hushållningssällskapets rådgivare fick vintern 2018/2019 frågan: Hur ser det ut med digitalisering hos era kunder? Enligt rådgivarna har användningen av GPS-styrning, drönare och olika applikationer för mobiltelefon ökat. Många lantbrukare är duktiga på att samla in data, men betydligt färre utvärderar eller använder all information i praktiken. Den nya tekniken är ofta avancerad, så lantbrukarna kan behöva hjälp med sammanställningar och analys. De måste också kunna utvärdera olika insatser och det är svårt. Dessutom är det fortfarande svårt att få alla delar att fungera tillsammans, det blir fort mycket komplext (Hushållningssällskapet, 2019).

Det finns mycket att arbeta med vad det gäller datainsamling och utvärdering. Flertalet fabriker på marknaden loggar kontinuerligt data från maskinerna, data som sedan inte ens exporteras från maskinen. Kanske tio procent av kunderna gör egna tilldelningsfiler. Många som har drönare och samlar in data genomför inte det sista steget att använda eller utvärdera insamlad data. Det stora genombrottet kommer när användningen av digital teknik kan ske på ett enkelt sätt, men där är jordbruket inte idag.

Digitaliseringen är på ojämn frammarsch inom jordbruket. I Sverige finns hela spannet: från inget till att lantbrukaren har det mesta av tillgänglig teknik. Det handlar mest om det egna intresset. Om det är mycket krångel initialt är risken stor att lantbrukaren inte använder tekniken (*ibid.*).

Myndigheten Danmarks statistik har under 2018 och 2019 genomfört några användarundersökningar om precisionsodling i Danmark. Drygt hälften av lantbrukarna, i undersökningarna, som inte använder precisionstekniken, anser att kostnaderna i förhållande till nyttan är för höga. Kostnaderna är därmed den främsta orsaken för lantbrukarna att inte välja den nya tekniken. Därefter kommer problem med att få tekniken att fungera i praktiken, vilket 36 procent av de danska lantbrukarna angivit som orsak till att de under år 2019 inte valt tekniken ([bilaga 7](#)).

3.5 Den digitala tekniken från ett djurskyddsperspektiv

För att kunna använda PLF- teknologin (Precision Livestock Farming) krävs att vi har kunskap om vilka möjligheter, begränsningar och konsekvenser den digitala tekniken kan ha. Det kan finnas behov av både mer forskning och av att därför finnas ett behov av att se över regelverken utifrån ny kunskap så att regler inte fördröjer utvecklingen av den digitala tekniken på ett obefogat sätt ([bilaga 5](#)).

3.5.1 Vad säger djurskyddslagstiftningen?

Grundläggande i djurskyddslagen (2018: 1192) är att djuren ska behandlas väl och skyddas mot onödigt lidande och sjukdom. Djur ska också hållas och skötas i en god djurmiljö och på ett sådant sätt att deras välfärd främjas, att de kan utföra sådana beteenden som de är starkt motiverade för och som är viktiga för deras välbefinnande (naturligt beteende), och att beteendestörningar förebyggs ([bilaga 5](#)).

Utrustning som används till eller på djur får inte medföra en risk för att djuren skadas eller för att djurens hälsa försämras, eller otillbörligt inskränker djurens rörelsefrihet eller annars verkar störande på dem. Djur ska också ges tillräckligt med tillsyn.

3.5.2 Tillsyn av djur enligt djurskyddslagstiftningen

Både nötkreatur och får ska ges tillräcklig tillsyn (2 kap. 4 § djurskyddslagen). Enligt Jordbruksverkets föreskrifter innebär det i normala fall tillsyn minst en gång dagligen, men under vissa omständigheter kan tillsynen behöva ske oftare eller inte behöva ske fullt så ofta.

Vilka möjligheter som digital teknik kan ha när det gäller tillsyn av djur på bete har diskuterats under lång tid och vad är tillräcklig tillsyn? Detta framgår inte exakt av djurskyddslagen men i propositionen till lagen anges bland annat att förutsättningarna för att genomföra tillsynen av djur varierar utifrån bl.a. djurart och det sätt på vilket djuren hålls. Det anges att enligt regeringens mening bör kravet på tillsyn i största möjliga utsträckning uppfyllas genom tillsyn av varje enskild djurindivid ([bilaga 5](#)).

Vid viss typ av djurhållning, t.ex. när många djur hålls tillsammans i en grupp eller när djur tillåts ströva fritt över stora arealer, kan det dock i praktiken vara mycket svårt att närmare inspektera varje enskild djurindivid. Tillsynen måste dock ske på ett sådant sätt att förhållanden som behöver åtgärdas kan upptäckas.

3.5.3 Betesdrift och förbud mot att använda el för att styra djurs beteende

Det finns också krav på att nötkreatur ska hållas på bete sommartid. I djurskyddsförordningen (2019:66) anges att nötkreatur som hålls för mjölkproduktion och som är äldre än sex månader ska hållas på bete sommartid, enligt 2 kap. 3 § (Detta gäller inte djur som hålls i karantän). Det anges också att andra nötkreatur än sådana som hålls för mjölkproduktion ska sommartid hållas på bete eller på annat sätt ges tillfälle att vistas ute. Detta gäller inte djur som är yngre än sex månader, enligt 2 kap. 4 § (Detta gäller inte äldre tjurar eller djur som hålls i karantän).

Enligt djurskyddsförordningen 2 kap. 16 § är det inte tillåtet att använda utrustning som ger elektriska stötar i avsikt att styra ett djurs beteende. Användning av elstängsel till inhägnader utomhus är dock undantagna enligt 2 kap. 17 § djurskyddsförordningen. Anledningen till förbudet att inte styra djurs beteende med el är att studier har visat att el kan orsaka djuren stress och lidande. Det är därför inte tillåtet att använda el halsband på djur i Sverige, dvs. virtuella stängsel som använder el är inte tillåtna att använda i Sverige ([bilaga 5](#)).

Om virtuella stängsel utvecklas som inte använder el skulle dessa kunna vara tillåtna. Jordbruksverket har också möjlighet att föreskriva om undantag från djurskyddsförordningen, men det kräver ett tillförlitligt underlag som visar på att tekniken kan användas på ett sätt som inte orsakar djuren stress och lidande.

3.6 Övriga regelverk för digital teknik

3.6.1 Märkning och registrering

Radiofrekvensidentifiering av djur ska ske enligt svensk standard, ISO 24631 – 6: 2011, där utformningen av identifieringsdata fastställs till utseende och prestanda. Den använda koden består av femton siffror, uppdelade antingen i en tresiffrig landskod eller en tresiffrig tillverkare kod och en tolv-siffrig (decimal) nationskod. Utvärderingen av de använda godkända RFID sensorerna (mottagare/sändare) sker enligt standard ISO 11784 och ISO 11785.

Det är lagkrav i Danmark på att nötkreatur ska märkas elektroniskt och i flera EU länder är kravet på elektronisk märkning obligatoriskt för får och getter. Den elektroniska RFID-märkningen är godkänd för produktionsändamål i Sverige, men är ännu inte godkänd som officiell märkning i Sverige. Det är den däremot bland annat i Australien.

Lagstiftningen om märkning av nötkreatur regleras i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2018:2) om märkning och registrering av nötkreatur. Enligt paragraf 9 får en av öronbrickorna vara elektronisk. Den elektroniska öronbrickan ska vara präglad med identitetsuppgifter i enlighet med 9 § första stycket.

Numera är det enklare att få använda kameraövervakning. Under 2018 infördes dels kamera- bevakningslagen SFS (2018: 1200) och dels dataskyddsförordningen (GDPR). Kamerabevakningslagen säger att privat verksamhet, som inte utför en uppgift av allmänt intresse, inte längre behöver tillstånd för att kamerabevaka. Dataskyddsförordningen säger att det måste vara ett tydligt syfte med övervakningen och att detta syfte måste ställas mot den enskilda personens eller personernas integritet. Det är Datainspektionen som är tillsynsmyndighet för all kamerabevakning.

3.6.2 Användningen av drönare har restriktioner

Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg (TSFS 2017:110) reglerar i viss mån användningen av drönare. I renkötsel har drönare börjat användas för att förflytta (driva) djur men denna tillämpning är ännu inte juridiskt reglerad.

Det är viktigt att veta hur högt man får flyga med drönare och vilka restriktioner som gäller vid exempelvis flygplatser och helikopterlandningsplatser. Ska drönaren användas för att ta bilder är det också viktigt att känna till regler för integritetsskydd och spridningstillstånd. Transportstyrelsens föreskrifter anger bland annat var och under vilka förhållanden UAV får flygas, flyghöjd, vikt och möjlighet att flyga dem inom respektive utom synhåll. Flygning inom synhåll

innebär att den som ansvarar för flygningen måste kunna se planets position och färdriktning utan hjälp av kamera eller kikare.

Nya drönarregler gäller från och med den 1 juli 2020. Reglerna blir gemensamma inom hela EU. Drönare delas in i öppen, specifik och certifierad kategori. Det blir även nya krav på bland annat registrering av operatörer, utbildning av piloter och certifiering av drönare.

De största regelförändringarna för drönare

För drönare upp till 25 kg krävs inga tillstånd från Transportstyrelsen så länge man flyger inom synhåll, max 120 meter över marken och inte över människor (i de nuvarande reglerna gäller att man måste söka tillstånd för alla drönare över 7 kg). Dessa drönare omfattas av den öppna kategorin. Däremot kan tillstånd från andra krävas, som från Lantmäteriet för spridningstillstånd av bild och film eller från närmsta flygplats för flygning inom kontrollzon. De aktuella drönarna för jordbruket väger under 25 kg.

För drönare över 25 kg, och/eller för de som vill flyga utom synhåll, högre än 120 meter och i närheten av människor måste man söka tillstånd hos Transportstyrelsen. Dessa drönare omfattas av antingen den specifika eller certifierade kategorin. Nya krav på kompetens krävs, en drönaroperatör måste ha både teoretisk och praktisk utbildning för att få flyga med drönare. Registrering av drönaroperatörer för nästan alla drönare krävs. En enskild drönare ska också kunna identifieras på avstånd och det ska gå att fastställa drönarens geografiska position, höjd, hastighet och flygväg.

4 SWOT-analys

4.1 Betesdrift med digitaliserad teknik – för- och nackdelar

Denna SWOT analys² utifrån kartläggningen i [kapitel 3](#) skapar möjlighet att sammanställa för- och nackdelar med digital teknik inom jordbruket. En SWOT syftar till att analysera vilka hinder eller orsaker det kan finnas för att vissa digitala tekniker ännu inte blivit mer kommersiellt gångbara eller spridda inom jordbruket. Den ger också ett underlag för att kunna analysera vilka framkomliga vägar det kan finnas för utvecklingen av digitala tekniker för jordbruket, jordbrukets djurhållning och specifikt för köttproduktion med betesdrift.

SWOT analysen genomfördes med hjälp av ett antal experter från Jordbruksverket inom jordbruk, ekonomi, djurskydd, miljö och produktionsteknik.

4.1.1 Styrkor

Jordbrukets konkurrenskraft stärks när den digitala tekniken:

- underlättar ett utvecklat precisionsjordbruk som minskar miljöutsläppen,
- förbättrar djurvården, när djuren kan övervakas digitalt på individnivå och tekniken kan användas för att identifiera enskilda, sjuka djur,
- minskar riskerna för stängselskador på tama och vilda djur, minskad risk för fortsatt nedskräpning av gamla stängsel,
- ökar tillgängligheten för allmänheten i vissa fall,
- minskar användningen av antibiotika inom djurhållningen,
- ökar möjligheterna till spårning av produkter/djur genom hela livsmedelskedjan,
- underlättar för certifieringar
- ger ökade möjligheter till en bättre resurshushållning,
- underlättar tillsynen när djuren kan positioneras bättre med hjälp av GPS och accelerometrar,
- skapar förutsättningar för att otillgängliga platser eller landskapsfragment fortsatt kan hävdas och skyddas, samt
- underlättar betesplanering/rotationsbete.

² SWOT-analys (SWOT står för **Strengths, Weaknesses, Opportunities och Threats**) är ett (företags-ekonomiskt) planeringshjälpmedel där man försöker finna **styrkor, svagheter, möjligheter och hot** vid en strategisk översyn.

4.1.2 Svagheter

Jordbrukets konkurrenskraft riskerar att minska när den digitala tekniken:

- inte fungerar tillfredsställande,
- inte ger djuren tillräcklig tillsyn för att ge djuren en god djurvälstånd,
- riskerar att orsaka djuren fysisk eller psykiskt lidande,
- inte är användarvänlig och bekräftar lantbrukarens eventuella tidigare dåliga erfarenheter av att använda ny teknik,
- begränsas av att den inte stöttar lantbrukarna i att utvärdera eller använda all insamlad information,
- begränsas av att standardiseringen av olika gränssnitt behöver utvecklas vidare, samt
- ännu inte får använda digitala öronbrickor som officiell märkning i Sverige.

4.1.3 Möjligheter

Möjligheterna till en positiv utveckling för hela jordbruksnäringen ökar, när den digitala tekniken:

- underlättar spridning av nya program och tjänster,
- ger ökade möjligheter till bättre produktionsstyrning när billigare sensorer kommer och utbyggnaden av mobilnätverket fortsätter,
- underlättar introduktionen av nya stöd eller ersättningar som är mer resultatbaserade och mindre villkorsdrivna,
- skapar möjligheter via ett öppet samarbetande system där lantbrukare och andra intressenter genom ett öppet nätverk kan bli mer flexibla,
- genom att skapa demonstrationsgårdar i Sverige får ut komplexa IKT-lösningar Bf i praktisk användning,
- genom att dela och kombinera data från olika system skapas en ökad innovationskraft,
- innebär mer stimulerande arbete, gör jordbruket mer attraktivt, och skapar bättre förutsättningar för förnyring av lantbrukarkåren samt lockar nya intressegrupper,
- underlättar jordbrukets riskhantering (vid torka, växtskadegörare, etcetera.),
- genom den universella plattformen, DKE agrirouter, för datautbyte går att ansluta maskiner och jordbruksprogramvara oavsett leverantör eller tillverkare,
- fungerar att tillämpa i både stora och små lantbruksföretag,
- genom standardiseringar ger lägre kostnader och skapar möjligheter till nya och mer avancerade tjänster, samt

- underlättar och förbättrar djurhållarens möjlighet att ha tillsyn över sina djur, samt
- ges möjligheter så att djurhållare kan flyga med drönare utom synhåll, högre än 120 meter och i närheten av människor.

4.1.4 Hot

Hoten mot en positiv utveckling av hela jordbruksnäringen med hjälp av digital teknik ökar, när det:

- saknas relevant forskning om utveckling av såväl nya som befintliga digitala tekniker,
- finns negativa effekter eller konsekvenser av den digitala tekniken, till exempel om de orsakar djur stress eller annat lidande,
- saknas relevant forskning om konsekvenser och effekter på djurvälståndet av den nya tekniken,
- saknas oberoende data över kostnader och nyttor med tekniken,
- saknas anpassade regler i regelverken för att kunna införa ny, digital teknik,
- uppstår en positionering i livsmedelskedjan för att försäkra sig om tillgång till data,
- kan finnas risk för inlåsning som gör företagen beroende av ett enskilt system eller ett företag (transaktionsspecifik investering),
- skapar köpmotstånd hos vissa konsumentgrupper om produktionen uppfattas som högteknologisk och "onaturlig" eller främmande från vad som menas med "riktigt" jordbruk,
- högteknologiska jordbruket skapar mindre närhet med jordbruket och mindre förståelse för att samhället behöver ge stöd till jordbruket,
- ökar produktiviteten mer i slättbygder, vilket ökar utbudet och pressar priserna, vilket i sin tur kan slå mot mindre jordbruk i marginella bygder, naturbetesmarker, osv, samt
- blir för kostsamt för mindre jordbruk att införskaffa eller använda tekniker

5 Digitala tekniker för betesbaserad produktion

Möjligheter och styrkor med digital teknik inom djurhållning är att:

- den största nyttan med att använda sensorer och sändare på djur är för djurtillsyn och registrering,
- öronbrickor (sensor och minne) på djuret är lämpligt för detektering av sjukdom, rovdjur, rymning, övervakning, eftersom de är mindre än GPS halsband, samt smidigare och inte så dyra.

Hot och svagheter med digital teknik inom djurhållning är att:

- användarvänlighet och integration med andra system måste förbättras för att få maximal nytta och öka sannolikheten att lantbrukare kommer att använda systemen,
- för djur på bete är överföringen av data från en enhet på eller vid djuret, till en mottagare ofta problematisk på grund av stora avstånd.

5.1 Flera tekniker och många användningsområden

5.1.1 Digital djurhållning kan ske med olika tekniker

I [tabell 1](#) redovisar vi en sammanställning över funktioner, nyttor eller tekniker som finns tillgängliga idag eller som är på gång inom digital teknik för betesbaserad produktion.

Tabell 1. Funktioner, nyttor och tekniker för betesbaserad produktion

Funktion, nytta	Sensorer/taggar # på djur # på drönare # på fasta punkter # med GPS	Elektroniska öronbrickor	Planerings- verktyg	Virtuella stängsel
Journalföring, registrering, och märkning för livsmedelskedjan	X	X		
Tillsyn av djur	X	X		X
Djurskydd, djurvelfärd	X	(X)		(X)
Stängsling	X			X
Driftsledning, produktionsstyrning	X	X	X	(X)

X= ingår, (X)= kan ingå

Digital tillsyn av utegående djur eller 'Precision Livestock Farming' (PLF) är beroende av att sensorer mäter med tillräcklig noggrannhet och att data kan överföras och bearbetas till information som lagras och analyseras på ett säkert sätt. För djur på bete är överföringen av data från en enhet på eller vid djuret till en mottagare särskilt problematisk på grund av stora avstånd och ökade energi-krav (batteritid).

Det finns ett flertal förslag på lösningar för att bedriva, tillsyn av betesdjuren:

1. Sensorer som känner av var tråden gått av. Det finns redan stängselövervakning via SMS som varnar för strömbortfall och som är uppdelat i sektioner,
2. Drönare som är robusta och lättmanövrerade, gärna automatiska, och som känner till djurantalet,
3. Avkänning av öronbrickor vid vattenhoar eller annan avkänning vid vattning,
4. Halsband med elektronik (GPS) som ger en stöt då djuren försöker lämna det bestämda området, vilket dock inte är tillåtet i Sverige idag ([kap 3.5](#)). Det går att lägga till ytterligare funktioner såsom att följa eller avläsa hälsostatus på djuren,
5. App för att hålla koll på djurens status kopplat till en karta över ägorna. Kan snabbare upptäcka sjuka djur, betäckningar, etcetera.
6. Sensorer och minne på djuret (mindre än GPS halsband, smidigare och inte så dyrt) Eventuellt kopplat till en drönare som samlar in data.

Data analyseras och konfigurationsfiler framställs som kan jämföras med miljontals andra djur. Det kan gälla data för detektering av sjukdom, rovdjur, rymning, förenkling av manuell övervakning, etcetera.

5.1.2 Grunden för digital teknik är sensorer och sändare

Trådlösa sensorer kan användas på flera sätt, antingen som fasta sensorer i nätverk som mäter markfuktighet, djurets rörelse, etcetera, eller som mobila sensorer placerade på enskilda djur som övervakar deras beteende, hälsa, temperatur med mera.

Sensorer inom djurhållningen kan delas in i två kategorier: djurbaserade och icke djurbaserade. Fördelen med de icke djurbaserade sensorerna är att en sensor kan övervaka flera djur, medan nackdelen är att de inte kan ge kontinuerlig information om det enskilda djuret (Helwatkar et al. 2014).

Ett sätt att öka precisionen i angivelserna av djurens positioner kan vara att använda sig av data både från en accelerometer och en GPS, och med hjälp av data från accelerometern räkna ut en mer korrekt position och vägsträcka.

På detta sätt behöver inte heller lika många GPS-positioner samlas in, vilket sparar batteritid och kostnader för batteribyte.

Den största nyttan med att använda sensorer och sändare på djur är vid djurtillsyn och registrering. Om djurhållarna i sitt tillsynsarbete exempelvis har lättare att hitta alla sina betesdjur, med hjälp av sådan teknik, höjs kvalitén på tillsynen. Utöver att djurhållarna spar mycket tid ger det positiva effekter på djurväl-färden. Om sådan teknik också kan bidra till att tidigt upptäcka djur som är i behov av behandling eller särskild vård skulle det ytterligare underlätta för djurhållaren och vara positivt utifrån djurväl-färdssynpunkt.

Tillfrågade lantbrukare svarade, i en enkät från 4D4F (2019), att de i första hand är intresserade av en utveckling av sensorteknologier inom tillämpningsområdena djurväl-färd och djurproduktion.

Ett RTLS³-system består av sändare och läsare. Sändarna (så kallade taggar eller transpondrar) fästs på ett djur eller byggs in i ett föremål. Läsarna tar emot signaler från sensorerna och fastställer deras position. Även tidpunkten för positioneringen kan bestämmas. Läsaren skickar sedan signalerna vidare så att de kan lagras eller bearbetas av specifika dataprogram (JTI, 2010). De flesta anser att den framtagna informationen endast ska få finnas i databasen. Där blir den enklare att uppdatera samt att hanteringen blir säkrare och billigare.

Användarvänlighet och integration med andra system är viktigt för att maximera nyttan och öka sannolikheten att lantbrukare använder systemen. Med en elektronisk tagg (sensor) behöver djurhållaren inte längre gå lika nära djuren för att veta var de är. Djuren behöver dock fortfarande tillräcklig tillsyn och mindre mänsklig närvaro kan göra djuren mer skygga för människor och därför mer svårhanterliga. Det ska inte krävas komplicerad konfiguration, utan lantbrukarna ska bara behöva montera systemet och enkelt aktivera det. Risken med att använda avancerad teknologi i den dagliga djurtillsynen är att sensorer eller datorsystem kan sluta fungera eller på annat sätt störas, vilket äventyrar tillförlitligheten.

Passiva eller aktiva taggar (sensorer, transpondrar, öronbrickor)

En passiv tagg (transponder) saknar batteri. För att kunna sända en signal måste taggen därför få en elektrisk laddning vilket den får av läsaren, som först skickar el till taggen och sedan tar emot taggens signal. Den passiva taggen (sensorn) har lång livslängd men korta läsavstånd, upp till 5 meter (*ibid*). En passiv tagg kostar från cirka 30 kronor.

Det finns billiga lösningar med passiva taggar och öronmärkning som är populära, men de ersätts alltmer av aktiva taggar monterade på djurens hals eller ben. Passiva taggar används ofta på enskilda djur för identifiering, mera för att spåra än för att övervaka. Vissa använder dock passiva RFID^{Bf}-taggar (sensorer)

3 RTLS (Lokaliseringssystem i RealTid) är ett automatiskt system för att bestämma position för föremål eller djur.

även för att övervaka nötkreatur. Andra föredrar aktiva RFID-taggar för deras längre räckvidd och större funktionalitet.

De aktiva (intelligenta) taggarna har en större räckvidd än de passiva (cirka 100 meter jämfört med upp till 5 meter) eftersom de är kopplade till ett batteri och aktivt sänder ut radiovågor. Intelligenta taggar kan samla in större mängder information och fungerar på längre avstånd. Några nackdelar är att de har en mer begränsad livstid och är större och tyngre på grund av att de innehåller ett batteri. Batterierna måste bytas eller hela transpondern måste kasseras efter en tid (batteriernas livslängd max 10 år) och systemet med transponderna blir därmed betydligt dyrare. En aktiv tagg har ett pris som varierar beroende på batteri och prestanda, men priserna börjar vid cirka 150 kronor ([tabell 2](#)).

Tabell 2. Priser på aktiva taggar (sensorer) (2018)

RFID taggar	BLE taggar	Wi-Fi taggar
150–1 000 kr/st	150–350 kr/st	500–1 200 kr/st

Källa www.kontakt.io/blog/

Aktiva *RFID* taggar har en sändare och en egen strömkälla (vanligtvis ett batteri). Strömkällan används för att köra mikrochips kretsar och för att sända en signal till en läsare (på samma sätt som en mobiltelefon sänder signaler till en basstation).

BLE (Bluetooth Low Energy) taggar (med sändare och egen strömkälla) används där stora mängder data inte behöver utbytas kontinuerligt. Det innebär längre livstid på batterierna.

Wi-Fi taggar är batteridrivna trådlösa enheter för att exakt kunna lokalisera och spåra tillgångar eller personer.

De vanligast förekommande beteendesensorerna för att mäta aktivitet är 3D-accelerometrar. De kommersiellt tillgängliga accelerometrarna fästs vanligen runt djurets hals eller ben, eller i öronbrickor, men kan även användas med en s.k. våmbolus.

En s.k. våmbolus kan mäta våm-pH och larma om störningar i magfunktionen, eller utformas som en termometer som kan larma om hälsostörningar, kalvning och vattenintag eller med mikrofon som kan mäta idissling och larma om brunst, kalvning och onormalt idisslingsmönster. Termometern samt en radio-sändare är inneslutna i ett cylinderformat plasthölje (våmbolus) med yttermått 83 x 23 mm. Data genereras en gång per timme och skickas till en databas där de lagras. En våm-termometer kan väga så lite som 78 gram ([kap 5.2](#)).

Förändringar i beteende, som minskad aktivitet, ätbeteende eller idissling kan kopplas till normala tillstånd som brunst och kalvning, men även till sjukdomstillstånd och smärta.

5.2 Journalföring och registrering av djur

Möjligheter och styrkor med digital teknik vid djurregistrering är att:

- med den digitala informationen från de elektroniska öronbrickorna kan djurens identitet läsas av säkrare och enklare, exempelvis på slakteriet,
- kunna identifiera djur som lastas utan att behöva läsa av ID-nummer manuellt minskar riskerna i arbetet och effektiviserar lastningen.

Hot och svagheter med digital teknik vid djurregistrering är att:

- problemet med digitalisering av livsmedelskedjan (märkning) är att någon part måste ta huvudansvar för de krävda investeringarna.

För att digitalt hantera djurregistrering och journalföring räcker det med digitala öronbrickor med enkla passiva sensorer och en enkel avläsare. Den digitala informationen från de elektroniska öronbrickorna gör också att djurens identitet kan läsas av säkrare och enklare, exempelvis på slakteriet. Förflyttningar av djuren kan också spåras via öronbrickan. Med digitala brickor underlättas en övergång till eventuella certifieringar eller djurskyddsmärkningar.

Det är en viss prisskillnad mellan enbart visuella och elektroniska passiva öronbrickor. Enligt en tillverkare är priset cirka 10 kronor för två visuella brickor jämfört med cirka 30 kronor för en elektronisk plus en visuell (2019).

Förutom fördelar som bättre spårbarhet, identifiering och mindre administration så blir de elektroniska öronbrickorna kompatibla med allt fler dataprogram för produktions styrning. Information relaterad till varje enskilt djur kommuniceras trådlöst i realtid och lagras i en databas. Informationen kan bland annat innefatta djurets identitet, viktförändring, medicinering och förflyttningar. Vid slakt kan avläsning göras både som kontrollåtgärd och för att automatiskt vidarebefordra djurets identitet in i ett fortsatt produktionsflöde.

En nytta med den automatiska inrapporteringen till registren är att djurägaren slipper tidskrävande journalföring och risk för sanktioner om man missat att registrera något djur på någon anläggning.

Genom att koppla den elektroniska brickan till ett dataprogram för produktionsstyrning kan djurhållaren enkelt följa uppgifter som exempelvis ålder, vikt, härstamning eller djurets foderbehov. I dag (2019) finns RFID-läsare som kan hållas i handen att köpa för 1000–4000 kronor.

Flera djurägare vittnar om att med allt större djurbesättningar är det svårt att föra in alla uppgifter i ett Excel/dataprogram när man har alla djur individmärka utan elektroniska brickor. Lantbrukare med större besättningar kan spara flera timmar i månaden på minskad administration i samband med registreringar, förflyttningar, spårningar eller produktionsstyrning (muntl Henrik Österlund).

Men ju mindre besättningen är desto mindre fördelar har den enskilde djurägaren av den digitala tekniken.

En annan alternativ metod till digitala märken kan vara att använda elektronisk märkning i nötdjurens magar. En transponder (våmbolus) läggs då i nötkreaturets nätmage och plockas ut vid slakt. Metoden är dock inte godkänd som registrering av nötkreatur i Sverige.

Då RFID⁴-taggar (sensorer) används för att identifiera djur, så finns det några olika sätt att märka individerna på. Antingen kan djurägaren:

- hos idisslare föra en sensor innesluten i en sond (våmbolus) ner i våmmen,
- injicera små sensorer innanför djurets hud, men inte på djur för livsmedelsproduktion då det finns risk att sensorn vandrar i djuret och blir svår att hitta vid slakt, eller
- använda elektroniska öronbrickor eller transponderhalsband, vilket är det vanligaste sättet.

Av flera anledningar kan elektroniska öronbrickor vara att föredra framför halsbandstranspondrar:

- öronbrickorna följer djuret hela vägen från gård till slakteri,
- att kunna identifiera djur som lastas utan att behöva läsa av ID-nummer manuellt minskar riskerna i arbetet och effektiviserar lastningen,
- lässäkerheten är nära nog 100-procentig,
- stressen torde minska för djuren, eftersom personal inte behöver tvinga dem att stå så att de kommer åt att läsa av plast öronbrickorna.

5.2.1 Digital märkning vid köttproduktion ger flera fördelar

Näringsen i Sverige är positiva till att digitalisera köttkedjan, men de är medvetna om att det initialt innebär en ökad kostnad när olika aktörer längs kedjan ska investera i digitala lösningar och tekniska system (RISE, 2020). Problemet med digitalisering av köttkedjan är att någon part måste ta huvudansvar för de krävda investeringarna. Näringsen vill därför att det ska vara ett frivilligt beslut för varje lantbrukare om man vill använda elektroniska öronmärken eller inte.

Flera länder har beslutat att införa obligatorisk märkning av produktionsdjur. Den digitala köttkedjan i Danmark har, som exempel, elektronisk öronmärkning som ett lagkrav sedan 2010. Branschen initierade processen men implementeringen har tagit tid. Ett välutvecklat och fungerande registreringssystem fanns dock redan innan. Lantbrukarna äger data från den egna besättningen men ingen part får tillgång till hela databasen. SEGES administrerar databasen i Danmark.

⁴ RFID (RadioFrequency IDentification) är ett begrepp för radiofrekvensidentifiering av djur.

Fördelar med digitaliseringen av köttkedjan i Danmark är: effektivisering i flera led, säkrare data/spårbarhet, enklare datahantering, mer utbyte av data mellan aktörer, mjukvaruprogram för hantering/analys av data utvecklas, alla vet säkert vilka djur som transporteras.

5.3 Tillsyn av djur

Möjligheter och styrkor med digital teknik vid djurtillsyn är att:

- där mobiltäckningen är dålig går det att använda radiolänk istället,
- en lösning är trådlösa sensornätverk (WSN) som består av en radio transceiver (s.k. sändtagare), aktiva sensorer, mikrokontroller och energikällor,
- tekniken med drönare erbjuder ökade möjligheter till smidigare och mer frekvent djurtillsyn, och snabbare upptäckt av djur med behov av extra omvårdnad.

Hot och svagheter med digital teknik vid djurtillsyn är att:

- användningen av drönare begränsas av en föreskrift om att föraren måste ha ögontakt med drönaren,
- använda GPS-enheter måste uppnå tillräcklig effektivitet/funktionalitet, det krävs att enheterna når 60–80 procents effektivitet i funktionen.
- om tekniken mestadels används utan mänsklig närvaro får inte djuren den tillsyn som behövs för att ge dem en god djurvälstånd.

5.3.1 Sensorer för djurtillsyn

För djurtillsyn räcker det ofta med passiva sensorer, särskilt om de kompletteras med en drönare. För att kunna lokalisera djuren över större avstånd krävs dock aktiva sensorer som har inbyggda batterier.

Det är tidsödande att utöva tillsyn av betesdjur i stora och i avlägsna betesmarker. Tillsynen kan effektiviseras genom att förse några av betesdjuren med GPS-enheter som anger aktuella positioner vid några utvalda tillfällen. Enligt en pilotstudie i ett 200 hektar stort naturbetesområde var det oftast lättare att finna djuren efter en angiven GPS-position (Herlin, 2014). I genomsnitt behövdes 55 minuter (± 31 minuter) för att finna djuren. Från det att djuren påträffats till dess att tillsynen fullgjorts tog det ytterligare 35 minuter (± 26 minuter) i genomsnitt. Det innebär att den dagliga tillsynen i hägnen tog cirka en och en halv timme med en standardavvikelse på cirka en timme.

I beräkningarna i [kapitel 7.2](#), utifrån ovanstående studie, har vi gjort antagandet att med passiva sensorer minskar söktiden för att finna alla djur med cirka 31 minuter per betesdag jämfört med att inte använda några hjälpmedel alls.

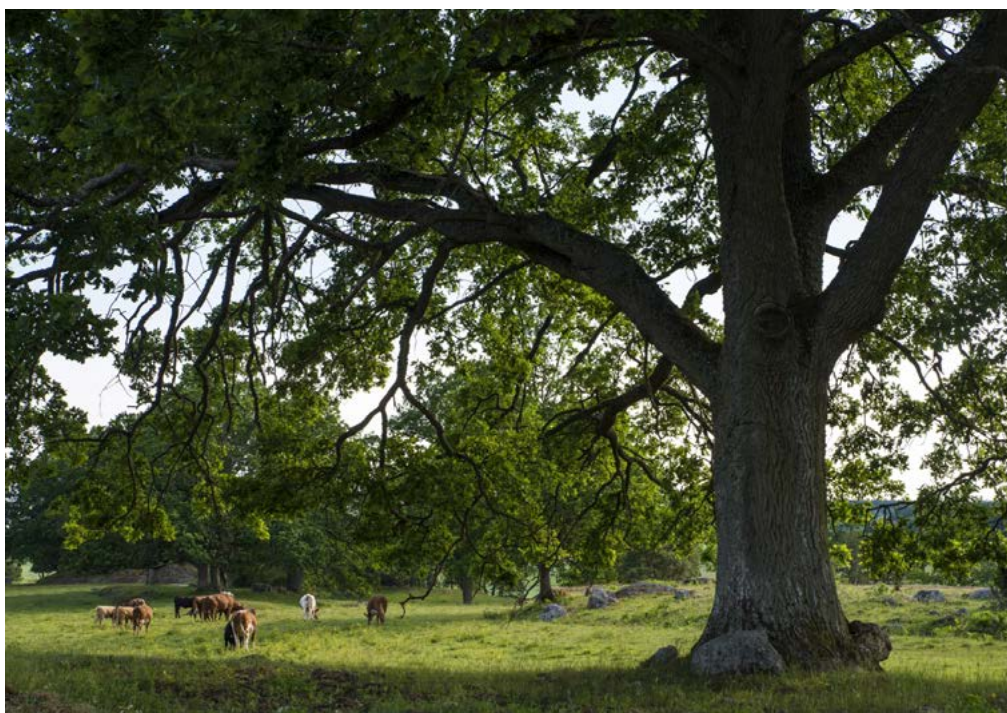


Bild 1. Digital teknik kan underlätta och förbättra djurtillsynen så att djurhälsan främjas och kostnaderna blir lägre. Det kan vara särskilt värdefullt på stora, avlägsna eller svårtillgängliga betesmarker. Foto: Knut Per Hasund

Om djurägaren använder drönare eller har aktiva sensorer med GPS till alla djur, skulle tiden för tillsyn minska med ytterligare cirka 35 minuter per betesdag enligt ovanstående studie. Denna tidsangivelse har använts i beräkningarna i [kapitel 7.3](#).

Där mobiltäckningen är dålig går det att använda radiolänk istället. Med aktiva brickor på djuren och med kända positioner på stationära noder går det att få en bra tillsyn, åtminstone på daglig basis. Det pågår en omfattande utveckling⁵ av kostnadseffektiva övervakningssystem med digital tillsyn av djur på bete och även från svårt åtkomliga betesmarker.

Ytterligare en lösning kan vara trådlösa sensornätverk (Wireless Sensor Networks, WSN) som består av en radio-transciever (både sändare och mottagare), aktiva sensorer, mikrokontroller och energikällor. Nätverket byggs upp av sensornoder vilka är strömförsedda, kan mäta en begränsad omgivning, har kapacitet för att lagra data och processer samt kan kommunicera trådlöst (Handcock et al. 2009).

För att minska kostnaderna vid tillsyn av betande djur och möjliggöra energisnåla enheter så krävs det sannolikt en lösning utan GPS-transpondrar eller 3G/4G-sensorer till alla noder.

⁵ Exempelvis olika projekt inom EIP-AGRI, se [bilaga 4](#).

5.3.2 Drönare för djurtillsyn

En användning av drönare i djurtillsyn och djurskötsel är att med hjälp av kamera monterad på drönaren lokalisera djuren över stora ytor. Med en drönare och GPS-sändare monterade i halsband på djuren kan djurhållaren regelbundet registrera djurens geografiska position. Vid användning av termiska sensorer (värmekameror) minskar problemen med skuggor och mörker, men tät vegetation kan fortfarande utgöra svårigheter. Drönartekniken underlättar rennäringens arbete med att lokalisera grupper av renar.

Denna användning begränsas dock av 3 kap. 1 § Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg där det anges att luftfartyget ska vara väl inom synhåll för piloten. Tekniken erbjuder ökade möjligheter till smidigare och mer frekvent djurtillsyn och snabbare upptäckt av djur med behov av extra omvårdnad. Data överförs ofta mellan djur och människa med hjälp av s.k. molntjänster (IT-tjänster som tillhandahålls över Internet) och de tekniska och praktiska svårigheterna med detta bör inte underskattas. GPS ('Global Positioning System') är ett förhållandevis energikrävande och kostsamt satellitbaserat navigations- och positioneringssystem och ett par olika alternativa standarder finns ([bilaga 3](#)).

5.4 Övervakning av djurvälstånd och djurhälsa

Möjligheter och styrkor med digital teknik för en god djurvälstånd är att:

- PLF-teknologin^{Bf} innebär i de flesta fall att djuren övervakas kontinuerligt och att avvikelser i deras hälsotillstånd i princip kan upptäckas i realtid,
- en av teknikerna är sensorer för aktivitet, indirekt kan de ge information om idissling, liggtid, stegantal och ättid och utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hálta och kalvning,
- tekniken kan minska användningen av antibiotika, samt
- en användning av drönare i djurskötsel är att med hjälp av kamera kunna lokalisera djuren, över stora ytor.

5.4.1 Sensorer för aktivitet för att övervaka djurvälstånd och djurhälsa

För att digitalt kunna övervaka djurvälstånd krävs aktiva sensorer, exempelvis med halsband, som ger djurhållaren värdefull djurdata via internet eller via en applikation i mobilen. Djuren har ett halsband med GPS-sändare som kan utökas med extra sensorer. För att övervaka djurvälståndet krävs att djuret kan positioneras (GPS) och även att djurets rörelsemönster (3D-accelerometer) kan övervakas.

Sensorer kan ge information om ett stort antal fysiologiska tillstånd och beteenden. En av de vanligaste teknikerna är sensorer för aktivitet. Indirekt kan de ge

information om idissling, liggtid, stegantal och ättid och utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hälsa och kalvning. Även medamerateknik kan man mäta aktivitet och även kroppsform och hudtemperatur, vilket kan ge information om hull och hälsa.

Även om frekvensen av positionsangivelser för ett djur på bete är hög, ger positionerna i sig endast begränsad information om djurets välfärd. Sensorer (accelerometrar) som tillför information om djurens tillstånd eller beteende kan användas tillsammans med positioneringssystem för att ge kompletterande information, och därigenom öka användbarheten av dessa.

Sensorer kan även placeras i kor, i form av en bolustransponder av keramik som förs ner i kons våm (s.k. våmbolus), där den kan kontrollera djurets hälsa, t.ex. genom en våm-pH eller utformas som en termometer ([kap 5.1](#) och [5.2](#)).

Exempel på djurhållning med PLF-teknologi

PLF-teknologin (Precision Livestock Farming) innebär i de flesta fall att djuren övervakas kontinuerligt och att avvikelser i deras hälsotillstånd i princip kan upptäckas i realtid, vilket ska ställas mot nuvarande lagkrav som kräver tillräcklig tillsyn vilket i normala fall är en gång dagligen. Det finns flera elektroniska positioneringsteknologier, varav passiv 'Radio Frequency Identification, RFID' är den vanligaste. Räckvidden är dock kort med denna teknik men den kan vara användbar om man exempelvis vill mäta hur ofta djuren besöker en vattenpost.

Nötkreatur kan förses med smarta sensorhalsband som ger djurhållaren värdefull djurdata både genom internet men också via en applikation i mobilen. En GPS-sändare kan utökas med extra sensorer och med AI på serversidan. Detta kan förse lantbrukaren med rymningslarm, temperatur, kalvningsdetektor, aktivitetsmätare med mera. Sensorhalsbandet kan ha upp till ett års batterilivslängd innan det måste laddas. Kalvarna kan också förses med en Bluetooth sensor som kommunicerar med moderdjurets sensorhalsband och på så sätt får djurhållaren även data från kalven. Att även kunna kommunicera via ett LPWA nätverk som drar lite energi gör tekniken attraktiv. Djurhållaren behöver med detta system bara ladda sensorhalsbandet en gång per år. Systemet finns tillgängligt för renar, kor, hästar och getter (källa: GPS logik).

5.4.2 Drönare för djurskydd kan användas över stora ytor

En användning av drönare i djurskötsel är att med hjälp av kamera lokalisera djuren över stora ytor. Kameror monterade på drönare kan också användas för att räkna djur och för att bestämma deras position, samt för att förstå deras habitatval och till viss del deras beteende.

Drönare som levererar medicin

Medicin och prover ska i framtiden kunna levereras med drönare. Idag har dessa drönare vingar och flyger mer som ett vanligt flygplan. De kan därmed ta med en last på upp till åtta kilo och ta sig en sträcka om sju mil. De bör på sikt kunna lyfta och landa vertikalt som vanliga drönare gör. Tanken är att dessa drönare i framtiden ska kunna transportera lättare utrustning och medicin till djurbesättningar i glesbygd.

5.5 Stängsling med virtuella stängsel

Möjligheter och styrkor med virtuella stängsel är att:

- det underlättar rotationsbete, minskar arbetskostnader för stängsling och underhåll samt klarar att övervaka djur på distans,
- det är snabbt och billigt att sätta upp och det är lätt att flytta,
- det möjliggör för mer extensiv betesdrift, enklare att få till nya, större och mer varierade beten samt medför mindre parasittryck,
- de kan underlätta betesdjurens flykt vid störning eller angrepp av vilda djur och de kan även underlätta övervakning eller sök av enskilda betesdjur.

Hot och svagheter med virtuella stängsel är att:

- de är förbjudna att använda i Sverige idag eftersom det inte är tillåtet att styra djurs beteende med el och nuvarande virtuella stängsel använder el,
- det behövs mer forskning för att studera de långsiktiga effekterna för djurvälståndet med virtuella stängsel i jämförelse med vanliga elstängsel,
- det behövs även mer forskning kring vilken förmåga olika djurslag och olika individer har att lära sig dessa system, samt
- de digitala transpondrarna på djuren, som är drivna av solceller, kan behöva laddas om under betessäsongen.

5.5.1 Utvecklingen av virtuella stängsel

Det har bedrivits forskning om virtuella stängsel till boskap i minst 25 år. Amerikanen Dean Anderson och några andra forskare var pionjärer och började utforska virtuella stängsel för boskap under 1990-talet. År 2003 inledde CSIRO⁶

⁶ CSIRO står för Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.

i Australien sin forskning om virtuella stängsel och autonom djurkontroll (Agersens, 2018).

Det saknas dock fortfarande studier på området, t.ex. av olika inlärningsmekanismer, samt studier av djurvälferden hos djur som hålls bakom virtuella stängsel under en lång period, samt hur funktionen och djurvälferdseffekterna skiljer sig åt mellan djur av olika åldrar ([bilaga 5](#)).

Virtuella stängsel är avgränsningar som kan bestämmas utifrån GPS kartkoordinater eller elektroniska sändare på marken. Stängslen fungerar som inhägnader, hinder eller gränser. Djuren mottar signaler (ljud) och stimuli (elstötar) från en (hals)transponder som gör det möjligt för dem att lära sig var stängslet finns (SLU, 2019). Halsbandet (transpondern) innehåller flera sensorer, bl.a. en GPS-enhet samt en accelerometer som visar var ett djur befinner sig.

Djurägaren håller djuren inom det avgränsade området genom att styra djuren med ljudsignaler som blir intensivare ju närmare djuren kommer det virtuella stängslet. Förmågan att lära sig systemet skiljer mellan olika djurslag, liksom mellan olika individer.

Det finns få kommersiellt tillgängliga virtuella stängsel, men de som finns använder sig av ett halsband på varje djur. När djuret närmar sig en virtuell gräns ges först en varningssignal (ljud). Om djuret fortsätter att gå mot gränsen så ger halsbandet djuret en ofarlig men obehaglig elektrisk stöt för att få djuret att vända. Hur kraftig elstöten är varierar mellan olika system (*ibid*).

Om djuret stannar kvar utanför gränsen eller fortsätter framåt upprepas proceduren med ljud och el. I majoriteten av de prövade systemen finns någon form av avstängningsmekanism så att systemet inaktiveras efter ett visst antal elstötar, men reaktiveras åter när djuret är tillbaka på rätt sida om den virtuella gränsen.

Några av fördelarna med ett virtuellt stängsel är att: det är snabbt och billigt att sätta upp, det är lätt att flytta, det förhindrar djuren att ta sig in i farliga områden, såsom stup, kärr eller trafik, det går att ha djur på rekreationsområden, så att folk lätt kan ta sig fram och vara i ett område utan att stoppas av stängsel. Andra fördelar är mindre parasitpress, underlättar flykt vid störningar eller angrepp av vilda djur och är inte heller känsligt för mycket snö och regn, vilket elstängsel kan vara. Virtuella stängsel erbjuder dock inte något skydd mot rovdjur, vilket ett fysiskt stängsel kan göra.

Det finns ingen risk att djuren fastnar i taggtråd, elstängseltrådar eller nätstängsel. Stängslet upplevs som positivt av lantbrukarna, då det ger bättre översikt över djuren och det går att använda befintligt mobilnät. Det skapar också nya möjligheter vid torka och extremväder genom sin större flexibilitet.

Om något oförutsett inträffar kommer lantbrukaren att meddelas över mobilen. Betesdjur blir heller inte instängda i ett hörn vid ett rovdjursangrepp utan kan fly iväg eller hem till gården. Lantbrukaren får också omedelbart varsel om att flocken flyr ut ur hägnen och kan på så sätt agera snabbt och minska skadorna.

eShepherd är ett virtuellt stängsel från Australien

Ett virtuellt stängsel för nötkreatur (eShepherd) lanserades hösten 2018 för Australiska marknaden av företaget Agersens. De funderar på att lansera produkten till andra länder under 2019/2020. Produkten eShepherd bygger på teknik från CSIRO, men som blivit förbättrad på många sätt. Den består av en lätt enhet, en GPS-krage som drivs av solenergi, som kommunicerar med en LoRa-basstation ansluten till Internet ([bilaga 2](#)).

Priset i Australien för produkten är en årlig kostnad på cirka 7 000 kronor (SEK) för basprogrammet/systemet plus en kostnad per transponder (djur) på mellan 700 och 1700 kronor beroende på storleken på besättningen (2018).

När ett djur (nötkreatur) närmar sig fältets gränser ger kragen ifrån sig en ljudvarning. Kommer sedan djuret för nära betesmarkens gränser får det en svag elektrisk stöt. Forskare på CSIRO bedömer att de flesta av djuren lär sig betesmarkens omfattning på mindre än en timme och inte stressas nämnvärt av kragearna. Andra forskningsresultat från eShepherd systemet visar dock att vissa djur har svårt att lära sig stängselsystemet och får många stötar ([bilaga 5](#)).

Vence är ett virtuellt stängsel från USA

Vence är ett kommersiellt virtuellt stängsel för nötkreatur och är utvecklat och marknadsfört i USA, Kalifornien. Det är tänkt att komma ut på marknaden i USA under 2019/2020.

Vence-systemet består av en krage som kan placeras på djur som nötkreatur, får, getter eller bison. Kragen innehåller en GPS-enhet och en accelerometer som visar var ett djur befinner sig. Om djuret förflyttar sig till en plats det inte får vara på, avger kragen ett surrande ljud. Om det ändå fortsätter får det en lätt elstöt. De flesta djuren lär sig relativt snabbt att respektera detta enligt Daniela Rus som är chefsforskare vid MIT⁷. När det är dags för besättningen att flytta till ett nytt område, börjar surrandet igen och det slutar först när djuren går i rätt riktning ([bilaga 5](#)).

Företaget Vence hävdar att stängsling- och arbetskraftskostnader minskar och att foderutbytet ökar. De menar också att när Vence används i rotations- eller remsbete-system kan lantbrukarna spara ännu mera pengar.

Lantbrukarna har möjlighet att skapa sina egna rotationsscheman eller också kan de låta Vences styrfiler bestämma betesschemat. Hela systemet kan styras från en mobiltelefon, surfplatta eller någon annan dataenhet. Vence tar ut mellan 150 och 250 kronor (SEK) per krage och år, beroende på antalet djur i besättningen.

7 Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, MIT, Cambridge MA 02139, USA.

Nofence är ett virtuellt stängsel från Norge

Nofence är ett kommersiellt virtuellt stängsel för getter utvecklat i Norge. Cirka 350 besättningar med totalt 3 000 getter använde systemet under 2018. Systemet består av en applikation och en solenergidriven transponder som kommunicerar via mobilnätet. Transpondern har GPS-teknik som ger positionsdata. En transponder som väger ungefär ett halvt kilogram sätts runt djurets hals. Ljudsignalerna kommer att börja där lantbrukaren har markerat Nofence-gränsen på kartan. Det innebär att djuren normalt vänder efter att de har passerat denna första gräns ([bilaga 5](#)).

Systemet Nofence-systemet har testats (Eftang och Bøe, 2017) på flera flockar med getter och godkänts i Norge för get men inte för få. Varje get utlöste i genomsnitt 0,4 elstötar per get och dag men den individuella variationen och variationen mellan grupperna var stor. Några av djuren i gruppen undvek helt elstötar, men en av getterna utsattes för 29 stötar under de sju försöksdagarna.

Forskaren vid NMBU⁸ Silje Eftang har studerat hur getterna klarar av det här systemet och hur de reagerar på elstötar i halsbandet. Att lära sig systemet tar normalt tre dagar för getter bedömer Silje Eftang. Ett ljudlarm varar i minst fem sekunder och maximalt i tjugo sekunder innan en strömstöt ges. När en get närmar sig gränsen ger halsbandet ifrån sig en varningssignal. Om geten trots det inte vänder om får geten först en, och sedan upp till tre, elstötar. Det är inte behagligt, men det är cirka en femtedel av strömstyrkan från ett vanligt elektriskt staket ([bilaga 5](#)).

Systemet varnar djurägaren så fort en get korsat gränsen. Djurägaren kan med hjälp av GPS transpondern söka efter bortsprungna djur som passerat gränsen. Transponderns elstötfunktion stängs dock av utanför yttre gränsen för att sättas på när djuret åter är innanför yttre gränsen.

För systemet som hittills bara är godkänt för getter motsvarar elchocken (energin) cirka 0,1 joule och spänningen 1500 Volt i 0,5 sekunder (Nofence, 2019). Detta kan jämföras med riktlinjerna för fysiska elektriska stängsel där det är tillåtet med max 5 joule vid 50 till 500 ohm (International Electrotechnical Commission, 2018).

Priset i Norge för Nofence är en grundkostnad på 2 900 kronor (SEK) per nötkreatur plus 3–5 kronor per betesdag och djur (2019). Priset kommer sannolikt att gå ned väsentligt när det blir frågan om masstillverkning.

Enligt Silje Eftang, vars forskning finansieras av Nofence, kommer företaget att ha tillräckligt med underlag för att få produkten godkänd i Norge även för nöt och får. Två tester med får och kor som har betat hela sommaren (2019) har skett med 1 000 till 1 500 djur per djurslag ([bilaga 5](#)).

För att få en godkänd användning i Sverige av dessa virtuella stängsel krävs dock ytterligare forskning och eventuellt utveckling av tekniken kring de olika

8 Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU.

djurslagen. Idag får vissa djurindivider många stötar och mer forskning krävs för att undersöka hur detta kan undvikas. Enligt det vetenskapliga rådet för djurskydd vid Sveriges lantbruksuniversitet så behövs studier av inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos de individer som utsätts för många elstötar. Det saknas också studier av långsiktiga effekter av virtuella stängsel i jämförelse med vanliga elstängsel ([bilaga 5](#)).

5.5.2 Konkurrensen från elstängsel

Idag används mest elstängsel vid betesdrift. Det kan vara antingen tillfälliga eller permanenta stängsel. Ett permanent stängsel används främst till naturbetesmarker. Det är ett hållbart och robust stängsel för daglig användning i tuff miljö. För permanenta stängsel används vanligen impregnerade trästolpar.

Ett tillfälligt stängsel används främst till åkerbete och för att kunna utnyttja betet optimalt genom att flytta stängslet varefter gräset växer. Ofta används glasfiberstolpar för att de är lätta, enkla att bära och flexibla. Enligt Tomas Torsein⁹ tar det ungefär en timme att rulla ihop 400 meter dubbeltrådigt staket, flytta stolpar och sätta upp ett nytt tillfälligt stängsel.

För ett säkert och effektivt elstängsel krävs en tråd med god ledningsförmåga och en effektiv jordning. Strömmen i en elstängselkrets måste gå genom tre delar för att få en sluten krets och kunna alstra en tillräcklig kraftig elchock. Dessa delar är tråden, djuret och jorden. Om en tråd med god ledningsförmåga (långt motstånd) används blir spänningen vid aggregatet och ute på tråden nästan lika, 5000 volt respektive 4800 volt.

Kostnaden för att sätta upp ett stängsel för betesdjur kan variera kraftigt. Den årliga kostnaden för stängsling per betesdjursenhet (diko med kalv) och för att täcka det årliga behovet av foder kan variera med mellan 400 och 1 200 kronor. I [bilaga 9](#) finns de beräknade kostnaderna (per hundra meter stängsel) för olika elstängsel utifrån fältstorlekar, betesstrategi och djurslag.

⁹ Tomas och Maria Torsein driver Bältaregårdens Angus. De använder stora flockar med djur som betar gräset lagom länge året runt för att gynna biologisk mångfald, vilket är en av många principer inom Holistic Management.

5.6 Driftsledning och produktionsplanering

Möjligheter och styrkor med digital driftledning och produktionsplanering är att:

- redan med passiva sensorer går det lätt att styra produktionen genom att tillåta eller hindra enskilda djur att få tillträde till foder eller exempelvis en vågstation,
- det planeras och har införts kunskapscenter och nav för hållbar och konkurrenskraftig animalieproduktion,
- fördelar med ett beslutsstödsystem är att det skapar: bättre lönsamhet, foderoptimering, djurskydd samt ökad flexibilitet,
- poängen med att planera sin betesdrift är att djuren är på rätt ställe, och vid rätt tillfälle.

Hot och svagheter med digital driftledning och produktionsplanering är att:

- det kan bli problem med digital produktionsstyrning när djuren är nyfikna på utrustningen (skador),
- det krävs god datakvalité,
- det kan bli problem vid avbrott i ström- eller datatillförseln.

Det finns olika varianter av system för hantering av information. Med ett samlingsnamn kallas dessa system för beslutsstödsystem. Det är system som samlar ihop och analyserar information. Exempelvis är tekniken för mjölkningssystemen idag i stort sett färdigutvecklad. Istället sker numera utvecklingen, inom de företag som bygger mjölkningssystem, mot att konstruera ett komplett driftsledningsverktyg som kan användas vid beslutsfattande.

Redan med passiva sensorer går det lätt att styra produktionen genom att tillåta eller hindra enskilda djur att få tillträde till vatten, foder eller exempelvis en vågstation. Det är med RFID-märkning också lättare att följa djurets vikt och därmed få en bättre kontroll över tillväxten.

5.6.1 Driftsledning och planering för djurproduktion

Jordbruksverkets rapport (2019) om nationell kunskapsförsörjning lyfter fram ett förslag om att införa ett kunskapscenter och nav för hållbar och konkurrenskraftig animalieproduktion. Fokus för detta kunskapscenter beskrivs vara en inriktning på digitalisering och teknik, vilket enligt rapporten är angelägna områden att förbättra inom animaliesektorn. Myndigheterna i samverkan med intressenter inom jordbruksnäringen:

- bör ta fram en rådgivningsmodell där god djurhållning och lönsamhet kan kombineras
- bör utveckla nya djurhållningsmetoder för animalieproduktionen
- bör ta fram åtgärder för produktion av betesbaserat nötkött
- bör stimulera utveckling av helhetsrådgivning

LiveStock Planner (LSP)

LSP produktion är en webbaserad tjänst som kan sköta vikthantering, tillväxtprognoser, slaktplanering och produktionsuppföljning. Programmet sparar tid samtidigt som djurhållaren har full kontroll över besättningen.

LSP Manager är en webbaserad tjänst som automatiskt samlar in och analyserar dina djurs data. Det fungerar som ett konto på en dator där det går att logga in via internet, så ingen programvara behövs. Programmet arbetar mot molnet.

Det är företaget Hencol som har utarbetat systemet med kontinuerlig mätning av djur för precisionsvägning. Fördelar med systemet är enligt företaget: bättre lönsamhet, bättre foderoptimering, bättre djurskydd samt ökad flexibilitet.

Djurhållaren får kontinuerliga kurvor/data för varje djurs tillväxt och vikt, det blir mindre produktionsförluster, sparad arbetstid, ökad säkerhet och bättre underlag för långsiktiga prognoser. Systemet ger framförhållning för t.ex. när djurhållaren kan sätta in en ny djurbesättning.

Projekt om fodereffektivitet i nötköttsproduktionen

Projektet fodereffektivitet (drivet av företaget Hencol) avser att ta fram och presentera aktuell tillväxt och fodergiva för nötköttsproducenter via webbgränssnitt och smarta telefoner. Projektet bygger på att presentera tillväxtberäkningar tillsammans med information om aktuell foderstat och gruppvis fodergiva med syfte att enklare (och via smart phone) kunna följa och optimera pågående produktion. Med mer frekventa mätningar blir produktionsstyrningen mindre beroende av enskilda punktmätningar och kan därmed leverera bättre kvalitet på mätdata.

Det finns dock vissa utmaningar med att använda digital teknik för beslutsfattande, eftersom:

- det krävs en fungerande djurtrafik,
- djuren kan bli nyfikna på den tillhörande utrustningen, såsom sensorer, vågutrustning, etcetera (då kan skador uppstå),
- det krävs god datakvalité,
- det kan bli avbrott i ström, datatillförsel, etcetera

Problemet med att arbeta och nå information med ”smart phone” är dock dels att skärmen är liten, dels att överföringshastigheten är låg.

Planeringsverktyg Beteskalle och Helhet Planerad Betesdrift (HPB)

Beteskalle är ett digitalt verktyg som räknar ut vad betesfoder kommer att kosta att producera. Programmet är utvecklat av VÄXA och det använder data från den enskilda gården som sedan samkörs med hela rådgivningsorganisationens databas. Poängen med att planera sin betesdrift är att djuren är på rätt ställe, vid rätt tillfälle och av rätt anledning. Planeringen med HBP kräver två huvuddokument. En karta över området som djuren ska beta, och en komplett betesplan.

5.6.2 Driftsledning och planering för växtodling och foderproduktion

Idag handlar beslutssystem för växtodling om att konstruera kompletta tjänstepaket för växtodlingen. Paketet består främst av olika mättekniker såsom online direktstyrning (med GPS), olika sensorer (t.ex. fjärranalys såsom NIR spektroskopi) samt satelliter och drönare (UAV). Insamlad data från exempelvis markfosforkarteringar och ovanstående mättekniker kan med hjälp av GPS-koordinater positioneras till en markkarta.

Det finns också möjlighet att göra GPS-baserade skördekartor. Utifrån tidigare markkartor och nya indata kan lantbrukaren, eller rådgivaren, skapa styrfiler (tilldelningsfiler) som sedan kan användas i en handdator med GPS och kopplas till olika redskap ([bilaga 8](#)).

Med hjälp av en drönare med kamera kan lantbrukaren fotografera fälten och ogräsen för att ta fram en styr fil för att sedan kunna variera dosen av växtskyddsmedel över åkern. Med hjälp av en drönare med kamera kan lantbrukaren också upptäcka angrepp av olika växtskadegörare i tid.

Det finns redan en mängd integrerade växtodlingsprogram (expertsystem) på den svenska marknaden. Det är tre större aktörer på marknaden, svenska DataVäxt, danska Datalogik och norska Skifteplan som marknadsför precisionsodlingstjänster med GPS-kartor. Dessutom erbjuder de hjälp med att producera tilldelningsfiler. Nyligen har också engelska Soyl etablerat sig på den svenska marknaden.

Företaget [Datalogisk](#) marknadsför managementprogrammet *Näsgård* som i förlängningen ska kunna användas för strategisk planering av en hel växtodlingsgårds utveckling. Företaget [Dataväxt](#) har ett liknande verktyg *Lantbruk* och företaget [Skifteplan](#) har sitt verktyg *Skifteplan*, där de samlat olika digitala tjänster för analys och uppföljning av en gårds växtodling.

Dessutom finns sedan 2015 webb tillgång till SLU:s [Precisionsskolan](#) där man når en rad applikationer som hjälper lantbrukaren med odlingen. Verktygen fungerar som ett beslutsstödsystem för platsanpassade odlingsåtgärder. Genom att kombinera verktyg som [Markdata](#) och [CROPSAT](#) finns förutsättningar för att även små lokala förbättringar på sikt kan få nationella effekter ([bilaga 3](#)).

Programmet CloverCam

CloverCam är ett program som använder ett kamerasystem som kan öka utbytet från klövervallar genom att optimera förhållandet mellan klöver/gräs. En kamera monterad på en slåttermaskin producerar en specifik fältkarta. Resultaten matas sedan in i ett växtodlingsprogram och används för att optimera tillförseln av kväve till klövervallen.

Grovfoderverktyget

[Grovfoderverktyget](#) är ett webbaserat verktyg som lanserades 2014. Verktyget hjälper lantbrukare och rådgivare att beräkna produktionskostnaden samt dokumentera och planera för grovfoderproduktionen. Grovfoderkalkylen innehåller bland annat produktionskostnads kalkyler för vall, helsäd och fodermajs. Genom att mata in några grunddata om gårdens produktion får lantbrukaren fram en typkalkyl. Det går att förlita sig på kalkylen eller gå in och justera värden på insatsmedel, maskinanvändning, lagringskostnader med mera.

Uppföljning är viktigt för att kunna identifiera vad som kan förbättras. Med verktyget går det att följa upp skörd, produktionskostnad och kvalitet i grovfoderodlingen. Grovfoderverktyget hjälper till att samla informationen om odlingen på ett ställe, tillgängligt från vilken webbläsare som helst. Resultaten kan efterhand som Grovfoderverktyget utvecklas jämföras med olika nyckeltal.

5.6.3 Driftsledning och planering med ekonomiprogram

Utvecklingen har gått från enkla bokföringsprogram till kompletta affärssystem. En tillämpning kan vara att använda managementprogram för att sammanställa och redovisa olika data, som är insamlade med sensorer från olika verksamhetsområden eller för att uppfylla en certifiering. Exempel på större managementprogram är danska SEGES "Dashboard" och det globala Esri:s "Arc Gis"

I flera svenska undersökningar lyfts behovet av beräkningar av lönsamheten fram. Det finns flera enklare beräkningsark framtagna, exempelvis från POS, för att belysa lönsamheten på enskilda fält/gårdar av t.ex. varierad tillförsel av kalk, fosfor och kalium samt användning av kvävesensorer. Problemet är att de trots allt upplevs som svåra att använda och inte visar på lönsamheten på ett enkelt sätt för hela gårdens drift inklusive maskinkostnader (RISE, 2016).

Ett generellt verktyg ska vara lätthanterat och överskådligt för att brukaren ska kunna räkna på verksamheten och möjliga investeringar. Det ska vara ett beslutsstöd för att beräkna investeringar, utnyttjande av arbetstid och visa hur lönsamma de olika verksamhetsgrenarna är. Verktyget bör kunna använda grunddata insamlat från olika sensorer från hela företaget. Lantbrukaren eller rådgivaren har sedan möjlighet att laborera med olika variabler.

MinGård

Exempelvis har VÄXA Sverige tagit fram driftledningsverktyget [MinGård](#) för mjölk- och köttproducenter. *MinGård* är ett internetbaserat program, mobilt anpassat, användarvänligt och flexibelt där lantbrukaren fortsatt äger sina data. Djurägare kan i *MinGård* se det aktuella läget för sina djur, få kokort med senaste historik för varje djur och skapa rapporter med valbara nyckeltal per djur.

Verktyget är öppet för integration till andra system, som exempelvis olika driftlednings- och gårdsprogram eller Jordbruksverkets dataregister CDB. Detta gör att exempelvis djurförflyttningar kan rapporteras smidigt. Verktyget klarar av att rapportera, hämta och sammanställa data kring enskilda besättningar.

6 Miljöpåverkan från digitaliserad betesdrift

Brist på betesdjur är en stor utmaning i arbetet med de fastställda nationella miljömålen för ängs- och betesmarker inom ”Ett rikt odlingslandskap” och ”Ett rikt växt- och djurliv”. Målen är svåra att nå utan att ha tillräckligt med betesdjur för att kunna hävda de önskvärda arealerna betesmark (Jordbruksverket, 2018a).

Om djurägaren i sitt tillsynsarbete har lättare att hitta alla sina betesdjur, exempelvis med hjälp av digital teknik, höjs kvalitén på tillsynen. Vilket gör att djuren kan beta marker där det annars är svårt att ha kontinuerlig tillsyn på betesdjuren, såsom vid avlägsna strandängar eller små hagmarker i skogsmiljö.

Vid större sammanhängande arealer med betesmarker kan en drönare underlätta tillsynen och kontrollen av betesdjuren och minska söktiden, vilket underlättar och förbättrar djurhållarens tillsynsarbete över djuren. Kameror monterade på drönare kan också användas för att räkna djur och för att bestämma deras position, samt för att förstå deras habitatval och till viss del deras beteende.

Med hjälp av digital teknik har forskare sett att vid bra tillgång på bete rör sig djuren övervägande i flock, medan vid sämre betestillgång delar flocken upp sig i mindre grupper. Digital övervakning som indikerar att djuren har spridit sig kan alltså ge signal om att det är dags att flytta djuren till nya betesmarker.

Olika övervakningssystem med digital tillsyn av djur på bete ger stora tidsvinster och ökar därmed lönsamheten för betesbaserad köttproduktion. Digital märkning gör att det också blir lättare att införa kvalitets- eller miljömärkningar av olika slag (exempelvis certifiering av Naturbeteskött).

Betesplanering och rotationsbete

Med digital teknik går det att skapa avancerade applikationer för betesplanering som beaktar både djurtillväxt och naturvårdens intressen. Poängen med att planera sin betesdrift är att djuren är på rätt ställe och vid rätt tillfälle. Exempelvis att djurhållaren kan tidsbegränsa och styra betesperioden på mindre naturbetesmarker med värdefull flora.

Vid ett kontinuerligt bete, då samma djur går kvar på betesmarken hela betes-säsongen, blir beläggningen i regel för låg på våren för att till hösten bli alldeles för hög. Detta kan på hösten kompenseras med stödutfodring eller att djurantalet minskar genom att djur flyttas.

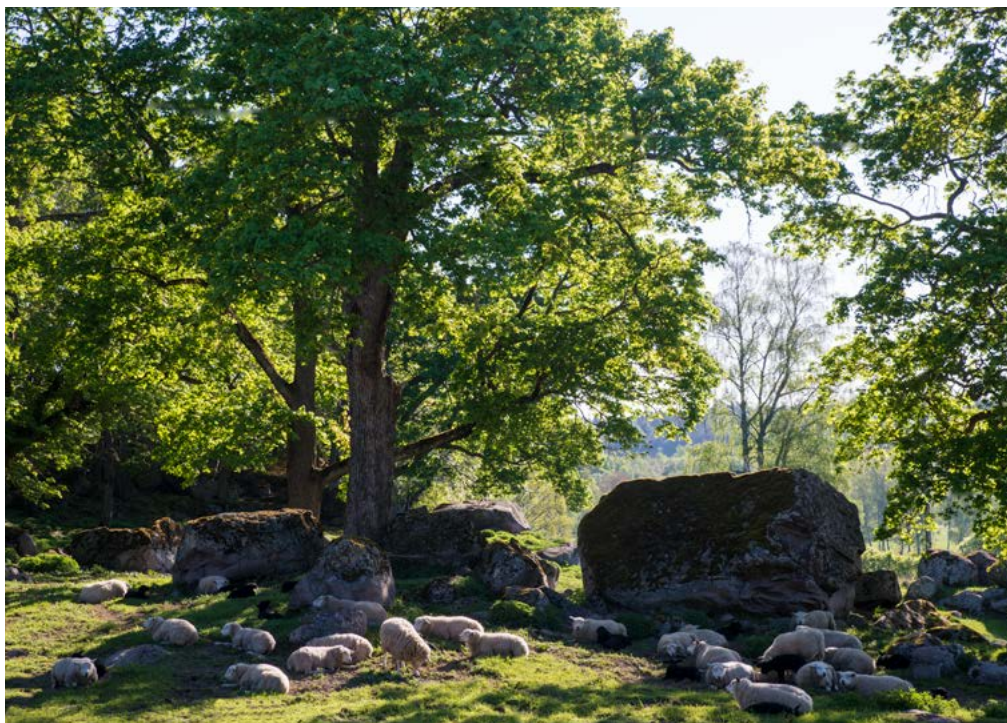
Det finns en rad olika varianter av rotationsbete. Det vanligaste är sannolikt en kombination där bete på naturbetesmarker kombineras med bete av åkervallar efter att lantbrukaren har tagit en eller flera hö- eller ensilageskördar. Ett sådant betessystem kräver dock mer arbete i form av förflyttningar av djur. Dessutom

behövs mer flyttbara stängsel och system för att klara vattentilldelning. De ovanstående problemen med betesdjur på naturbetesmarker skulle till stor del kunna avhjälpas med digital teknik, Precision Livestock Farming (PLF), och företrädesvis då med virtuella stängsel om dessa blir tillåtna att använda.

Tillämpas system med rotationsbete eller styrd betning är det lättare att utnyttja markens potential i kombination med god tillväxt på djuren. Detta gynnar både biologisk mångfald och hållbar produktion, eftersom betesmarken varken blir över- eller underavbetad. Ett för svagt betestryck kan medföra att den starkt hävdberoende floran försvinner och ett för högt betestryck kan medföra att vissa växter som är känsliga för högt betestryck utrotas.

Om virtuella stängsel skulle bli tillåtna i Sverige

Om virtuella stängsel kunde användas i Sverige så skulle det bli lättare att stängsla bort känslig flora eller fauna på marker som inte bör betas i början på säsongen för att senare kunna släppa på djuren på dessa marker. Vid fäbod-bete skulle djurägarna lättare kunna stängsla bort djuren från fritidshus, vägar etcetera där man inte vill ha betesdjuren. Virtuella stängsel skulle också kunna ge möjligheter till mer skogsbete, och göra det lättare att stängsla in mer extra-beten. Det krävs dock att betesdjuren först får en grundlig och gedigen inläring vid användning av virtuella stängsel. Har djuren en gång fått lära sig hur stängslet fungerar har de sedan lättare att anpassa sig till nya virtuella gränser ([bilaga 5](#)).



***Bild 2.** En av fördelarna med virtuella stängsel skulle vara att de enkelt kan hägna in naturbetesmarker som annars är svåra eller dyra att stängsla med traditionella metoder.
Foto: Knut Per Hasund*

Virtuella stängsel skulle dessutom öka möjligheten att hävda även svårstängslade marker. Sannolikheten att det betas även på mindre ytor, eller ytor som bara kan betas en kortare tid, ökar också. Dessa kan annars innebära för stor arbetsinsats att stängsla jämfört med tiden djuren kan vistas där. El- eller taggtrådsstängsel i naturen skulle kunna tas bort och det skulle kunna leda till färre skador hos såväl tama som vilda djur, som då inte kan trassla in sig i stängseltrådar.

Ett problem som kan uppkomma för allmänheten med virtuella stängsel, åtminstone nära tätbebyggda områden, är hur människor reagerar när de ser en flock av djur som går ute utan att det "finns" något stängsel. De som gör promenader eller de som bara är ute med hunden kan få det svårt att avgöra om det går betesdjur på markerna.

Möjligheter till utökad areal naturbetesmark

Digital teknik kan förbättra lönsamheten för betesbaserad köttproduktion på naturbetesmarker eller andra permanenta gräsmarker. Det kan gälla djurtillsyn på heterogena, svårtillgängliga marker långt bort. Eller om virtuella stängsel blir tillåtna, på värdefulla naturbetesmarker som är svåra att stängsla.

Tekniken kan bidra till att öka arealen betesmarker med hävdberoende natur- och kulturmiljöer. Virtuella stängsel kan till exempel, om de blir tillåtna, öka potentialen att återskapa och hävda avlägset liggande naturbetesmarker med sådana kvaliteter. En sådan åtgärd skulle också kunna gynna utvecklingen av ett HNV-jordbruk (High Nature Value farming) i Sverige (Ljung & Johansson, 2017).

För att betesmarker som håller på att växa igen eller är igenvuxna ska få tillbaka sin status som en värdefull biologisk resurs är i många fall en restaurering nödvändig. Restaureringsarbetet omfattar röjning av buskar, träd och sly och avlägsnande av annan växtlighet som inte är önskad, exempelvis örnbräken och vass. I de flesta fall (om inte igenvuxningen gått för långt) finns önskvärda arter kvar i små mängder och kan med hjälp av röjningen åter få möjlighet att växa i en betydligt ljusare och önskvärd miljö (Priha, 2003).

När en restaurering skett, ofta med hjälp av statligt stöd, så återstår problemet med att betesmarken fortsatt måste hävdas. De insatser som gjorts för att restaurera betesmarken behöver förvaltas. Annars växer den snart igen på nytt. Ett sätt att stärka hävden och förvaltningsbetingelserna på avlägset liggande naturbetesmarker är att gynna dess konkurrenskraft i förhållande till bete på näraliggande före detta åkermark. Digitaliserad teknik för tillsyn, djurvälfärd eller stängsling kan vara några av medlen för att nå dit.

7 Företagsekonomiska nyttor och kostnader

Möjligheter och styrkor för den digitala teknikens lönsamhet är att:

- digitala öronbrickor är lönsamma både för den lilla och den stora besättningen, (utifrån de antagna tidsbesparingarna),
- för 100 kors-besättningen minskar kostnaderna för digital djurtillsyn med cirka 50 kronor per djur och år, (utifrån de antagna tidsbesparingarna),
- En kostnad på ungefär 400–500 kronor per djur för digital kontroll av djurskydd kan anses dyrt. Men vad ett förbättrat djurskydd, ökad tillsyn och möjligheter till en styrd produktion får kosta eller kan ge tillbaka i ökade intäkter blir upp till varje djurägare att avgöra,
- för 100 kors-besättningen minskar kostnaden marginellt med cirka 30 kronor per djur och år om denne använder virtuella stängsel.

Hot och svagheter för den digitala teknikens lönsamhet är att:

- de större besparingarna från digital märkning till näringen kommer först när hela registreringsystemet för köttkedjan är digitaliserat,
- digital teknik för djurtillsyn ökar kostnaden med cirka 50 kronor per djur och år för 25 kors-besättningen, (utifrån de antagna tidsbesparingarna),
- kostnaden för att kontrollera djurskydd digitalt i 25 kors-besättningen är cirka 500 kronor per djur och år,
- för att kontrollera djurskyddet digitalt påförs 100 kors-besättningen cirka 400 kronor i ökade kostnader per djur och år,
- kostnaden ökar med cirka 120 kronor per djur och år för 25 kors-besättningen om företaget använder virtuella stängsel,
- digitala tekniker är inte lönsamma för små besättningar, det beror främst på att djurantalet eller totala tidsvinsten är för liten i förhållande till kostnaden.

För att användningen av digital teknik inom jordbruket ska öka måste det vara tydligt att det är lönsamt att satsa på den nya tekniken. Bättre lönsamhet kan exempelvis innebära bättre djurtillväxt, bättre utnyttjande av betets fodertillväxt, lägre arbetstidstidsåtgång, lägre kostnader för djurvälstånd samt större möjligheter till att utöka verksamheten (genom effektivare driftsledning).

De områden inom djurproduktionen där det hittills går att se vinster för företagen med den digitala tekniken är vid djurregistrering och tillsyn av djuren.

För större besättningar gäller det även för djurskydd, utfodrings- och foderplanering, betesplanering med mera. Mot detta får lantbrukarna ställa eventuella ökade tekniska risker, risker för produktionsstörningar, risker med försämrad djurvälstånd samt risker för ökade kostnader för investeringar och drift.

Företagsekonomiska lönsamhetsanalyser

I de nedanstående avsnitten analyserar vi ekonomin med att investera i digital teknik, jämfört med att fortsätta använda den nuvarande tekniken. Beräkningarna är gjorda på gårdsnivå och typgårdarna är framtagna enligt [bilaga 9](#). Exemplet utgår dels från ett **deltidsjordbruk** med en djurbesättning på 25 dikor (plus kalvar), dels från ett **heltidsjordbruk** med en djurbesättning på 100 dikor (plus kalvar). På verkliga gårdar varierar förutsättningarna beroende på vad lantbrukaren har för betesmarker, om det finns små, flikiga hagar eller stora fält, om djuren flyttar ofta (efterbete på vall, osv).

Den digitala investeringen är beräknad per djurenhet (diko) och år, vilken sedan jämförts med de totala besparingarna per gård, dividerat per diko och år. Vi utgår i beräkningarna från en timersättning (arbetskostnad) på 240 kronor i timmen (inklusive sociala avgifter) och kalkylräntan fem procent (från Agriwise 2018).

En investering måste vara lönsam. Vid ett investeringsbeslut beräknar företagaren om intäkterna överstiger kostnaderna samt på vilken tid investeringen kan vara betald. Här blir två faktorer extra viktiga, dels hur många enheter investeringskostnaderna ska slås ut på (storleksfördelen), dels hur fort investeringen kan betala sig (Break Even-punkt).

7.1 Digitala öronbrickor jämfört med öronbrickor i plast

För att digitalt kunna registrera djur krävs digitala passiva öronbrickor. Dessutom krävs en avläsare som kan överföra djurets identitet till en extern databas ([kap 5.2](#)). Denna registerdatabas kan exempelvis vara nötkreatursregistret (Internet CDB) eller får- och getregistret. Datan kan även överföras till ett driftledningsprogram med direkt kommunikation till de ovanstående registren. Dessa driftlednings- eller gårdsprogram är inte nödvändiga för registreringen och kostar ytterligare några tusenlappar i engångsinvestering, lite beroende på besättningsstorlek. Med ett driftledningsprogram och möjligheten till att hantera mer data kan dock produktionen styras bättre och därmed bli mer effektiv och lönsam.

Investeringar i digitala öronbrickor

Öronbrickorna för det vuxna djuret (diko) skrivs av på fem år. Avskrivningstiden på fem år gäller också för den digitala avläsaren. Däremot är avskrivningstiden för öronbrickorna till det unga djuret (kalv) ettårig. Den totala årliga kostnaden per diko blir cirka 51 kronor. Denna kostnad gäller för en 25 kors-besättning. Vid

en besättning med 100 kor så blir kostnaden något lägre, cirka 43 kronor per diko och år ([tabell 3](#)).

Tabell 3. Investeringar i digitala öronbrickor

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Digitala öronbrickor vuxna djur, 5 år	25x30 kr	100x30 kr
Digitala öronbrickor unga djur, 1 år	25x30 kr	100x30 kr
Digital avläsare, 5 år	1x1500 kr	1x2500 kr
Per diko och år ¹	51 kr	43 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

¹ Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken. De fleråriga investeringarna är beräknade på årsbasis och med en medelårsränta på fem procent.

Några besparingar vid digitala öronbrickor

Den mest uppenbara besparingen är att plast-öronbrickorna inte längre behövs med digitala brickor. Djurhållaren sparar därmed en tredjedel av priset för de digitala öronbrickorna. Den stora besparingen blir annars den mindre tidsåtgången vid registrering och hantering av djuren.

Vi har bedömt att tidsbesparingen med digitala öronbrickor blir cirka 0,30 timme per diko och år ([kap 5.1](#)). Besparingen består i att all nödvändig registrering kan ske snabbare, administrationen av hela besättningen förenklas och hanteringen av djuren vid kontroller, transporter, etcetera går snabbare, enklare och säkrare. De större besparingarna kommer dock först när hela registrerings-systemet är digitaliserat för hela köttkedjan.

Utifrån den beräknade tidsbesparingen kommer varje djurhållare att minska kostnaderna med 30 till 40 kronor per djur och år beroende på besättningsstorlek ([tabell 4](#)).

Tabell 4. Besparingar med digitala öronbrickor och det ekonomiska resultatet

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Plast öronbrickor vuxna djur, 5 år	25x10 kr	100x10 kr
Plast öronbrickor unga djur, 1 år	25x10 kr	100x10 kr
Tidsbesparing ¹ 0,30 Tim/år	25x0,3x240 kr	100x0,3x240 kr
Per diko och år ²	85 kr	85 kr
Resultat per diko och år³	34 kr	42 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

¹ Tidsbesparingen med 0,30 timme per diko och år består av snabbare registreringar, enklare administration samt enklare och snabbare hantering av djuren vid kontroller, transporter och dylikt ([kap 5.1](#) och [5.2](#)).

² Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken. De fleråriga investeringarna är beräknade på årsbasis och med en medelårsränta på fem procent.

³ Resultatet är ”per diko” [tabell 4](#) minus ”per diko” [tabell 3](#).

7.2 Digital djurtillsyn jämfört med enbart fysisk djurtillsyn

För att klara delar av den dagliga tillsynen digitalt räcker det med att använda passiva sensorer. Det blir dock mer kontrollbart och säkrare att utnyttja aktiva sensorer. Eventuellt går det att komplettera en passiv sensor med en drönare som har kamera eller mottagare och avläsare. Mest arbetsbesparande är drönare som flyger automatiskt och som ”känner till och vet” djurantalet.

Sensorer för djurtillsyn och kontroll

De passiva sensorerna underlättar för djurägaren att klara den dagliga djurtillsynen och till viss del även uppgifter om övervakning och kontroll. För produktionsstyrning såsom vägning, och foderstyrning kan det också räcka med att använda passiva sensorer.

För djur på bete kan överföringen av data från en enhet på eller vid djuret till en mottagare vara särskilt problematisk på grund av stora avstånd. Passiva sensorer räcker för identifikation och för insamling av data men de har ofta för kort räckvidd. De aktiva (intelligenta) sensorerna har större räckvidd än de passiva, eftersom de är kopplade till ett batteri och aktivt sänder ut radiovågor. Deras räckvidd är idag cirka 100 meter jämfört med upp till 5 meter hos de passiva sensorerna.

Investeringar för djurtillsyn och kontroll

De passiva sensorerna för det vuxna djuret (diko) skrivs av på fem år. Avskrivningstiden på fem år gäller också för de digitala avläsarna. Däremot är avskrivningstiden för sensorerna till det unga djuret (kalv) ettåriga. Styrprogrammet och mottagarenheten leasas på årlig basis. Den totala årliga kostnaden per diko blir därmed cirka 180 kronor. Denna kostnad gäller för 25 kors-besättningen. Vid en 100 kors-besättning är kostnaden lägre, cirka 80 kronor per diko och år ([tabell 5](#)).

Tabell 5. Investeringar i digital teknik för djurtillsyn och kontroll

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Passiva sensorer vuxna djur, 5 år	25x30 kr	100x30 kr
Passiva sensorer unga djur, 1 år	25x30 kr	100x30 kr
Digitala avläsare, 5 år	2x1500 kr	2x2500 kr
Styrprogram och mottagare, årligt	1x3000 kr	1x3000 kr
Per diko och år ¹	-184 kr	-78 kr
Drönare med kamera ² 5 år	1x12000 kr	1x12000 kr
Per diko och år, inkl. drönare	-292 kr	-105 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

¹ Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken. De fleråriga investeringarna är beräknade på årsbasis och med en medelårsränta på fem procent.

² Drönare DJI Mavic 2 Zoom. Mest prisvärda drönare 2018 med de egenskaper som krävs.

Vid större sammanhängande arealer med betesmarker kan en drönare underlätta tillsynen och kontrollen av betesdjuren och minska söktiden. En investering i drönare är mest lämpad vid större besättningar med stora betesmarksfält. I en 25 kors-besättning ökar investeringskostnaden med ytterligare cirka 110 kr per djur med en drönare³, medan den i en 100 kors-besättning bara ökar med cirka 25 kr per djur och år ([tabell 5](#)).

Några besparingar med digital teknik för djurtillsyn och kontroll

Även med digital teknik för djurtillsyn är den mest uppenbara besparingen att öron-brickorna i plast inte längre behövs. Därmed sparar djurhållaren en tredjedel av priset för de passiva sensorerna. Besparingen med den mindre tidsåtgången vid registrering och hantering av djuren finns också kvar. Den besparing som tillkommer är minskad tidsåtgång för att dagligen hitta alla djur ([kap 5.3.1](#)). Denna tidsbesparing antar vi i dessa beräkningar bli cirka 0,20 timmar per djur och år. Det motsvarar en besparing på tre minuter per dag för 25 kors-besättningen och tio minuter per dag för besättningen med 100 dikor ([tabell 6](#)). I pilotstudien från [kapitel 5.3.1](#) användes i medeltal 90 minuter dagligen för tillsyn av betesdjuren.

Användning av digital teknik för djurtillsyn och kontroll ger en företagsekonomisk nettokostnad för en 25 kors-besättning på cirka 50 kronor per djur och år vid de antagna tidsbesparingarna. En 100 kors-besättning kan däremot minska kostnaderna för djurtillsyn med cirka 50 kronor per djur och år.

Tabell 6. Besparingar med digital teknik för djurtillsyn och kontroll och det ekonomiska resultatet.

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Plast öronbrickor vuxna djur, 5 år	25x10 kr	100x10 kr
Plast öronbrickor unga djur, 1 år	25x10 kr	100x10 kr
Tidsbesparing ¹ 0,5 Tim/år	25x0,5x240 kr	100x0,5x240 kr
Tidsbesparing ² 0,7 Tim/år	25x0,7x240 kr	100x0,7x240 kr
Per diko och år ³	133 kr	133 kr
Resultat per diko och år⁴	-51 kr	55 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

1 Minskad tidsåtgång för registrering och att hitta alla djur 0,3+0,2 Tim ([kap 5.1](#) och [kap 5.3.1](#))

2 Minskad tidsåtgång för registrering och att hitta alla djur med drönare 0,3+0,2+0,2 Tim ([kap 5.3.2](#))

3 Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken. De fleråriga investeringarna är beräknade på årsbasis och med en medelårsränta på fem procent.

4 Resultatet är ”per diko” [tabell 6](#) minus ”per diko” [tabell 5](#).

Med drönare

Med en drönare som hjälp vid djurtillsynen beräknar vi att tidsåtgången minskar med ytterligare 0,2 timmar per djur och år, vilket motsvarar ungefär 50 kronor ([kap 5.1](#) och [5.3.2](#)). Kostnaden för djurtillsyn i 25 kors-besättningen skulle dock öka till cirka 110 kronor per djur och år. Det beror på att djurantalet är för litet i förhållande till kostnaden för drönaren. För 100 kors-besättningen skulle kostnaden för djurtillsyn däremot minska ytterligare till cirka 80 kronor per djur och år.

7.3 Digital teknik för djurvälstånd och djurhälsa

Nötkreatur (dikor) kan även förses med smarta sensorhalsband som ger djurhållaren värdefull djurdata via internet eller via en applikation i mobilen. Dikorna har halsband med GPS-sändare som kan utökas med extra sensorer ([kap 8.1.1](#)).

Investeringar och besparingar med digital teknik för djurskydd

Sensorhalsbanden för de vuxna djuren (dikorna) skrivs av på tio år i våra kalkyler. Däremot är avskrivningstiden för BLE sensorerna till de unga djuren (kalvarna) ettåriga. Styrprogrammet och mottagarenheten leasas på årlig basis per vuxet djur.

Besparingen med mindre tidsåtgång vid registrering och hantering av djuren finns kvar. Den besparing som tillkommer är minskad tidsåtgång för att dagligen hitta alla djur. I kalkylerna utgår vi från att tidsbesparingen för djurtillsyn är cirka 0,4 timmar per djur och år ([kap 5.1](#)). Att använda sensorhalsband och inklusive tidsbesparingen blir nettokostnaden för 25 kors-besättningen cirka 500 kronor per djur medan 100 kors-besättningen kommer undan med cirka 400 kronor i ökade kostnader per djur och år ([tabell 7](#)).

Tabell 7. Investeringar i digital teknik för djurskydd och det ekonomiska resultatet.

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Sensorhalsband vuxna djur ¹ , 10 år	25x1500 kr	100x1500 kr
BLE sensorer unga djur, 1 år	25x150 kr	100x150 kr
Abonnemang ¹ , årligt	25x360 kr	100x240 kr
Tidsbesparing ² 0,7 Tim/år	25x0,7x240 kr	100x0,7x240 kr
Resultat per diko och år	-530 kr	-410 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

1 För programuppdatering, underhåll och nya batterier. Från GPS logik och digitanimal.

2 Minskad tidsåtgång för registrering och att hitta alla djur 0,3+0,2+0,2 Tim ([kap 5.1](#) och [5.3.2](#))

7.4 Virtuella stängsel i jämförelse med elstängsel

Den största kostnaden vid betesdrift är stängsling av beten. Nyligen har ett alternativ till vanliga elstängsel lanserats, virtuella stängsel ([kap 5.5.1](#)). Dessa är inte tillåtna i Sverige eftersom de idag använder el för att styra djurens beteende vilket är förbjudet. Om dessa utvecklas till att inte omfatta el eller om forskning visar att sådana stängsel kan användas med samma djurvälstånd som vi har idag, finns det möjligheter att de blir tillåtna i framtiden.

Idag används olika typer av elstängsel vid betesdrift, även om taggtrådsstängsel och/eller får-nät fortfarande förekommer. Stängslen kan antingen vara portabla eller permanenta. Permanenta stängsel används i första hand vid naturbetesmarker. Portabla stängsel används främst vid åkerbete eller för att kunna utnyttja betet optimalt genom att kunna flytta stängslet vartefter gräset blir ordentligt avbetat på en del av ytan.

Stängsling av betesmarker

Poängen med att planera betesdriften är att djuren är på rätt ställe, vid rätt tillfälle och av rätt anledning. Digital planering av beten kräver tre huvudingredienser, en karta över området som djuren ska beta, alla möjligheter till stängsling och förflyttningar samt en komplett betesplan. Naturbetesmarker kräver permanenta stängsel som vanligen består av impregnerade trästolpar och som kompletteras med två eller tre eltrådar eller elband. För att enkelt kunna förflytta eller rotera betesdjuren krävs dessutom portabla stängsel virtuella eller fysiska. I verkligheten används ofta glasfiber stolpar för att de är lätta, enkla att bära och flexibla. De förses sedan med två eller tre eltrådar eller elband.

Denna rapport analyserar ekonomin för att göra investeringar i virtuella stängsel, jämfört med att fortsätta använda den nuvarande stängslingstekniken. I de beräkningar som inbegriper nuvarande teknik krävs såväl permanenta som portabla stängsel enligt förutsättningarna i [bilaga 9](#) med både naturbetesmarker och beten på åker.

Investering i virtuella stängsel

Den viktigaste investeringen i virtuella stängsel är en transponder till varje djur. Kostnaden för en sådan beräknar vi minska på ett par års tid till cirka 1500 kronor, vilket är ungefär hälften av dagens pris. Den andra, stora kostnaden (i de lösningar som idag finns tillgängliga) för virtuella stängsel är ett årligt abonnemang å tre till fem kronor per dag och djur beroende på besättningsstorlek. Den kostnaden inkluderar styrprogram, underhåll, uppdateringar, etcetera ([tabell 8](#)).

Tabell 8. Kalkylerade kostnader för virtuella stängsel

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Abonnemang per djur, 150 dagar ¹	25x150x4 kr	100x150x3 kr
Transpondrar vuxna djur, 10 år ¹	25x1500 kr	100x1500 kr
Transpondrar unga djur, 10 år ¹	25x1500 kr	100x1500 kr
Per diko och år²	-790 kr	-640 kr

Källa: Egna beräkningar.

1 Beräkningarna bygger på prisuppgifter från Nofence och antagandet att priserna på transpondrar kommer att minska med ungefär 50 procent vid ökad konkurrens och masstillverkning ([kap 5.5.1](#))

2 Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken. De fleråriga investeringarna är beräknade på årsbasis och med en medelårsränta på fem procent.

Några besparingar med virtuella stängsel

Virtuella stängsel ger stora besparingar, framför allt i form av uteblivna investeringskostnader för permanenta och portabla elstängsel, insparade arbetskostnader för uppsättning och underhåll av stängsel samt årliga röjningar kring stängslen. Dessa besparingar kan bli avsevärda om inga stängsel finns eller om det behöver återinvesteras i stängsel. Om det återstår mycket avskrivningstid på befintliga stängsel blir besparingen betydligt mindre ([tabell 9](#)).

Tabell 9. Kostnader för virtuella stängsel jämfört med elektriska permanenta och portabla stängsel.

Avskrivningstid	Besättning 25 dikor	Besättning 100 dikor
Kostnad virtuella stängsel (se rad 4 tabell 8)	-790 kr	-640 kr
Permanent stängsel ¹	25x125x3,07 kr	100x125x3,07 kr
Portabla stängsel ¹	25x35x4,10 kr	100x35x4,10 kr
Extra arbete med portabla stängsel per år, 0,20 timme per diko ²	25x0,2x240 kr	100x0,2x240 kr
Extra tidsbesparing 0,40 timme per diko/år ³	25x0,4x240 kr	100x0,4x240 kr
Per diko och år ⁴	672 kr	672 kr
Resultat per diko och år⁵	-118 kr	32 kr

Källa: Egna beräkningar. Dominerande företags försäljningspriser från 2018.

1 Enligt kalkylverket, Betesmarken 1.1, framtaget av HS, Jönköping är kostnaden för permanenta stängsel 3,07 kr per meter och för portabla stängsel 4,10 kr per meter. Förutsättningarna för beräkningarna finns i [bilaga 9](#).

2 Minskad tidsåtgång för att flytta stängsel, 200 meter sex gånger och 875 meter en gång ([kap 5.5.2](#))

3 Minskad tidsåtgång för att hitta alla djur 0,2+0,2 Tim ([kap 5.1](#))

4 Beloppen är beräknade per diko, 25 respektive 100 stycken

5 Resultatet är ”per diko” (rad 1) minus (rad 6) [tabell 9](#).

Behöver djurhållaren investera i helt nya stängsel ökar kostnaden med virtuella stängsel med cirka 120 kronor per djur och år för 25 kors-besättningen. För 100 kors-besättningen minskar kostnaden marginellt med cirka 30 kronor per djur

och år om denne använder virtuella stängsel istället för att använda nya elstängsel. De beräknade resultaten gäller för de framtagna typgårdarna enligt [bilaga 9](#).

Lite känslighetsanalys

För varje meter el-stängsel per djur som det virtuella stängslet ersätter minskar kostnaden för virtuella stängsel med 3–4 kronor per djur och år på marginalen. För varje fem minuter som tidsåtgången ökar per djur utan digital teknik minskar kostnaden med digital teknik med 20 kronor per djur och år på marginalen.

8 Diskussion och slutsatser

Den digitala tekniken har många fördelar som kan gynna den betesbaserade produktionen, men också vissa brister eller risker som bör uppmärksammas. I detta kapitel diskuterar vi dessa för respektive användningsområde.

Sverige är en liten aktör inom den globala livsmedelsproduktionen och handeln. Utveckling av digital teknik är dyr och sker framför allt internationellt. Sverige som liten aktör måste därför anpassa sig till internationella regelverk och standarder, och i många fall importera färdig teknik eller teknikkomponenter. För att kunna utveckla egna digitala lösningar behöver jordbruksnäringen få extra hjälp från olika statliga insatser.

8.1 Viktiga användningsområden och tekniker

Den digitala utvecklingen i samhället går rasande snabbt. Även inom jordbruket sker en snabb digital utveckling. Inom den betesbaserade produktionen är det mjölksektorn med sina stora stallar och besättningar som har den snabbaste utvecklingen av digital teknik. Det är ganska naturligt eftersom det är där de största ekonomiska vinsterna finns. Det handlar i grunden om en produktion med höga kostnader och intäkter per djur, som därmed är kapitalintensiv och där lönsamheten mycket beror på optimering av foder m.m.

Den betesbaserade köttproduktionen har stora vinster att hämta från den digitala tekniken. Det gäller dock att utnyttja redan utvecklad teknik, exempelvis från mjölksektorn och de stora stallarna och att få denna teknik att fungera även utomhus och över större sträckor.

Satsningar på digital teknik innebär att den betesbaserade produktionen kan bli mindre arbetsintensiv och på så sätt vara kostnadsbesparande. Tekniken kan också ge bättre djurskydd och skapa mer miljönytta. Digitala tekniker hjälper lantbrukarna att bli effektivare och att göra åtgärder på rätt sätt och på rätt plats. Samtidigt krävs kompetens och förståelse för att kunna ta hand om och förstå all data på rätt sätt för att få ut korrekta och användbara värden.

De funktioner där den digitala tekniken idag kan ge de största fördelarna är vid journalföring och registrering av djur, samt vid systematisk märkning genom hela livsmedelskedjan. Användarvänlighet och integration med andra system måste dock förbättras för att få maximal nytta och öka sannolikheten att lantbrukare kommer att använda tekniken.

Ett annat område där den digitala tekniken kan göra skillnad är vid tillsyn av djur och för att förbättra djurvälstånd och djurhälsa. Ytterligare ett viktigt användningsområde där den digitala tekniken kan ha potential i framtiden är att underlätta stängsling av djur. Slutligen kan den digitala tekniken användas för att få till stånd effektivare driftsplanering och produktionsstyrning.

8.1.1 Den digitala tekniken baseras främst på sensorer

Den digitala tekniken bygger mycket på olika sensortyper (så kallade taggar) som kan inkludera både sändare och mottagare. De kan placeras på betesdjur, drönare eller på fasta punkter. Sensorerna kan vara i form av GPS-sändare, 3D-accelerometrar, termometrar, etcetera.

Vissa sensorer kan förse djurhållaren med rymningslarm, temperaturdetektor, kalvningsdetektor, aktivitetsmätare m.m. Indirekt kan sensorerna även ge information om idissling, liggtid, stegantal och ättid eller utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hälta och kalvning.

För att kunna styra produktionen genom exempelvis automatisk djurvägning, och foderstyrning kan det räcka med att använda passiva sensorer. Dessa sensorer kan också ge positionsangivelser för ett djur på bete. De få dagliga inrapporterade positionerna ger dock endast begränsad information om djurets tillstånd, men informationen kan ändå förbättra och snabba upp tillsynen.

På djur kan sensorer placeras till exempel som elektroniska öronbrickor, elektroniska halsband eller i våmbolus (behållare som placeras i djurets mage). Sensorerna kommunicerar ofta med datorprogram som hanterar data från sensorerna. Det kan exempelvis gälla produktionsstyrnings- eller driftsplaneringsprogram.

Till de mest avancerade teknikerna som används hör systemen för virtuella stängsel. Systemen består vanligtvis av ett avancerat GPS dataprogram och ett halsband till varje djur med en solenergidriven sensor/tagg som kommunicerar via mobil/radionät. Sensorn på varje djur har GPS-mottagare och 3D-accelerometer inbyggd som ger positionsdata. Den innehåller även en ljudkälla och kan avge elstötter samt kan även innehålla Bluetooth, termometer, etcetera. Om virtuella stängsel i framtiden ska kunna tillåtas i Sverige krävs det mer forskning som visar att de inte orsakar djur stress eller annat lidande.

8.1.2 Digital teknik kan öka myndigheternas krav på data

De ökande tekniska möjligheterna att övervaka och få uppgifter från djuren och djurproduktionen kan också leda till större möjligheter för myndigheterna att genom regelverk kräva att få tillgång till övervakningsdata och kontrollera hur störningar eller larm har hanterats.

Framtiden för Smart Farming ([bilaga 1](#)) kan utmynna i två extrema scenarier: 1) ett stängt system där lantbrukaren ingår i ett integrerat livsmedelsnätverk eller 2) ett öppet samarbetande system där lantbrukaren och andra intressenter i nätverket kan vara flexibla när det gäller att välja affärspartners både avseende tekniken och produktionen. Den vidare utvecklingen av infrastrukturer (plattformar och standarder) och deras betydelse i nätverken kommer att spela en avgörande roll i konkurrensen mellan dessa scenarier. Det kan finnas risk för

inlåsning som gör företagen beroende av ett enskilt system eller av ett företag (transaktionsspecifik investering).

8.1.3 Stabilt bredband är minst lika viktigt som gigabithastighet

För kommunikation kan mobilt bredband vara tillräckligt bra, men för ett modernt företagande i glesbygdsområden så är ett stabilt bredband utan någon övre gräns för datatrafiken och med stabil telefoni (fiber) minst lika viktigt som gigabithastighet. Ett tillförlitligt och stabilt internet är en trygghets- och säkerhetsfråga på de platser där IP-baserad telefoni är det enda alternativet.

8.1.4 Digital teknik innebär både kostnader och besparingar

Vad den förbättrade djurvälferden, tillsynen och produktionssäkerheten får kosta eller kan ge tillbaka i ökade intäkter blir upp till varje djurägare att avgöra.

När det gäller digitala öronbrickor kommer de stora besparingarna först när alla led i livsmedelskedjan är digitaliserad. Det blir ur konkurrenskraft allt viktigare att framhålla olika segment på livsmedelsmarknaden, exempelvis köttkvalitet. Det gäller att kunna förmedla olika mervärden genom hela kedjan ut till konsumenten. Här kan exempelvis digital märkning underlätta för slakterierna så att det blir lättare att införa kvalitets- eller miljömärkningar av olika slag.

Inom djurhållningen är den digitala tekniken i första hand ett hjälpmedel, för det går inte att helt ersätta mänsklig tillsyn med maskiner eller robotar. Djuren behöver fortfarande tas om hand av djurskötare för att djurägaren ska vara säker på att djuret har en god djurhälsa och djurvälferd.

8.2 Registrering av djur

Digital märkning och journalföring av djur ökar möjligheterna till spårning av produkter eller djur genom hela livsmedelskedjan.

Digitala öronbrickor ger ökad personlig säkerhet för djurskötaren vid hantering av djuren eftersom öronmärket inte behöver läsas visuellt. Att komma nära och eventuellt hålla fast djuret för att läsa av numret på den traditionella plastbrickan kan vara nödvändigt vid transporter, vägningar, slakt eller förmedling av djur. Fördelen med att slippa riskerna är dock svår att prissätta.

Det uppkommer sannolikt även tidsbesparingar och färre risker vid hantering av djur vid slakterier, eller vid förmedling eller försäljning (det krävs dock i detta fall att aktörerna är anslutna till systemet). Inte heller dessa fördelar kan djurägaren tillgodoräkna sig monetärt. Några fördelar med en utökad digital djurregistrering är att:

- ✓ med den digitala informationen från de elektroniska öronbrickorna kan djurens identitet läsas av effektivare, snabbare och enklare
- ✓ identifiering av djur som lastas utan att behöva läsa av ID-numren manuellt minskar riskerna för arbetsskador och effektiviserar lastningen, och
- ✓ digitala öronbrickor minskar djurens stress vid lastning och avlastning.

En nackdel är att:

- ✓ någon part måste ta huvudansvaret för de erforderliga investeringarna i digitaliseringen (märkning och journalföring) genom hela livsmedelskedjan.

8.3 Djurtillsyn för register och kontroll

Den digitala tekniken kan underlätta och förbättra djurhållarens tillsyn av djuren. Tillsynen underlättas ytterligare när djuren kan positioneras med hjälp av GPS och accelerometrar. Med GPS-enheter monterade i halsband på djuren kan lantbrukare lätt följa djurens positioner i realtid och regelbundet registrera djurens geografiska position. Inom en snar framtid kommer troligen GPS att kunna erbjuda en noggrannhet i positioner på upp till några centimeter. Tekniken kan också hjälpa till att få bättre överblick vid rovdjursattacker och även minska risken för djurstölder. Till skillnad från rovdjursstängel hindrar inte den digitala tekniken attacker från rovdjur. Den kan dock varna djurägaren direkt när en attack startar. Betesdjuren har också möjlighet att fly när det gäller virtuella stängsel.

Små drönare med kamera kan användas för djurtillsynen. Kameraövervakning med drönare är ofta ett billigare alternativ till GPS-teknologin, eftersom GPS-halsband hittills har varit kostsamma och haft vissa problem med batteriernas verkningstid. Kameror monterade på fjärrstyrda drönare kan också vara mer användbara för små besättningar.

Några särskilda fördelar med den digitala djurtillsynen är att:

- ✓ teknologin är användbar överallt, ty där mobiltäckningen är dålig går det att använda radiolänk istället, och
- ✓ drönare kan erbjuda ökade möjligheter till smidig och mer frekvent djurtillsyn och även snabbare upptäckt av djur med behov av extra omvårdnad.

Några av nackdelarna är att:

- ✓ de använda GPS-enheterna måste uppnå tillräcklig effektivitet, för detta krävs att enheterna når 60–80 procents effektivitet (data vid rätt tid) i funktionen, och
- ✓ användningen av drönare begränsas av regelverk som ställer krav på att föraren ska ha ögontakt med drönaren.

8.4 Övervakning och tillsyn för djurvälstånd

Digital teknik har potential att förbättra djurvälstånden. Djurägaren kan övervaka djuren på individnivå och tekniken kan användas för att identifiera enskilda, sjuka djur. En kombination av manuell kontroll av djuren ihop med automatiserad digital övervakning kan vara en fördel. Det ger sannolikt ett underlag för fortsatt utveckling mot allt bättre djuromsorg och digitala system.

En GPS eller drönare med kamera ger effektiv övervakning av utegående djur, då mycket information om djuren kan samlas in. Det kan konstateras att enbart positionsangivelser för ett djur på bete ger begränsad information om djurens välfärd. Sensorer (3D-accelerometrar, termometrar m.m.) som tillför information om djurens tillstånd eller beteende bör därför användas tillsammans med positioneringssystemen vid övervakning av djurvälstånd. Några fördelar med digital övervakning av djurvälstånd och djurhälsan är att:

- ✓ teknologin innebär i de flesta fall att djuren övervakas kontinuerligt och att avvikelser i deras hälsotillstånd i princip kan upptäckas i realtid
- ✓ tekniken kan leda till lägre antibiotikaanvändning, och
- ✓ sensorer för aktivitet kan indirekt ge mängder av information om idissling, liggtid, stegantal och ättid och utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hälta eller kalvning.

Nackdelar är att:

- ✓ teknologin fortfarande är relativt dyr, och
- ✓ det finns djurvälståndsrisiker om tekniken inte fungerar tillfredsställande, beroende på t.ex. bristfälliga prestanda, svåra omgivningsförhållanden, avbrott i strömförsörjning eller internetkontakt.

8.5 Stängsling av djur

Virtuella stängsel som styr djur med hjälp av elstötar är idag inte tillåtna i Sverige eftersom det i regelverket finns ett förbud mot att styra djurs beteenden med el. Om virtuella stängsel ska kunna användas i framtiden krävs antingen en teknikutveckling så att systemen inte använder el, eller att nya vetenskapliga studier visar på att djur kan lära sig dessa system utan att de utsätts för stress eller lidande.

Om virtuella stängsel kunde användas så kan djurhållaren spara tid, exempelvis genom att kunna sitta kvar på kontoret och sätta upp, kontrollera och underhålla stängslet.

Några fördelar med digital stängsling är att:

- ✔ djurhållaren kan med lätthet utöka arealen hävdade naturbetesmarker
- ✔ inga djur kan fastna i några stängsel
- ✔ djurägaren har ständig kontroll på om djuren är innanför stängslen
- ✔ även områden som tidigare i praktiken varit omöjliga att stängsla in kan betas
- ✔ det går enkelt att flytta stängselgränser, och det underlättar rotationsbete med bättre avbetning och utnyttjande av fodertillväxten
- ✔ även tillfälliga betesmarker med hävdberoende flora och fauna kan användas
- ✔ landskapselement och fornminnen kan vid behov lätt hägnas för att motverka negativ påverkan genom överbetning och markerosion
- ✔ djur kan till lägre kostnader hållas borta från farliga ställen som sump-hål, stup, trafikerade vägar och dylikt
- ✔ djur som blivit bortskrämda eller av annan anledning lämnat betesmarken kan lättare bli återfunna
- ✔ rovdjursangrepp kan upptäckas tidigt och betesdjuren har större möjlighet att fly
- ✔ det kan minska arbetskostnaderna för uppsättning och underhåll av stängsel
- ✔ det kan klara att övervaka djur på distans, och
- ✔ det kan medföra minskat parasittryck.

Det finns ett antal djurvälfrågor kvar att besvara om virtuella stängsel. Enligt det vetenskapliga rådet för djurskydd vid SLU så saknas vetenskapliga studier av inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos de individer som utsätts för många elchocker. Några av nackdelarna med digital stängsling är att:

- ✔ de studier som hittills är gjorda visar på att systemen kan innebära dålig djurvälfråda för vissa djur, då dessa individer inte lär sig systemet snabbt och får många elstötar
- ✔ förmågan att lära sig systemet skiljer mellan olika djurslag liksom mellan olika individer, det behövs mer studier för att undersöka hur inlärningen kan förbättras
- ✔ det saknas studier på vilka långsiktiga effekter virtuella stängsel kan ha på djurens välfärd i jämförelse med vanliga elstängsel
- ✔ det kan bli dyrt för mindre besättningar och företag med sammantaget små arealer betesmark, och
- ✔ virtuella stängsel ger ingen indikation till omgivningen att det finns betande djur.

8.6 Produktionsplanering

Utvecklingen ger ökade möjligheter till bättre produktionsstyrning när fler billiga sensorer kommer fram, bättre planeringsprogram utvecklas och utbyggnaden av mobilnätverket fortsätter. Redan med passiva sensorer går det lätt att styra produktionen genom att tillåta eller hindra enskilda djur att få tillträde till vatten, foder eller exempelvis en vågstation. Några av fördelarna med digital produktionsplanering är att:

- ✔ det kan ge bättre lönsamhet, foderoptimering, djurskydd samt ökad flexibilitet, och
- ✔ genom att planera betesdriften kommer djuren att vara på rätt ställe vid rätt tillfälle vilket ger ökad djurtillväxt.

Några av nackdelarna med digital produktionsplanering är att:

- ✔ det kan bli problem med funktionen när djuren är för nyfikna på utrustningen och orsakar skador på denna
- ✔ det krävs god datakvalité, och
- ✔ det kan bli stora problem i produktionen vid avbrott i ström- eller datatillförseln.

8.7 Sammanfattande om lantbrukarnas nyttor och kostnader

8.7.1 Inte bara bättre lönsamhet

Genom standardiseringar kan jordbruket få lägre kostnader och dessutom fler möjligheter till nya och mer avancerade tjänster. Genom att dela och kombinera data från olika system skapas en enorm innovationskraft. Exempelvis genom att stödja den universella plattformen, DKE agrirouter, för datautbyte ska det gå att ansluta maskiner och jordbruksprogramvara oavsett leverantör eller tillverkare.

Hittills är det främst mjölkproduktionen och de större besättningarna som har haft nytta av den digitala utvecklingen inom jordbruket. Genom att exempelvis analysera mjölken från varje mjölkko kan utfodringen optimeras, juverhälsan förbättras och dräktigheten kontrolleras. Alla aktiviteter vid mjölkning kan synkroniseras och kontrolleras av kraftfulla driftsledningssystem som idag följer med alla nya mjölkningsrobotar.

Olika övervakningssystem med digital tillsyn av djur på bete ger stora tidsvinster och ökar lönsamheten även för betesbaserad köttproduktion. Digital märkning gör det också lättare att införa kvalitets- eller miljömärkningar av olika slag. Sannolikt kan också användningen av antibiotika minska.

De större besparingarna med digital märkning kommer först när registrerings-systemet för hela köttkedjan är digitaliserad. Sannolikt får slakterierna också stora tidsbesparingar och personalen upplever mindre risker vid hanteringen av djuren. Det krävs dock i så fall att alla aktörer är anslutna till registrerings-systemet.

8.7.2 Tekniken påverkar den företagsekonomiska lönsamheten

Hälften av lantbrukarna som idag inte använder digital teknik anser att kostnaderna i förhållande till nyttan ännu är för höga. Kostnaderna är därmed den främsta orsaken för lantbrukarna att inte välja den nya tekniken. Därefter kommer problem med att få tekniken att fungera i praktiken.

Viss digital teknik kan bli för dyr för den betesbaserade köttproduktionen, särskilt för de mindre besättningarna. Detta beror främst på att djurantalet eller totala tidsvinsten är för liten i förhållande till kostnaden.

Digitala öronbrickor för djurregistrering beräknas dock vara lönsamma både för små och stora besättningar, detta utifrån de antagna tidsbesparingarna. Djurägare kan exempelvis med digitala öronbrickor få en bättre överblick på verksamheten och därför ta rätt beslut utifrån tillgängliga data.

- ✓ Varje djurhållare beräknas att med digitala öronbrickor kunna minska sina administrativa kostnader med mellan 30 och 40 kronor per djur och år beroende på besättningsstorlek (jämfört med plastbrickor).

För att klara delar av den dagliga tillsynen digitalt räcker det med att använda passiva sensorer. Det blir dock mer kontrollbart och säkrare att utnyttja aktiva sensorer. Eventuellt går det att komplettera en passiv sensor med en drönare som har kamera eller mottagare och avläsare.

- ✓ För 100 kors-besättningen beräknar vi att kostnaderna för digital djurtillsyn med passiva sensorer minskar med cirka 50 kronor per djur och år, utifrån de antagna tidsbesparingarna. För 25 kors-besättningen beräknar vi att kostnaden för digital djurtillsyn istället ökar med cirka 50 kronor per djur och år (jämfört med plastbrickor).

En investering i drönare är mest lämpad för större besättningar med stora betesmarksfält. Vid större sammanhängande arealer med betesmarker kan en drönare underlätta tillsynen och kontrollen av betesdjuren och minska söktiden.

- ✓ Med en drönare skulle kostnaden för djurtillsyn öka i 25 kors-besättningen till cirka 110 kronor per djur och år (jämför med passiva sensorer). Det beror på att djurantalet är för litet i förhållande till kostnaden för drönaren. För 100 kors-besättningen skulle däremot kostnaden för djurtillsyn minska till cirka 80 kronor per djur och år (jämför med passiva sensorer).

Betesdjur kan förses med smarta sensorhalsband som dock kostar en del, men som ger djurhållaren värdefulla djurdata via internet eller via en applikation i mobilen. Halsbanden har GPS-sändare som kan utökas med extra sensorer. Dessa kan ge information om ett stort antal fysiologiska tillstånd och beteenden. En av de vanligaste teknikerna är sensorer för aktivitet. Indirekt kan de ge information om idissling, liggtid, stegantal och ättid och utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hälta och kalvning.

- ✓ För att kunna övervaka djursvälfärden digitalt i en 25 kors-besättning är den beräknade ökade kostnaden cirka 500 kronor per djur och år. För 100 kors-besättningen är den ökade kostnaden för att övervaka djurskyddet digitalt cirka 400 kronor per djur och år.

En ökad kostnad på ungefär 400–500 kronor per djur och år för digital kontroll av djurvälfärd och djurhälsa kan anses dyrt. Men vad en förbättrad djurvälfärd, ökad tillsyn och även möjligheten till en styrd produktion får kosta eller kan ge tillbaka i ökade intäkter blir upp till varje djurägare att avgöra.

Virtuella stängsel är avgränsningar som kan bestämmas utifrån GPS kartkoordinater eller elektroniska sändare på marken. De virtuella stängslen skulle om de var tillåtna i Sverige i viss utsträckning kunna förbättra lönsamheten för betesbaserad köttproduktion på naturbetesmarker eller andra permanenta gräsmarker. Potential finns för högre företagsekonomisk lönsamhet, inte minst på marker med höga stängslingskostnader.

- ✓ Om virtuella stängsel i framtiden skulle kunna användas så skulle detta medföra en ökad beräknad kostnad per djur och år med drygt 120 kronor i 25 kors-besättningen. I 100 kors-besättningen skulle den beräknade kostnaden istället minskas med cirka 30 kronor per djur och år i jämförelse med nya elstängsel.

8.8 Utökad betesdrift genom digital teknik ger ökade miljönyttor

Flera tillämpningar av digital teknik kan förbättra lönsamheten i betesdrift på naturbetesmark eller andra permanenta gräsmarker och på så sätt gynna biologisk mångfald, rekreation, kulturmiljöer och andra miljönyttor. Det gäller både för möjligheterna att öka arealen och att bevara befintliga arealer eller att förbättra deras miljö kvalitet.

Den företagsekonomiska lönsamheten för betesdrift på naturbetesmarker är ofta låg eller negativ, särskilt på små eller avlägsna beten. Det gäller även med de miljöersättningar som finns idag. Med hänsyn till Sveriges miljömål är det därför angeläget att staten genomför åtgärder som ökar intäkterna eller sänker kostnaderna för betesdriften så att dessa marker kan bevaras och utvecklas. Digitaliserad teknik för tillsyn, djurskydd, djurvälfärd eller stängsling kan vara medel för att nå dit.

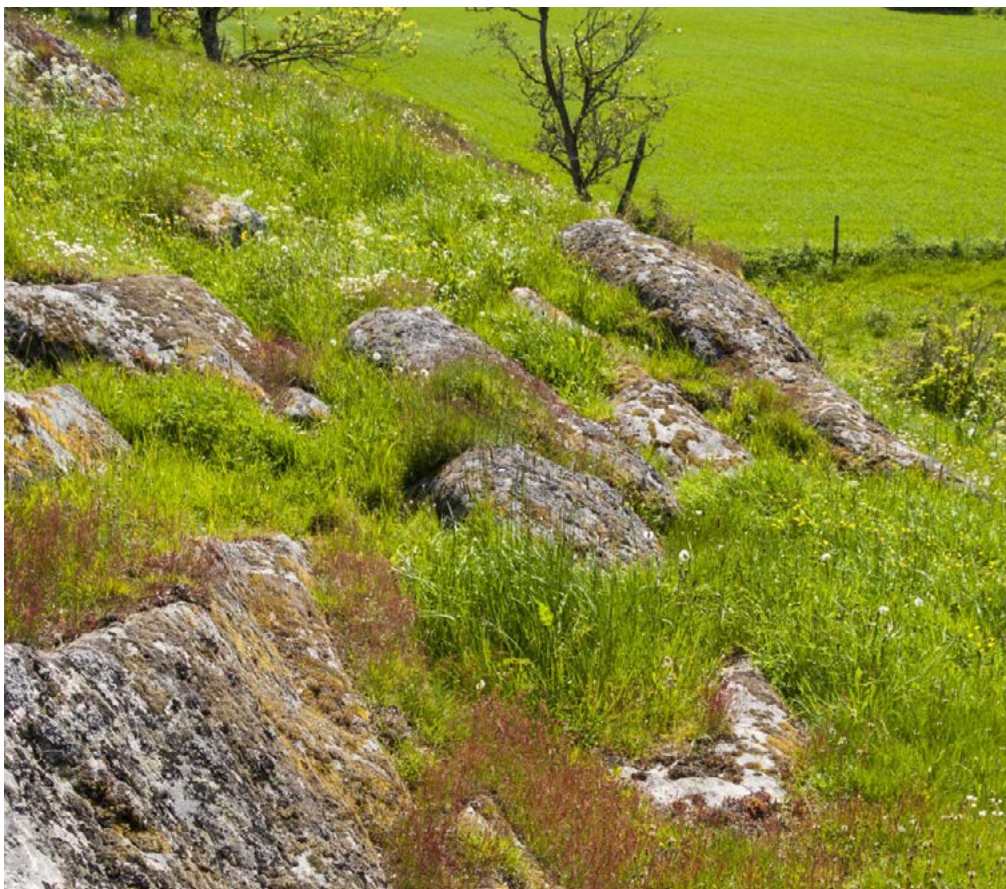


Bild 3. Naturbetesmarker som denna är mycket artrika och har avgörande betydelse för om Sveriges miljömål om biologisk mångfald ska kunna nås. Deras natur- och kulturvärden hotas dock av att både areal och skötsel minskar. Foto: Knut Per Hasund

Genom att främja digital teknik får staten möjligheter att styra jordbrukarnas markanvändning vid betesdrift så att marker med hävdberoende flora och fauna gynnas. Tekniken kan skapa förutsättningar för att otillgängliga platser eller landskapsfragment fortsatt kan hävdas och skyddas (Naturvårdsverket, 2018). En sådan åtgärd skulle också kunna gynna utvecklingen av HNV-jordbruk (High Nature Value farming) i Sverige (Ljung & Johanson, 2017).

En möjlighet med virtuella stängsel är att kunna ”stängsla bort” känslig fauna eller flora på mark som inte bör betas i början på säsongen för att senare kunna ”släppa på djuren” på dessa marker. Virtuella stängsel ökar dessutom möjligheten att beta även svårstängslade, värdefulla marker.

Tillämpas rotationsbete eller styrd betning, exempelvis med virtuella stängsel, skulle det gå lättare att utnyttja markens potential i kombination med god tillväxt på djuren. Detta gynnar både biologisk mångfald och hållbar produktion, eftersom betesmarken varken blir överbetad eller för lite avbetad.

Om virtuella stängsel i framtiden ska kunna tillåtas krävs vetenskapliga studier av inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos de djur som de ska användas på ([bilaga 5](#)). Ett förslag skulle kunna vara att staten initierar fler svenska studier

om betesdjurens inläring och beteenden vid användning av virtuella stängsel på svårstängslade betesmarker.

Ett av kraven för att få använda marknadsnamnet ”Naturbeteskött” är att kravet om betesperiod med naturbete är uppfyllt¹⁰. Digitala öronbrickor skulle kunna användas för att bekräfta att kravet om betesperiod är uppfyllt.

8.9 Vad den privata sektorn kan göra

Följande text redovisar några förslag på vad den privata sektorn kan göra för att främja en positiv utveckling för betesbaserad produktion med ny digital teknik.

Det är viktigt att marknadens alla berörda aktörer inom livsmedelskedjan kan samverka för att användningen av digital teknik ska kunna utvecklas framgångsrikt. Utvecklingen av digital teknik kan dock begränsas av att lantbrukarna och näringen hittills inte förmått utvärdera eller använda alla de insamlade data de samlar in. Lantbrukarna behöver öka sina kunskaper om digitaliseringen och hjälpsystemen. Här borde deras respektive branschorganisationer kunna bidra. Rådgivare får sannolikt en allt viktigare roll i att vägleda företagare i valet av relevant teknik som är anpassad till de behov och förutsättningar som finns på gårdsnivå.

För livsmedelsföretagen gäller exempelvis att arbeta för att få digital märkning godkänd som officiell märkning i Sverige. Sedan länge är den digitala märkningen godkänd för produktionsändamål i Sverige (Djurägarna kan använda digitala öronbrickor eller transpondrar på djuren för igenkänning vid sin egen produktionsenhet, men ska djuren flyttas, säljas eller slaktas krävs idag att de har officiella plastbrickor).

För teknikföretagen gäller att de behöver skaffa mer kunskap om driftsäkerheten hos olika kommersiella digitala system. Förekomsten av fel i funktionen vid larm eller vid avbrott eller störningar i systemen är ännu inte fullt klarlagda eller åtgärdade.

I Norden har ledande lantbruksaktörer redan samlats kring gemensamma digitala plattformar. Ett svenskt exempel på en digital plattform under utvecklande är Lantmännens portal, benämnd LM², där alla företagets tjänster kommer att samlas under ett och samma paraply. Ett annat exempel är företagsorganisationen VÅXA Sverige som tagit fram driftledningsverktyget MinGård för mjölk- och köttproducenter. Verktyget är öppet för integration till andra system, såsom Jordbruksverkets dataregister CDB. Detta gör att exempelvis djurförflyttningar kan rapporteras smidigt. Verktyget klarar av att rapportera, hämta och sammanställa data kring enskilda besättningar.

Övriga svenska aktörer behöver agera snabbt innan det är för sent så att de inte blir utkonkurrerade från marknaden. Fler gemensamma databaser och plattformar

¹⁰ Regeln och ett giltigt certifieringsprogram för Naturbeteskött kom i april 2019.

mar behövs som möjliggör flytt mellan olika Agtech-system. Detta gör det lättare att bygga lösningar som ökar den enskilda lantbrukarens kontroll över vem som får ta del av dennes data.

8.10 Vad staten kan göra

Följande text redovisar några förslag på vad staten och dess myndigheter kan göra för att främja en positiv utveckling för betesbaserad produktion med ny digital teknik.

Inom den betesbaserade animalieproduktionen finns brist på såväl kunskap om digital teknik som brist på infrastruktur och tillräcklig finansiering för att kunna dra nytta av tekniken.

Vissa av dessa behov bör kunna avhjälpas genom policyåtgärder, till exempel myndighetsplaner och -strategier, vilket dessutom kan ske i samverkan med näringen. Behoven bör också kunna knytas till kompetent rådgivning.

På vissa områden finns det även behov av mer forskning för att få fram mer kunskap om vilka möjligheter, begränsningar och konsekvenser den digitala tekniken kan ha.

Det kan också finnas behov av att se över regelverk utifrån ny kunskap så att dessa inte hindrar utvecklingen av digital teknik på ett obefogat sätt.

Myndigheter kan använda digital teknik för övervakning och uppföljning, vilket minskar den administrativa bördan både för företag och myndigheter. Den ökade risken för inskränkningar i den personliga integriteten måste dock alltid beaktas.

Myndigheter kan också använda sig av digital teknik för att införa nya stödformer, exempelvis jordbrukarstöd eller ersättningar som är mer resultatbaserade och mindre villkorsdrivna. Med den digitala tekniken kan jordbruket få effektivare stödadministration och kontroller, både för lantbrukare och myndigheter. Även nya resultatmål skulle kunna kontrolleras och följas upp lättare med ny digital teknik.

8.10.1 Infrastruktur

För att påskynda utvecklingen bör staten säkerställa en effektiv och säker infrastruktur, särskilt inom eldistribution och telekommunikation. Även fortsatt utbyggnad av satellitsystemen och tillgång till relevanta satellitdata av hög kvalitet bör vara viktigt för staten att säkerställa.

När det gäller den grundläggande infrastrukturen (telekommunikationstjänster, bredband, mobilnätverk, satellitsystem etcetera) har utvecklingen i Sverige kommit ganska långt. Men det krävs en fortsatt utbyggnad och utveckling av

infrastrukturen med bistånd av myndigheter för att hela den svenska jordbruksnäringen ska få tillgång till den digitala tekniken. I delar av Sveriges lands- och glesbygder finns det fortfarande stora utmaningar när det gäller att få lönsamhet för bredbandsinvesteringar vilket kräver administrativa insatser såväl som offentliga investeringar.

För att garantera ytterligare bredbands- eller radiolänkutbyggnader även i glesbygder med jordbruk behöver myndigheterna fortsätta att finansiera utbyggnaden av bredband. I detta ligger också att upprätthålla hög datasäkerhet och datatillgänglighet.

- En fördel för jordbruket vore om staten kan prioritera stöd till radiolänk- eller bredbandsutbyggnad i jordbruksområden där förutsättningar för kommersiell utbyggnad saknas och kommunikationerna, mobilt, är dåliga idag. Staten bör därför planera för och utveckla en infrastruktur som klarar av att överföra den mängd data som efterfrågas från olika digitala system varhelst i landet jordbruksföretagen är belägna.

8.10.2 Standardiseringar och regler

Utvecklingen av en rad datainsamlings- och analystjänster behöver fortsätta, vilket omfattar interna dataoperativa regler, datakvalitetsnormer, normer eller regler för datainnehåll och datasekretess, digitala plattformar, molnbaserad lagring och bearbetning med mera.

Staten bör fortsatt arbeta för öppna digitala standarder för hela jordbrukssektorn inklusive djurhållning med betesdrift. I det sammanhanget bör Sverige verka för att utveckla internationella standarder som underlättar utbyte av data mellan olika system och som gör att olika tekniker kan samverka.

- En fördel för jordbruket vore om myndigheterna kan arbeta för, eller lagstifta om, att relevanta insamlade data från företag ska vara öppna. Detta är angeläget för att få tillräckligt med underlag till rådgivning, forskning och ökad livsmedelsäkerhet.
- En fördel för jordbruket vore om staten kan arbeta för eller kräva att vissa standardiseringar följs av tillverkare för att de ska få tillträde till vissa marknader. Annars kan företagsägda system skapa globala maktstrukturer vilket på sikt vore ogynnsamt för jordbruksföretagen och viktiga samhällsintressen.
- En fördel för jordbruket vore om staten kan införa officiell digital djurmärkning. Djurregistret kan då utvecklas till att stödja andra register och omfatta hela livsmedelskedjan. Detta skulle sannolikt också underlätta för jordbrukarna, minska deras administrativa börda och även öka säkerheten.

8.10.3 Rådgivning och kompetensutveckling

Det pågår redan ett flertal EIP Agriprojekt inom ramen för innovationsstödsprojektet Smart Agri. Det handlar bland annat om att skapa levande innova-

tionsplattformar och mötesplatser som för samman kompetens- och kunskapsområden inom IT, automation och lantbruk/biologi.

Linköpings universitet har gjort Agtech 2030 till en av de ledande innovationsmiljöerna inom lantbruksteknik. Inom Agtech kan olika grupper mötas; lantbrukare, forskare och teknikutvecklare kan träffas för att tillsammans utveckla idéer. I nästa steg kan Agtech ge stöd till att förädla idéer, så att idéerna kan bli till utvecklingsprojekt baserade på branschens behov. Service på distans är ett av de tre områden som Agtech 2030 prioriterar. De andra områdena är sensorer och beslutsstödsystem för jordbruket. Agtech satsar även på affärsutveckling. Om Sverige redan ligger bra till när det gäller teknikutveckling har vi desto mer att göra när det gäller utvecklingen av nya affärsmodeller.

- En fördel för jordbruket vore om fler referensgårdar, digitala gårdar eller liknande kan byggas upp i hela Sverige. Dessa, kan gärna vara paketerade som en samverkan mellan näringsliv och forskning och/eller genom att skapa olika centrumbildningar. Syftet är att uppnå samverkan mellan utbildning, rådgivning, lantbrukare och tekniker.

8.10.4 Stöd till teknikutveckling och forskning

För att till fullo kunna bedöma hur användbar den digitala tekniken är för jordbrukets växtodling eller djurhållning bör utvecklingen ske i samverkan mellan forskning, myndigheter och näringsliv. Myndigheterna bör inrätta något stödjande arbete för mindre företags utnyttjande av digital teknik. Annars riskerar dessa att slås ut. Myndigheter kan också erbjuda hjälp till mindre företag för att de ska kunna ”komma över tekniktröskeln”. Staten bör även fortsätta att finansiera utbyggnaden av EU:s satellitsystem.

Vissa forskare föreslår att staten ska prioritera forskning kring organisatoriska frågor om styrning och affärsmodeller för att hantera datadelning inom exempelvis livsmedelskedjan.

- En fördel för jordbruket vore om staten kan stödja behovsmotiverad forskning för att öka produktivitet och förbättra djurvälståndet inom den betesbaserade djurhållningen.
- En fördel för jordbruket vore om staten kan initiera svenska studier om betesdjurens inlärning och djurvälstånd vid användning av virtuella stängsel. Staten bör satsa mer på forskning för att få fram kunskap om vilka möjligheter, begränsningar och konsekvenser den digitala tekniken har.
- En fördel för jordbruket vore om staten kan tillhandahålla investeringsstöd för digital teknik och även överväga ett driftsstöd för digitalisering av mindre jordbruk. För de mindre besättningarna kan ett förslag vara att djurägaren för varje vuxet djur, upp till exempelvis 50 djur, kan få en ersättning på 30 kronor som motsvarar kostnaden för elektroniska öronbrickor. Den nya ersättningen kan ingå i det nuvarande stödet för djuromsorg.

- En fördel för jordbruket vore om staten kan arbeta för att en större andel av EU:s budget till strukturfonderna används för att stödja investeringar i teknikområdet inom livsmedels- och jordbrukssektorn.

8.10.5 Utveckling av nya tjänster

Inom den svenska jordbrukspolitiken kommer betesdrift och bevarande av naturbetesmarker även fortsättningsvis att vara högt prioriterat. Detta gäller även de betesmarker som ligger avsides.

Det finns idéer om en applikation till mobilen där en lantbrukare direkt skulle kunna rapportera in förflyttning av djur mellan anläggningar till Jordbruksverkets register. Idén om digital djurmärkning i djurens öron eller liknande kopplad till GPS och anläggningsnummer som automatiskt rapporterar till registren kan vara en smidigare och säkrare lösning om det går att genomföra. Vidare finns önskemål om att de olika djurregistren borde länkas till varandra, så att lantbrukare slipper registrera samma sak flera gånger.

9 Referenser

- Agersens, (2018). The History of Virtual Fencing.
- AgriFood, (2019). Snabbare bredband – alltid bra eller finns det även negativa effekter? Policy Brief Nummer 2019:6.
- Agriwise, (2018). Jordbruksverkets bidragskalkyler och driftplaneringsprogram [Agriwise](#) /besökt 2019-09.
- Anderson D.M., (2007). Virtual fencing – past, present and future. *The Rangeland Journal*, 2007, 29, 65–78.
- Anderson D.M., Remenyi N., Murray L.W., (2010). Using time-series intervention analysis to model cow heart rate affected by programmed audio and environmental/physiological cues. In *Agriculture Conference Proceedings. Applied Statistics*, page 107–136.
- Andersson, E. & Keskitalo, E.C.H. (2017). Technology use in Swedish reindeer husbandry through a social lens. *Polar Geography*, 40(1), 19–34.
- Bredbandskartan, (2018). <http://www.bredbandskartan.se/>besökt 2019-08
- Brunberg, E.I., Bergslid, I.K., Bøe, K.E. & Sørheim, K.M. (2017). The ability of ewes with lambs to learn a virtual fencing system. *Animal* 11, 2045–2050.
- Campbell, D.L.M., Lea, J.M., Haynes, S.J., Lea, J.M., Farrer, W.J., Leigh-Lancaster, C.J. & Lee, C. (2018). Virtual fencing of cattle using an automated collar in a feed attractant trial. *Applied Animal Behaviour Science* 200, 71–77.
- Campbell, D.L.M., Haynes, S.J., Lea, J.M., Farrer, W.J. & Lee, C. (2019). Temporary exclusion of cattle from a riparian zone using virtual fencing technology. *Animals* 9, 5.
- Comis D., (2000). The Cyber Cow Whisperer and His Virtual Fence. United States Department of Agriculture. *AgResearch Magazine*, now 2000.
- Copa Cogeca, (2016). CONGRESS OF EUROPEAN FARMERS 2016. "Opportunities for European Agriculture: Green Growth and Dynamic Markets" Athen, Greece.
- Danmarks statistik, (2018). Præcisionslandbrug 2018. NYT fra Danmarks statistik, Nr 380, 2018.
- EDPR, (2017). Rapport om Europas digitala utveckling, landsprofil för Sverige.
- Eftang, S. & Bøe, K.E. (2017). Bruk av Nofence virtuelt gjerde til geit i et dyrevelferdsperspektiv. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.
- Eftang, S. & Bøe, K. E. (2019a). Virtual fences for sheep Studies on ewes 2018. Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquacultural Science.

- Eftang, S. & Bøe K. E. (2019b). Virtual fences for cattle. Norwegian University of Life Sciences, Department of Animal and Aquacultural Science. Internal report. Unpublished.
- Handcock, R.N., Swain, D.L., Bishop-Hurley, G.J., Patison, K.P., Wark, T., Valencia, P., Corke, P. & O'Neill, C.J. (2009). Monitoring Animal Behaviour and Environmental Interactions Using Wireless Sensor Networks, GPS Collars and Satellite Remote Sensing. *Sensors*, 9(5), 3586–3603.
- Helwatkar, A. Riodran, M. & Walsh, J. (2014). Sensor Technology for Animal Health Monitoring. Proceedings of the eighth International Conference on Sensing Technology, Liverpool.
- Herlin, A. (2014) Håll reda på betesdjuren i naturbetesmarker med hjälp av GPS. LTV-fakultetens faktablad. Nr 2014:7.
- Hushållningssällskapet, (2019). Januari månads fältrapport från Hushållningssällskapet: Hur långt har digitaliseringen nått ut i verkligheten? HS Förbund, 21 januari, 2019.
- IoT Sverige. (2017). Internet of things för smarta samhällen. [IoT Sverige](#) / besökt 2019-03
- Jouven et al. (2012). Can virtual fences been use to control grazing sheep? *The Rangeland Journal*, 34, 111–123.
- Jordbruksverket, (2017). Den digitaliserade gården. Rapport 2017:17.
- Jordbruksverket, (2018a). Ett rikt odlingslandskap Fördjupad utvärdering 2019. Rapport 2018:31.
- Jordbruksverket, (2018b). Det digitaliserade jordbruket. Rapport 2018:33.
- Jordbruksverket, (2019). Nationell kunskapsförsörjning för en hållbar och konkurrenskraftig animaliesektor. Rapport 2019:4.
- JTI, (2010). Spåra och övervaka med RTLS – användningsområden inom jordbruket. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik forskar för bättre mat och miljö. JTI informerar nr 122, (RISE)
- Kearton, T, Marini, D, Cowley F, Belson, S and Lee, C (2019). The effect of virtual fencing stimuli on stress responses and behaviour in sheep. *Animals*, 9(1), 30.
- Landja, (2018). Sveriges lantbruk hösten 2018. En undersökning bland lantbrukare. PM från Landja Marknadsanalys/NUI AB, (opubl).
- Lee, C., Colditz, I.G. & Campbell, D.L.M. (2018). A framework to assess the impact of new animal management technologies on welfare: A case study of virtual fencing. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 187.

- Ljung, M. & Johansson, L., (2017). Innovationer och entreprenörer behövs för att utveckla Dalslands höga naturvärden. Sammanfattning av innovationsseminarier i Dalsland våren 2017.
- Macklean, (2017). Insikter nr 9, Internet of Things.
- Mejdell, C.M., Basic, D. & Bøe, K.E. (2017). A review on the use of electric devices to modify animal behaviour and the impact on animal welfare. Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2017:31. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway, 2017.
- Naturvårdsverket, (2018). Jordbrukarstöd och värdefulla gräsmarker. Rapport 6822.
- Nofence, (2019). Verdens første virtuelle gjerdelsning. [Nofence AS](#). /besökt 2019-04
- OECD, (2019). Digital opportunities in agriculture: some policy implications. Joint Working Party on Agriculture and the Environment.
- Priha, M., (2003). Skötselkort för vårdbiotoper 3 – Restaurering. SYKE, Jord- och skogsbruksministerier och Skärgården, Erweko Painotuoe Oy.
- Regeringskansliet, (2016). Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi. Näringsdepartementet, N2016/08008/D.
- RISE, (2016). Effektivisering av jordbruket med IKT, (JTI)
- RISE, (2020). Möjligheter och utmaningar med en digitalisering av köttkedjan. RISE Rapport 2020:14.
- SKEF NEWS, (2017). Trådlöst på landsbygden. Sveriges Kommunikations-Elektronik Företagsförening, sep/okt 2017.
- SLU, (2019). Yttrande från SLUs vetenskapliga råd för djurskydd om digital tillsynsteknik i djurhållning utomhus. Promemoria, Sveriges Lantbruksuniversitet, 04-2019.
- Umstätter et al. (2015). Cattle responses to a type of virtual fence. *Rangeland Ecology & Management* 68, 100–107.
- Wolfert, S.; Ge, L.; Verdouwa, C. & Bogaardt, M-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. Wageningen University, Elsevier et al., 2016.
- Voth, K., (2014). On Pasture. *Fenceless Grazing*, August 2014.
- 4D4F Consortium, (2019). Data Driven Dairy Decisions for Farmers. Third Annual Report for Researchers on Research Priorities on the Use of Sensor Technologies to Improve Productivity and Sustainability on Dairy Farms.

Muntliga kommentarer

Henrik Österlund, Hencol AB

Anders Hedberg Sensefarm AB

Silje Eftang, Nofence AS

Oleksiy Guzhva, SLU Alnarp

Digitala källor

[Agroväst](#)

[Biodiversitetsdata](#)

[Bredbandskartan](#)

[CROPSAT](#)

[Datalogisk](#)

[Dataväxt](#)

[Geodataportalen](#)

[Grovfoderverktyget](#)

[IoT Sverige](#)

[LM2](#)

[Markdata](#)

[Miljödataportal](#)

[MinGård](#)

[Mobilabonnemang](#)

[Nofence](#)

[POS](#)

[Precisionsskolan](#)

[Skifteplan](#)

[Vinnväxt](#)

[Öppna data och PSI](#)

Bilaga 1. Smart Farming

Smart Farming är tillämpningen av informations- och datateknik för att optimera komplexa jordbrukssystem. Fokus ligger på tillgång till data och tillämpningen av dessa data – hur all den insamlade informationen kan användas på ett smart sätt.

En översyn (Wolfert et al. 2017) av jordbruksforskare visar att omfattningen av Big Data-applikationer i Smart Farming ofta går längre än till primärproduktionen. Det påverkar hela livsmedelskedjan. Data används för att ge insikter i jordbruks-verksamheten, driva operativa beslut i realtid och omforma processer till nya affärsmodeller. Flera forskare anser därför att Big Data kommer att leda till förändrade roller och maktförhållanden mellan olika aktörer i dagens nätverk inom livsmedelskedjan.

Det digitala området Smart Farming kommer sannolikt att uppvisa en intressant konkurrens mellan kraftfulla teknikföretag, riskkapitalister och nya små entreprenörer och andra aktörer. Samtidigt kommer det att finnas flera offentliga institutioner som publicerar öppna data, under förutsättning att personers integritet kan garanteras.

Utveckling enligt RISE (2016)

För att hålla nödvändig takt i utvecklingsarbetet har RISE (2016) identifierat ett antal områden inom livsmedelssektorn där det finns hinder och föreslagit åtgärder för att lösa dessa hinder:

Innovationer och teknikutveckling

- Det saknas relevanta sensorer för mätning och detektering av flera egenskaper som därför behöver utvecklas.
- Det saknas program för datahantering och förädling av data som leder till rekommendationer av åtgärder.

Affärsmodeller

- Nya affärsmodeller behöver utvecklas för att effektiva samarbeten ska komma till stånd.

Utbildning

- Lantbrukarna behöver öka sin kunskap om digitaliseringen för att kunna ta till sig den nya tekniken.

Lönsamhet

- Det saknas oberoende data över kostnad/nytta för tekniken.
- Viktigt att utvärdera tillämpningar i både stora och små lantbruksföretag och för olika produktionsinriktningar.

Utveckling enligt Macklean (2017)

Den svenska livsmedelsproduktionen kan stärkas med stöd av digitaliseringen (Macklean, 2017). IoT kan förväntas ha en revolutionerande påverkan såväl på jordbruket som på hela livsmedelskedjan. För jordbruket ger det möjlighet att öka produktiviteten genom högre avkastning och minskad insats av produktionsmedel.

IoT bidrar till att integrera de olika leden i produktionsprocessen där data från producentledet kan delas till de efterföljande leden. Det kommer sannolikt att ske en positionering i livsmedelskedjan för att försäkra sig om tillgång till data.

Utveckling enligt OECD (2019)

För att förbättra jordbrukets konkurrenskraft och hållbarhet bör digitala tekniker användas av myndigheter inom den gemensamma jordbrukspolitiken (CAP) enligt OECD (2019). De beskriver på vilket sätt myndigheterna kan använda sig av digital teknik för att förbättra jordbrukspolitiken och ett miljövänligt jordbruk, samt hur myndigheterna kan stödja utvecklingen av digital teknik inom jordbruket.

I OECD-enkäten anser myndigheter och organisationer också att den digitala tekniken ger fördelar när det gäller att förbättra kommunikationen med andra statliga organisationer och med lantbrukare. Tekniken underlättar även spridning av nya program och tjänster samt minskar de organisatoriska kostnaderna.

Utveckling enligt Jordbruksverket (2019)

Jordbruksverket föreslår i en utredning (2019) att en nationell oberoende aktör inrättas som ska stödja animaliesektorn inklusive hästföretagen. Uppdraget ska vara att uppnå nationell kunskapsförsörjning, digitalisering av sektorn och ett effektivt nyttjande av medel. Staten ska vara huvudman och det regionala perspektivet ska beaktas.

Förslag finns att det skapas en eller flera demonstrationsgårdar för att få ut komplexa IKT-lösningar i praktisk användning. Macklean (2017) har kommit fram till samma slutsats som RISE vad det gäller åtgärder för att IoT ska få genomslag, nämligen att det krävs referensgårdar eller liknande. Myndigheternas roll i detta arbete är att utveckla och själva tillämpa digitaliserad administration. Flera sådana s.k. testbäddar har redan startats upp (se nedan).

Utveckling inom jordbrukssektorn

Myndigheter, organisationer och företag inom jordbruksnäringen har börjat bygga upp digitala plattformar samt molnbaserad lagring och bearbetning av data, men mer kommer att krävas för att få dessa portaler riktigt användarvänliga. Exempel på några sådana intressanta portaler är, den nationella dataportalen för [öppna data och PSI](#), SLU:s portal [Precisionsskolan](#), eller

för miljösidan, analysportalen för [biodiversitetsdata](#) eller Naturvårdsverkets [Miljödataportal](#).

Andra exempel på digitala plattformar är Lantmännens portal [LM²](#) där alla företagets tjänster kommer att samlas under ett och samma paraply. Detta görs för att öka användarvänligheten och sätta lantbrukarens behov i centrum. Tjänsterna i LM² kommer att vara anpassade både för mobiltelefon, surfplatta och dator. Utvecklingen av LM² pågår intensivt.

Bilaga 2. Digital utveckling och infrastruktur

Sveriges digitala utveckling kontra Europas

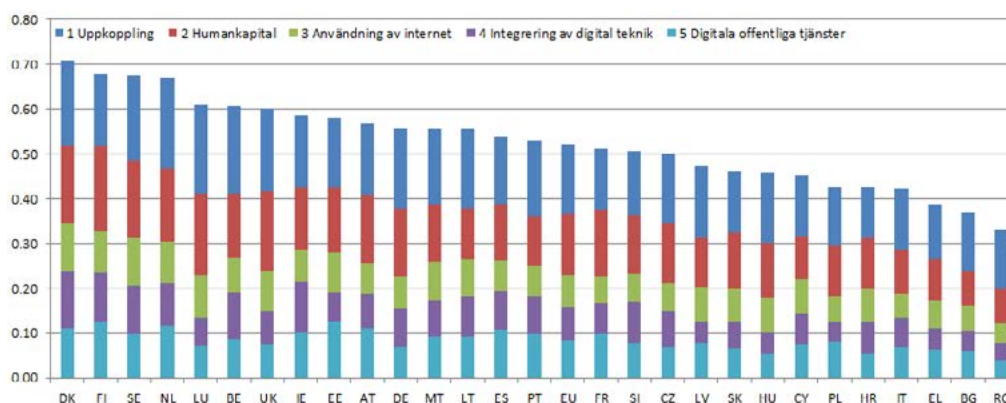
Möjligheter och styrkor för Sveriges digitala utveckling och infrastruktur är att:

- när det gäller digital utveckling kommer Sverige på tredje plats bland EU:s 28 medlemsstater,
- det används alltmer digitala tekniker av myndigheter inom jordbrukspolitiken (CAP) för att förbättra jordbrukets konkurrenskraft och hållbarhet.

Hot och svagheter för Sveriges digitala utveckling och infrastruktur är att:

- Sverige saknar en strategi för att hantera öppna data,
- det saknas även program för datahantering och förädling av data som leder till rekommendationer av åtgärder,
- Sveriges stora svaghet inom digital utveckling i ett europaperspektiv är den dåliga tillgången till ”öppna data”.

I rapporten om Europas digitala utveckling (EDPR, 2017) spåras de framsteg som medlemsstaterna gjort i fråga om sin digitalisering. Här kombineras kvantitativa bevis från indexet för digital ekonomi och digitalt samhälle (Desi) med kvalitativa uppgifter om landspecifik politik. Bedömningen är gjord utifrån fem områden: (1) Uppkoppling, (2) Humankapital, (3) Användning av internet, (4) Integrering av digital teknik samt (5) Digitala offentliga tjänster (figur 2.1).



Figur 2.1. Rangordningen av EU:s 28 medlemsstater plus EU-medel enligt 2017 års index för digital ekonomi och samhälle (Desi), Maxindex = 1,00. Varje område har andelar av maxindex som sedan är viktade. Exempelvis för DK, 1 Uppkoppling, andel 0,76 x viktning 0,25 = 1=0,19
Källa: EDPR, 2017.

Sverige kom på en hedrande tredje plats bland EU:s 28 medlemsstater. De områden där Sverige har halkat efter lite grann, är ”integrering av digital teknik” och ”digitala offentliga tjänster”.

De svenska företagen utnyttjar i allt högre utsträckning molnbaserade dator-tjänster genom att använda e-fakturering och sociala medier för att kommunicera med sina kunder. Jämfört med Finland (72 %) och Danmark (64 %) är det emellertid bara 33 % av företagen som använder sig av e-fakturering. Andelen företag som använder sig av molnbaserade tjänster är dessutom större i Finland (40 %) än i Sverige (33 %).

Digitala offentliga tjänster är det Desi-område där Sverige presterar sämst. Landet är fortfarande kvar på åttonde plats inom EU. Annars är tillgången till öppna data den tydligaste svagheten. Landet rankas här på tjugoundra plats inom EU. En myndighetsportal för öppna data (kap 3.2.1) inrättades dock redan 2013. Tyvärr är inte alla offentliga dataregister i Sverige kostnadsfria och många omfattas inte av en öppen licens. Dessutom är bara en fjärdedel maskinläsbara. En ytterligare svaghet är att Sverige saknar en strategi för att hantera öppna data.

Kommunikation och uppkoppling

Möjligheter och styrkor med datakommunikation i Sverige är att:

- det krävs även fortsättningsvis en stabil och säker kommunikation över internet,
- radiotrafik genom LoRa möjliggör överföring av data över långa sträckor,
- tekniken NB-IoT (5G) kommer att få bättre täckning än dagens 4G nät,
- datatrafik via radio är i allmänhet mycket billigare, än om trafiken går via basstationer för mobiltelefoni.

Hot och svagheter med datakommunikation i Sverige är att:

- om lagen för frekvensförvaltningen inte ändras finns en risk att exempelvis jordbruket inte kan dra full nytta av den ökande digitaliseringen,
- utan investeringsstöd vid uppbyggnad av fibernätverk på landsbygden, kommer den digitala utvecklingen att bromsas upp.

Användningen av GPS-styrning, olika digitala sensorer och applikationer för mobiltelefon och dator har ökat inom jordbruket under de senaste tjugo åren. Mest utbrett inom jordbruket är precisionsstyrning med RTK-GPS ([bilaga 3](#)). Det finns också olika tekniska lösningar inom trådlös kommunikation framtaget på marknaden. Det kan exempelvis vara WiFi-nät, radiolänk (yrkesradio), fiberbroadband, koppartråd, satellit, etcetera. Sannolikt kommer det även fortsättningsvis att krävas en stabil och säker kommunikation över internet för de tjänster som används där.

Infrastruktur och teknik

En viktig uppgift är att skapa en infrastruktur som klarar att överföra den mängd data från sensorerna som krävs. Olika tekniker har varierande kapacitet och frekvensintervall (muntl Oleksiy Guzhva). Utvecklingen på området går snabbt och exempelvis den nya LoRa (Long Range) teknologin verkar lovande, enligt Guzhva. Tekniken kombinerar möjligheter till stora datamängder med lång räckvidd. I kombination med solpaneler blir sensorutrustningen oberoende av eltilförsel.

Andra lovande tekniker för positionering och identifikation av djur är exempelvis Bluetoothmoduler eller RECCO rescue system med (sökbara) reflektorer och fasta eller mobila detektorer (muntl Anders Hedberg, 2019). Ytterligare en lovande teknologi är BLE-etiketter/märken (Bluetooth Low Energy) vilka kan avläsas på 200–500 meters avstånd.

Radiofrekvenser är elektromagnetiska vågor med frekvenser från 9 kHz till 3 000 GHz. De är en nödvändig förutsättning för mobiltelefoni och mobil uppkoppling till internet, men även för annan trådlös kommunikation och radioanvändning inom en lång rad sektorer. Radiofrekvensspektrumet används exempelvis för navigering, meteorologi, forskning, krisberedskap, luftfart, satelliter samt medieproduktion. I och med samhällets ökade digitalisering kommer spektrumet att användas inom allt fler områden för att koppla samman människor, system, sensorer och andra ting.

Om lagen för frekvensförvaltningen inte ändras finns en risk att exempelvis jordbruket inte kan dra full nytta av digitaliseringen och de nya mobila tjänster som utvecklas bland annat för femte generationens teknik (5G) och dess efterföljare, eftersom användningen av ny digital teknik kommer att få svårt att få tillgång till lämpliga radiotillstånd (frekvenslicenser).

Hur enkel behöver då överföringen av data vara? Det beror till viss del på hur säker och stabil kommunikationen behöver eller måste vara. Exempelvis används LoRa (Long Range) för att bygga trådlösa nät på licensfria frekvenser över större ytor ([kap 5.5.1](#)).

LoRa möjliggör överföring av data över långa sträckor. Fokus är låg energiförbrukning, lång räckvidd och låg BER (felfrekvens i dataöverföringen). LoRa är en hårdvaru- och fabrikatsberoende standard. LoRa kan användas med tre olika bandbredder: 125 kHz, 250 kHz och 500 kHz vilket påverkar bland annat överföringshastigheten. Med LoRa kan man inte få någon hög överföringshastighet, det är ett protokoll främst avsett för IoT och sensordata. LoRa har inte speciellt hög säkerhet (kryptering), men har hög noggrannhet (låg felfrekvens) och är ett relativt billigt kommunikationssystem.

NB-IoT, det kommande mobila bredbandet (5G), kommer att ha bättre täckning än dagens nät. Strömförsörjningen kan ersättas med batterier med en kapacitet på över tio år. Det gör att uppkopplade enheter nu kan monteras på platser som tidigare saknade täckning. Tekniken är framtidssäkrad med en global standard, precis som för 4G. Mobilnätet förväntas ha en täckning på mer än 99.9 procent av Sveriges befolkning och över 95 procent av Sveriges yta. Nätverket kommer att ha en datahastighet på 200 kbps.

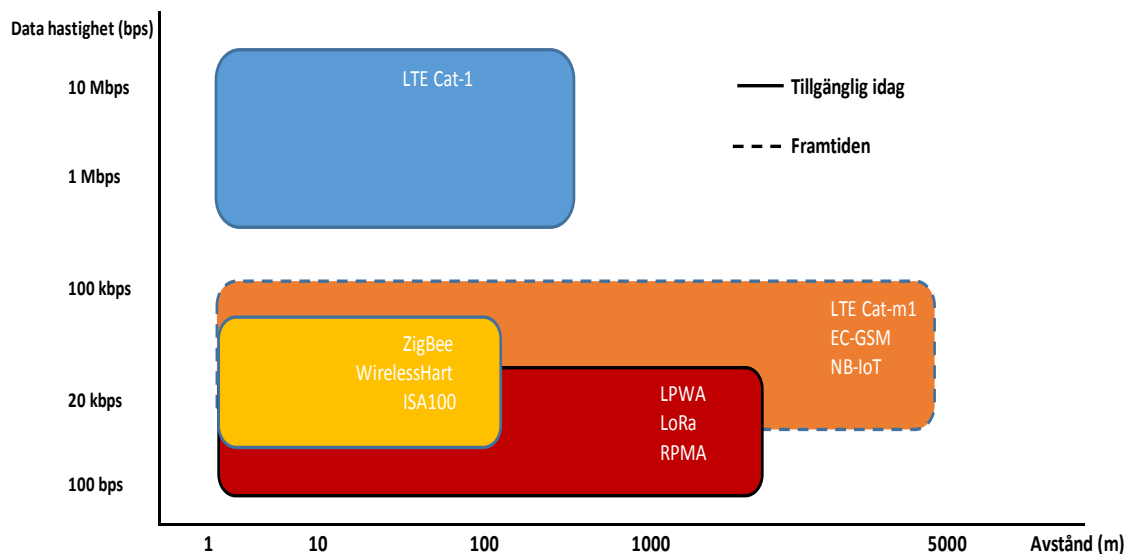
Det moderna företaget på landsbygden, kan behöva mer än mobilt bredband via 3G eller 4G. Idag finns det utöver fiber framförallt två alternativ: bredband via satellit eller förbindelse med radiolänkteknik.

En punkt-till-punkt-förbindelse med radioteknik, ibland kallat radiolänk, kan byggas i områden där ett stamnät via fiber eller radiolänk finns att tillgå inom några mils avstånd. Fördelen är att anslutningen ofta har en garanterad hastighet, obegränsad datamängd och ett förhållandevis lågt månadspris. Nackdelen är att ett visst antal intressenter krävs i ett område för att anslutningen ska kunna göras till en rimlig kostnad, och att fri sikt krävs mellan de punkter som ska anslutas.

- En satellitlösning kan i princip användas var som helst i landet och kräver bara en mindre parabolantenn på taket samt tillhörande (ibland inbyggd) radioenhet. Fördelen är snabb och enkel installation, medan nackdelen är begränsad bandbredd, relativt hög månadskostnad och ett tak för data-trafiken likt mobilt bredband.

Trådlösa nätverk

Trådlösa nätverk är datornätverk som är byggda för att kunna sända data mellan olika noder via radiovågor. Trådlösa nätverk finns av olika typer, men lokala WLAN och regionala WMAN är de vanligaste. Nätverken skyddas normalt av olika kryptering för att hindra otillbörligt utnyttjande och avlyssning. Användningen av trådlösa nätverk har ökat kraftigt under de senaste åren ([figur 2](#)).



Figur 2.2. Jämförelse av alternativ trådlös kommunikation, datahastighet och räckvidd.
Källa: IoT Sverige.

Blått klarar det gamla mobilnätet, (2G), (3G), mobilt bredband

Gult klarar (Bluetooth, WiFi) nätverk

Rött klarar Low Power Wide Area Technology (LPWA), (4G), radiolänk

Orange klarar det nuvarande och kommande mobil- och datanätet, LTE, NB-IoT (5G),

De trådlösa lokala nätverken kan ha en räckvidd på upp till 5 000 meter men normalt har de en räckvidd på under 100 meter. De kan nå en datahastighet på drygt 100 Mbit/s, men vanligare är att de har en hastighet på mellan 300 kbit/s och 1 Mbit/s. Normalt verkar de på frekvenserna 10 kHz till 5 GHz.

Zigbee är ett nätverksprotokoll (IEEE 802.15.4) som klarar 250 kbit/s i datahastighet och har cirka 10 meters räckvidd.

Bluetooth är en standard för trådlös, kortväg kommunikation mellan till exempel headset och mobiltelefon eller mellan tangentbord och dator. Bluetooth kan klara en räckvidd på 100 meter, men mer normalt är cirka 20 meter. Datahastigheten kan vara upp till 3 Mbit/s.

WiFi är den vanligaste tekniken för lokala trådlösa nätverk. WiFi har längre räckvidd än Bluetooth och lämpar sig därför bättre för allmän kommunikation. Kommunikationen sker med radiovågor vilket betyder större risk för störningar. Trådlösheten innebär samtidigt att trafiken lätt kan avlyssnas. Med WiFi kan även enheter som nyttjar nätverksåtkomsten röra sig mellan samordnade accesspunkter utan att förlora uppkoppling, vilket kallas roaming. Genom att basstationen är nära har WiFi större kapacitet än nätverk som helt bygger på mobiltelefoni (3G). Radiodatatrafiken är i allmänhet mycket billigare än om trafiken gick via basstationer för mobiltelefoni.

WLAN (Wireless Local Area Network) är ett samlingsnamn för olika typer av trådlösa lokala datornätverk. De klarar normalt en datahastighet på upp till 300 Mbit/s.

WMAN är en beteckning på nätverk som är så stora att det inte kan byggas som ett nätverk utan att fysiska problem uppstår. Typiska WMAN är stadsnät och campusnät.

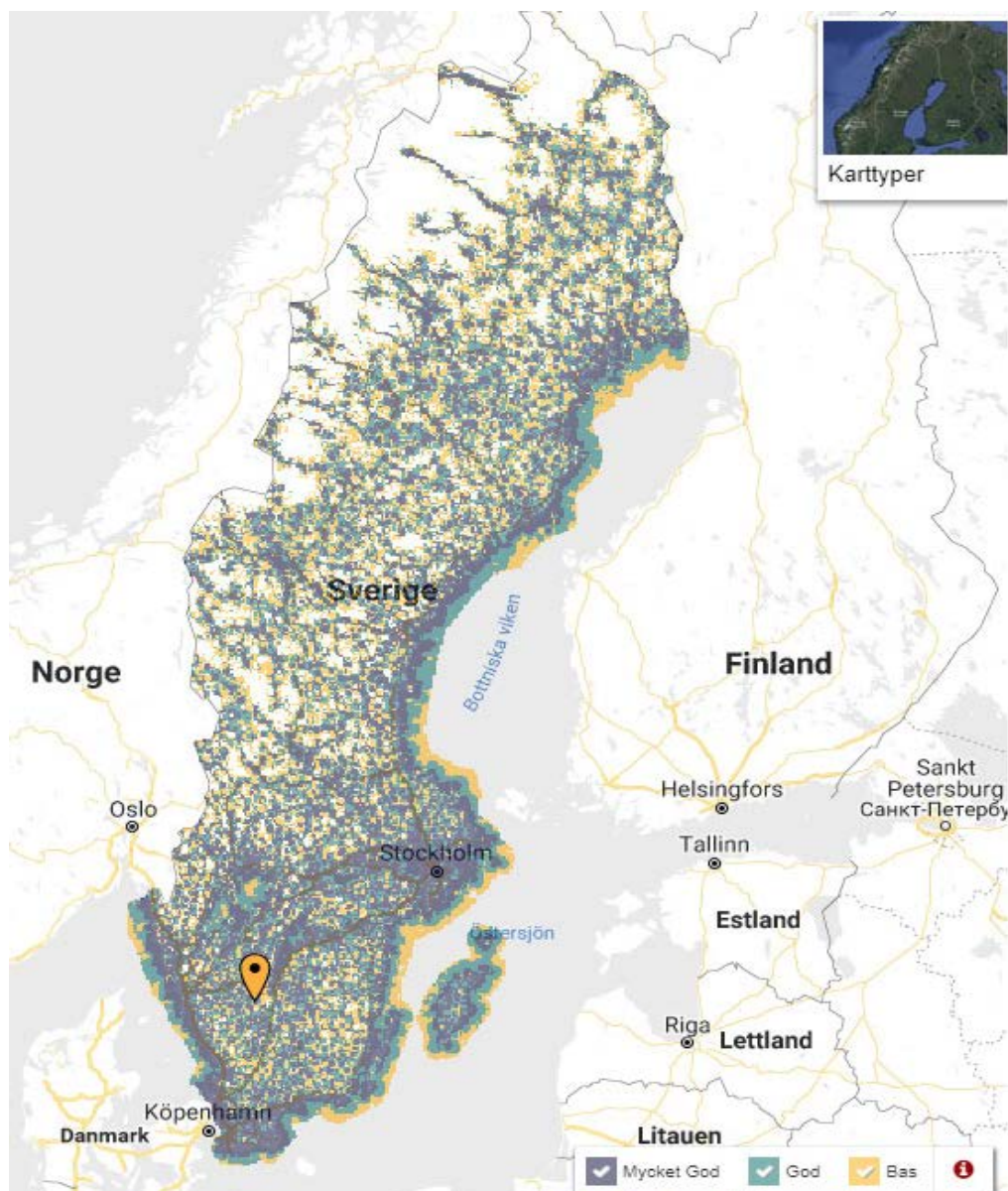
WAN är ett datornätverk som är så stort att det omfattar ett större område exempelvis ett land eller flera länder. Internet kan betraktas som ett WAN och det svenska universitetsdatanätet Sunet som ett annat.

Mobilnätverk

Mobiltelefoni är när bärbara telefoner som med hjälp av radioteknologi kontaktar basstationer och via dem det allmänna telefonnätet. Bredband innebär snabb överföring av stora datamängder, vilket idag till viss del sker via mobilnätet (3G eller 4G). Vid en uppdatering till 5G förväntas både prestanda och säkerhet att öka ytterligare. Utbyggnaden av 5G pågår i Sverige och systemet beräknas vara i drift till 2020. För maskin-till-maskin-kommunikation (M2M) kan mobilnätet skicka data över stora avstånd, men det blir mycket energikrävande (SLU, 2019).

Vilket nät har då bäst täckning? I de senaste undersökningarna har Telia, Tele2 och Teleor haft bäst täckning på landsbygden och för Sverige i helhet. Det är också bara dessa tre operatörer som har egna nät med mobilmaster ([figur 3](#)).

Täckningskarta för data Telia (2019)



Figur 2.3. Täckningskarta för Telias mobilnät 4G (2019). Källa: [Mobilabonnemang](#)

De svenska operatörerna använder flera olika frekvensband för att distribuera 4G-datatrafiken. Frekvensbanden delas upp i täckningsband och kapacitetsband. Täckningsbanden är lågfrekventa, täcker stora ytor och är relevanta på landsbygden. Kapacitetsbanden är högfrekventa, täcker små ytor och är relevanta i stadsmiljö. De två vanligaste LTE-banden i Sverige är banden på 800 MHz och 1 800 MHz.

800 MHz-bandet (täckningsband)

800 MHz-bandet är det mest lågfrekventa LTE-bandet i Sverige (450 MHz-bandet borträknat, NMT 450). Fördelen med den låga frekvensen är att den har god räckvidd. 800 MHz-bandet används därför för att bygga 4G-nät utanför stor-

städerna. 800 MHz-bandet är dessutom ett av de mest använda frekvensbanden för LTE i Europa. I Sverige används det av samtliga operatörer. Räckvidden för en mast med 800 MHz-bandbredd är 5–15 km beroende på de yttre förhållandena. Sändningssäkerheten för mobilmaster är god så länge elnätet fungerar. Slås elnätet ut räcker nuvarande reservbatterier i cirka fyra timmar.

1800 MHz-bandet (kapacitetsband)

1800 MHz-bandet är det senaste bandet som har börjat användas för LTE. Teles, Telenor och Telia använder bandet i huvudsak i storstadskärnor. 1800 MHz-bandet är ett vanligt band internationellt. Räckvidden för en mast med 1800 MHz bandbredd är 2 till 5 km.

Den fjärde generationens mobilnät (4G) heter egentligen LTE (Long Term Evolution) och den medför inte bara högre hastigheter. Ytterligare en fördel med LTE jämfört med HSPA (3G) är att svarstiderna är mycket lägre. Med LTE krymper skillnaden mellan mobila uppkopplingar och fasta uppkopplingar (typ ADSL), både när det gäller nedladdningshastigheter och svarstider.

Den femte generationens mobilnät (5G) börjar lanseras på bred front 2020 (i första hand i städerna). Standarden 5G förbättrar hastigheterna, sänker svarstiderna, öppnar för riktigt strömsnåla applikationer och kan hantera mer trafik än LTE. Det kommer dock inte ersätta LTE-näten inom en överskådlig framtid utan i stället komplettera den.

Satellitnätverk

En kommunikationssatellit används för att förmedla telekommunikation mellan stationer på marken. Satelliterna kretsar i banor på upp till 2 000 km över jordytan. De används för television, telefoni, radio och datakommunikation.

Dagens satellitbaserade Internet har stora problem med datahastigheten. Förutom låg bandbredd är även leveranstiderna långa för datapaketerna som skickas. Att skicka upp signalen till satelliterna tar helt enkelt för lång tid. Förutom att vara extremt dyrt är kvaliteten på Internet-anslutningen för låg. Internet-anslutningar med satellit är bara aktuellt i riktig glesbygd eller obebyggda områden där bredband inte är tillgängligt på grund av bristen på infrastruktur.

Dyra modem (sändare- och mottagare) krävs för att skicka och ta emot data till och från geostationära satelliter. Geostationära satelliter innebär att satelliten förblir fast ovanför en punkt på jordens yta eftersom den följer med jorden i sin omloppsbanan.

Radionätverk

Tidigare var radiolänk lika med professionell komradio, även kallad yrkesradio. Idag kan ett radiomodem erbjuda kostnadsfri trafik och är en mycket pålitlig dataöverföring mellan mobila enheter och basstationer. Radiomodem ger en pålitlig trådlös data-överföring även i de mest lantliga områden där ingen infra-

struktur finns tillgänglig. Det går att förbättra data överföringar genom att sammanlänka enheter på djuren till en knutpunkt (mast) och sedan vidare till molnet (internet).

Från en hög spridningspunkt, en mast eller liknande, som är kopplad till ett fibernät eller andra radiolänkar (spridningspunkter) kan datatrafiken ha en räckvidd på 1–50 kilometer. Med ytterligare radiolänkar går det att bygga upp trådlösa lokala nät. Räckvidden kan bli upp till fem kilometer (vid fri sikt till mast) mellan knutpunkterna. Datahastigheten kan gå upp till 1 Gbit/s. Vanliga överföringshastigheter är 250–750 Mbit/s.

Ett exempel på en kommersiell bredbandstjänst via radiolänk är Teracoms Airz fibre. Det är en trådlös teknik, utvecklad för att leverera fast bredband och telefoni till hushåll och företag via luften, med kunder som bredbandsföreningar, samfälligheter, företag och stadsnät. Tjänsten är baserad på Teracoms rikstäckande fiber- och radiolänknät samt WiFi komponenter. Normal-kalkylen för en etablering av Airz fibre bygger på minst 25 hushåll eller motsvarande (inom en 5 km radie) (SKEF, 2017).

Priset (2018) för en anslutning (25 hushåll) ligger i spannet 10 000 till 15 000 kronor och ett abonnemang kostar cirka 300 kronor i månaden för 100 megabit/s.

Fibernätverk (bredband)

Regeringens vision är att få ett helt uppkopplat Sverige till 2025 eftersom det skapar förutsättningar för att driva tillväxt och innovativ produktion. På kort sikt är målsättningen att 95 procent av alla hushåll och företag bör ha tillgång till bredband om minst 100 Mbit/s redan år 2020. På lite längre sikt bedömer regeringen att det behövs mål på två områden; tillgång till snabbt bredband i hela Sverige (2025) och möjlighet till stabila mobila tjänster av god kvalitet (2023) (Regeringskansliet, 2016).

Ett snabbt bredband gör det möjligt för landsbygdsföretag att redan från början vara en del av den digitala utvecklingen. Staten har därför satsat 4,25 miljarder kronor i landsbygdsprogrammet, för åren 2014–2020, för att snabbt kunna bygga ut fibernätet på landsbygden. Ytterligare en statlig insats är möjligheten för en fiberförening på en mindre ort att till rättvisa och rimliga villkor få tillgång till kanalisation i enlighet med *lagen (2016:534) om åtgärder för utbyggnad av bredbandsnät*.

Tillgången till fibernät (bredband) utanför tätorter eller småorter med en hastighet på 100 Mbit/s eller mer varierar kraftigt. Störst chans till att ansluta fiber (55–95 procent) har landsbygdsföretagen i Västra Götalands, Hallands och på Gotlands län, där Gotland som enda län 2018 når de utlovade 95 procenten täckning ([bredbandskartan, 2018](#)). I Kronobergs, Jönköpings, Värmlands, Gävleborgs, Jämtlands, och Västerbottens län är anslutningsmöjligheterna 40–55 procent. I de övriga länen var 2018 den möjliga anslutningsgraden 10–40 procent.

Kostnaden för att ansluta sig till fiber (broadband) ligger ofta i storleksordningen 12 000 till 24 000 kronor per företag/hushåll på landsbygden. Det finns möjlighet att få upp till 40 procent i stöd vid uppbyggnad av fibernätverk på landsbygden. Det innebär att kostnaden för fibernätverket utan stöd kan vara mellan 20 000 och 40 000 kronor per anslutningsnod.

Dataskydd

Frågor som kryptering, säkerhet, tillförlitlighet och dataskydd är viktiga. Av en enkel orsak: service som levereras av en molnbaserad nätverkshantering kräver kunskap om bolagets nätverkskärna. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap varnar också för att lita för mycket på molnbaserade tjänster. Detta är påkallat efter flera incidenter och läckage av hemliga personuppgifter. Har företaget känsliga uppgifter bör ägaren tänka till en extra gång innan en molnbaserad tjänst väljs.

Negativa effekter av att använda molnet för lagring och backup kontra en lokal lösning är att:

- det ger sämre kontroll – integritetsfrågorna måste beaktas noga,
- användaren blir helt beroende av internet förbindelsen,
- användaren blir utlämnad till leverantörens förändringar, och
- det medför sämre nätverkshastighet.

Positiva effekter av att använda molnet för hantering och lagring är att det:

- blir en billigare lösning
- går snabbt att starta och utveckla projekt, och
- blir enklare för användaren.

Lagstiftning och regelverk – Post- och telestyrelsen

Post- och telestyrelsen (PTS) är den förvaltningsmyndighet som har ansvar för området för elektronisk kommunikation. Bestämmelserna om hur enskilda och myndigheter ska få tillgång till säkra och effektiva elektroniska kommunikationer finns i lagen (2003:389) om elektronisk kommunikation. Till lagstiftningen hör även förordningen (2003:396) om elektronisk kommunikation enligt vilken PTS ska utfärda föreskrifter, fördela tillstånd och frekvenser, utöva tillsyn mm.

Post- och Telestyrelsen har också i uppgift att planera frekvensanvändning samt tilldela frekvenser och besluta om tillstånd med utgångspunkt i lagen om elektronisk kommunikation. Enligt lagen (2016:534) om åtgärder för utbyggnad av bredbandsnät ska det offentliga kunna ge möjligheten för en fiberförening på en mindre ort att till rättvisa och rimligavillkor få tillgång till kanalisation. Till lagstiftningen finns även förordning (2016:538) om åtgärder för utbyggnad av bredbandsnät med kompletterande bestämmelser.

PTS har också tillsynsansvar över reglerna som skyddar det öppna internet. Reglerna finns i Europaparlamentets och rådets förordning om åtgärder rörande en öppen internetanslutning, (EU) 2015/2120. Öppet internet (nätneutralitet) bygger på principen att all internettrafik ska behandlas likvärdigt oavsett avsändare, mottagare, plattform eller innehåll.

Bilaga 3. Satelliter för position och bild

Möjligheter och styrkor med satellitsystemen är att:

- år 2025 när flera av de globala GPS systemen ska vara utbyggda och kan samköras kommer det att finnas uppåt hundra kommersiella GPS satelliter att tillgå,
- inom en snar framtid kommer GPS att kunna erbjuda en noggrannhet på upp till några centimeter,
- satelliterna har olika kanaler (sensorer) som mäter olika frekvenser (frekvensband). Värdefull information kan också fås genom att kombinera och jämföra data från olika kanaler eller frekvenser,
- med GPS-enheter monterade i halsband på djur kan lantbrukare lätt följa djurens positioner i realtid och regelbundet registrera djurens geografiska position.

Hot och svagheter med satellitsystemen är att:

- Global Positioning System (GPS) är ett förhållandevis energikrävande och kostsamt satellitbaserat navigations- och positioneringssystem,
- tyvärr använder olika fabriker olika format, för att lagra koordinater för körlinjer och fältgränser.

Satellitsystem (Global Navigation Satellite System, GNSS)

På marknaden finns en uppsjö av olika GPS-system (GNSS). Tidssignalerna från satellitnavigationsystemen, GNSS, är vitala för samhället. De ger positioner, men synkroniserar också datasystem som styr allt från tele- och datanät till elkraftförsörjning och SOS-alarm. Tyvärr använder olika fabriker olika format för att lagra koordinater för körlinjer och fältgränser. I några fall är det även skillnad mellan modeller och versioner inom samma fabrikat. Samordningen har istället fokuserats på att utveckla standarder för metadata.

Det finns för närvarande två globala system, GPS Navstar (USA) och Glonass (Ryssland). Global Positioning System (GPS) är ett förhållandevis energikrävande och kostsamt satellitbaserat navigations- och positioneringssystem. För närvarande har GPS Navstar minst 24 satelliter i drift. Glonass är i dagsläget det enda tillgängliga alternativet till GPS Navstar med avseende på global täckning och precision.

Galileo är ett europeiskt satellitnavigeringssystem under uppbyggnad. Galileo ska vara kompatibelt med GPS och Glonass. Planen är att ha skjutit upp 30 satelliter till 2020 och systemet förväntas därmed vara fullt utbyggt. Sedan början av 2018 stöds Galileo i Lantmäteriets realtidstjänster för GNSS-mätning.

Fler system innebär ofta att fler satelliter blir tillgängliga för GNSS-tjänster. Antalet tillgängliga satelliter är av stor betydelse för en snabbare och mer exakt positionering (SLU, 2019).

Det pågår även en utveckling av andra GNSS, som exempelvis det kinesiska BeiDo, även kallat Compass. Det kommer att omfatta cirka 35 satelliter när systemet är fullt utbyggt och det kommer då även att vara tillgängligt för global användning.

Till 2025 när flera av de globala GPS systemen ska vara utbyggda och förhoppningsvis kunna samköras kommer det att finnas uppåt hundra kommersiella GPS satelliter att tillgå. Satelliterna i GPS-systemet är utplacerade i sex olika banor på cirka 22 000 km höjd och med en omloppstid på tolv timmar. GPS-satelliterna kontrolleras och styrs via ett antal markstationer, i huvudsak utplacerade längs ekvatorn. Med hjälp av konverteringsprogram finns det möjlighet att utbyta körlinjer och fältgränser även mellan olika GPS-system.

Satelliter för positionering och karta

GPS är ett nödvändigt system för digital navigation på land, hav och i luften, såväl som inom geodetisk mätning¹¹. GPS systemet innehåller också en tidsreferens, då satelliterna erbjuder tidsinformation från inbyggda atomur. Med en GPS-mottagare går det att bestämma sin position (longitud, latitud och altitud) var som helst på jorden. Signaler har en noggrannhet av tre meter för kompatibla mottagare. Inom en snar framtid kommer GPS att kunna erbjuda en noggrannhet på upp till några centimeter över kortare avstånd. Via [Geo-dataportalen](#) går det redan idag att söka, hitta och titta på Sveriges geodata och tjänster. Detta datalager kommer kontinuerligt att utökas ju fler myndigheter och organisationer som ansluter sig.

RTK-GPS är ett positioneringssystem som kan mäta med mycket hög noggrannhet. I differentiell realtids GPS (DGPS) och Realtids kinematik GPS (RTK) överförs data från en GNSS-mottagare placerad på en fast position till en mobil GNV-mottagare. Med hjälp av korrektionsdata mellan dessa mottagare och satellit-systemet beräknar GNV-mottagaren sin egen position med någon centimeters noggrannhet ([bilaga 2](#)).

Satelliter kan nu ge högupplösta bilder

Med satelliter och särskilda kameror som registrerar hela det elektromagnetiska spektret går det lättare att övervaka och serva jordbruket. Genom särskilda kameror är det möjligt att kartlägga företeelser och förändringar som inte går att se

¹¹ Geodetisk mätning handlar om att mäta in eller sätta ut punkter på marken med hög noggrannhet. I det arbetet är GPS och andra satellitbaserade system viktiga.

med ögat. Uppskjutningen av nya satelliter med varierande uppgifter sker i en rasande takt. Under 2018 sköts nästan 360 nya satelliter upp.

Satelliterna har olika kanaler (sensorer) som mäter olika frekvenser (frekvensband). Värdefull information kan också fås genom att kombinera och jämföra data från olika kanaler eller frekvenser. De olika kanalerna i satellitbilder är de visuella kanalerna (VIS) som registrerar solljus som jorden och atmosfären (till exempel molnen) reflekterar. Det som syns är ungefär detsamma som skulle ses om det vore ett vanligt foto och kan bara tas under dagtid. De infraröda kanalerna (IR) mäter strålning från både marken och molnen. Långvågig (infraröd) strålning beskriver temperatur. Det går att visa en enskild kanal som en svartvit bild, eller en kombination av till exempel tre olika kanaler, en så kallad RGB-bild (röd, grön och blå). Ofta kombineras visuella och infraröda kanaler. Även skillnader mellan två kanaler ger värdefull information.

Allt fler satelliter utrustas med allt mer avancerade sensorer eller kameror. År 2015 sköts en satellit upp vid namn **Worldview-3**, senare även **Worldview-4**. Dessa satelliter kan ta foton med högre upplösning än någon annan idag verksam kommersiell satellit. Upplösningen på kameran är så hög att det går att urskilja föremål som är mindre än 0,31 meter i diameter.

Annars anses satelliten **GeoEye-1** ha haft den högsta upplösningen av de kommersiella bildsystemen med en förmåga att samla bilder med en markupplösning på 0,41 meter i pankromatisk film (svartvit). Den klarade också att samla multispektrala eller färgbilder med 1,65 meters upplösning.

DigitalGlobes satelliter **WorldView-1 och 2** stod tidigare för världens högsta upplösning för kommersiella satellitbilder (endast svartvitt). Upplösningen på 0,5 meter i pankromatisk film gör att det går att urskilja separata objekt med minst 50 centimeters mellanrum. DigitalGlobes satellit **QuickBird** ger en upplösning på 0,6 meter (vid NADIR) med multispektrala bilder.

Det finns också tre **SPOT-satelliter** i omloppsbana (**Spot 2, 4 och 5**) som ger bilder med ett stort urval av upplösningar – från 2,5 till 1000 meter.

RapidEye är en grupp på fem satelliter som innehåller identiska multispektrala sensorer som är identiskt kalibrerade. Därför kommer en bild från en satellit att motsvara en bild från någon av de andra fyra, vilket möjliggör en stor mängd bilder som kan samlas in (4 miljoner kvadratkilometer per dag), och dagliga återbesök till ett specifikt område. RapidEye:s satellitbilder är speciellt lämpliga för jordbruks-, miljö, och kartografiska tillämpningar och applikationer vid katastrofhantering.

Meteorologiska satelliter levererar data till väderlekstjänster

EUMETSAT (Europeiska vädersatellitorganisationen) är en mellanstatlig organisation som upprättar, underhåller och exploaterar europeiska meteorologiska satelliter för att kunna leverera satellitdata, framförallt till medlemsländernas

väderlekstjänster. I en geostationär bana 36 000 km över ekvatorn kretsar idag satelliterna **Meteosat 8 till 11** över Europa, Afrika och Indiska oceanen.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) är ett amerikanskt vetenskapligt organ. Organisationen studerar förhållandena i hav och atmosfär, med hjälp av meteorologiska satelliter. De publicerar väderkartor, utfärdar varningar om annalkande oväder och ger råd och anvisningar i miljöfrågor.

Landsat – programmet (NOAA) är det idag största aktiva projektet för inhämtande av satellitbilder av Jorden. Multispectral Scanner (MSS) var den första sensor som kunde producera digital Multispectral data. MSS scannade i fyra våglängder, två i synligt ljus, rött och grönt, och två infraröda våglängder. Thematic Mapper TM som används på **Landsat 4-5** och i princip ersätter MSS även om MSS finns kvar för att säkra kontinuiteten i data. TM scannar på sju våglängder blått, grönt, rött, nära infrarött, mellaninfrarött, termal infrarött och mellaninfrarött, alla med olika tillämpningsområden.

Jordressurssatelliter studerar markytan

Jordressurssatelliter är satelliter som är inriktade på att studera markytan främst för vetenskapliga syften. De är även användbara för agronomiska syften och för miljöövervakning. Copernicus är namnet för programmet Global Monitoring for Environment and Security. Programmet leds av Europeiska kommissionen (EG) i partnerskap med Europeiska rymdorganisationen (ESA). ESA samordnar leverans av data från uppåt 30 satelliter. ESA har utvecklat en ny familj av satelliter, kallade **Sentinels**, specifikt för Copernicus-programmets operativa behov. För närvarande är tre kompletta två-satellitkonstellationer i omloppsbanan plus en extra enskild satellit, **Sentinel-5P** som är en satellit för klimatövervakning. När systemet är helt utbyggt kommer nio satelliter med olika instrument ingå. År 2021 ska alla satelliterna i systemet vara uppe och i drift.

Sentinel 1a och 1b är polära satelliter som observerar jordytan med så kallad SAR – synthetic aperture radar – som ger bilder i två eller tre dimensioner. Radarn ser genom moln och kan användas för att kartlägga grödor, vatten och ge snabb information vid naturkatastrofer.

Sentinel 2a och 2b går också i polära banor. De har kameror för observationer i olika våglängder i det synliga spektrumet och nära infrarött. Med dessa satelliter kan man se klorofyllmängd hos grödor, upptäcka algblomningar med mera.

Användning av satelliter inom djurhållningen

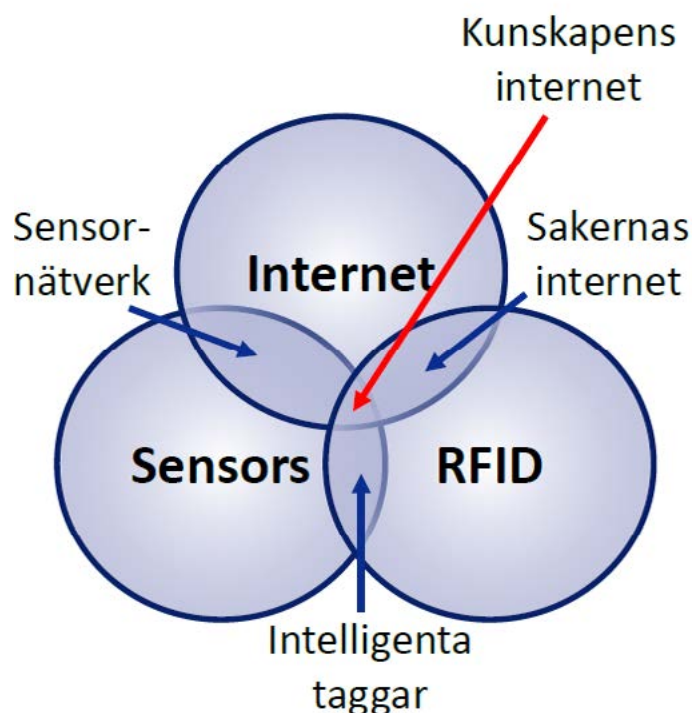
Med GPS-enheter monterade i halsband på djuren kan lantbrukare följa djurens positioner i realtid och regelbundet registrera djurens geografiska position. Användningen av GPS har redan blivit relativt vanlig i renskötseln. En annan användning av GPS-enheter monterade i halsband är för virtuella stängsel där avgränsningar kan bestämmas utifrån GPS-kartkoordinater ([kap 5.4](#)).

Djurhållningen är också beroende av växtodlingen för att få tillräckligt med fodermedel. Den digitala åkermarkskartan (DSMS) är en ny, allmänt tillgänglig, digital kartprodukt som ger information om åkermarken och matjordens lerhalt. Kartan har en upplösning på 50×50 meter och täcker i princip all åkermark upp till och med Gävleborgs län. CropSAT är ett verktyg för att med satellitbilder visa variationen i biomassa inom fält. Med programmet går det att göra behovskartor och tilldelningsfiler som kan reglera givan i gödselspridaren med hjälp av traktorns GPS ([kap 5.6.2](#)).

Bilaga 4. Digital teknik och forskning

Kunskapens internet

Vad är det som styr den digitala utvecklingen? Exempelvis kan det handla om att vilja mäta, styra och automatisera. Utvecklingen kommer att ske genom sakernas internet (Internet of Things), eller mer exakt kunskapens internet (3.1).



Figur 4.1. Kunskapens internet. Källa: Framtidens lantbruk SLU-konferens, Rydberg SP, 2016.

Framtidsprojekten inom utvecklingsbolaget [Agroväst](#) är sprungna ur den satsning på SLU Campus Skara som Västra Götalandsregionen initierade 2014. Fokus är på Hållbar produktion och konsumtion av animalieprodukter, Precisionssodling och Kunskapsförmedling till jordbruket. Inom Agroväst (forskning och innovationer) ryms även Precisionssodling Sverige (POS) och Energigården.

Ytterligare ett tillämpningsprojekt om obemannade flygfarkoster (UAV) och sortertechnik inom växtodling inleddes 2019. Det sker i samverkan mellan Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Naturbruksskolan Sötåsen som också erbjuder sin anläggning som testbädd.

EIP-AGRI

EIP-AGRI: s syfte är att hjälpa jordbruket att bli mer produktivt, uthålligt och få större möjligheter att klara rådande utmaningar. Detta är en del av en större

satsning på innovationer inom tillväxtstrategin Europa 2020, det som kallas Europeiska Innovationspartnerskapet, förkortat EIP.

Europeiska kommissionen främjar digital innovation inom jordbruket och på landsbygden genom det europeiska innovationspartnerskapet för jordbruk (EIP-AGRI) och genom EU-programmet för forskning och innovation (Horizont 2020). Detta innebär att lantbrukare och forskare kan kopplas samman.

Framgången med partnerskapet (EIP-AGRI) i Sverige bygger på att sammanföra rådgivare, jordbrukets utbildningssystem, forskare och lantbrukarorganisationer. Detta sker med hjälp av det offentliga roll i jordbrukets och trädgårdsnäringen innovationssystem, svenska AKIS (Agricultural Knowledge and Innovation System).

Produktionsuppföljningar

Ett pågående EIP Agriprojekt handlar om en digital lösning som väger levande grisar och nötboskap för produktionsuppföljning under uppfödningstiden. Tekniken är baserad påamerateknik och självlärande bildbehandling (muntl Ove Conradsson, AGRO Väst).

Mätningar av köttkvalitén

RISE arbetar med ultraljudsteknik som en möjlig metod att mäta köttkvalitet på levande nötkreatur. Där är marmorering en viktig kvalitetsparameter. (muntl Cecilia Lindahl, RISE). Flera bruksbesättningar har följts upp efter slakt för att kunna jämföra skattning av marmorering före och efter slakt. Företagaren Torbjörn Eriksson som hållit på med att mäta köttkvalité i 20 år ser klara fördelar med att utveckla ultraljudskanning för selektion av avelsmaterial och bättre slaktplanering.

Bilaga 5. Digitala tekniker – regelverk och forskning

Regelverk om djurhållning, tillsyn och stängsling

Bestämmelser om tillsyn och utrustning för djurhållning regleras av djurskyddslagen (SFS 2018: 1192), djurskyddsförordningen (SFS 2019:66) och Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2019:18 och 2019:21) om nötkreaturs- respektive fårhållning inom lantbruket.

Enligt 6 kap. 3 § djurskyddslagen och 6 kap. 5 § djurskyddsförordningen ska ny teknik förprövas. Detta regleras ytterligare i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2019:13) om godkännande av ny teknik.

Både nötkreatur och får ska enligt 2 kap. 4 § djurskyddslagen ges tillräcklig tillsyn. Enligt Jordbruksverkets föreskrifter innebär det i normala fall tillsyn minst en gång dagligen, men under vissa omständigheter kan tillsynen behöva ske oftare eller inte behöva ske fullt så ofta.

Enligt djurskyddsförordningen 2 kap. 16 § är det inte tillåtet att använda utrustning som ger elektriska stötar i avsikt att styra ett djurs beteende. Användning av elstängsel till inhägnader utomhus är dock undantagna enligt 2 kap. 17 § djurskyddsförordningen.

Enligt djurskyddsförordningen (2019:66) finns ett krav på bete för nötkreatur. Nötkreatur som hålls för mjölkproduktion och som är äldre än sex månader ska hållas på bete sommartid, enligt 2 kap. 3 §. Andra nötkreatur än sådana som hålls för mjölkproduktion ska sommartid hållas på bete eller på annat sätt ges tillfälle att vistas ute, enligt 2 kap. 4 §.

Lagstiftningen om märkning av nötkreatur regleras i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2018:2) om märkning och registrering av nötkreatur. Enligt paragraf 9 får en av öronbrickorna vara elektronisk. Den elektroniska öronbrickan ska vara präglad med identitetsuppgifter i enlighet med 9 § första stycket. Den elektroniska RFID-märkningen är godkänd för produktionsändamål i Sverige, men är ännu inte godkänd som officiell märkning i Sverige.

Att tillåta virtuella stängsel skulle kräva ett undantag i Jordbruksverkets föreskrifter och sådana ändringar måste alltid vara väl motiverade och baserade på ett tillförlitligt underlag som visar på att systemet fungerar och kan användas på ett från djurskyddssynpunkt säkert sätt.

Regler om elstängsel

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2019:18 och SJVFS 2019:21) ska stängsel vara väl uppsatt och underhållet samt i övrigt utformat och anordnat på ett sådant sätt att djur som hålls inom stängslet eller drivs mellan stängsel inte skadas

eller blir utsatta för stress. Stängsel som innehåller taggtråd får inte vara elektrifierade. Elektrifierad elstängseltråd får dock monteras på stängsel som innehåller taggtråd om fastsättningsanordningen utförs på ett sådant sätt att ett horisontellt minimiavstånd av 150 mm mellan elstängseltrådarnas och taggtrådarnas vertikallplan säkerställs. Därutöver ska taggtråden jordas på återkommande avstånd och elstängseltråden monteras på den sida som djuren hålls på.

5 joules regel EN norm 60335-2-76/AD begränsar standardaggregat för elstängsel upp till 5 Joule i utgående energi. Aggregat över 5 Joule i utgående energi tillåts endast vid "Intelligenta" aggregat med fördröjning. Intelligenta aggregatet har en fördröjningstid innan den ökar energin, medan den samtidigt kontrollerar stängselsituationen. Intelligenta" aggregat med fördröjning är tillåtna att överstrida 5 Joules utgående energi upp till max 15 Joule (för att klara funktionen vid överväxande gräs eller nedhängande grenar).

Det vetenskapliga rådets rapport om digital teknik och djurskydd

För att undersöka vilka djurvälståndaspekter digital teknik har gav Jordbruksverket Sveriges lantbruksuniversitet (SLU, 2019) i uppdrag att sammanställa all relevant djurvälståndsforskning kring:

- tillsyn med hjälp av drönarteknik, kamerateknologi,
- tillsyn med hjälp av GPS-teknik, positioneringsteknologi ([bilaga 3](#)),
- användning av virtuella stängsel.

En del av bakgrunden till uppdraget var att våra föreskrifter ska vara väl förankrade i den senaste forskningen. Sammanfattningsvis konstaterade det vetenskapliga rådet för djurskydd vid SLU att följande djurvälståndsrisker kan finnas vid användning av digital teknik:

- ***Om tekniken inte fungerar får djuren inte tillräcklig tillsyn***

En djurvälståndsrisk vid användning av digital teknik och PLF i djurhållningen är att om tekniken inte fungerar finns risk att djuren inte får tillsyn och nödvändig skötsel.

Bristfälliga prestanda och svåra omgivningsförhållanden kan ge bristande funktionalitet. Avbrott i strömförsörjning, mobiltrafik eller internetkontakt kan för kortare eller längre perioder helt förhindra användningen av tekniken. Utöver detta finns även risker förknippade med direkt fysisk eller mental påverkan på djuren vid normal tillämpning av digital teknik.

En central fråga är om man med hjälp av den digitala tekniken kan upptäcka och identifiera sjuka eller skadade djur eller djur som av andra orsaker behöver extra omvårdnad (t.ex. i samband med förlossning) lika effektivt som vid sedvanlig fysisk inspektion av djuren. Om djurhållaren har överskattat möjligheterna med digital djurtillsyn och annan tillsyn därför blir eftersatt innebär det risk för djurvälståndet.

- ***Det saknas information om fysiska eller mentala skaderisker för djur***

Den vetenskapliga informationen om fysiska eller mentala skaderisker för djur vid användning av djurmonterad utrustning är bristfällig. Den vanligast rapporterade skadan i samband med användande av accelerometrar är skavsår. Risken ökar när sensorerna används på växande djur där storleken på till exempel halsband måste anpassas successivt. Svansmonterade kalvningssensorer har till exempel lett till skador och amputation av svansar. Felaktig användning av drönare vid drivning av djur kan sannolikt ge negativa effekter genom att stressa djuren, men tillräcklig forskning om detta saknas.

- ***Få vetenskapliga studier har utvärderat djurvälståndet i olika virtuella system***

Studier har främst fokuserat på om djuren hållit sig innanför den virtuella gränsen eller inte och i de flesta fall också hur många ljudsignaler och elstötningar djuren fått. Många av studierna är utförda i små grupper, med olika typer av virtuella stängselsystem och med olika inlärningsmetoder. Det gör resultaten svåra att jämföra och utvärdera.

Elstötningar är ett obehagligt och ibland smärtsamt stimulus. Fysiologiska och beteendestudier har jämfört hur djur upplever elektricitet i jämförelse med andra obehagliga stimuli. I en studie fann man att huvudfixering och elstötningar var lika stressande, i en annan att fixering upplevdes som mest stressande, därefter el och sedan olika ljud. Studierna är dock genomförda med få elstötningar och det är svårt att dra generella slutsatser från dem.

- ***Det behövs mer studier av inlärningsförmågan***

Målet är snabb inläring och att djuren helt lär sig kontrollera hur de kan undvika elstötningar. Djur som kan förutse och kontrollera elstötningar är mindre stressade än de som inte kan lära sig detta bra. Det behövs mer studier men kunskapsläget nu är:

- att det verkar krävas betydligt fler elstötningar för inläring av ett virtuellt stängselsystem än för elstängsel,
- att den individuella variationen är större för virtuella stängsel, och
- att djuren i lägre grad undviker elstötningar från virtuella stängsel.

Rönen kan indikera att virtuella stängsel leder till en högre stressnivå än vanliga elstängsel, speciellt under inlärningsfasen. Dock ger de virtuella stängslen bara en femtedel så kraftiga elstötningar som nuvarande elstängsel.

- ***Det behövs studier om djurens inlärningsmöjligheter***

Det behövs ytterligare studier om djurens möjligheter att lära om att först inte ha fått gå på en viss yta till att det sedan är tillåtet. Vi föreslår att staten initierar svenska studier om betesdjurens inläring och beteenden vid användning av virtuella stängsel. Studierna skulle kunna utvidgas med utveckling av metoder och rådgivning för hur djuren kan flyttas till nya, virtuella fällor.

Forskning om djurhållning och virtuella stängsel

Få vetenskapliga studier har utvärderat djurvälferden i olika virtuella system. Forskarna har istället främst bedömt om djuren hållit sig innanför den tänkta gränsen eller inte och i de flesta fall också hur många ljudsignaler och elstötar djuren fått, en information som tyvärr saknas ibland på individnivå (Jouven et al., 2012; Umstätter et al., 2015), vilket gör det svårt att bedöma vilka effekter ett virtuellt stängsel kan ha på djurets välfärd. Dessutom är många av studierna utförda i små grupper, med olika typer av virtuella stängselsystem och med olika inlärningsmetoder, vilket gör resultaten svåra att jämföra. Några av studierna redovisar också tekniska problem med systemen (t.ex. Brunberg et al., 2017; Eftang och Bøe, 2017).

Den hittills genomförda forskningen visar att djuren i de flesta fall lär sig att associera en ljudsignal med en elstöt och att de efter en inlärningsperiod håller sig på rätt sida av en virtuell gräns. De flesta studierna visar dock på stora individuella skillnader i inlärningskapacitet och beteendereaktioner, vilket är ett potentiellt välfärdsproblem för dem som lär sig långsamt och som därmed utsätts för många elstötar. Det saknas också studier av olika inlärningsmekanismer, samt på välfärden hos djur som hålls bakom virtuella stängsel under en lång period, samt hur funktionen och djurvälferdseffekterna skiljer sig åt mellan djurungar av olika åldrar (SLU, 2019).

Elstötar är obehagliga och ibland smärtsamma för djur. För att få en bild av hur stressande ett virtuellt stängsel upplevs av djuren jämfördes i en studie att utsätta ett djur för elstöt, hållas i behandlingsbox eller få huvudet fixerat. Forskarna drog slutsatsen att huvudfixeringen och elchockerna var lika stressande Lee et al. (2008).

Djur som kan förutse och kontrollera elstötar är mindre stressade än djur som inte kan göra detta, eller inte klarar det lika bra. Hur den kunskapen kan tillämpas på djur i ett virtuellt stängselsystem har diskuterats av bland andra (Lee et al. 2018), som diskuterade de individuella skillnaderna i inlärningsförmåga och djurens möjlighet att kunna kontrollera och därmed hantera sin situation. Författarna menade att med en god inläring bör djuren kunna kontrollera sin situation och välfärden vara acceptabel, men att det behövs fler studier som undersöker hur inläring sker och hur ett virtuellt stängsel påverkar djuren på lång sikt.

Australiska studier

Resultaten från CSIRO¹² tyder på att kvigor som fick lära sig stängsel systemet i grupp om tio (Campbell et al. 2019) lyckades bättre än då de fick lära sig individuellt (Campbell et al. 2018). De tio kvigorerna höll sig på rätt sida om gränsen under tio dagar, förutom vid enstaka tillfällen (*ibid*).

12 CSIRO står för Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

Forskningsresultaten från eShepherd systemet visar på att vissa djur har svårt att lära sig systemet och får många stötar. Resultaten tyder på att kvigor som fick lära sig detta system i grupp (Campbell et al., 2017, 2019) lyckades bättre än då de fick lära sig individuellt (Campbell et al., 2018). Tio kvigor höll sig på rätt sida om gränsen under tio dagar, förutom vid enstaka tillfällen (Campbell et al., 2019). Även från dessa försök rapporterades en stor individuell skillnad vad gäller hur snabbt kvigorna respekterade gränsen och hur många elstötar som togs emot. I det försök där kvigorna testades individuellt varierade antalet elchocker från 3 till 24 och i det försök där kvigorna testades i grupp kunde en kviga helt undvika elektriska stötar efter dag 3, medan en annan individ tog emot fem stötar efter dag sex.

Enligt forskare på CSIRO lärde sig djuren betesmarkens omfattning på mindre än en timme och höll sig sedan inom de osynliga gränserna. Olika försök med betesdjur med GPS-kragar övervakades av djurskyddsexperter inom CSIRO som fann att djuren inte stressades nämnvärt av kragarna. I en studie (Kearton et al. 2019) jämfördes ljud- och elektriska stimuli med andra vanligt förekommande stimuli som förekommer inom fårproduktionen, inklusive skällande hundar. Den fysiologiska och beteendemässiga responsen från fåren indikerade att de inte påverkas mer negativt av stimuli från virtuella stängsel än från andra förekommande stimuli. Den aversa responsen ökade i stigande ordning – ljud – skällande hundar – elstötar.

Amerikanska studier

Preliminär forskning av Comis (2000) indikerade att det sällan är nödvändigt att använda elektriska stötar, eller att höja ljudnivån när djuren väl lärt sig konsekvenserna av att ha betett sig fel. Det krävs oftast bara ett fåtal gånger för att de flesta djuren ska lära sig rätt beteende.

Dr. Dean Anderson¹³ (2007) anser utifrån sin forskning att om ett djur är för envist för att bete sig exakt som vi vill, även efter ett antal ljud- eller stötbehandlingar, får vi lämna det djuret utanför flocken med virtuella stängsel så att vi inte lägger onödig stress på djuret. Vi manipulerar ju djurens beteende, och att kunna använda samma metod för alla djur är helt enkelt inte realistisk.

I försök har Anderson et al. (2010) bland annat fäst hjärtmonitorer på djur för att kvantitativt dokumentera den fysiologiska inverkan som olika signaler kan ha på djuren. För olika ljud och fysiologiska händelser, återgick hjärtfrekvensen till den normala frekvensen på ungefär en minut. Den längsta tiden det tog för ett djur att komma tillbaka till normal hjärtfrekvens var cirka 4 minuter. Det var dessutom för en miljömässig, fysiologisk händelse, alltså inte en artificiell ljud- eller elstöt.

Enligt Kathy Voth (2014) som forskat på djurs beteende är det en fördel att digitala stängsel skapar virtuella bälten istället för en enda gränslinje. När djuret

13 Dean Anderson, Creator of Virtual Fencing, USDA Animal/Range Scientist.

kommer in i bältet hör det ett mycket mjukt ljud, nästan som en viskning. När det sedan rör sig längre och längre in i zonen ökar ljudet i volym, ända upp till ljudet från ett Boeing 747 som startar.

På samma sätt kan elstötarna graderas. De börjar då med något litet och irriterande och ökar sedan i styrka ju närmare djuret kommer den yttre zonen. Säkerhetsmekanismer är inbyggda så om djuret korsar den yttre gränslinjen kommer det inte längre att skadas eller påverkas av ljud eller stötar.

Norska studier

Den norska Vetenskapskommittén för mat och miljö (VKM) har utvärderat hur djurvälståndet påverkas av teknologi som utsätter djuren för elstötar, inklusive virtuella stängsel (Mejdell et al. 2017). De drog slutsatsen att nötkreatur och getter kan lära sig systemet och därefter kontrollera situationen. Får verkar dock ha svårare än nötkreatur att lära sig hur virtuella stängsel fungerar. Kommittén ansåg att inlärningsfasen för ett virtuellt stängsel troligtvis innebär mer stress och obehag/smärta än för ett fysiskt elstängsel samt att det förekommer stora individuella skillnader i inlärningskapacitet.

(Brunberg et al. 2017) har tidigare undersökt ett GPS-baserat system till får. Av totalt 24 tackor lärde sig 9 tackor att undvika att utlösa en elstöt när de lockades över den virtuella gränsen tre gånger. Det var dock stor skillnad mellan individerna vad det gäller reaktionen på den elektriska stöten. De nio fåren testades även i grupper om tre och tränades till att inte gå över en virtuell gräns genom att ha ett fysiskt staket bakom gränsen. Det visade sig vara ett effektivt sätt att lära fåren hur systemet fungerade eftersom de höll sig innanför gränsen även när det fysiska staketet togs bort. När den virtuella gränsen flyttades till en annan plats utan ett fysiskt staket utanför gick dock fåren åter över gränsen. Under de fyra dagar som denna studie pågick fick fåren i genomsnitt 2,9 elchocker per individ.

När samma system testades på olika grupper av tackor med lamm som fritt kunde gå över gränsen var resultaten mindre lovande. Djuren spenderade nästan hälften av tiden i försöket på fel sida av den virtuella gränsen och tog emot mellan 6 och 20 elstötar under de fyra försöksdagarna (10,9 per individ). Liknande resultat sågs med åtta tackor i varje grupp och fler än en virtuell gräns (Brunberg et al., 2017).

Utöver detta har det GPS-baserade Nofence-systemet testats (Eftang och Bøe, 2017) på flera flockar med getter, vilket resulterade i att systemet godkändes i Norge för get (men inte för får). Resultaten var lovande i och med att få djur rymde över gränsen efter inläring. Varje get utlöste i genomsnitt 0,4 elstötar per get och dag. Den individuella variationen och variationen mellan grupperna var stor även i detta försök.

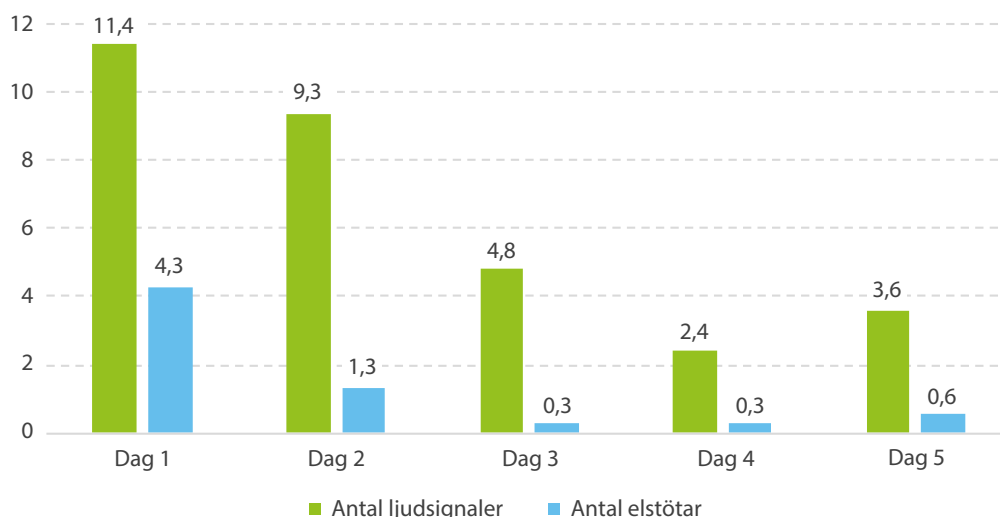
Några av djuren i grupper som hade tidigare erfarenhet av virtuella stängsel undvek helt elstötar, men en av getterna utsattes för 29 stötar under de sju för-

söksdagarna. Under inlärningsperioden var variationen ännu större, då enstaka getter inte fick någon elstöt alls, medan den get som tog emot flest utsattes för 38 stötar under fem dagar.

Nofence-systemet har fortsatt att testats under åren. Exempelvis gjordes försök med nötkreatur och får hösten 2017 och hösten 2018 där forskarna främst undersökte djurens inlärningsförmåga och djurens möjlighet att kunna hantera sin egen situation. Det finns ytterligare underlag framtaget för att de ska kunna godkänna virtuella stängsel för nöt och får i Norge till 2020/2021. Två tester med nötkreatur och får har skett under sommaren (2019) med 1 500 djur per djurslag (Eftang & Bøe, 2019a och 2019b).

Försöken med virtuella stängsel och får höll på i 8 dygn. Det får som fick flest elstötar fick sex. Det får som fick minst elstötar fick ta emot fyra. Under hela perioden fick fåren i medeltal 3,5 ljudvarningar och 0,6 elstötar per djur och dag. Under hösten 2018 genomfördes också en studie om reaktionerna på virtuella stängsel hos tolv kvigor (figur 1).

Reaktion på virtuellt stängsel från tolv kvigor



Figur 5.1. Antalet ljudsignaler per dag och kviga sjönk från 11,4 första dagen till 3,6 stycken dag fem. Antalet elstötar sjönk på motsvarande sätt från 4,3 till 0,6 stycken.

Källa: Betesdrift och digitala lösningar – stängsling och övervakning. Silje Eftang, 2019.

Genom fortsatt utveckling av den digitala tekniken och bättre metodik för djurens inlärningsfas bör djurens stress eller obehag och smärta på grund av virtuella stängsel kunna minska.

Svenska studier

Den hittillsvarande forskningen i Sverige kring digital teknik och djurhållning har ofta rört sig om att undersöka funktion och tillförlitlighet hos utrustningen. Nedan följer ett axplock ur gjorda forskningsprojekt:

Teknik och funktion

Ett EIP-projekt ”Ny teknik för id-märkning, vägning och hantering av ren” ska slutföras under 2020. Det leds av Per Mikael Utsi, Arjeplog. För bearbetning och analys av automatiskt avläst och registrerad individdata ska det finnas särskilda dataprogram som ger detaljerad individbeskrivning och -historik och en god översikt över renhjordens sammansättning och kondition.

Djurtillsyn

GPS-teknikens förmåga att ”hålla reda på betesdjuren i naturbetesmarker” har studerats av Anders Herlin, SLU, i ett pilotprojekt (2014). Han undersökte GPS-enheternas funktionalitet och effektivitet för att kunna övervaka och finna betesdjur i stora naturbetesmarker.

Efter införandet av GPS-teknologi i renskötsel har arbetsförhållandena blivit bättre. Dessutom har bruket av helikopter, skoter och motorcykel minskat eftersom renskötarna inte längre behöver söka lika intensivt efter renarna (Andersson & Keskitalo, 2017).

Djurvälfärd

Ett FORMAS-finansierat delprojekt om att hitta automatiska mätmetoder som kan indikera parasitförekomst hos betande nötkreatur har slutförts under 2019 och det har letts av Niclas Högberg, SLU.

Pågående forskning under 2020

Under 2020 pågår det några forskningsprojekt inom djurhållning, djurvälfärd och virtuella stängsel som är kopplade till digital teknik. Några exempel på projekt är:

Djurtillsyn

Ett EIP-projekt ”Övervakning av nötkreatur och får på bete för säkrare djurskydd och ökad utnyttjande av betesmark” slutförts 2021 och leds av Ann-Kristina Lind, RISE Uppsala

Djurvälfärd

Ett EIP-projekt ”Övervakningssystem för betande djur för daglig tillsyn av djurens position och hälsa” slutförts 2021 och leds av Anna Hessle, SLU Skara.

Virtuella stängsel

Det är för närvarande inte tillåtet att använda virtuella stängsel i Sverige. Men ett KSLA-finansierat projekt ”Virtuella stängsel – en möjlighet att utveckla svensk betesdrift” pågår och ska slutföras 2020. Det leds av Lotten Wahlund, RISE Uppsala.

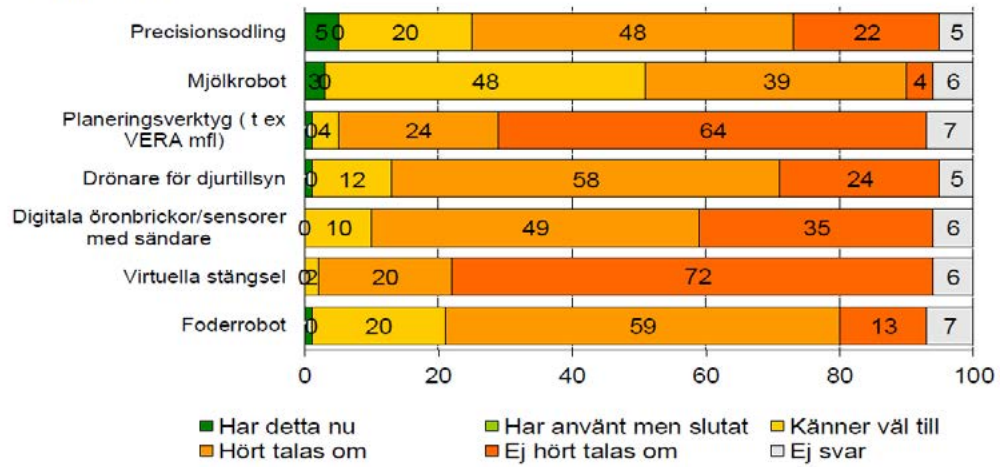
Bilaga 6. Varierande kännedom om digitala tekniker

En enkät¹⁴ visar att:

- Den mest använda av de undersökta teknikerna bland svenska lantbrukare är precisionsodling. De minst kända digitala teknikerna är virtuella stängsel och planeringsverktyg.
- Tre av fyra lantbrukare har hört talas om precisionsodling. Fem procent använder tekniken idag. Den är vanligast bland gårdar med större arealer och i Götalands södra slättbygder.
- En av tre lantbrukare har hört talas om digitala planeringsverktyg, som VERA, Beteskalle eller Grovfoderverktyget. En procent använder dessa idag. De lantbrukare som har störst djurbesättningar har något större kunskap än genomsnittet om att verktygen finns.
- Tre av fyra lantbrukare har hört talas om drönare för djurtillsyn. En procent använder sådana idag. Användning är vanligare bland de största djurhållarna. Fyra procent av de större djurhållarna använder sig av drönare idag.
- Två av tre lantbrukare har hört talas om digitala öronbrickor/sensorer. En procent av de största djurhållarna använder dem idag. Kännedomen är lägre än genomsnittligt bland de äldsta lantbrukarna.
- En av fyra lantbrukare har hört talas om virtuella stängsel. Två procent känner väl till tekniken. Tekniken är mindre välkänd än genomsnittligt bland dem med minst arealer.
- Nio av tio lantbrukare har hört talas om foderrobotar. En procent använder sådana idag. Bland de största djurhållarna är kännedomen högst och åtta procent av dem använder sådana idag.

¹⁴ Vi har i denna utredning ställt några frågor som har ingått i den stora enkäten *Sveriges Lantbruk* för att få bättre kunskap lantbrukarnas kännedom om ny digital teknik. *Sveriges Lantbruk* är en postal enkät som gått ut till 1 000 lantbrukare varje vår och höst sedan 1973 ([kap 3.4.1](#)).

Fråga:
 Olika digitala tekniker förekommer i varierande grad inom lantbruket. Markera här hur väl du känner till nedanstående
 Bas: Samtliga 466 st



Figur 6.1. Lantbrukarnas kännedom om digitala tekniker Sverige 2018. Källa: Landja, 2018.

Bilaga 7. Avancerad teknologi intar det danska jordbruket

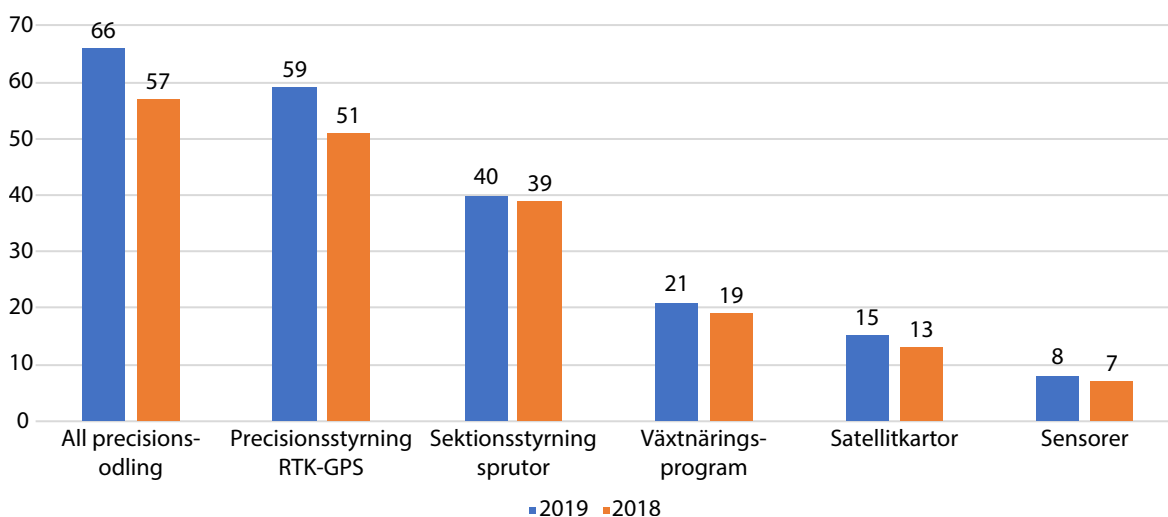
Myndigheten Danmarks statistik har under hösten 2018 och 2019 genomfört användarundersökningar om precisionssodling. I urvalet ingick drygt 5 700 lantbrukare som svarat på frågorna. Under åren 2018 och 2019 fanns det cirka 33 000 jordbruksföretag med åker i Danmark.

Det är främst de större jordbruken som anammat precisionsteknologin. I snitt har de gårdar som använder precisionssodling en areal på 197 hektar mot 81 hektar i snitt för alla växtodlingsgårdar under 2018 (Danmarks statistik, 2019).

Att anlita maskinstationer är en genväg till att få tillgång till den senaste tekniken. Hela 53 procent av de gårdar som använder precisionsteknologin köper in tjänsten från en maskinstation eller en granne under 2018.

Fjärranalyser från satelliter eller drönare har ännu inte slagit igenom i det danska jordbruket. Endast 4 procent av lantbrukarna använde 2018 fotobilder för att analysera grödornas tillstånd.

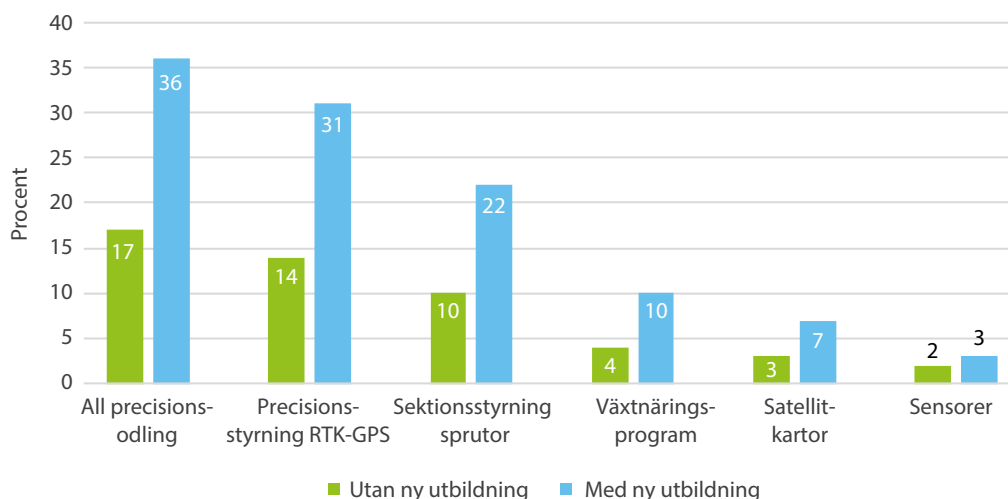
Totalt användes 2019 någon form av precisionsteknik på 66 procent av den danska åkerarealen (figur 5.2). Mest utbredd var precisionsstyrning med RTK-GPS¹⁵, som 19 procent av lantbrukarna använde för att få en mer exakt körning med traktor och redskap. Då det är övervägande större jordbruk som använder precisionsteknologin var det på 59 procent av åkerarealen som spårstyrning användes 2019. Användningen av digital teknik inom jordbruket har ökat i Danmark till 2019 (figur 5.2).



Figur 7.1. Procent av åkerarealen med precisionsteknik, Källa: Danmarks statistik, 2019.0

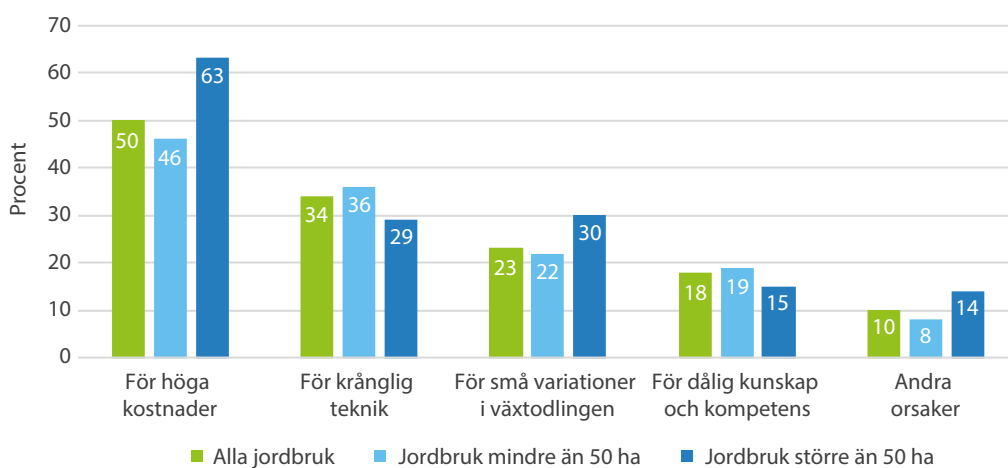
¹⁵ Real Time Kinematic (RTK) är en noggrann form av positionsmätning med GPS (GNSS) som fordrar minst två samverkande mottagare, en fast basstation som ställs upp över en känd punkt, och ett rörligt fordon (traktor), som man använder till själva mätningen.

När det gäller vilka lantbrukare som använder precisionstekniken visar svaren i enkäterna att det främst är yngre lantbrukare och de som nyligen utbildat sig som nyttjar tekniken. Av dem använde 2018, 36 procent tekniken, jämfört med 17 procent för dem utan en nyligen genomförd utbildning (figur 5.3). Den teknik som hittills fått minst genomslag är sensorer för mätning av kvävebehov m.m. Här var det endast två procent av lantbrukarna som nyttjar tekniken.



Figur 7.2. Andelprocent av lantbrukarna som använder precisionsodlingsteknik, Källa: Danmarks statistik, 2018.

För danska lantbrukare på gårdar med mindre än 50 hektar åkermark var de två stora barriärerna mot att använda digital teknik, dels för höga kostnader och dels för krånglig teknik (figur 5.4).



Figur 7.3. Upplevda barriärer mot användning, Källa: Danmarks statistik, 2018.

Bilaga 8. Jordbrukets utveckling och digital teknik

Utveckling av precisionsodling

För drygt 20 år sedan handlade precisionsodling om spårstyrning med hjälp av enkla sensorer på redskap och traktorer. Precisionsodling Sverige (POS) startade för drygt 20 år sedan och är en samverkan mellan forskning, rådgivning, näringsliv, myndigheter och lantbrukare (Precisionsskolan, 2019). Det är ett nätverk som syftar till att utveckla och öka precisionsodlingen i Sverige. Precisionsodling syftar till att anpassa åtgärder och insatser allt eftersom förutsättningarna ändras. För att kunna uppnå ökad precision i odlingen behöver lantbrukaren kontinuerligt ny information om sin jord, sin gröda och sina behov av insatsmedel.

En digital åkermarkskarta har utvecklats av SLU som visar texturen (lerhalten) i den svenska åkermarkens matjord (*ibid*). Med hjälp av åkermarkskartan kan lantbrukare få ett bättre underlag till att producera tilldelningsfiler. För att nya tekniker inom växtodling, exempelvis artificiell intelligens och ogräsrobotar, ska få någon större spridning måste även de kunna kopplas samman med befintliga växtodlingsprogram. Ett sådant forskningsprojekt är ”Robo weed maps” där utvecklarna arbetar med att ta fram ny teknik som ska känna igen och behandla ogräs med rätt medel och rätt dos för att uppnå önskad effekt som också kan kombineras med ett växtodlingsprogram.

Utveckling av mjölkrobotar

Den första AMS (Automatic Milking System) kom till Sverige 1998 för drygt 20 år sedan. År 2019 mjölkas nästan 40 procent av alla mjölkkor med robot. Normalt installeras 1–4 mjölkrobotar på gårdarna. Varje robot kan betjäna 60–70 mjölkkor. Senaste generationen av AMS är mycket snabbare på att mjölka, enklare att hantera och mer skonsam för korna vid mjölkning än första generationen. Den använde även el som instrument att styra djurens beteenden.

Utveckling av foderrobotar

Den första helautomatiska utfodringsroboten kom för drygt tio år sedan, kring 2005–2010. Det är fodervagnar som ska klara att lasta, blanda, transportera, utfodra, tömma och putta fodret automatiskt. Det finns tre till fyra större försäljare av foderrobotar i Sverige. De tillverkar ofta även mjölkkningsrobotar, t.ex. De Laval och Lely. Det medför att foderrobotar främst är konstruerade för lite större besättningar, ofta för mer än 80 djur.

För styrning används lämpligen GPS-teknologi utomhus och transponders inomhus. Några av foderrobotarna tar sig fram på hjul och har tillräcklig

batterikapacitet för att lasta, blanda, transportera och utfodra. Med en utfodringsrobot är det möjligt att utfodra vid ett flertal tillfällen. Genom att helt automatisera utfodringen får djurhållaren mer tid till driftsplanering och för tillsyn av besättningen samt att få till optimal utfodring.

Bilaga 9. Stängselkostnader

Beräknad årskostnad för stängsel per djurenhet beroende av stängseltyp och stängselsträcka per hektar. **De grönmärkta värdena är använda i rapporten.**

Meter stängsel/ djurenhet	Nöt	Nöt	Får	Får
Alla stängsel	Permanent elstängsel	Portabelt elstängsel	Permanent elstängsel 3 trådar	Nät-stängsel
35	107	144	167	140
75	230	308	358	300
100	307	410	477	400
125	384	513	596	500
150	461	615	716	600
Antaganden för dessa beräkningar				
50 st	dikor		krav på foder	75 ton/år
3 ha	ha fält			
36 ha	ha bete		åker	12 ha, 4 st fält på 3 ha
12 st	antal fält		betesmark	24 ha, 8 st fält på 3 ha
800	meter per 3 ha			
35 + 125	meter	per diko		

Källa: Betesmarken 1.1 Kalkylverktyg framtaget av HS, Jönköping

Den använda typgården har 50 dikor med kalv. Foderbehovet under en betes-säsong för gården är ungefär 75 ton. Det krävs 24 ha betesmark och 12 ha betesvall för att klara det foderbehovet. Normal storlek på åker- eller betesmark i Sverige är 2,5 till 3,0 ha. Det motsvarar 4 åkerfält och 8 betesmarksfält för typgården. Det krävs ungefär 800 meter stängsel för att stängsla in 3 ha. Omräknat per diko blir det 35 meter portabelt stängsel och 125 meter permanent stängsel (6 400 m) för typgården. Samma förhållande gäller för både 25 som 100 dikor (De). Detta eftersom det avgörande är djurets foderbehov och typgårdens avkastning och fältstorlek.

Publikationer inom samma område

1. Den digitaliserade gården, Jordbruksverket – *Rapport 2017:17*
2. Det digitaliserade jordbruket, Jordbruksverket – *Rapport 2018:33*
3. Nationell kunskapsförsörjning för en hållbar och konkurrenskraftig animaliesektor, Jordbruksverket – *Rapport 2019:4*



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se

ISSN 1102-3007 · ISRN SJV-R-20/10-SE

