BIOEKONOMI OCH HÄLSA
JORDBRUK OCH
TRÄDGÅRD

Foto: Nofence AS

Virtuella stängsel för enklare och mer flexibel betesdrift - möjligheter och utmaningar i Sverige

Lotten Wahlund

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport : 2021:66
ISBN: 978-91-89385-56-6
Uppsala 2021

This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

Innehåll

Innehåll **2**
Förord **3**
Sammanfattning **4**
1 Inledning **5**
2 Mål och syfte **5**
3 Genomförande **5**
4 Historik **6**
5 Hur fungerar virtuella stängsel? **7**
5.1 Beskrivning av Nofence teknik 7
6 Vad säger svensk djurskyddslagstiftning om virtuella stängsel för betesdjur? **11**
7 Möjligheter och utmaningar med virtuella stängsel för betesdjur **12**
7.1 Kostnad och arbetstid 12
7.2 Övervakning och tillsyn av djur på individnivå 13
7.3 Inverkan på användning av betesmarker och biologisk mångfald 14
7.4 Batterikapacitet 14
7.5 Halsband på betesdjur 15
7.6 Teknikens samspel med rovdjur och lössprингande hundar 15
7.7 Teknikens inverkan på allmänheten 16
8 Forskningsbehov **16**
9 På gång i Sverige och övriga världen **18**
10 Synlighet i media **19**
11 Referenser **20**

Förord

Vi vill rikta ett varmt tack till de lantbrukare i Norge som lät oss komma på studiebesök och visade upp hur Nofence teknik fungerar i praktisk drift, PhD Silje Eftang och andra forskare på Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) som delgav oss erfarenheter från sina forskningsstudier, Nofence för information hur tekniken är uppbyggd och fungerar, kollegor på RISE som deltagit i projektet och bidragit till denna rapport samt alla andra personer som på ett eller annat sätt gett input till projektet och som så generöst bjudit på sina tankar, funderingar och erfarenheter.

Projektet pågick under 2019-2021 och finansierades av Stiftelsen Svenska Lantbrukarnes Olycksfallsförsäkringsfond (SLO-fonden) som förvaltas av Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien.

Sammanfattning

Att hägna in nya betesytor och underhålla stängsel är en mycket kostsam och arbetskrävande del av betesdriften och det finns behov av att hitta enkla och flexibla metoder för detta. Virtuell stängselteknik skulle kunna vara en lösning då djurhållaren på några få sekunder med hjälp av en app i sin telefon kan hägna in, flytta och ändra form på sitt betesområde. Intresset för tekniken är stor både i Sverige och övriga världen men kunskapen om och hur tekniken fungerar och kan användas i Sverige har hittills varit begränsad. Målet med projektet var därför att förmedla kunskap om virtuella stängsel för betesdjur samt om och hur tekniken skulle kunna användas inom svensk animalieproduktion. Syftet var att genom (1) litteraturgenomgång, (2) kontakt med myndigheter, branschorganisationer, företag, forskare och lantbrukare, (3) studiebesök hos brukare av tekniken samt (4) workshop sammanställa befintlig kunskap och erfarenheter vid användning av virtuella stängsel, beskriva teknikens funktion, dess potential men också vilka utmaningar som finns för framtida implementering och användning av tekniken i Sverige. Inom projektet som pågick mellan 2019 och 2021 har det blivit tydligt att potentialen framför allt ligger i en minskad arbetsinsats i form av mindre arbete kopplat till stängsling och möjligheten att beta områden som förut inte varit lönsamma att beta. Tekniken skulle därför kunna bidra till nya typer av ”betessystem och betestjänster” och därmed ha potential att bidra till fler betande djur, ett mer differentierat landskap och till ökad biologisk mångfald. Tekniken bidrar dessutom till förbättrad kontroll och övervakning av betesdjuren på individnivå då den ger information om deras position dygnet runt. Den största utmaningen med tekniken är att den i nuläget inte är godkänd att användas i Sverige enligt svensk djurskyddslagstiftning. I en utredning, beställd av Jordbruksverket, framkom att det krävs mer kunskap om hur djurvälfärden påverkas vid användning av tekniken innan ett eventuellt godkännande. Andra områden som lyfts fram som viktiga för att tekniken ska bli intressant för framtida användning är en god batterikapacitet samt hur tekniken samspelar med rovdjur och allmänheten. För att ge Jordbruksverket mer kunskap kring hur djurvälfärden påverkas av tekniken kommer RISE i samarbete med SLU med start betessäsongen 2021 påbörja omfattande forskningsstudier. Dessutom har flertalet forskargrupper runt om i världen genomfört och planerar för fler forskningsstudier inom samma ämnesområde.

1 Inledning

Virtuell stängselteknik är en relativt ny teknik som bygger på att betesdjur hägnas in med hjälp av halsband med inbyggd GPS- och telenätsfunktion och som istället för en fysisk gräns i form av ett elstängsel avger ljudsignaler kombinerat med el-stimuli för att signalera en stängselgräns. Intresset för tekniken har setts öka för varje år och grundar sig bland annat i behovet av att hitta flexibla och innovativa sätt att hålla betesdjur. Tekniken förväntas dels kunna bidra till en förbättrad lönsamhet genom minskad arbetsinsats i form av stängsling, underhåll och förenklad övervakning av djuren men även möjligheten till att utveckla nya typer av ekosystemtjänster. Den förväntas även kunna bidra till att öka den biologiska mångfalden genom fler betande djur och även bidra till ökad resiliens med exempelvis förmåga att bättre klara av olika väderförhållanden som torr- eller blötår genom sin flexibilitet. Fördelarna med tekniken kan ses som många men det finns även delar som behöver undersökas vidare och som detta projekt hade för avsikt att fördjupa sig i. Det handlar bland annat om tekniken i relation till svensk djurskyddslagstiftning men även kunskap kring potentialen för hur tekniken skulle fungera i Sverige (möjligheter och utmaningar) som hittills varit begränsad.

2 Mål och syfte

Målet med projektet var att förmedla kunskap om virtuella stängsel för betesdjur, om och hur tekniken skulle kunna användas inom svensk animalieproduktion. Detta genom att övergripande beskriva teknikens funktion, dess potential men också vilka utmaningar som finns för användning av tekniken i Sverige. Projektet syftade till att samla in och sammanställa befintlig kunskap och erfarenheter kring virtuella stängsel genom; 1) litteraturgenomgång, 2) att föra dialog med berörda myndigheter, branschorganisationer, företag, forskare och lantbrukare, 3) studiebesök hos brukare av tekniken i Norge samt 4) arrangera en workshop för att diskutera möjligheter och utmaningar med tekniken i Sverige.

3 Genomförande

Detta projekt var av teoretisk och undersökande karaktär, där inga praktiska studier genomfördes. Genom kontakt med lantbrukare, forskare, organisationer, myndigheter, företag samt litteratursökning förväntades projektet svara på en rad olika frågeställningar. Exempel enligt nedan:

- Hur fungerar ett virtuellt stängsel?
- Till vilka djurslag används virtuella stängsel idag?
- Hur ser intresset ut för tekniken i Sverige och andra länder?
- Vilka möjligheter respektive utmaningar finns med tekniken i Sverige?
- Vilka krav ställer Jordbruksverket för att tekniken ska kunna bli godkänd att användas inom animalieproduktionen i Sverige?

Projektet inleddes våren 2019 med en sammanställning inom ämnet. Relevanta artiklar och rapporter söktes i internationella databaser och information om företag och

organisationer som arbetar inom området söktes på webben men även via redan ”kända” nätverk. Efterfrågan, potential och utmaningarna för tekniken i Sverige diskuterades med berörda företag, organisationer och myndigheter. Hösten 2019 genomförde projektgruppen ett studiebesök i Norge för att se hur Nofence (ett virtuellt stängsel uppfunnet i Norge) fungerade i praktisk drift hos två get- och en nötköttsproducent. Projektgruppen besökte även Nofence huvudkontor där forskare från Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) delgav sina erfarenheter och forskningsresultat från studier med Nofence teknik på get, får och nötkreatur.

Utifrån sammanställning, studiebesök i Norge och samtal med berörda organisationer och myndigheter anordnade RISE tillsammans med Gröna Möten Agroväst en digital workshop i mars 2021 för att diskutera möjligheter och utmaningar med virtuell stängselteknik för betesdjur. Intresset för mötet var stort med hela 150 anmälda. Deltagarna representerade olika delar av näringen och branschområden. På workshopen presenterade forskarstuderande Silje Eftang från NMBU hur tekniken med Nofence fungerar, forskningsresultat från de norska studier med Nofence på get, får och nötkreatur som hon varit delaktig i samt processen och vägen fram till att tekniken blev tillåten att användas i Norge. Djurskyddschef Helena Elofsson från Jordbruksverket berättade om nuvarande regelverk och på vilka grunder de fattade beslut om att tekniken inte når upp till svensk djurskyddslagstiftning. Utöver detta presenterade Länsstyrelsen i Västra Götaland hur bete kan påverka den biologiska mångfalden och Anna Jamiesson verksamhetsledare för Naturbeteskött Sverige om möjligheterna till ökat utnyttjande av naturbetesmarker med virtuella stängsel och hur det påverkar klimat- och miljöperspektivet. Därefter öppnades det upp för gruppdiskussioner kring möjligheter och utmaningar med virtuell stängselteknik i Sverige.

Parallellt med detta projekt har Jordbruksverket genomfört en utredning hur digital teknik inom djurhållningen kan bidra till att öka lönsamheten i betesbaserad produktion och öka betesmarkernas natur- och kulturvärden. Denna utredning finns tillgänglig i Jordbruksverkets rapport 2020:10 *”Digitalisead teknik för att främja betesdrift”* (Jordbruksverket, 2020). Flera av avsnitten i rapporten handlar om virtuella stängsel och tar emellanåt upp liknande frågeställningar som detta projekt avsåg att svara på.

4 Historik

Utveckling och forskning om virtuella stängsel har pågått under minst 25 år. System där en ledning på marken kommunicerar med halsband på djuren är vanligt förekommande för hundar och Boviguard i England var en av de första att utveckla tekniken för nötkreatur. Under 1990-talet utvecklade den amerikanska forskaren Dean Anderson systemet Vence till nötkreatur och under tidigt 2000-tal påbörjade CSIRO i Australien sin forskning om virtuella stängsel och autonom djurkontroll med namnet eShepard (Jordbruksverket, 2020). Något år senare startade även utvecklingen av det virtuella stängslet Nofence i Norge och även Halter på Nya Zeeland. De fyra sistnämna teknikerna finns idag tillgängliga på marknaden och bygger på GPS- och satellitöverföring. Vence, eShepard och Halter marknadsförs till nötkreatur medan Nofence finns tillgängligt för get sedan 2018 och nötkreatur och får sedan våren 2020.

Under år 2020 använde totalt 15 000 djurenheter Nofence teknik, både i Norge och andra länder i Europa. Av dessa var 5000 stycken till nötkreatur, 8000 stycken till get och 2000 stycken till får (Harstad, H. Nofence, personligt meddelande 2021-05-19). Till denna betessäsong 2021 planeras för en dubblering av antal djurenheter, dvs. 30 000 stycken. Intresset för virtuell stängselteknik är stor, dock ställer sig ”myndigheter” i flertalet länder frågan hur tekniken påverkar djurens välfärd varvid flera länder tagit ställning till att tekniken inte är tillåten i dagsläget, så även Sverige. Mer om detta i avsnittet: *Vad säger svensk djurskyddslagstiftning om virtuella stängsel för betesdjur*.

5 Hur fungerar virtuella stängsel?

Virtuella stängsel är avgränsningar som kan bestämmas utifrån GPS kartkoordinater och fungerar som inhägnader, hinder eller gränser utan fysisk barriär. Som beskrivet ovan finns i dag endast ett fåtal kommersiellt tillgängliga virtuella stängsel på marknaden, men de som finns använder sig av ett halsband med transponder på varje djur som kommunicerar både med mobil- och GPS-nätet (figur 1). Beroende på märke innehåller transpondern bl.a. GPS-antenn, accelerometer, blåtand, mobilkommunikation, batteri, LED, högtalare, strömgenerator och solceller. Den största skillnaden mellan ett virtuellt och ett fysiskt elektriskt stängsel är att, istället för en synlig gräns i form av en tråd, så behöver djuret lära sig att associera gränsen med en ljudsignal. När djuret passerar den virtuella gränsen ljuder en varningssignal. Om djuret inte vänder om dvs. går tillbaka in i betesområdet utlöses en svag elektrisk stöt i halsbandet. Övergripande fungerar de tillgängliga produkterna på liknande sätt men då vi inom detta projekt främst kommit i kontakt med Nofence teknik är nedanstående text en beskrivning på hur just denna produkt fungerar. Mer detaljerad information om eShepard och Vence finns att läsa i Jordbruksverkets rapport (Jordbruksverkets, 2020).

Figur 1

Transpondern kommunicerar både med mobil- och GPS-nätet. Illustration Nofence AS.

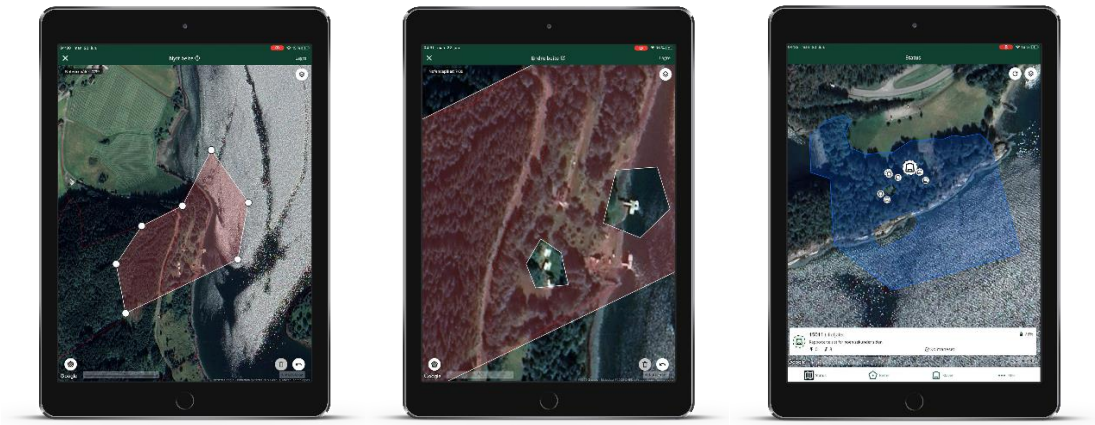
5.1 Beskrivning av Nofence teknik

I följande avsnitt där vi använder ordet halsband innefattar detta både nackrem och transponder. Nofence halsband finns i två storlekar en för små idisslare, dvs. får och get och en för nötkreatur. Halsbanden skiljer sig något i utformning, storlek och vikt, se figur 2. Halsbandet för små idisslare väger 500 gram och för nötkreatur 1300 gram och där batterikapaciteten för små idisslarhalsbandet är 10Ah och 20 Ah för nötkreatur.

Figur 2

Nofence halsband för nötkreatur (vänstra) respektive små idisslare (högra). Foto Nofence AS.

I Nofence system ”ritas” de önskade virtuella gränserna för betesområdet in på en karta i en mobil-app, figur 3. Det är även möjligt att hägna bort ytor inom ett betesområde samt se var djuren befinner sig i real-tid. Genom att ”klicka” på ett av djuren i kartan visas individuell information om bland annat den exakta positionen, batteritid, antal ljudsignaler och elektriska stötar. GPS-funktionen i systemet används till ljudsignaler och elstöten och mobiltäckningen för att skicka ut nytt, justera eller ta bort ett bete, flytta djur och få push notiser.

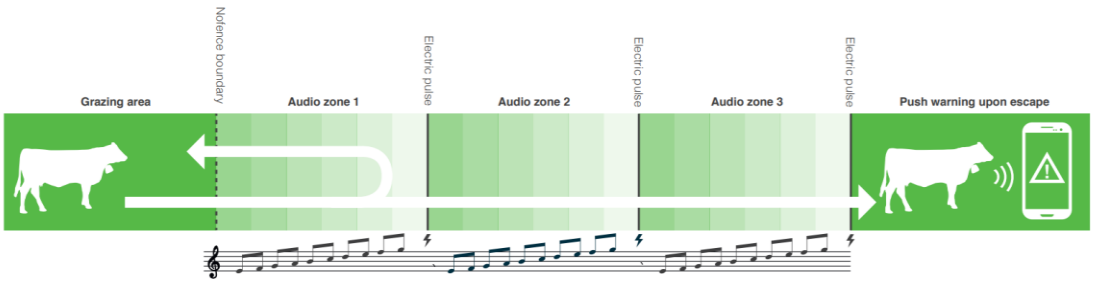


Figur 3

Exempel på några av Nofence olika kartvyer i appen. Den vänstra illustrerar hur det ser ut när gränserna markerats ut. De vita punkterna går att flytta runt i bilden. Illustrationen i mitten visar ytor som hägnats bort inom ett betesområde (de gröna områdena) och den högra bilden var djuren befinner sig (de grå cirklarna). Illustration Nofence AS.

När ett djur passerar en virtuell gräns (GPS-gräns) avger transpondern en ljudsignal med stigande ljudfrekvens i ljudzoon 1 (audio zone 1 i figur 4). Ljudet är en varning till djuret och signalerar att det kommit utanför tillåten betesyta. Om djuret vänder tillbaka och återgår till betesytan (grazing area) avbryts ljudsignalen, men om djuret fortsätter framåt och ljudsignalen nått sin högsta frekvens (efter 5-20 sekunder beroende på djurets hastighet) avger halsbandet en svag elektrisk stöt. Styrkan på den elektriska strömstöten för får och get är 0,1 Joule och för nötkreatur 0,2 Joule med en maximal spänning på 1,5 kV i 0,5 sekunder (Harstad, H., Nofence, personligt meddelande 2021-05-19). Detta är betydligt svagare jämfört med vanliga elstängsel som normalt har en styrka på 5 Joule med spänning på 7kV. Begränsningen på

standardaggregat för elstängsel enligt regel EN norm 60335-2-76/AD är satt till 5 Joule i utgående energi. Om djuret stannar kvar utanför gränsen efter den första elstöten upprepas proceduren med ljudsignal och elstöt av samma styrka. Ett djur kan maximalt få tre ljudsignaler (passera tre ljudzooner) med påföljande strömstötar på sin väg ut från betet, därefter stängs systemet av och lantbrukaren får en notis i sin app om att djuret har rymt. GPS-funktionen fortsätter att fungera även utanför betesområdet. När djuret återgår och är tillbaka på rätt sida om den virtuella gränsen sker en automatisk igångsättning av systemet. Djuret får ingen stöt eller ljudsignal när de passerar gränsen på tillbakavägen.



Figur 4

Illustrationen över önskat beteende i ljudzoon 1 (audio zone 1) samt systemets funktion när ett djur rymmer. Illustration Nofence AS.

Som beskrivet ovan ger systemet varsel vid rymning men även vid varje strömstöt. Både i den webbaserade portalen kopplat till systemet och i appen kan man se historiska data över var djuren har vistats, antal ljudsignaler och stötar per individ.

I de fall där betesområden innefattar byggnader är det viktigt att använda så kallade ”beacons” (kommunicerar via Bluetooth) för att undvika felaktiga ljudsignaler och strömstötar då byggnader kan leda till ”felpositionering” i systemet. Beacons funktion är att slå av GPSén när djuren befinner sig inom en 10 meters radie. För bästa täckning bör de placeras så att de kan sända ut signaler från olika positioner som exempelvis i tak eller på väggar. Användningen av beacons är även ett sätt att spara på batteritiden då systemet går ner i ”viloläge”. De kan därmed med fördel även användas på andra områden i betesmarken där djuren vistas mycket. Just batterikapaciteten är en viktig fråga för brukarna av tekniken i Norge och för att batteriet ska hålla så länge som möjligt rekommenderas:

- stora betesområden där djuren uppehåller sig minst 30 meter bort från den virtuella gränsen under större delen av tiden
- god mobiltäckning i betesområdet
- goda solförhållanden, dvs. lite vegetation och långa perioder med sol
- användning av beacons där det krävs

I de fall då djur tappar sitt halsband finns en funktion som underlättar sökandet. Så länge systemet är i gång och det finns batteri kvar är det möjlighet att söka upp halsbandets position på kartan i appen samt via Bluetooth aktivera transpondern till att spela upp en ljudslinga för att underlätta sökandet.

Systemet har två funktionsinställningar; inlärningsläge och driftläge. Inlärningsläget är kopplat till perioden när djuren ska lära sig förstå hur tekniken fungerar. I detta läge krävs enbart att djuret visar på ”rätt beteende” för att ljudsignalen ska stängas av. Det innebär att det räcker med att djuret vänder sig om (riktning tillbaka mot gränsen) för att ljudsignalen ska stängas av. Detta ger djuret en omedelbar respons så att det lättare ska lära sig att utföra rätt beteende vid ljudsignalen. För att systemet ska gå från inlärningsläge till driftläge krävs att djuret ska ha utfört 20 vändningar på korrekt sätt. Skillnaden i driftläge jämfört med inlärningsläge är att djuret i detta fall måste vända om och gå tillbaka in i betesområdet (passera den virtuella gränsen) för att ljudsignalen ska stängas av och därmed undvika elektrisk stöt. Enligt Nofence kan perioden för inlärning pågå under 14 dagar men de skriver även på sin hemsida att de flesta djur lär sig förstå tekniken inom tre dagar. De studier som NMBU genomfört (under publicering) visar på att de flesta djur lär sig tekniken inom 5 dagar.

Enligt Nofence finns en rad viktiga moment och saker som bör beaktas för att systemet ska fungera tillfredställande för djuren. Det handlar bland annat om att;

- ge djuren bra förutsättningar att lära sig hur tekniken fungerar
- alla vuxna djur ska bära halsband
- utforma ”smarta” betesområden som djuren lätt kan förstå
- betesområden inte ska överlappa varandra

Kravet om att alla vuxna individer ska bära halsband grundar sig i att minimera stress. Individer som inte bär halsband kan röra sig obehindrat och gå längre bort från kärnflocken vilket potentiellt skulle kunna vara stressande för de individer som inte kan följa efter. I dagsläget rekommenderar Nofence att halsbanden endast ska används till vuxna djur eller djur som uppnått en ålder om ca 4 månader, dvs. när de unga djuren slutar följa sin mamma.

Smarta betesområden handlar bland annat om att;

- vinklarna i betesområdet inte ska vara mindre än 90 grader
- att smala korridorer ska undvikas (minimum 25 meter)
- att det ska finns tillräckligt med bete och tillgång till vatten

Vidare är det viktigt att inte placera olika betesområden för nära varandra, att det finns mobil- och GPS-täckning och att tillpassningen av nackremmen är korrekt så djuren känner av eventuella stötar. Ytterligare rekommendationer, råd och tips finns att läsa i den *”brukarvägledning”* som finns tillgänglig på Nofence-hemsida. Där finns även en länk till ett ”kompetensprov” där du kan testa dina kunskaper om systemet för att få en uppfattning om du förstår hur tekniken ska användas innan du börjar använda det till dina djur.

I samtal med Nofence under besöket 2019 framkom att de hade en central ”övervakning” av systemet. Detta för att upptäcka eventuella felaktiga handhavande från djurägarens sida som exempelvis felaktigt utformade betesområden vilket kan ge upphov till förhöjt antal ljudsignaler och elstötar. I de fall detta inträffade tog Nofence kontakt med djurägaren via telefon för att ge råd om förändringar.

6 Vad säger svensk djurskyddslagstiftning om virtuella stängsel för betesdjur?

Användning av elektricitet för att styra djurbeteende är tydligt reglerad i svensk lagstiftning. Enligt 2 kap. 16 § djurskyddsförordningen (2019:66) är det inte tillåtet att använda utrustning som ger elektriska stötar i avsikt att styra ett djurs beteende. I 17 §, samma förordning, anges dock att förbudet inte gäller för användning av elstängsel till inhägnader utomhus men detta undantag gäller inte för virtuella stängsel. Att tillåta virtuella stängsel skulle kräva ett undantag i djurskyddsförordningen 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 som inte orsakar stress och/eller lidande för djuren (Jordbruksverket, 2020).

För att undersöka vilken inverkan virtuella stängsel har på djurvälfärden gav Jordbruksverket år 2018 ett uppdrag till SLUs vetenskapliga råd för djurskydd att sammanställa all relevant djurvälfärdsforskning inom området (SLU, 2019). SLUs vetenskapliga råd för djurskydd slutsats var att det finns få vetenskapliga studier som specifikt utvärderat djurvälfärden i olika virtuella stängselsystem. Studier har främst fokuserat på om djuren hållit sig innanför den virtuella gränsen eller inte och hur många ljudsignaler och elstötar djuren fått. De ansåg att forskningen tyder på att djuren i de flesta fall lär sig att associera ljudsignalen med en elstöt och att de efter inlärningsperioden oftast håller sig innanför den virtuella gränsen. De såg dock att det fanns individuella skillnader vad gäller antalet stötar mellan individer och beteendereaktioner. I några av studierna fick vissa individer betydligt fler stötar än övriga djur. Detta skulle potentiellt kunna innebära ökad stress hos de individer som utifrån antalet stötar uppfattas lära sig långsamt och därmed utsätts för många stötar (SLU, 2019).

Mot bakgrund av yttrandet från SLUs vetenskapliga råd för djurskydd (SLU, 2019) som citat skriver att: *”Vad gäller virtuella stängsel saknas vetenskapliga studier av inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos de individer som utsätts för många elchocker. Det saknas också studier av långsiktiga effekter av virtuella stängsel i jämförelse med vanliga elstängsel”* samt resultat från norska forskningsstudier från NMBU där vissa är under publicering fattade Jordbruksverket år 2019 beslut om att virtuell stängselteknik inte når upp till svensk djurskyddsnivå och därmed inte är godkänd att användas i Sverige (Elofsson, H. Jordbruksverket, personligt meddelande 2019-12-16).

Som nämnt tidigare finns ett stort intresse för tekniken och flertalet forskargrupper i Europa, Australien och Nord Amerika har under senaste åren genomfört, är i gång eller planerar för försök med virtuella stängsel. Det kommer således inom en snar framtid att finnas en rad nya forskningsresultat att tillgå. Detta innebär att underlaget som Jordbruksverket grundar sitt beslut på kommer behöva kompletteras med den nya kunskapen för en ny värdering om tekniken uppfyller svensk djurskyddslagstiftning.

7 Möjligheter och utmaningar med virtuella stängsel för betesdjur

Möjligheterna med ett virtuellt stängsel är många vilket blivit tydligt både genom den litteraturgenomgång som genomfördes i början av projektet, de kontakter vi haft med olika personer under projektets gång samt den avslutande workshop där just möjligheter och utmaningar diskuterades. Men det finns även utmaningar som kommer behöva undersökas och lösas innan tekniken kan börja användas i Sverige. När det gäller möjligheter handlar det om allt från flexibilitet och enkelhet, minskad arbetstid för stängsling och underhåll, att kunna utöka betesmarken och använda områden som annars inte vore lönsamma att beta, utveckla ”nya betestjänster”, skydda känsliga områden (hotade arter och häckande fåglar), anpassbarhet vid torka och extremväder, stängsla bort farliga områden, minskat parasittryck, inga djur som fastnar i stängsel, förenklad tillsyn, lättare att hitta sjuka djur, lättare att hitta djur som rymt, lättare för djuren att fly från rovdjur, att betesdjur kan hållas i rekreationsområden utan att fysisk stoppa människor mm. När det gäller utmaningar så handlar det i första hand om att tekniken inte är godkänd att användas i Sverige (beskrivet ovan) men på sikt också batterikapaciteten kopplat till hur ofta batteribyte behöver genomföras, teknikens kostnad, halsband på betesdjur, brukarens förmåga att förstå och ta sig ann tekniken, IT-säkerhet samt mobiltäckning. Utmaningarna handlar även om hur systemet kan fungera i de områden där det finns gott om rovdjur samt hur allmänheten ska informeras om ”lösgående” djur. Nedanstående avsnitt har till avsikt att ge en inblick inom några av ovanstående möjligheterna och utmaningarna som lyft fram inom projektets olika delar.

7.1 Kostnad och arbetstid

Den största investeringen med ett virtuellt stängsel är kostnaden för halsband med transponder till varje djurindivid. Enligt antagande av Jordbruksverket (2020) borde nuvarande kostnad per halsband minska till ca hälften inom de närmaste åren om produktionen ökar. Den fasta kostnaden för ett halsband till nötkreatur av märket Nofence idag är ca 3000 SEK. Till detta tillkommer ett årligt abonnemang à tre till fem kronor per dag och djur beroende på besättningsstorlek och tidsperiod. Abonnemanget inkluderar mjukvara, underhåll och uppdateringar.

Tekniken kan ge 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. Tekniken har därmed potential att även attrahera nya företagare/lantbrukare att vilja satsa på produktion med betesdjur. Däremot, om det återstår mycket avskrivningstid på befintliga stängsel blir besparingen betydligt mindre.

I en 25-korsbesättning skulle ett virtuellt stängsel enligt beräkningar genomförda av Jordbruksverket (2020) 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. 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. Utförligare beräkningar och kalkyler återfinns i Jordbruksverket (2020).

Enligt beräkningar genomförda av Jordbruksverket (2020) skulle virtuella stängsel i viss utsträckning kunna förbättra lönsamheten för betesbaserad köttproduktion på naturbetesmarker eller andra permanenta gräsmarker. Jordbruksverket kom fram till att potential för högre företagsekonomisk lönsamhet, framförallt finns på marker med höga stängslingskostnader och större besättningar.

Ytterligare besparingar som inte ingår i ovanstående beräkningar är att det blir lättare och snabbare att hitta djur som rymt. Detta dels genom att lantbrukaren får en notis om när djuren rymt, dels att djuren går att följa med on-linespårning. Det är dock okänt i vilken omfattning djur rymmer i system med virtuella stängsel jämfört med vanliga elstängsel. I och med att varje individ har sitt ”eget stängsel” i systemet med virtuell stängselteknik, dvs. alla individer måste ta emot tre elstötar var för att rymma så kan man förvänta sig att det inte alltid är hela flocken som rymmer varje gång utan enstaka individer. I system med vanliga elstängsel kan man däremot förvänta sig en högre risk att fler djur eller hela flocken rymmer vid ett och samma tillfälle när stängslet är ”trasigt” pga nedfallna träd, viltskador eller forcering av djuren. Vid dessa tillfällen är det ”fritt fram” för alla djuren att ta sig ut. Dessutom har lantbrukaren ingen vetskap om och när detta sker. Enligt Jordbruksverket (2020) innebär digital kontroll av djuren i många fall en ökad kostnad vid inköp av utrustningen 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.

Dagens produktionssystem är olika robusta och förberedda när det kommer till extremväder. Torkan som var år 2018 innebar stora bekymmer för många av Sveriges producenter med betesdjur. Det fanns helt enkelt inte tillräckligt med bete och vallskördarna blev dåliga. Lantbrukarna kämpade för att hitta och stängsla in nya betesmarker vilket var enormt arbetskrävande och kostsamt. För många innebar detta att de fick utfodra med kommande vinterns foder redan under pågående betesperiod vilket ledde till foderbrist under stall perioden. Många blev därav mer eller mindre tvingade att slaktas ut sina djur i förtid vilket gav stora ekonomiska förluster. Här hade virtuell stängselteknik kunnat vara ett bra hjälpmedel för att lättare och snabbare hägna in nya oanvända betesmarker.

7.2 Övervakning och tillsyn av djur på individnivå

Teknikens primära funktion är inte ett övervakningssystem för djur, det är att på ett snabbt och smidigt sätt hägna in ytor för att tillgängliggöra mer betesmark. Dock erbjuder systemets uppbyggnad och funktion till en förbättrad kontroll och övervakning av betesdjuren på individnivå då den ger information om deras position dygnet runt. Lantbrukaren kan enkelt se var djuren befinner sig och har vistats.

Tekniken medför också att lantbrukaren direkt vet när ett djur rymmer och var de ska bege sig för att fånga in djuret eller driva det tillbaka till betesytan. I och med att systemet visar var i beteshagen djuren befinner sig behöver djurägare inte lägga tid på att leta upp alla individer vid den dagliga tillsynen och systemet säkrar upp att djurägaren har koll på att alla individer befinner sig i hagen och rör på sig. Detta är enligt vår mening långtifrån möjligt i system där betesdjur hålls i stora grupper på stora ytor utan någon form av digital spårning.

En annan fördel med tekniken är att den helt eliminerar risken för att både tamdjur och vilda djur fastnar i stängsel vilket är ett stort lidande och djurvälfärdsproblem när det inträffar. Djuren kan även på ett enkelt sätt hållas borta från potentiellt farliga områden som sump-hål, stup, trafikerade vägar och dylikt. Som beskrivet ovan kan djurägaren också se om djuret varit i rörelse. Om transpondern varit på samma plats under en längre period kan det vara ett tecken på att djuret inte mår bra eller har fastnat.

7.3 Inverkan på användning av betesmarker och biologisk mångfald

För animalieproduktionen möjliggör virtuella stängsel att djurhållare kan utnyttja och hägna in ytor som förut varit svåråtkomliga eller helt enkelt inte varit lönsamma att hägna in. Detta skapar förutsättning att utveckla nya ”betessystem och betestjänster” som kan bidra till fler betesdjur i Sverige. Tekniken möjliggör även att djurhållaren med lätthet kan utöka arealen hävdade naturbetesmarker som är en av de viktigaste delarna för att öka den biologiska mångfalden i Sverige. Det handlar också om att landskapselement och fornminnen lätt kan hägnas bort. Tekniken skulle på detta vis kunna bidra till att skapa en mer diversifierad struktur i landskapet och bidra till den biologiska mångfalden och miljömålen.

Tekniken kan även ses som ett skötselverktyg för betesmark. Det blir betydligt lättare att styra och kontrollera bete och betestryck och hägna bort känsliga områden inom en viss betesmark för att motverka negativ påverkan genom överbetning och markerosion. Som exempelvis att låta vissa områden i betesmarken vara orörd under en del av betesperioden så att blommor kan fröa av sig eller att underlätta för rotationsbete med bättre avbetning och utnyttjande av fodertillväxten. Den kan på sikt även leda till fler och nya typer av ”ekosystemtjänster” där exempelvis djurägare hyr ut sina djur till att beta andras marker som behöver hållas öppna som naturreservat, parker, golfbanor, kraftledningsgator mm. Ytterligare fördjupning kring teknikens koppling till biodiversitet finns att läsa om i Jordbruksverkets rapport (Jordbruksverkets, 2020).

7.4 Batterikapacitet

Genom projektet har det blivit tydligt att om tekniken ska bli attraktiv så måste batterikapaciteten vara mycket god. dvs. hålla i princip en hel betesperiod. Svenska producenterna är generellt inte intresserade av en produkt där batteriet måste bytas eller laddas flera gånger under betesperioden. Till en början var batterikapaciteten på Nofence produkt relativt låg och krävde flera byten per säsong. Batterikapaciteten (batteri och solceller) har dock förbättrats för varje år och enligt information på

Nofence hemsida (2021-06-15) ska nuvarande batteri hålla under ca 3 månader. Enligt Harstad, H. på Nofence (personligt meddelande 2021-05-16) så räckte batterierna under en hela betessäsong för alla de nötkreatur som hölls på fjällbete i Norge under år 2020. Att hålla nötkreatur på fjällbete är dock väldigt ovanligt i Sverige vilket gör att detta resultat inte är direkt överförbart till svenska förhållanden. Hur länge ett batteri håller har bland annat att göra med hur ofta och mycket djuren rör sig i närheten av stängselgränsen. Inom en radie av 30 meter börjar halsbandet sända och ta emot signaler via GPS- och telenätet med ett tätare intervall för att säkerställa djurens exakta position. Detta moment laddar ur batteriet snabbare. Detta innebär att om betet är stort (ex. fjällbete) eller om gränserna placeras ”smart” där djuren inte vill eller kan gå så håller batteriet längre. Som beskrivet i avsnittet *”Beskrivning av Nofence teknik*?” är det även viktigt med god mobiltäckning, goda solförhållanden och användning av Beacons för att förlänga batteritiden.

7.5 Halsband på betesdjur

Virtuell stängselteknik medför att alla individer bär ett halsband. Utrustning, såsom djurbaserade sensorer och GPS-halsband, ska enligt 2 kap. 7 § djurskyddslagen utformas så att de inte medför risk för att djuren skadas eller att deras hälsa eller beteende påverkas (SLU, 2019). När det gäller halsband så är det bland annat viktigt att de sitter lagom hårt, dvs. att de är anpassade efter djurets tjocklek på halsen. I annat fall finns risk för skavsår. Det är därför viktigt att regelbundet kontrollera passformen och att det justeras regelbundet för att minimera risken för skav. Detta är extra viktigt för växande djur och för djur med växande päls, exempelvis får. Momentet för att kontrollera passformen kräver i vissa fall att djuren måste fångas in och fixeras vilket både kan vara ett arbetskrävande, innebära risker för djurhanteraren samt att det kan vara stressande för djuren. Dock skulle hanteringen kunna slås ihop med momentet för ett eventuellt batteribyte. En allmän uppfattning är också att många producenter vill hantera sina djur under betesperioden för att de inte ska bli ”förvildade” och svåra att hantera under stallperioden.

7.6 Teknikens samspel med rovdjur och lössprингande hundar

Det finns idag möjlighet att ansöka om stöd för att sätta upp stängsel för att hålla rovdjur borta från sina marker, så kallade rovdjursstängsel. Det är dock inte alla som beviljas stöd och det ersätter inte heller hela kostnaden för uppförandet av rovdjursstängslet. Detta kan potentiellt medföra att djurägare tvekar att hålla sina djur i områden med mycket rovdjur vilket leder till färre betande djur i dessa trakter. Kunskapen kring hur virtuell stängselteknik fungerar i rovdjurstäta områden är mycket begränsad men frågan är om tekniken skulle kunna vara ett alternativ till rovdjursstängsel? Norska brukare av Nofence har lyft fram att de upplever att tamdjuren ges större frihet att fly från både rovdjur och lössprингande hundar då de inte hindras av fysiska barriärer i form av eltrådar. Är det möjligt att det endast blir enstaka djur som drabbas vid en rovdjursattack? Ett virtuellt stängsel innebär att varje individ måste motta tre elektriska stötar för att ta sig utanför den markerade stängselgränsen, men att det stresspåslag och viljan att fly som förväntas bli vid

exempelvis en rovdjursattack tros väga över elstötarnas obehag. I och med att tekniken larmar när djur rymmer finns även potential att upptäcka rovdjursattacker i ett tidigt stadie och då även möjligheten att vara på plats betydligt snabbare för att hjälpa och vårda ev. skadade djur. Dock bör beaktas att likväl som tamdjuren inte hindras av ett fysiskt stängsel hindras inte heller rovdjuren av att ta sig fram till tamdjuren vilket skulle kunna leda till fler attacker. Detta område är något som behöver studeras närmare och det pågår nu ett samarbetsprojekt mellan Högskolen i Innlandet (Norge) och SLU som kommer beröra denna fråga.

7.7 Teknikens inverkan på allmänheten

En utmaning som framkom på bland annat workshopen var teknikens samspel med allmänheten. Kan tekniken användas på platser där många människor är i rörelse? Fysiska stängsel ger en tydlig signal att det kan finnas lösgående djur i närheten vilket saknas helt med virtuell stängselteknik. Å andra sidan medför virtuell stängselteknik att det blir lättare för allmänheten att röra sig fritt utan att fysiskt hindras av stängsel samt att landskapsbilden förblir mer naturlig. Nofence har idag plakat med information och QR-koder som brukarna kan använda för att sätta upp vid parkeringar eller naturliga ingångar till betesmarken för att informera allmänheten om tekniken och att det finns ”lösgående” djur i området. Via QR-koden är det även möjligt för allmänheten (om ok med brukaren) att följa djurens position och på så vis undvika närkontakt. En idé som framkommit inom detta projekt är möjligheten att utveckla en app som skickar notis vid passage av en virtuell stängselgräns. I samband med detta skulle det även kunna delges information om vilken typ av djur och deras position i hagen.

8 Forskningsbehov

Som beskrivet under avsnittet; *Vad säger svensk djurskyddslagstiftning om virtuella stängsel för betesdjur?* bedömer Jordbruksverket att det behövs mer kunskap om hur olika djurarter kan anpassa sig till virtuella stängselsystem för att säkerställa att tekniken garanterar en god djurvälfärd och på sikt ska kunna bli godkänd i Sverige. De vill se fler resultat från vetenskapliga forskningsstudier på (1) inlärningsförmåga, (2) stressnivå och välfärd hos de individer som eventuellt utsätts för många elstötar och (3) långsiktiga effekter av virtuella stängsel i jämförelse med vanliga elstängsel.

Förmågan att lära sig systemet skiljer mellan olika djurslag, liksom mellan olika individer (Jordbruksverket, 2020; SLU, 2019). Många av de tidigare studierna är utförda i små grupper med olika typer av virtuella stängselsystem och med olika inlärningsmetoder, vilket gör resultaten svåra att jämföra och utvärdera. Det saknas även i vissa fall information kring vilken strömstyrka som djuren utsatts för.

När det gäller punkt 1) inlärningen, så anser vi att det finns behov av kompletterande studier med de senast utvecklade modellerna av tekniken som skiljer sig en hel del från de som använts i tidigare studier och som svarar på vilket som är det mest djurvänliga, snabbaste och bästa sättet för djuren att lära sig förstå tekniken. Det är även av största vikt att få fram kunskap om vilka individer som ev. har svårt att lära sig tekniken samt om och hur dessa lär sig tekniken bäst för att undvika onödig stress. Vår uppfattning utifrån samtal med lantbrukare både innan och under detta projekt är att det även i

system med vanliga stängsel finns individer som har ”svårt” att förstå eller hålla sig innan för vanliga elstängsel. Det är dock oklart hur vanligt detta är då vi inte hittat några publikationer i ämnet. Även detta bör undersökas vidare.

Det väl känt att djur som kan förutse och kontrollera elstötar är mindre stressade än de i system som är oförutsägbara och där djuren inte har möjlighet att förstå och påverka sin situation. Det finns idag begränsat med vetenskaplig kunskap kring stresspåverkan vid användning av virtuell stängselteknik. Hittills har de flesta vetenskapliga studierna använt djurens beteende som ett mått på teknikens inverkan på djurens välfärd men för att få djupare kunskap om stressnivåer finns behov av mätningar av stresshormoner. Detta är något som bör inkluderas i framtida studier vilket flera av forskargrupperna runt om i världen nu planerar för genom att inkludera mätningar av kortisolnivåer innan, under och efter försöksperioden. Att mäta hjärtfrekvens kan vara ett komplement till beteendestudier och kortisolmätningar och NMBU har genomfört två studier där de mätt hjärtfrekvens på får och nötkreatur när de fått elstötar med Nofence teknik vilket visat på samma uppgång och nedgång som när djuren fångades in vid hanteringsmoment (under publicering).

Kopplat till punkt 1 och 2 vad gäller djurens förmåga att förstå och hantera tekniken så anser vi att en viktig del saknas i rapporten från SLUs vetenskapliga råd (SLU, 2019) och det är en diskussion och slutsats kring förhållandet mellan antal ljudsignaler och antal stötar på individnivå. Vid en utvärdering av resultat från studier med virtuella stängsel anser vi det som viktigt att även sätta antalet stötar i relation till antalet ljudsignaler. Flertalet av de lantbrukare som vi varit i kontakt med både i detta projekt men även i andra sammanhang framhäver att det i de allra flesta fall finns individer i en flock som är mer ”våghalsiga” än andra, som rör sig nära eltrådarna för att ”kolla av” om de är strömförande eller ej. Vårt antagande är därför att samma scenario gäller i system med virtuella stängsel. Vilket även flertalet lantbrukare som använder tekniken Nofence i Norge lyfter fram. Kan det därför vara så att de individer som får många ljudsignaler i förhållande till antal stötar kanske inte alltid ska tolkas som att de inte förstår systemet utan att de faktiskt förstår det väldigt väl men att de utnyttjar systemet och var gränserna går för att få tillgång till mer mat? Detta är något som vi anser bör studeras vidare.

Jordbruksverket efterfrågar jämförande studier mellan virtuella stängsel med vanliga stängsel. Om så är fallet behöver vi även omfattade studier kring vanliga stängsels inverkan på betesdjuren (men även vilda) välfärd kopplat till de studier som planeras att genomföras med virtuella stängsel för en rättvis jämförelse. Kunskapen om vanliga elstängselsinverkan på djurens välfärd är ett relativt outforskat område där det finns mindre än en handfull studier från slutet av 1970 till 1980-talet som studerat hur nötkreatur ”lär sig” hur vanliga elstängsel fungerar. I vår genomgång inom detta projekt har vi inte hittat några studier som tittat på hur många elstötar betesdjur normalt får under en betessäsong och hur de påverkas av detta. Vad vi känner till saknas också kunskap om hur vanligt det är att djur (både vilda och tama) fastnar och skadar sig på vanliga stängsel vilket torde ha en stor negativ inverkan på djurvälfärden. För en rättvis bedömning och avvägning bör dessa två delar beaktas och vägas in vid ett eventuellt godkännande eller nekande av virtuell stängselteknik i framtiden.

Utöver de områden som Jordbruksverket ser som viktiga att svara på för ett ev. godkännande finns även en rad andra frågeställningar som lyfts fram inom projektet

som viktiga och intressanta områden att fördjupa sig inom för att tekniken ska ha möjlighet att få en snabb implementering. Det handlar bland annat om inom vilka områden och typer av marker i Sverige tekniken är bäst lämpad för, ekonomi och utveckling av ekosystemtjänster, hur den på bästa sätt kan anpassas till friluftsområden och allemansrätten, hur den fungerar i områden med rovdjur samt användarvänlighet och säkerhet för djur och människa.

9 På gång i Sverige och övriga världen

Med start betesperioden 2021 kommer det genomföras omfattande studier med virtuella stängsel i Sverige inom centrumbildningen Sustainimal (SLU, 2021). En industridoktorand på RISE kommer i samarbete med SLU bland annat undersöka nötkreaturs förmåga att lära sig virtuell stängselteknik, om och hur deras stressnivå och beteende påverkas, om tekniken innebär att individer utsätts för mer stress än andra samt vilken inlärningsmetod som medför att djuren lär sig tekniken snabbast. Kopplat till detta kommer RISE även studera hur tekniken påverkar lantbrukarens arbetsmiljö och säkerhet. I Norge pågår studier som undersöker lämplig ålder på de unga djuren att börja använda tekniken samt ett samverkansprojekt mellan Norge och Sverige som handlar om hur tekniken samverkar med rovdjur.

Inom EU-projektet SUPER-G (*Developing SUstainable PERmanent Grassland systems and policies*) har den tyska parten på Göttingen Universitet studerat inlärning med Nofence på nötkreatur under betesperioden 2020. De har bland annat utvärderat beteende, antalet ljudsignaler och stötar per individ och jämfört resultaten med en kontrollgrupp av djur med vanliga elstängsel. De preliminära resultaten (ej publicerade än) visar på goda resultat, dvs. liknande beteenden i båda grupperna och lågt antal stötar i gruppen med virtuella stängsel (Tonn. B. Göttingen Universitet, personligt meddelande 2021-04-23). Den tyska forskargruppen planerar för ytterligare försök under 2021 där även fler av medlemsländerna, England, Slovenien och Sverige planerar för studier med liknande upplägg i respektive land. Alla länder planerar genomföra försök med nötkreatur. England och Slovenien kommer även testa tekniken på får.

Som nämnt tidigare har USA utvecklat den virtuella stängseltekniken Vence men en forskargrupp kommer i år även påbörja försök med Nofence teknik. Australien var ett av de länder som var först ut att genomföra forskningsstudier med virtuella stängsel (eShepard) och de är fortfarande aktiva inom området. De under de senaste åren publicerat flera artiklar bland annat resultat från en studie där de jämfört vanliga elstängsel med virtuella stängsel relaterat till beteende och djurvälfärd (Campell, 2019). Som beskrivet i stycket ovan handlar de många studierna om hur djuren påverkas av tekniken för att ge underlag till myndigheterna i de olika länderna. Av ekonomiska begränsningar har vi inte haft möjlighet att ta reda på all forskning/studier som är planerade eller genomförda runt om i världen. Ovanstående är ett axplock och vi tror att det finns fler länder än de vi nämner här som arbetar med dessa frågor.

10 Synlighet i media

Projektet har fått stor uppmärksamhet vilket resulterat i medverkan i radio, TV, en rad olika tidskrifter samt föredrag på seminarier enligt nedan:

2019

- Svenska Fåravelsförbundets hemsida. http://www.faravelsforbundet.se/det-digitala-djuret-del-3-hur-kan-digital-teknik-oka-djurvalfard-och-halsa/ 2019-09-26
- ATL. Därför är virtuella stängsel inte godkända i Sverige (atl.nu) 2019-10-16
- Sveriges Radio Ekot. Jordbruksverket: Mer forskning krävs om elhalsband - Nyheter (Ekot) | Sveriges Radio, 2019-11-13
- Sveriges Radio. Virtuella stängsel en framtid för betesdjur - Studio Ett | Sveriges Radio 2019-11-13
- Sveriges radio P4 Värmland. Inte problemfritt med elhalsband istället för stängsel - P4 Värmland | Sveriges Radio 2019-11-14
- Sveriges Radio P4 Extra. Intervju om projektet och tekniken 2019-11-13

2020

- Gröna Möten. seminarie om ”Framtidens hållbara betesdrift” (Virtuella stängsel – en alternativ teknik som kan bidra till fler betande djur) 2020-01-25
- Sveriges radio, P4 Sjuhärad. https://sverigesradio.se/artikel/7415748 2020-02-25
- TV4 Efter fem, diskussion i programmet om projektet (virtuella stängsel) 2020-02-26
- Svenska Vallbrevet nr 4. Virtuella stängsel – framtidens betesdrift? 2020
- KSLA/Jordbruksverket. Workshop om ”Digital teknik för lönsam och flexibel betesdrift”, 2020-11-11
- Husdjur nr 4. Framtidens stängsel kan bli digitala 2020

2021

- ATL. Rise vill testa virtuella stängsel i Sverige (atl.nu) 2021-03-24
- Extrakt. Kan virtuella stängsel öka naturbetet? https://www.extrakt.se/kan-virtuella-stangsel-oka-naturbetet/ 2021-03-25
- Sveriges Natur, Naturbetet kan öka med virtuellt stängsel. https://www.sverigesnatur.org/aktuellt/naturbetet-kan-oka-med-virtuellt-stangsel/ 2021-04-16
- Nötkött nr 3. Svenska försök kan öppna för digitala stängsel Virtuella stängsel testas i Sverige (vxa.se) 2021-05-09
- Travhästen nr 2. Ett hästliv utan stängsel finns det? 2021
- Land Lantbruk nr 22. Virtuella stängsel kan förändra branschen. 2021-05-28
- Jordbruksverket, Ekowebinarie, information om projektets slutrapport delges deltagarna 2021-06-23

Kunskapen från detta projekt har bidragit till den ovannämnda industridoktoranden på RISE samt projektet ”Virtuella stängsel för betesdjur – inverkan på arbetsmiljö och säkerhet” finansierat av SLO-fonden. Projektet har även lett till deltagande i ett internationellt forskarnätverk kring försök med virtuella stängsel och givetvis stor spridning om tekniken genom ovanstående aktiviteter.

11 Referenser

Campell. D., Lea. J., Keshavarzi. H., Lee. C. 2019. Virtual Fencing Is Comparable to Electric Tape Fencing for Cattle Behavior and Welfare. Front. Vet. Sci. Volym 6, artikel 446.

Jordbruksverket. 2020. Digitaliserad teknik för att främja betesdrift. Rapport 2020:10.

SLU. 2019. Yttrande från SLUs vetenskapliga råd för djurskydd om digital tillsynsteknik i djurhållning utomhus. SLU ID: SLU.scaw.2019.2.6-21. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/scaw-nationellt-centrum-for-djurvalfard/vetenskapliga-radet/yttrande-till-jordbruksverket-digitala-hjalpmedel-slu.scaw.2019.2.6-21.pdf

SLU. 2021. *https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-utfodring-vard/forskning/mjolkkor/sustainimal/*

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.

RISE Research Institutes of Sweden AB
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 010-516 50 00
E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se

Jordbruk och trädgård
RISE Rapport : 2021:66
ISBN:978-91-89385-56-6