



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Karina Sinnes

Bacheloroppgåve

**Virtuelle gjerder, ein del av framtidens
beiteteknologi**

Virtual fences, a part of the future livestock grazing technology

Agronomi

6JB297

2022

Samtykker til utlån hos høyskolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Samandrag

I denne oppgåva vart det undersøkt om virtuelle gjerder er framtidens beiteteknologi med forskingsspørsmål om dyrevelferd, økonomi og brukarerfaring på utmarksbeite. Beiting med virtuelle gjerder er ein innovativ og ny måte å drive beitebruk på. Det kan derfor kallast ein endringsagent, delvis fordi det kan verte enklare å bruke dyr til landskapspleie. I oppgåva har eg skildra dyrevelferda ved bruk av virtuelle gjerder ved å sjå på faktorar som stress, påverknad på stimuli, åtferd, innlæring og GPS kombinert med rovdyrproblematikk. I økonomi delen av oppgåva er det presentert prisar og samanlikningar på fysisk gjerde og virtuelle gjerde. Resultatet synar at det er ei klar samanheng mellom størrelse på beitearealet og tal dyr med klavar når ein skal rekne på om det er lønnsamt med virtuelle gjerder eller ikkje. Gjennom kvalitative intervju av seks brukarar av Nofence visar resultata at det er positive erfaringar kring å ha kontroll på dyra via GPS signal, at det frigjer mykje areal og at dyret i stor grad respekterer systemet. Det var derimot nokre negative erfaringar med dyr som rømmer frå det tilviste området og at unge dyr som ikkje har klave sjølv, gjekk utanfor den tilviste grensa. Brukarane meinte at virtuelle gjerder bidrar til god dyrevelferd, og at systemet er dyrt men må sjåast i samanheng med sparte ressursar. Konklusjonen i denne oppgåva er at virtuelle gjerder er framtidens beiteteknolog. Dette er basert på resultata av litteraturstudiet på dyrevelferd og egne funn på økonomi og brukarerfaring i Noreg.

Abstract

The aim of this bachelor is to investigate if virtual fences is a part of the future grazing technology with research questions about animal welfare, economics and user experience, with a focus within outlying lands. Grazing with virtual fences can therefore be called an agent for change, partly because it can be easier to use animals for landscaping purposes. In this thesis, I have described how animal welfare is affected by virtual fences by looking at factors such as stress, stimuli, behaviour, and GPS use to avoid predators. In the economy part of the thesis I have presented prices and compared a traditional fence to a virtual fence. The results show that there is a clear connection between the size of the pasture and the number of animals with calves when calculating the economic benefits of the virtual fence system. Through qualitative interviews of six users of the Nofence system, the results show that the users have positive experience because as they can watch the animals through GPS signals, but also that the animals respect the virtual fence system. Because of Nofence they can now reach more outlying lands. On the other hand, it was some negative experiences with some animals who escaped the set limit, and young animals without a device often crossed the set limit. Overall, the users thought that virtual fence contributes to animal welfare, and the expenses of the system should be compared to saved resources. The conclusion of this bachelor thesis is that virtual fences are a part of the future grazing technology, and this was based on the used litterateur on animal welfare but also my own research on about economy and user experiences in Norway.

Forord

Denne bachelor oppgåva markerar tre års studietid på Blæstad ved Høgskolen i Innlandet. Det har vore svært lærerike og sosiale år på tross av Covid-19. Bakgrunnen for oppgåva er å sjå på nye måtar å drive aktivt beitebruk på ved hjelp av teknologi. Eg har sjølv eit stort interesseområde for betre beiteutnytting, og ser dette i samanheng med miljø.

Eg vil rette ein stor takk til

- Alle som har stilt til intervju
- Min rettleiar Morten Tofastrud for god hjelp og rettleiing
- Anne-Cathrine Børke Overskott for hjelp med referering til litteratur
- Svein Solberg for gjennomlesing og tilbakemelding
- Astrid-Amalie Heldal for korrekturlesing
- Vener, familie og kjærast for god støtte

Karina Sinnes

Blæstad 26.05.2022

Innhold

| | |
|---|-----------|
| SAMANDRAG | 3 |
| ABSTRACT..... | 4 |
| FORORD | 5 |
| INNHALD..... | 6 |
| 1. INNLEIING | 8 |
| PROBLEMSTILLING OG AVGRENSING: | 10 |
| 2. METODE | 11 |
| 2.1 DYREVELFERD | 11 |
| 2.2 ØKONOMI..... | 12 |
| 2.3 BRUKARERFARING | 12 |
| 3. RESULTAT..... | 13 |
| 3.1 LITTERATURSTUDIE DYREVELFERD VED BRUK AV VIRTUELLE GJERDER | 13 |
| 3.1.1 <i>Funn av kjeldar</i> | 13 |
| 3.1.2 <i>Generell dyrevelferd og virtuelle gjerder</i> | 14 |
| 3.1.3 <i>Stress og påverknad på stimuli</i> | 15 |
| 3.1.4 <i>Åtferd og læring</i> | 15 |
| 3.1.5 <i>GPS og rovdyr</i> | 17 |
| 3.1.6 <i>Bruk av klaven</i> | 18 |
| 3.2 ØKONOMI VED BRUK AV VIRTUELLE GJERDER | 19 |
| 3.2.1 <i>Pris for Nofence klaver:</i> | 19 |
| 3.2.2 <i>Pris for eit fysisk gjerde utan arbeid med oppsett</i> | 19 |
| 3.2.3 <i>Samanlikning av fysisk gjerde og Nofence</i> | 20 |
| 3.3 BRUKARERFARING | 21 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|-----------|
| 3.3.1 | <i>Intervjuobjekt 1, geit</i> | 21 |
| 3.3.2 | <i>Intervjuobjekt 2, geit</i> | 22 |
| 3.3.3 | <i>Intervjuobjekt 3, sau</i> | 23 |
| 3.3.4 | <i>Intervjuobjekt 4, sau</i> | 24 |
| 3.3.5 | <i>Intervjuobjekt 5, storfe</i> | 25 |
| 3.3.6 | <i>Intervjuobjekt 6, storfe</i> | 26 |
| 4. | DISKUSJON | 28 |
| 5. | KONKLUSJON | 33 |
| 6. | LITTERATURLISTE | 34 |
| 7. | VEDLEGG | 40 |
| 7.1.1 | <i>Vedlegg 1:</i> | 40 |
| 7.1.2 | <i>Vedlegg 2</i> | 40 |
| 7.1.3 | <i>Vedlegg 3</i> | 41 |
| 7.1.4 | <i>Vedlegg 4</i> | 41 |

1. Innleiing

I 2020 var det omlag 2,2 millionar husdyr i alt på utmarksbeite i Noreg (Statistisk sentralbyrå, u.å.). Landskapet rundt oss er forma av menneske og dyr som har nytt naturen gjennom lang tid. Kulturmark bidreg til eit stort biologisk mangfald og er ein artsrik naturtype (Norderhaug et al., 1999 s. 4). Beitebruk er ein sentral del i husdyrhaldet og er viktig for sjølvforsyninga i Noreg. Beiting er ein nyttig ressurs for å halde kulturlandskapet opent, og ein sentral del i driftsgrunnlaget på mange husdyrbruk (Rustad, 2014). Fokus på ein berekraftig matproduksjon har kanskje aldri vore viktigare og meir i fokus etter ein global pandemi, krig i Europa og klimaproblematikk. Noreg har eit variert og kupert terreng, og tilgangen på fulldyrka mark er liten og blir på husdyrgardar i stor grad nytta til vinterfôr.

Det store teknologi-framsteget i landbruket er ein viktig del av utviklinga i norsk landbruk så vel som resten av den industrielle verda. Teknologi har gjort ei endring i strukturen i matproduksjonen. Mange investerer i teknologi som endrar arbeidskvardagen og sett større fokus på eit tilpassa landbruk basert på fleire målingar og styring på kva som skjer. Organiseringa i landbruket har endra seg og produktiviteten har auka betrakteleg (Kjølseth & Pettersen, 2012). Ein ser mange nye system både på jordet, i fjøset og på beite. Utviklinga går fort, og det kan vere vanskeleg å fylgje marknaden og ta i bruk alle verktøya. For den enkelte bonde er det viktig å ta omsyn til heilheta og dei forskjellige måla ein har. Ønska effektivitet må tilpassast ressursane som kvar gard har og kan med det auke sjølvforsyningsgrada (Vik et al., 2021).

Å drive aktiv beitebruk bringar med seg ein del arbeid i form av gjerding, flytting av dyr, tilsyn, sanking og rovdyrproblematikk. Dette arbeidet har ført til at mange har slutta å ha beitedyr på enkelte område. Landbruket er i ei endring når det kjem til presisjon, også i husdyrsektoren. Mange har tatt i bruk nye verktøy for å lette på arbeidet og drive meir rasjonell og effektiv matproduksjon. Eit relativt nytt verktøy er å bruke virtuelle gjerder til beitande dyr gjennom sesongen. Dette er teknologi som gjer det mogleg å halde dyr på eit område utan fysiske midlar. Eit slikt system består ofte av ein klave med ein boks. Denne boksen er driven av solcelle og eit batteri. Systemet er basert på digitale kart, der ein definerer grenser virtuelt, for eksempel på telefonen. Dyret får då eit varslingsfelt med lyd dersom dei nærmar seg beitegrensa, det vert gitt tre lydsignal med stigande styrke. Dersom dyret ikkje snur, får det eit elektrisk støyt (Nofence, u.å.-a).

I tillegg til eit slikt virtuelt gjerde, kan det installerast akselerometer, som gjer oss ei GPS overvaking av dyra. Dette kan gje oss informasjon om dyret si åtferd og kan hjelpa oss med å dokumentera sjukdoms- og dødsårsakar. Utviklinga av denne typen teknologi går fort, men ikkje utan utfordringar. Dette sett kompetanse og evne til forskarar og utviklarar på prøve.

Denne type beiteteknologi er innovativ og ny. Likevel vert det stilt spørsmål om dyrevelferd og korleis dette påverkar viktige funksjonar i gjerdesystemet. Det er mange som har tatt i bruk virtuelle gjerder, men pris og funksjon er viktige spørsmål for vidare sal og aktiv bruk. Særleg om det er billegare å sette opp fysisk gjerde enn å bruke virtuelle gjerder. I Sverige er ikkje denne typen teknologi godkjent med tanke på dyrevelferd (Wahlund, 2021). Teknologien og dyrevelferd i Noreg er også diskutert, særleg når det kjem til rovdyrproblematikk og samhandling med samfunnet som t.d. turområde (Henriksen & Berntsen, 2011). Vidare er lade- og batteritid ei utfordring, særleg for bruk på småfe. Dette er fordi batteriet er vesentleg mindre i boksen som vert plassert på småfe versus storfe, og dette gjer mindre kapasitet på solcellebatteriet.

Det norske virtuelle gjerdesystemet *Nofence* har stor pågang frå bønder i Noreg og i verda. Det verkar som mange er villige til å ta i bruk denne teknologien, og pr. dags dato (mai 2022) er det ikkje mogleg å få tak i klaver før neste sesong, 2023. Innovasjon Norge har støtta beiteutnytting og klimagevinsten med virtuelle gjerder. I 2021 ga dei Nofence 29 millionar kroner for vidare utvikling (Innovasjon Norge, 2021). Dette viser at ikkje berre bøndene, men også innovasjonsmiljøet i Noreg er positive til utviklinga. Det kjem stadig nye oppdateringar og versjonar av systemet, noko som gjer at utviklinga på dette området går raskt.

Ein finn ein del artiklar og rapportar som omhandlar utprøving av virtuelle gjerder, men lite forskning med langvarige data over tid. Me byrjar å få erfaringar rundt bruken, derfor hadde det vore interessant å sett på brukarerfaringar. Særleg i Noreg, som nesten kan kallast ”ein pioner” for denne måten å drive beitebruk på. Me må likevel skaffe oss meir kunnskap om bruk på i ulike typar naturtypar, terreng og på forskjellige dyreartar. Kanskje er det til og med nyttig å skaffa informasjon og kunnskap om ulike rasar?

Problemstilling og avgrensing:

Ei rekke faktorar nemnt ovanfor trur eg kan påverke framtidig beitebruk og utvikling av ein ny teknologi innan virtuelle gjerder. For å finne ut dette har eg valt problemstillinga:

”Er virtuelle gjerder framtidens beiteteknologi”, med underpunkt ”moglegheiter og avgrensingar for bruk av virtuelle gjerder”.

Kunnskapen om virtuelle gjerder er ny, og kan hende litt snever. Derfor er hensikta med bachelor-oppgåva mi å undersøkje ulike forhold knytt til virtuelle gjerder. Eg har valt å setje søkelys på følgande tre tema:

- Husdyrvelferd
- Økonomi
- Brukarerfaring

Følgjande forskingsspørsmål står derfor sentralt :

- Korleis er dyrevelferda påverka av virtuelle gjerder?
- Korleis påverkar økonomi (pris i forhold til eit fysisk gjerde) bruken av virtuelle gjerder?
- Kva er tidligare erfaringar frå dei som har brukt systemet så langt i Noreg?

Grunnen til at eg valte denne problemstillinga er fordi eg er interessert i god skjøtsel av utmark. Eg ser dette i samanheng med dei globale utfordringane innan matmangel og berekraft, som særleg koplar til FN sine berekraftsmål nr. 2 (utrydde svelte) og nr 11. (berekraftige byer og lokalsamfunn)(FN-Sambandet, 2022). Eg ønsker å samle forsking og informasjon om det gitte temaet for å definera marknaden og framtida for virtuelle gjerder. Moglegheita er å få fram dei riktige interessene slik forbrukarar kan spare pengar og tid. Oppgåva er avgrensa til i stor grad å handle om bruk av virtuelle gjerder på utmarksbeite.

Oppgåva sin struktur omhandlar først eit metode-kapittel som synar kva slags materiale og metode eg har anvendt for undersøkinga og gjennomføring. I resultatet kjem det ein del om dyrevelferd, om korleis eit dyr reagerer på- og lærar i ulike system. Så kjem ein del der eg reknar på økonomien ved bruk av virtuelle gjerder og ser på brukarerfaring. Deretter kjem diskusjonen der funna skal settast saman og spørsmål om svakheiter og styrker med studiet blir drøfta. Til slutt kjem det ein konklusjon der det viktigaste for oppgåva vert summert.

2. Metode

For å svare på oppgåvas problemstilling har eg anvendt ulike metodar tilpassa dei ulike spørsmåla eg hadde ut frå ein blanda metode modell, på engelsk mixed methods, som er å nytte fleire metodar for å stille og svare på forskingsspørsmål (Leeman et al., 2015).

2.1 Dyrevelferd

I første del som omhandlar velferd har eg brukt ein tradisjonell litteraturstudie modell med resultat presentert i løypande tekst. Det er gjort eit litteratursøk i databasen Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) og Oria via Høgskolen I Innlandet sitt bibliotek (<https://www.inn.no/bibliotek/>). Søka har i dei fleste tilfelle berre brukt artiklar som er frå 2015 eller nyare, dette på bakgrunn av den stadige utviklinga av virtuelle gjerder. Det er gjort både norske og engelske søk. Eg fekk mange treff på søka mine og valte derfor å inkludera tre søkeord i kvart søk for å finne dei mest relevante artiklane og rapportane (Tabell 1). Eg har prioritert kjelder stort sett frå Europa då disse er mest relevante for Noreg. Områda virtuelle gjerder blir brukt på er ganske like her i forhold til t.d. tropiske område med andre utfordringar.

Tabell 1 Kombinasjon av søkeord på norsk og engelsk for å finne relevant litteratur knytt til dyrevelferd og virtuelle gjerder.

| Språk | Søkeord 1 | Søkeord 2 | Søkeord 3 |
|------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| 1. Engelsk | Virtual fences | Livestock | Welfare |
| 1. Norsk | Virtuelle gjerder | Dyr | Velferd |
| 2. Engelsk | Machine | Learning | Livestock |
| 2. Norsk | Innlæring | Virtuelle gjerder | Småfe eller Storfe |
| 3. Engelsk | Grazing | Behavior | Livestock |
| 3. Norsk | Beite | Åtferd | Småfe Eller Storfe |
| 4. Engelsk | Electronic monitoring | Welfare | Cattle OR Sheep |
| 4. Norsk | GPS overvaking | Dyrevelferd | Sau eller Storfe |

2.2 Økonomi

I økonomidelen har eg samanlikna prisen på Nofence og eit permanent gjerde i utmark. Eg har mått sett ein del føresetnadar på grunn av svært variable faktorar som terreng, val av gjerdemateriell og antall daa pr. dyr.

Eg skal derfor sjå på kva det kostar å gjerde inn 20 ammekyr og 60 sau (sau er same pris som for geit) i forhold til å bruke Nofence. For å rekne ut kor stort beiteområde ei ammeku og sau treng har eg brukt Rekdal sin rapport om beitekapasitet (Vedlegg 1). Ein reknar at ei ammeku treng 6,5 f.e og ein sau 1 f.e, med eit godt beite brukar eg tala 100 daa pr. ammeku og 15 daa pr. småfe. Eg har brukt NIBIO gårdskart for å sette ei føresetnad på kor mange meter gjerde ein treng for eit valt område ut frå daa pr. dyr (Vedlegg 3 og 4). Material og priser er henta frå Bondekompaniet.no (Bondekompaniet, u.å.). Det er føresett at gjerde står i 30 år med 10% i vedlikehaldskostnadar. Ei viktig føresetnad er at arbeid med å sette opp gjerde ikkje er teke i betraktning.

I andre del brukte eg Nofence sin priskalkulator for å rekne ut pris på klavar og abonnement (Nofence, u.å.-b). For å rekne ut abonnementspris for storfe brukte eg periode 1.juni-15. september og variabel pris 10 klaver eller meir. Det er føresett at det er 10% vedlikehaldskostnadar med tanke på bytte av batteri, klave osv.

2.3 Brukarerfaring

I delen om brukar erfaring har eg utført ei kvalitativ spørjeundersøking (Vedlegg 2). Eg valte å sjå på det norske virtuelle gjerdesystemet Nofence ettersom dei har flest kundar i Noreg og dermed flest erfaringar rundt bruken. Bøndene som er intervjuja har stort sett dyr på utmark, nokre har på delvis innmark (kulturbeite eller gjødsla areal). Intervjuobjekta er tilfeldig utvalt etter kven som svarte og respons i perioden april-mai. Eg gjennomførte seks opne telefonintervju som varte i omlag 10 minutt. Intervjuobjekta var to stk på geit, to stk på sau og to stk på storfe.

3. Resultat

3.1 Litteraturstudie dyrevelferd ved bruk av virtuelle gjerder

3.1.1 Funn av kjelder

Eg fant totalt 19 relevante kjelder for dyrevelferd ved bruk av virtuelle gjerder (Tabell 2). Kjeldene er presentert i løypande tekst nedanfor og i diskusjonen.

Tabell 2 Funn av kjelder

| Kjelde om: | Tittel | Kjelde |
|---------------|--|-------------------------|
| Stress | The effect of virtual fencing stimuli on stress response and behaviour in sheep | Kearton et. al. (2019) |
| | The influence of observing a maternal demonstrator of the ability of lambs to learn a virtual fence | Kearton et. L (2022) |
| Åtferd | Cattle responses to a type of virtual fence | Umstatter (2015) |
| | Is virtual fencing an effective way of enclosing cattle? | Aaser et. al (2022) |
| | Decision making in group departures of sheep is a continuous process | Ramseyer et. al (2009) |
| | Social influence of the effectiveness of virtual fencing in sheep | Marini et. al (2020) |
| Læring | The ability of ewes with lambs to learn a virtual fencing system | Brunberg et. al. (2017) |
| | Virtual fencing of cattle using an automated collar in a feed attractant trial | Campell et. al (2018) |
| | A review on the use of electric devices to modify animal behaviour and the impact on animal welfare | Mejdell et. al (2017) |
| | A framework to assess the impact of new animal management technologies on welfare: a case study of virtual fencing | Lee et. al (2018) |
| | Innlæring-brukerveiledning-2019 | Nofence (2019) |

| | | |
|----------------|---|---------------------------|
| | Utprøving av Nofence elektronisk gjerde i forhold til dyrevelferd –Prototype 1 | Henriksen&Berntsen (2011) |
| GPS | Erfaringer med bruk av elektronisk overvåkingsutstyr på sau i 2010 | Haugset&Nossum (2010) |
| | Animal welfare implications of digital tools for monitoring and management of cattle and sheep pasture | Herlin et. al (2021) |
| | Deriving animal behaviour from high-frequency GPS: tracking cows in open and forested habitat | Weerd et. al (2015) |
| Diverse | The evolution of virtual fences: a review | Umstatter (2011) |
| | Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production. | Halachmi et. al (2019) |
| | Kunnskapsstatus og kunnskapsbehov for forvaltning av rovvilt i Norge | Linnell et. al(2015) |
| | Smart technologies for detecting animal welfare status and delivering health remedies for rangeland systems | Rutter (2014) |

3.1.2 Generell dyrevelferd og virtuelle gjerder

Generelt sett er det viktig å ha kunnskap om dyras etologi for å kunne seie noko om dyrevelferda ved bruk av virtuelle gjerder. Ein ser eit aukande fokus på dyrevelferd frå produsentar, faglag, staten og forbrukarar. Det er viktig at dyra trivst like godt på beite med virtuelle gjerder som utan.

Velferdskriteria frå ein britisk rapport i 1965 er sentrale når ein skal skildre kva god dyrevelferd er (Brambell, 1965). Denne tek opp dei 5 fridomane som er:

- Fridom frå svolt, tørst og feilernæring
- Fridom frå ubehag
- Fridom frå frykt og stress
- Fridom frå skade og sjukdom
- Fridom til å utøve si normale åtferd

Dyra si helse og produksjon er lettare å vurdere enn dyra si faktiske oppleving av tilværet (Animalia, 2019). For å måle velferd kan ein sjå på ulike velferdsindikatorar, dette kan t.d. vera åtferdsmønster. Observasjon av dyra står her sentralt for å seie noko av velferda.

3.1.3 Stress og påverknad på stimuli

Virtuelle gjerder har ei rekke potensielle stressfaktorar til dømes i form av lyd, bruk av halsbandet og straumstøyt. Dette kjem i tillegg til stress som kan oppstå i samband med innlæring og dersom dyra rømmer frå det tilviste området. Nøkkelen til å avgjere når stress påverkar eit dyr si åtferd er den biologiske kostnaden for stresset. Det vil seie biologiske funksjonar som t.d. reproduksjon og vekst blir sårbare for å takle stresset. Eit dyr reagerer på ein stressfaktor som t.d. endring i flokken, handtering og separasjon. Ein skil mellom langvarig og kortvarig stress. Langvarig stress kan til dømes koma av feil oppstalling, for høg eller låg dyre tettleik og store temperaturendringar. Kortvarig stress kan koma av transport, akutt redsel, som til dømes elektriske støyt frå gjerder (von Borell et al., 2007).

I eit forsøk utført i Australia skulle dei sjå på stimuli, stress og åtferd på sau i tilknytning til virtuelle gjerder. Der fant dei ut at straffstimuli var nødvendig for innlæring, men at den ikkje bør gå utover dyrets velferd. Lyd-stimuli og elektrisk-stimuli vart samanlikna med andre stimuli som bjeffing og folk. Sauene responderte ikkje meir negativt på virtuelle gjerder ein andre stimuli som ofte oppstår i produksjonen (Kearton et al., 2019). Åtferdsobservasjonar er ei god kjelde til å kunne seie noko om velferda til dyra. Det er viktig å ta omsyn til flokkåtferd ettersom kyr i dette tilfellet reagerte på at andre i flokken fekk elektriske impulsar. I tillegg til dette må ein ta individnivå i betraktning i planlegginga når ein set saman ein flokk (Aaser et al., 2022). Dette skal me sjå nærare på i neste kapittel.

3.1.4 Åtferd og læring

Dyr si åtferd er ein respons på instinkt og variert stimuli i det miljøet dyret er eksponert i. Det er komplekst og inneheld samspill mellom arva og tillærte erfaringar (Field, 2020, 317). Denne oppgåva omhandlar fleire dyreslag, der åtferda er ulik. Sau har eit sterkt flokkinstinkt og ei synkronisert åtferd (Johanssen & Sørheim, 2018). Ei god flokkåtferd kan vere ein fordel når ein har virtuelle gjerder, ettersom dyra kan påverka kvarandre til å halde seg innanfor beiteområdet. Beitemønsteret til sau består i stor del av beiting og drøvtygging (ca 18-20 timer i døgnet), dei vandrar ofte medan dei beiter og kviler innimellom. Hjø sauven vert store delar av kommunikasjonen med andre dyr praktisert med syn (Iversen, 2004).

Storfe beitar omlag 20 timar i døgnet og dei leiter etter fôr i 1 time. Den resterande tida er brukt til flytting og anna (Møllevold, 2018). Storfe brukar lukt til sosial kommunikasjon og til å søke etter fôr. Dei høyrer godt, men evna til å lokalisera lyd er avgrensa, derfor er det viktig at dei ser kor lyden kjem frå (Holgaard et al., 2019). Noko som kan vera problematisk ved bruk av virtuelle gjerder dersom dei ikkje forstår at lyden kjem frå halsbandet. Storfe er flokkdyr som sauene, men gruppestorleiken er ofte mindre enn hjå sauene.

Ei geit har eit ulikt beitemønster ein sau og ku, særleg når det kjem til val av beiteområde. Ved hjelp av virtuelle gjerder kan geita potensielt nytte meir varierte beiteområde. I eit forsøk på ein geiteflokk med Nofence viste det seg at flokkåtferda er veldig viktig for geita. Dersom ei geit gjekk utføre beitegrensa og fekk støyt, fylgde gjerne andre geiter etter og fekk støyt dei også (Henriksen & Berntsen, 2011).

Innlæring av virtuelle gjerdesystem er ein viktig del for funksjonen til systemet og for god dyrevelferd. Kondisjonering er den type læringsmetode som vert nytt under innlæring av virtuelle gjerdesystem (Butler et al., 2006). Kondisjonering er at eit dyr gjer ein assosiasjon mellom ein tidlegare nøytral stimulus eller ein åtferdsrespons og ein tidlegare betydelig stimulus. Når me snakkar om virtuelle gjerder er det operant betinga læring. Det er å reagera på ein spesiell måte på ein stimulus. Resultatet er ei forsterking når den riktige responsen er laga. Forsterkning er ein straff eller belønning for å gje den riktige responsen. I dette tilfellet blir dyret negativ forsterka av det elektriske sjokket (Field, 2020, s.308).

Det finnes utfordringar kring dyrevelferd og innlæring ved bruk av Nofence. I eit forsøk gjort på sau (med lam) testa dei evna sauene hadde til å læra eit virtuelt gjerdesystem. Der fann dei ut at det var utfordrande å sikre ei effektiv læring og at dyrevelferda dermed ikkje fullt ut kunne sikrast (Brunberg et al., 2017).

I følge brukarretteleiinga til Nofence er desse punkta viktige under innlæring (Nofence, 2019):

- Innlæringa må skje på ein stad med god mobil og GPS dekning
- Dyra må ha ei god tryggleikskjensle på området
- Alle dyr skal ha klave, dette for å hindre at dyr med klave følgjar dei utan og får mykje støyt
- Sikre hyppig kontakt med Nofence linja (den virtuelle grensa)
- Riktig tal dyr i flokken slik alle lærar systemet

-
- Bruke læremodus i innlæringsperioden og deretter gjerdemodus
 - Anbefalt å bruke et fysisk gjerde i tillegg i starten. I tillegg bør den virtuelle grensa vere eit stykke unna det fysiske gjerde, slik at dyret testar den, og ikkje berre følgjer det fysiske gjerde slik dei er vant med.

Det å bruke straum på dyr er ikkje nytt, og er kjent frå både kutrenar i fjøs, vanlege elektriske gjerder på garden men og på hund der elektriske støyt har vore brukt lenge (Mejdell et al., 2017). Hensikta med straumen er å læra dyret kva den må gjere for å unngå støyt, slik det blir ein lærdom. Det er essensielt at dyret forstår at det forbundet med si eiga åtferd, at dei forstår intensjonen slik det blir rett læring, vert det ikkje det vil det går sterkt utover velferda. Kontroll og føreseie er viktige komponentar i innlæringa (Lee et al., 2018; Mejdell et al., 2017).

Forsøk visar at korleis ein flokk beveg seg og reagerer på hendingar er påverka av både enkeltindivid og av flokken (Ramseyer et al., 2009). Det er dokumentert stor variasjon i kor fort dyr lærar systemet individuelt gjennom åtferdsrespons på lyd og elektrisk stimuli. Der nokon treng berre lyd, treng andre ofte elektrisk støyt. Ei god trening og innlæring sikrar effektiv og etisk drift av et virtuelt gjerde (Campbell et al., 2018). Gruppedynamikk og åtferdsvariasjon er viktig å ta omsyn til ved innlæringa.

Forsøk viser at det er lite endringar i generell aktivitet og liggeoppførsel ved bruk av virtuelle gjerder (Umstatter et al., 2015).

3.1.5 GPS og rovdyr

System for GPS overvaking av dyr har vore på marknaden ei stund. Det fins fleire aktørar som nyttar GPS- teknologi plassert på dyr på beite og som kan gje oss informasjon om kor dyret er og bevegelsane dyret gjer. I eit forsøk var tapsprosenten 3-4% høgare på dyr som ikkje hadde GPS-radiobjeller i forhold til dei som hadde (Haugset & Nossun, 2010). Virtuelle gjerder kan gjere begge deler, både gje oss informasjon om dyret og samstundes fungera som eit gjerde. Dette kan vere positivt for dyrehelsa, fordi det kan gjere det lettare å få informasjon om dei er sjuke, står i skårfeste, sit fast og/eller om dyra har vore utsette for ulykker tilknytt til dømes vegtrafikk (Haugset & Nossun, 2010; Herlin et al., 2021; Weerd et al., 2015).

Beitedyr og rovdyr er eit komplekst problem, og konflikhtar har skapt store utfordringar for samhandling mellom bønder, regjeringa og naturvernarar. Dei største problema handlar om

forvaltning og forvaltningspraksis, med ulike interesser men også erstatning og dokumentasjon (Linnell et al., 2015).

I forskrift om erstatning når husdyr blir drept eller skada på beite står det at ”Dyreeier skal bidra til at tap oppdages så tidlig som mulig” (Lovdata, 2014). Dette er fordi at det skal bli teke ei god vurdering av dødsårsak. Eit godt hjelpemiddel til dette kan vere virtuelle gjerder. Ein kan fort sjå om dyret står stilt eller beveg seg unormalt mykje. Dette kan både forhindre tap ved at rovdycet vert oppdaga fortare og at eventuelle tap vert dokumentert fort. Ein kan også flytte dyra frå eit område med stor risk for rovdycrtap (Rutter, 2014).

3.1.6 Bruk av klaven

Ei ulempe med nokre virtuelle gjerdesystem er at dyra må bera eininga (boksen med batteri og GPS sender). Dette kan forårsake hud irritasjon eller at eininga kan bli hengande fast i ting som igjen kan påføra dyret skade. Eit anna problem er at klaven må justerast ettersom dyret veks, noko som kan vera vanskeleg å gjere på utmarksbeite på dyr i rask vekst (Umstatter, 2011).

Ei oppsummering av dette kapittelet viser at det er viktig å ta omsyn til stress og åtferdsobservasjonar. God innlæring av systemet er viktig for å sikre god dyre velferd, og det må takast omsyn til individuelle skilnadar mellom dyra. GPS overvaking over dyra er positivt for dyrehelse- og kontroll. Dette kan vere ein fordel i til dømes områder der rovdycr er eit problem.

3.2 Økonomi ved bruk av virtuelle gjerder

I denne delen skal eg presentera prisar og samanlikningar på fysisk gjerde og virtuelle gjerder.

3.2.1 Pris for Nofence klaver:

Tabell 3 gjer eit prisoverslag for Nofence klavar i innkjøp pluss abonnementpris. Abonnementprisen må betalast kvart år og vil vera ein kostnadspost for dyr på beite.

Tabell 3 Pris for 20 stk. Nofence klavar til ammeku og 60 stk. Nofence klavar til småfe

| Dyr | Antall | Pris klave | Abonnement pr. klave | Abonnementpris pr. år | Total pris for klaver | Totalt første gangs pris inkl. abonnement 1 år |
|---------------|--------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Ammeku | 20 | 2900,- eks. mva | 368,- pr. år | 7.360,- | 58.000,- | 65.360,- |
| Sau | 60 | 1850,- eks. mva | 246,- pr. år | 14.760,- | 110.990,- | 125.750,- |

3.2.2 Pris for eit fysisk gjerde utan arbeid med oppsett

Eg fant ut at for å gjerde inn 2000 daa utmarksbeite til storfe treng ein 5800 meter gjerde (Vedlegg 3). Dette gjer ein gjerdekostnad på 229.400,-, og ein kostnad på 115 kr pr. daa. For å gjerde inn 90 daa utmarksbeite til småfe treng ein 1250 meter gjerde (Vedlegg 4), som gjer ein gjerdekostnad på 47.500,-. Dette utgjer vidare ein kostnad på 527 kr pr. daa.

Tabell 4 Prisoverslag for eit fysisk gjerde

| Gjerdemateriell | Pris | Utrekning | Pris pr. meter |
|--------------------------------------|----------------|--|----------------|
| Stolper 7x175cm | 35,- eks. mva | $35/175=0,2$ $0,2*100\text{ cm}=20$ | 20,- eks. mva |
| Netting 100-15-15 50 meter | 892,- eks. mva | $892/50=17,84$ | 18,- eks. mva |
| Totalt: | | | 38,- eks. mva |

3.2.3 Samanlikning av fysisk gjerde og Nofence

Tabellen visar ei samanlikning av pris med eit fysisk gjerde og Nofence. Der ein ser at tal klavar gjer utslag på om det lønar seg eller ikkje etter 30 år under gitte føresetnadar. I dette tilfellet er det ein samla differanse på dei 30 åra i favør ammeku på 32.260,- og for småfe 512.540,- (Tabell 6).

Tabell 5 Samanlikning av fysisk gjerde og Nofence i investering, pris pr. år og pris etter 30 år inkludert 10% vedlikehald.

| Dyr | Investering fysisk gjerde | Investering Nofence | Gjennomsnitts pris pr. år vedlikehald | Pris pr. år Nofence | Pris etter 30 år gjerde | Pris etter 30 år Nofence |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| Sau 60 klaver | 47.500,- | 125.750,- | 158,- | 14.760,- | 52.250,- | 564.790,- |
| Ammeku 20 klaver | 229.400,- | 65.260,- | 764,- | 7.360,- | 252.340,- | 284.600,- |

Ei oppsummering av dette kapittelet viser ein klar samanheng mellom størrelse på areal og tal dyr med klave. Jo større området er, kor meir vil det løne seg med virtuelle gjerder. Jo fleire klavar ein har, kor dyrare vert det i investering og abonnement.

3.3 Brukarerfaring

Intervjuobjekta kjem frå ulike delar av Noreg med forskjellig type beite og bruksområde. Nokre har meir erfaring enn andre og dei har brukt ulike typar Nofence- årsmodellar. Dette har gitt god variasjon og eit rekke forskjellige synspunkt.

3.3.1 Intervjuobjekt 1, geit

Nofencebrukar nr. 1 er frå Vestnes Kommune i Romsdalen og har brukt Nofence sidan 2016. Ho har 10 boergeiter som ho leiger ut på fast kontrakt til ei velforeining og til privatpersonar som eig landbrukseigedomar som gror att. Geitene beiter i byfjellet i Ålesund som stort sett er skog og kratt. Beitesesongen er frå mai til september.

Positive erfaringar:

Det kan vera særst vanskeleg å gjerde inne geiter. Brukaren dreg fram at det mest positive med Nofence er at det er lett å halde dei innanfor eit bestemt området i forhold til eit fysisk gjerde. Eit anna viktig punkt er moglegheita til å fylje med dyra døgnet rundt i applikasjonen noko som gjer at fysisk tilsyn berre er nødvendig ei gong i veka.

Negative erfaringar:

Ei ulempe var at nokre geiter lærde seg systemet og fann ut at dersom ”dei berre sprang på, så vart dei fri”. Dette resulterte i at nokre geiter ikkje kunne ha klave. Brukaren hadde også problem med at batteriet datt av klaven. Batteria lada dårleg når dei byrja med Nofence på grunn av typisk vestlandsvær med lite sol. Dei måtte bytte batteri ein gong i veka, men etter oppdateringar frå produsenten bytar dei no berre ein gong i beitesesongen.

Synspunkt på dyrevelferd:

På spørsmål om dyrevelferd svarte brukaren at det funka veldig bra med tanke på velferd. Einaste problemet ho kunne sjå var at teknologien kan svikte og dermed kan dyret potensielt få mykje unødvendig støyt. På den andre sida slepp ein problematikk med at dyra heng seg fast i fysiske gjerder, får betre tilsyn og varsel med ei gong dersom noko skulle vere galt. Ein kan også skru av klaven dersom noko skulle skje.

Synspunkt på økonomi:

Brukaren trekk fram at det er billigare med Nofence for å halda geitene inne samanlikna med eit fysisk gjerde ettersom det krev mykje og dyr gjerding for å halde dei inne. Dei største

fordelane får ein med mindre vedlikehald på gjerder, der er enklare å flytte dyr og lite jobb. Det er ein god marknad for utleige av geitene, noko som kan gje ei potensiell bi-intekt.

3.3.2 Intervjuobjekt 2, geit

Intervjuobjekt 2 på geit er Val VGS i Nerøysund Kommune, Trøndelag. Dei har brukt Nofence sidan 2018 og har 18 klaver på boergeiter og 40 på storfe. Geitene beiter rundt tunet og litt skog. Dei er ute frå midten av april til omkring i midten av november. Geitene er først og fremst landskapspleiarar samstundes som dei har ein sosial faktor for elevane. Dei har to generasjonar Nofence og merker betydeleg skilnad på batterilevetid.

Positive erfaringar:

Brukarane synes at Nofence fungerer veldig bra. Dyret lærar systemet fort og hugsar det til neste sesong. Det er enkelt å flytte dyr og enkelt å bruke appen. Dei får tilgang på eit heilt anna areal der det ikkje er gjerder, og dette frigjer mykje areal som elles ikkje vert brukt. Ein kan bruke geitene som førebuing på ei eventuell omdisponering av områder som t.d. til dyrka mark eller beite til andre dyr. Ein anna positiv faktor er at ein kan ta dyra vekk frå farlige plasser eller eventuelle andre hindre der ein ikkje vil ha dei. Ein får varsel dersom noko er gale, og GPS funksjonane er ivareteke og stort sett bra.

Negative erfaringar

Brukarane har få negative erfaringar med sjølve Nofence. Det einaste er at ein kanskje må ha klave på både mødrer og kje fordi kjea ofte er overalt med ein radius på 300-400m frå grensa. Dette kan vera ei utfordring rundt tun/små områder. Dei set også spørsmål til korleis ei eventuell innlæring av unge dyr skal gå. På små områder der dyra ofte nærmar seg kan det bli problem med batteriet ettersom klavane ofte må vera aktive med lyd. Men med dei nye Nofence modellane har ikkje batteri vore noko problem. Varigheten av klavane blir spanande å sjå ettersom det er veldig nytt.

Synspunkt på dyrevelferd:

Dei har opplevd at dyr vert stressa, men at det ofte er menneskefeil i forbindelse med t.d. flytting av dyr over ei tidlegare grense. Ein anna faktor er korleis dyra reagerer med laushundar og liknande, men at det finnes unntak overalt med enkeltsituasjonar. Så lenge dyra har eit område dei er trygge på, så meiner dei tvert imot at dyrevelferda er betre med Nofence. Dei

positive effektane med utvida områder gjer at dyra kan leve meir naturleg. Dei legg vekt på at systemet treng oppfølging av brukar for at det skal lykkast.

Synspunkt på økonomi:

Brukarane synes at Nofence er dyrt, men at dei sjølv kan forsvara det med undervising og spart jobbmengde. Dei meiner at det truleg aldri blir like aktuelt på sau sidan ein ofte har større flokkar/besetningar då og dermed dyrt å ha klave på alle. I forhold til gjerding kjem det veldig ann på utgangspunktet om det løner seg eller ikkje. Skal ein sette opp eit nytt gjerde er det truleg billigare med Nofence, men dersom ein berre treng å vedlikehalde eit gamalt gjerde, er det truleg dyrare. Korleis ein reknar ut dette kjem ann på kva ein skal gjerde inn, på kor stort område og ulike alternativ. Dei meiner det er meir å vinne på mjølkedyr (ku og geit) ein småfe (sau) fordi ein kan ha dei nærme fjøset.

3.3.3 Intervjuobjekt 3, sau

Nofence brukar nr 3 er frå Kristiansand Kommune i Agder og har brukt Nofence sidan 2021. Han har 10 klavar til 39 sauer der han brukte 6 klavar på det han meinte var “leiar sauer” i hans flokk. Sauene beiter frå byrjinga av juni til slutten av september i Eiken ca 600-1000moh med typisk fjellbeite med noko skog.

Positive erfaringar:

Brukaren har særst positive tilbakemeldingar å gje. Han trekk fram at etter beitesesongen hadde den klaven med lågast batteri, 36% batteritid igjen og den med mest, 53% igjen. Det var eit par sauer som stakk av frå beite, då satt han på Nofence klave, lærte dei opp og dei stakk ikkje av igjen. Ei anna erfaring som viste kor mykje dyret respekterer systemet var at han prøvde å riste i kraftfôrbøtta på andre sida av grensa. Sauene hadde lyst å kome over, sto å laga lyd men torde ikkje.

Negative erfaringar:

Brukaren hadde ikkje mykje negativt å seie. Einaste problemet var at den eine klaven hadde fått litt hard medfart av ein vær og øydela solcellepanelet. Han sa at denne kunne vore meir robust, men at det var eit eingongstilfelle.

Synspunkt på dyrevelferd:

Når det kjem til dyrevelferd meiner han det er essensielt å læra dyra godt opp, helst på eit inngjerda område og gradvis sette fleire grenser rundt på jordet. I fjellet har han ikkje hatt

noko tap på verken sau eller lam i beitesesongen i forhold til andre år. Dette er fordi han har god kontroll på kor sauene er og kan halde dei vekke frå områder som veg og bratte fjell der sauene kan sette seg fast i skårfeste.

Synspunkt på økonomi:

Brukaren meiner at det er klart billigare å ha Nofence enn å gjerde, særvis ein skal rekne med arbeidet med å sette det opp i tillegg til gjerde, stolper osv. Ein slepp kontroll om våren, ettersyn og vedlikehald noko som tek vekk mykje arbeidstid.

3.3.4 Intervjuobjekt 4, sau

Nofence brukar nr 4 er frå Risør Kommune i Agder og har brukt Nofence sidan 2019. Brukaren har 22 klaver på alle vaksne søyer av rasane Spæl, Grå trønder og Pelssau. Beitet er utmark, litt innmark og skog rundt garden. Sauene går på utegang heile året med støtteføring om vinteren og moglegheit for å gå inn. Nofence blir brukt året rundt.

Positive erfaringar:

Brukaren trekk fram at det å kunne følge åtferda, vite kva sauene gjer og sporing på kvart enkelt dyr er klare fordeler med Nofence t.d. dersom dei set seg fast i noko. Ho har lamming ute, då er det hjulpsamt med Nofence fordi ho kan sjå at dyret står stilt og truleg lemmer. Dette lettar arbeidet med å finne dei, og gjer at ein kan fylje med lamminga på ein heilt annan måte ein før. Brukaren meiner at teknologien er genial og er den beste måten å gjerde inn dyr på både for bonden og dyra. Ho trekk også fram fordelene med sambandet mellom hyttefolk og naboar.

Negative erfaringar:

Prisen på klavane er det mest negative med Nofence meiner brukaren. Det blir dyrt å ha på mange dyr både i innkjøp og i årskostnad. Ein anna ting ho dreg fram er garantitida på to år, denne burde vore lenger ettersom prisen på klavane er veldig høge og dei er dyre å erstatte ved t.d. produksjonsfeil, batteriproblem osv.

Synspunkt på dyrevelferd

Brukaren meiner ho har god kjennskap til dyra sine og åtferda. Dei lærte systemet veldig fort og beskriv Nofence som ein ”intelligent teknikk” for å halde dyr innanfor eit område. Det kan sjølvsagt skje at klaven set seg fast, men det same kan skje med ein vanleg klave med bjelle på. I dette tilfellet får ein beskjed om at dyret sit fast. Brukaren meiner at ein bør klippe søyene

to gonger i året for å sikre at klaven får kontakt med skinnet og at søyene får riktig støyt dersom det trengs. Utanom er det viktig å justere klavar og passe på at dei sit bra.

Synspunkter om økonomi:

Brukaren meiner at Nofence er veldig dyrt, nærast dobbelt så dyrt som å sette opp elektrisk gjerde som ho har brukt tidligare. Nofence gjer derimot ein mykje betre jobb i å halde dyra inne ein eit elektrisk gjerde.

3.3.5 Intervjuobjekt 5, storfe

Nofence brukar nr 5 er frå Etnedal Kommune i Valdres og har brukt Nofence sidan 2019. Dei har 168 aktive klavar på Angus ammekyr, og er dermed ein av dei største besetningane med Nofence. Dei har klavar på alle vaksne dyr som beitar på skogsbeite og innmark. Beitesongen varar frå byrjinga av juni og til november, alt etter behov.

Positive erfaringar

Brukarane hadde få dårlege erfaringar med Nofence. Faktorar som at dei sparar mykje gjerding, har kontroll på dyra på flokk- og individnivå er trekt fram som svært positive. Ein stor fordel er også å kunne flytte flokken utan manuell innsats ved å gje tilgang på nye områder og så ”stenge” igjen bak dei. Brukarane er opptatt av holistisk beitebruk (bra beite og fruktbar jord). Derfor er det genialt med Nofence til dette beitetrykket. Brukarane rosar Nofence for god brukarstøtte og hjelp.

Negative erfaringar:

Dei hadde ikkje negative erfaringar med sjølve Nofence, men med dekning. Det er nokre områder på beitet som har kvite soner dvs. ikkje dekning. Dei er i kontakt med Telenor for å finna ei løysing. Likevel dreg dei fram at klaven er i dekning i løpet av 24 timer slik grensefunksjonen verkar, men at flytting kan bli eit problem då. Ein anna ting er at første året mista dei 20 klavar fordi nakkereima var for svak, dette blei retta opp i av Nofence og er ikkje lenger eit problem.

Synspunkt på dyrevelferd

Brukarane er svært opptekne av dyrevelferd og at drivemåten skal tåla dagens lys. Dei lærar systemet fort, kor tid dei skal snu og ikkje. Ein anna faktor er at den elektriske impulsen på klaven er svakare enn eit tradisjonelt elektrisk gjerde. Brukarane meiner at Nofence gjer betre dyrevelferd ettersom risiko for tap av dyr er vesentleg mindre, dyra får leve meir naturleg og

det gjer høve til å ete friskt gras heile tida. Klavar er nødvendig på alle dyr som ikkje går saman med mora.

Synspunkt på økonomi

Nofence er ei stor investering og i dette tilfellet er klavane ”leaste”. Brukarane meiner at “Litt risikovilje må ein ha i landbruket for å lykkast”. Dei betalar abonnement, men har fått ein gunstig pris i forhold til kor mange klavar dei har. Før hadde brukarane ein fast tilsett til å sjå til dyr og fikse gjerder, dei har no sagt opp denne personen fordi Nofence har teke over. Lønnskostnaden er no vekke, og dette er gunstig for økonomien. Den betra tilveksten på dyra er også ein faktor med tanke på tilgangen på friskt gras.

3.3.6 Intervjuobjekt 6, storfe

Brukar nr 6 er frå Evje og Hornes Kommune i Agder. Brukaren har 11 klaver på ammeku av rasen Tiroler Grauvieh og har hatt det sidan 2021. Dyra beiter på utmarksbeite med skog ca 300-300 m.o.h., frå slutten av mai til byrjinga av september.

Positive erfaringar

Ein stor fordel med Nofence er at ein får bruke utmark som ein elles ikkje får nytte på grunn av kostnad ved gjerding og ulendt terreng. På eit marginalt beite opplevde ho god tilvekst på kalvane grunna det store området dei kunne nytte.. Ho trekk fram at det er gode instruksjer på korleis ein skal bruke systemet, at klavane hadde god batteritid og god GPS dekning. Ein får god kontroll på dyra og det har generelt vore lite problem. Det er særst interessant å fylje aktivitetsmønsteret og kor dei oppheld seg. Ein anna fordel er at ein kan dele opp flokken i fleire småflokkar.

Negative erfaringar

Ein negativ erfaring er at kalvane ofte gjekk utanfor området og i dette tilfellet grensa beite til fylkesveg og dyrka mark. Løysinga blir å setje opp ekstra gjerde rundt desse grensene. Ei anna ting er negativt er at dersom ein har dyr som veks mykje (spesielt ungdyr) så må ein kanskje utvide klaven. Dette kan verte vanskeleg ettersom dyra i dette tilfellet går på eit område som det ikkje var lett å samle/fange dei for å justere.

Synspunkt på dyrevelferd

Brukaren tykkjer at dyrevelferda er betre med Nofence ettersom dei kan beite på eit naturleg område på større areal. Dette gjer at dei får utøvd meir naturleg åtferd. Det at ein kan fylje

med dyra gjer at det vert eit betre system enn t.d. dersom dei skulle gå fritt. Brukaren har likevel opplevd at dyra har blitt stressa i eit tilfelle der to kyr stakk av og fekk støyt, det vart også uro i den resterande flokken som var igjen. Ein nøkkel til å løyse dette er å unngå å lage det virtuelle gjerde i formasjoner som gjer at dyra kan verte trengt opp i eit hjørne dersom det t.d. kjem turgåarar å skremmer dei.

Synspunkt på økonomi

På synspunkt om økonomi tykkjer ho at det lønar seg totalt sett, men er dyrt i oppstartsfasen. I fjor hadde dei månadleg betaling, men i år skal dei ha årsabonnement. Likevel så får dei frigjort utmarksbeite, dette gjer at gjerdekostnad og eventuelt kjøp av fôr forsvarar utgifta. Ho meiner at det truleg også vert billigare med åra. Ho seier ”me sparar kanskje ikkje så mykje pengar, men mykje ressursar”.

Ei oppsummering over dette kapitlet viser at det er svært gode positive erfaringar med Nofence og at negative erfaringar ofte handlar om enkelt-tilfelle. Brukarane har stort sett gode synspunkt på dyrevelferd, men varierende synspunkt på økonomi.

4. Diskusjon

I forsøket på finne ut om virtuelle gjerder er framtidens beiteteknologi har eg funne moglegheiter og avgrensingar i forhold til dyrevelferd, økonomi og brukarerfaringar.

Eit delmål i denne oppgåva var å finne ut korleis virtuelle gjerder påverkar dyrevelferda. Litteraturen eg har brukt kan kritiserast ettersom dei forskjellige virtuelle gjerdesystema som er beskrivne kan gje ulike resultat på dyrevelferd. Det same gjeld kor litteraturen kjem frå, kva eventuelle føresetnadar det er i dei områda i forhold til utmark i Noreg.

Det er potensiell fare for at dyret vert stressa ved bruk av virtuelle gjerder. Dyra vert likevel utsett for stress utan bruk av virtuelle gjerder også som t.d. ved flytting av dyr, separasjon frå flokk, jaging og ved bruk av elektrisk gjerde. Dette vert støtta i rapporten om virtuelle gjerder stimuli, stress respons og oppførsel av Kearton et. al (2019). I brukarundersøkinga mi hadde ein brukar med storfe og ein med geit opplevd at dyra har blitt stressa ved rømming eller flytting. Løysinga meiner dei er å ha eit område der dyra kan vera trygge og har moglegheit til å flykte frå t.d. turgåarar. I teoridelen vart skilnaden på kortvarig stress og langvarig stress nemnt, der virtuelle gjerde i stor grad høyrar til kortvarig stress (von Borell et al., 2007). Det er derfor grunn til å tru at virtuelle ikkje stressar dyret meir ein andre gitte faktorar og dermed ikkje påverkar velferda negativt. Dette viser også forsøk på om virtuelle gjerder er gode måtar å stenge inne dyr på (Aaser et al., 2022).

Innlæring av systemet viser seg å vera den viktigaste faktoren for at god velferd kan sikrast. Dette vert bekrefta i to av forsøka eg har sett på (Campbell et al., 2018; Mejdell et al., 2017). Gjennom studiet er det fleire forsøk som kan hevde at det er individuelle skilnadar på korleis dyra lærar systemet. I eit forsøk med Nofence på sau med lam av Brunberg et. al (2017) fann dei at ei effektiv læring var utfordrande å sikre som nemnt i resultatet. Dette står i kontrast til brukarerfaringane mine der fleire syntes at dyra lærte systemet fort og at det var enkelt. Individuelle skilnadar på korleis dyr lærar systemet er noko som det trengs å forskas meir på.

I ei undersøking i Australia estimerte dei at dyra haldt seg innanfor dei tilviste virtuelle grensene 99% av tida (Lomax et al., 2019). Ein delkonklusjon er at det er essensielt at dyret får ei god innlæring for å sikre god dyrevelferd og funksjon. Dette kan gjerast ved å fylje brukarrettleiingar, sjå på åtferdsobservasjonar, ta gode val av flokk samansetnad og ta individuelle føresetnadar.

Då kan ein kanskje minske problemet med ”rømming” som fleire i brukarar har opplevd. Der ein eller fleire dyr ikkje bryr seg om straumstøytte dei får eller vert skremde. Strategisk plassering av grenser ut frå korleis dyra trekk naturleg, omsyn til flokkåtferd og legge til rette for naturleg beiteåtferd (Henriksen & Berntsen, 2011) er faktorar som ein også bør ta omsyn til. Innlæring av virtuelle gjerder kan samanfattast med (Figur 1).



Figur 1 Dette visar korleis dyr lærar eit virtuelt gjerdesystem.

Virtuelle gjerder er ein del av presisjonsjordbruk på husdyr, på engelsk precision livestock farming (Aquilani et al., 2022). I intervjuet nemnte ein brukar at han hadde opplevd at dyra vart stressa grunna menneskeleg feil, der dei fekk straum til feil tid. Det er ein risiko for at brukarar av virtuelle gjerder kan påføre dyra skade i samanheng med feil innstilling eller bruk. Samanliknar ein dette med tradisjonelle fysiske gjerder der menneskelege feil ikkje påverkar velferda i like stor grad, er dette ein faktor som må forskast meir på. Eit brukarvenleg system der brukaren har god bakgrunnskunnskap er viktig (Halachmi et al., 2019).

Det er anbefalt å ha Nofence klavar på alle vaksne dyr på grunn av dyrevelferd (Nofence, 2019). Eit par brukara har nemnt problem med at unge dyr som går med ei mor med klave, ofte stikk vekk frå området. Dette kan forårsake at gjerdefunksjonen blir redusert når ein ikkje får avgrensa til område som t.d. dyrka mark. Det kan tenkast at det kan vera aktuelt med klavar på yngre dyr, men då kan det verte problem med at det unge dyret ikkje er mentalt nok utvikla til å forstå systemet. Dette er også utprøvd i eit forsøk der dei fant ut at søya sin oppførsel kan påverke lamma si evne til å lære eit virtuelt gjerdesystem (Kearton et al., 2022). Ein brukar har testa det å ha klavar på nokre vaksne dyr og var nøgd med det. I eit forsøk på effektiviteten

av virtuelle gjerder på sau fann dei ut at i ein kort periode var det like effektivt å halde to tredjedelar av flokken innanfor eit bestemt område som å ha virtuelle gjerder på alle, men det var ikkje effektivt å berre ha på ein tredjedel av flokken (Marini et al., 2020). Dette må kanskje forskast på over ein lengre periode, men det er gode moglegheiter for at det kan fungera. Det vil då vera enklare å forsvare prisen på virtuelle gjerder dersom ein kan ha færre klavar.

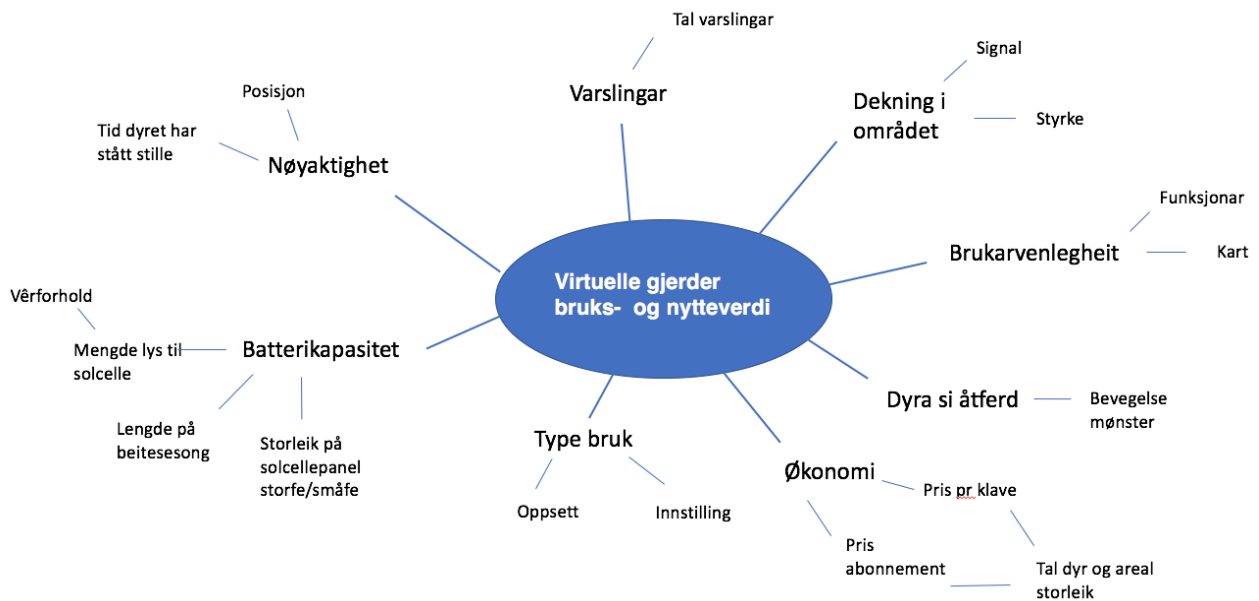
Delmål nr to i denne oppgåva var å finne ut korleis økonomi påverkar bruken av virtuelle gjerder. Det er vanskeleg å forsvare bruken av virtuelle gjerder økonomisk fordi å setje opp eit reknestykke på kva ein tener på det er utfordrande. Under dette studiet har eg funne ut at det er ekstremt vanskeleg å setje ein pris på kva det kostar å heller gjerde inn dyra ettersom det er veldig individuelt ut frå utgangspunkt, om det er eksisterande beite eller ikkje. Det same gjeld type terreng, type dyr, storleik på området som skal gjerast inn, beiteintensitet, type beite, material val, snø mengde, type oppsett og arbeidsmengde. Likevel kan det fastslås at det å etablere eit nytt gjerde er dyrt. I eit prosjekt utført av Norsøk på å gjerde inn eit delvis gjengrodd eldre jordbruksareal fann dei ut at det omlag kostar 950 kr pr daa å etablere eit gjerde og 65 kr pr daa i etableringskostnader i året (Bergslid & Ebbesvik, 2018). I ein samtale med ein profesjonell som set opp gjerde seier han at prisen kjem på mellom 100-200 kr pr meter eller 350-450 kr pr time inkludert materiell, utstyr og arbeid. Ein kan rekne at eit gjerde står i omlag 30 år, og at vedlikehald blir ca 10% i året av totalkostnaden på det opphavelige oppsettet (Håkon Skjærpe saueklypp og gjerdeservice, personleg kommunikasjon 23. mars 2022). På bakgrunn av dette kan reknestykket mitt i resultatet kritiserast sidan eg ikkje har teke med arbeidet med å sette opp.

Mine eksempel på økonomi i resultatdelen har mange føresetnadar som gjer eit styrande resultat. Ei vidare forskning på økonomi bør i større grad ta utgangspunkt i ressursgrunnlag og produksjonsomfang for å kunne sei noko meir nøyaktig. Mange brukarar meinte at virtuelle gjerdesystem er dyrt, særleg i innkjøp. Alle meinte derimot at Nofence var verd det fordi det frigjer areal og ein slepp mykje jobb med å sette opp gjerde, ta ned gjerde og vedlikehalde. Ein ser tydeleg i resultatata mine at det er ein klar samanheng mellom areal storleik og gjerdekostnadar. Ser ein på abonnementsprisen er den det same uansett størrelse på areal. Derfor vil det løne seg meir med Nofence over større areal ein mindre. Klavane er dyre i innkjøp og abonnementsprisen er ei fast utgift. Dersom ein har behov for mange klavar vil det verte ein stor kostnadspost, dette vil kanskje spesielt vera ein faktor for dei som driv med sau, der det ofte er store flokkar med dyr. Eit rimelegare system må nok til for å kunne forsvare

utgiftene på store flokkar. Mine økonomi resultat viser ein samanheng som kan vera aktuell for nye brukarar som vurderer virtuelle gjerder.

Dei to brukarane eg hadde på geit, hadde geit for å pleie landskapet. I eit norsk casestudie fant dei ut at virtuelle gjerder er ein endringsagent for geit i dette tilfellet. Geit har gått frå å berre gje oss mjølk til å verte ein produksjon som også kan brukast til primært landskapspleie (Søraa & Vik, 2021). Mange brukara nemnte at virtuelle gjerder gjer dei moglegheit til å drive landsskapspleie på områder dei elles ikkje får nytt. I innleiinga vart det nemnt kor viktig det er å oppretthalde landskapet. Attgroing av kulturlandskap er den faktoren som har mest påverknad på det biologiske mangfaldet (Blom, 2007). Virtuelle gjerder kan derfor kallast eit verktøy for å lettare drive landskapspleie. Dette er ein berekraftig måte å skjøtsle landskapet på. Ein anna fordel med virtuelle gjerder som bør diskuterast er at tradisjonelle gjerder kan ha innverknad på miljøet i forhold til oppsett og vedlikehald, avgrense offentleg ferdsel og kan skade det ville dyrelivet (Umstatter et al., 2009). Desse fordelane med miljø bør takast med i diskusjonen om virtuelle gjerder, og i tillegg bør det kanskje vurderast å gje tilskot til å bruke virtuelle gjerder, både frå landbruket si side men også naturvern

Siste delmål i oppgåva var å finne ut kva tidligare erfaringar det er med det virtuelle gjerdesystemet Nofence så langt i Noreg. I resultatet har eg relativt få brukarar og får dermed ikkje dekka alle forhold, dette er ein viktig faktor det må takast omsyn til. Alle brukarane nemnte at kontrollen og oversikten dei får over dyra er ein stor fordel med Nofence, dette viser også litteraturen (Haugset & Nossun, 2010; Herlin et al., 2021; Weerd et al., 2015). Det å bruke virtuelle gjerder gjer brukaren ein fleksibilitet og tilgang på areal som ein elles ikkje får brukt. Då kjem ein inn på beitestyring, og her kan virtuelle gjerder vera banebrytande. Det manuelle arbeidet med gjerding, flytting av gjerder og flytting av dyr kan truleg erstattast med ein ny type beitestrategi. Ein kan på ein mykje enklare måte kontrollera beitetrykket ved ta omsyn til varighet av beita og sørge for at beitinga skjer til rett tid med rett intensitet (García et al., 2020). Dette kan til dømes vera ein skiftebeiting strategi med sjølv gjødsla beite. Virtuelle gjerder sin bruks- og nytteverdi for brukarar kan samanfattast i (Figur 2).



Figur 2 Oversikt over virtuelle gjerder sin bruks- og nytteverdi

Utviklinga av virtuelle gjerder går fort. Dette kan ein sjå på brukarerfaringane mine der det har vore problem med batteritid på Nofence på eldre modeller, særleg der det er mykje skugge og på småfe der batteriet er vesentleg mindre ein storfe. Det verkar som dette ikkje er eit stort problem lenger basert på dei brukarane som hadde nye klavar. Campell et. al (2018) skriv i sitt forsøk at det er variabel suksess i korleis virtuelle gjerder fungerer for brukaren (Campbell et al., 2018). Å dokumentere effekten av virtuelle gjerdesystem er viktig for vidare sal og aktivt bruk. Ei vidare forskning på korleis ein kan unngå rømming frå det tilviste området, samt korleis dyra utviklar god respekt for systemet, kan vera eit forslag slik at det blir lettare å anvende og ta i bruk virtuelle gjerder.

Brukarerfaringane mine er relevante for nye brukarar, men også utviklarar og kan kanskje gje inspirasjon til ny forskning basert på resultatane mine om positiv og negative erfaringar, samt syn på dyrevelferd og økonomi.

5. Konklusjon

Mitt materiale tydar på at å bruke virtuelle gjerder gjer moglegheit til fleksibilitet som ein ikkje får med fysiske gjerder. Ein kan på mange måtar seie at virtuelle gjerder er beiting satt i system. I følge forskinga og brukarar er det god dyrevelferd å bruke virtuelle gjerder fordi dyra får nytt større areal og får utøve naturleg åtferd, men det er likevel behov for meir forskning på individuelle skilnadar i korleis eit dyr lærar virtuelle gjerdesystem. Å sikre ei god innlæring er essensielt for dyrevelferd og funksjon. Økonomien er påverka av ulike innsatsfaktorar, der ein ser ei klar samanheng mellom storleik på areal og kostnad på virtuelle gjerder i forhold til eit fysisk gjerde. Kor mykje ein sparar er vanskeleg å fastsetje, men ein kan fastsetje at ein sparar ressursar. Brukarerfaringar visar at brukarar er fornøyd med systemet og opplev mindre arbeid med gjerding og tilsyn. Eg vil dermed konkludera etter å ha sett på dyrevelferd, økonomi og brukarerfaringar at virtuelle gjerder er framtidens beiteteknologi.

6. Litteraturliste

Animalia. (2019). *Dyrevelferd*. Husdyr. <https://www.animalia.no/no/Dyr/dyrevelferd/>

Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., & Pugliese, C. (2022). Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, *16*(1), 100429. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>

Bergslid, I. (Rose) K., & Ebbesvik, M. (2018). *Økonomi ved å ta i bruk jordbruksarealer ute av drift* (Norsøk faginno 8/2018). Norsk senter for økologisk landbruk. <https://orgprints.org/id/eprint/34218/>

Blom, H. H. (2007). Gjengroing av kulturlandskapet—Konsekvenser for biologisk mangfold? *Norsk Institutt For Bioøkonomi*. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2676028>

Brambell, F. W. R. (1965). *Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems*. London: Her Majesty's stationery Office.

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*(11), 2045–2050. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000891>

Butler, Z., Corke, P., Peterson, R., & Rus, D. (2006). From Robots to Animals: Virtual Fences for Controlling Cattle. *The International Journal of Robotics Research*, *25*(5–6), 485–508. <https://doi.org/10.1177/0278364906065375>

Campbell, D. L. M., Lea, J. M., Haynes, S. J., 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. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.12.002>

Field, T. (2020). *Scientific Farm Animal Production* (Twelfth edition). Pearson Education.

FN-Sambandet. (2022, mai 11). *FNs bærekraftsmål*. Bærekraftsmål. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

-
- García, R., Aguilar, J., Toro, M., Pinto, A., & Rodríguez, P. (2020). A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, *179*, 105826. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105826>
- Halachmi, I., Guarino, M., Bewley, J., & Pastell, M. (2019). Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production. *Annual Review of Animal Biosciences*, *7*(1), 403–425. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-020518-114851>
- Haugset, A. S., & Nossun, G. (2010). Erfaringer med bruk av elektronisk overvåkingsutstyr på sau i 2010. *Trøndelag forskning og utvikling AS*. <https://www.bondelaget.no/getfile.php/13117498-1310042486/MMA/Bilder%20fylker/Nord%20-%20Tr%C3%B8ndelag/Dokumenter/Radibojeller%20notat%202010.pdf>
- Henriksen, B. I. F., & Berntsen, O. H. (2011). *Utprøving av NoFence elektronisk gjerde i forhold til dyrevelferd—Prototype 1* (s. 1–25) [Report]. Bioforsk Økologisk. <https://orgprints.org/id/eprint/19463/>
- Herlin, A., Brunberg, E., Hultgren, J., Högberg, N., Rydberg, A., & Skarin, A. (2021). Animal Welfare Implications of Digital Tools for Monitoring and Management of Cattle and Sheep on Pasture. *Animals*, *11*(3), 829. <https://doi.org/10.3390/ani11030829>
- Holgaard, J. C., Justesen, Per, Rasmussen, Per Lykke, Raundal, Peter, & Pedersen, Lars. (2019). *Malkekvæg* (3. utg.). SEGES Forlag.
- Innovasjon Norge. (2021, desember 16). *Innovasjon Norge støtter Nofence med nesten 29 millioner*. <https://www.innovasjon norge.no/no/om/nyheter/2021/innovasjon-norge-stotter-nofence-med-nesten-29-millioner/>
- Iversen, C. (2004). *Sauens beitemønster ved høye og lave tettheter langs en høydegradient*. [C. Iversen]. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Sauens+beitem%C3%B8nster+ved+h%C3%B8ye+og+lave+tettheter+langs+en+h%C3%B8ydegradient&author=Iversen%2C+Camilla&publication_year=2004

Johanssen, R., & Sørheim, K. (2018). Atferd og velferd hos sau. *Norsøk*, NR 5/2018, 6. <https://orgprints.org/id/eprint/33947/1/NORS%C3%98K%20FAGINFO%20Nr.%205%202018%20Atferd%20og%20velferd%20hos%20sau.pdf>

Kearton, T., Marini, D., Cowley, F., Belson, S., & Lee, C. (2019). The Effect of Virtual Fencing Stimuli on Stress Responses and Behavior in Sheep. *Animals*, 9(1), 30. <https://doi.org/10.3390/ani9010030>

Kearton, T., Marini, D., Lee, C., Cowley, F. C., & Tilbrook, A. (2022). The influence of observing a maternal demonstrator on the ability of lambs to learn a virtual fence. *Animal Production Science*, 62(5), 470–481. <https://doi.org/10.1071/AN21180>

Kjølseth, T., & Pettersen, I. (2012). *Innovasjon i landbruket* (NILF notat:2012-4). Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2449078>

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(5:187). <https://doi.org/doi:10.3389/fvets.2018.00187>

Leeman, J., Voils, C. I., & Sandelowski, M. (2015). Conducting mixed methods literature reviews: Synthesizing the evidence needed to develop and implement complex social and health interventions. I *The Oxford handbook of multimethod and mixed methods research inquiry* (s. 167–184). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199933624.001.0001>

Linnell, J. D. C., Tveraa, T. (red), Hansen, I., Andrén, H., Persson, J., Sand, H., Wikenros, C., Zimmermann, B., Odden, J., Stien, A., Ytrehus, B., Kleven, O., Brøseth, H., Kindberg, J., Mattisson, J., Solberg, E. J., Nilsen, E. B., Nygård, T., & Jacobsen, K. O. (2015). Kunnskapsstatus og kunnskapsbehov for forvaltning av rovvilt i Norge. I 78 s. (NINA rapport 1195; s. 78). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2368337>

Lomax, S., Colusso, P., & Clark, C. E. F. (2019). Does Virtual Fencing Work for Grazing Dairy Cattle? *Animals*, 9(7), 429. <https://doi.org/10.3390/ani9070429>

Lovdata. (2014, juni 2). *Forskrift om erstatning når husdyr blir drept eller skadet av rovvilt—Lovdata*. Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-05-30-677>

-
- Marini, D., Kearton, T., Ouzman, J., Llewellyn, R., Belson, S., & Lee, C. (2020). Social influence on the effectiveness of virtual fencing in sheep. *PeerJ (San Francisco, CA)*, 8, e10066–e10066. <https://doi.org/10.7717/peerj.10066>
- Mejdell, C. M., Basic, D., & Bøe, K. E. (2017). A review on the use of electric devices to modify animal behavior and the impact on animal welfare. *Vitenskapskomiteen for mat og miljø*. https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2474441/Mejdell_2017_Are.pdf?sequence=2
- Møllevold, O. H. H. (2018). On the search for food: Foraging behavior of beef cattle on forested land in southeast Norway. *Bachelor i Utmarksforvaltning, Høgskolen I Innlandet*. <https://brage.inn.no/inn-xmlui/handle/11250/2498861>
- Nofence. (u.å.-a). *Hva er Nofence?* Produkt. Hentet 23. mars 2022, fra <https://www.nofence.no/hva-er-nofence>
- Nofence. (u.å.-b). *Priskalkulator*. Produkt. Hentet 23. mars 2022, fra <https://www.nofence.no/priser>
- Nofence. (2019). *Innlæring—Brukerveiledning—2019*. Brukerveiledning. <https://www.manula.com/manuals/nofence-as/brukerveiledning-2019/1/no/topic/inlaring>
- Norderhaug, A., Austad, I., Hauge, L., Kvamme, M., Alm, T., Elven, R., Fremstad, E., Kaland, P. E., Kielland-Lund, J., Losvik, M., Moen, A., Rooth, L., & Arnfinn, S. (1999). *Skjøtselboka for kulturlandskap og gamle norske kulturmarker* (1. utg.). Landbruksforlaget.
- Ramseyer, A., Boissy, A., Dumont, B., & Thierry, B. (2009). Decision making in group departures of sheep is a continuous process. *Animal Behaviour*, 78(1), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.03.017>
- Rekdal, Y. (2017). Vegetasjon og beite i deler av Romedal- og Stange almenninger. *Norsk Institutt For Bioøkonomi*, 3(24) 2017. [file:///Users/admin/Downloads/Stange%20NIBIO%20RAPPORT%20050217%20\(3\).pdf](file:///Users/admin/Downloads/Stange%20NIBIO%20RAPPORT%20050217%20(3).pdf)
- Rustad, L. (2014). *Jordbrukspolitikk, kulturlandskap og gjengroing: Hvilke konsekvenser har jordbrukspolitikken i perioden 1976-2012 hatt for kulturlandskapet?* Høgskolen i Lillehammer. <http://hdl.handle.net/11250/221027>

Rutter, S. M. (2014). Smart technologies for detecting animal welfare status and delivering health remedies for rangeland systems. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 33(1):181-7, 6. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2274>

Statistisk sentralbyrå. (u.å.). *Husdyr på utmarksbeite*. Statistisk sentralbyrå. Hentet 15. mars 2022, fra <https://www.ssb.no/system/>

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

Umstatter, C. (2011). The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(1), 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.10.005>

Umstatter, C., Morgan-Davies, J., & Waterhouse, T. (2015). Cattle Responses to a Type of Virtual Fence. *Rangeland Ecology & Management*, 68(1), 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2014.12.004>

Umstatter, C., Tailleur, C., Ross, D., & Haskell, M. J. (2009). *Could virtual fences work without giving cows electrical shocks*. Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-663-2>

Vik, J., Stræte, E. P., Søraa, R. A., Finstad, T., Melås, A. M., Gjefsen, M. D., Langørgen, O. R., Fuglestad, E. M., & Hårstad, R. M. B. (2021). *Smart teknologi for et bærekraftig landbruk (Rapport 9/2021)*. RURALIS – Institutt for rural- og regionalforskning. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2978497>

von Borell, E., Dobson, H., & Prunier, A. (2007). Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Hormones and Behavior*, 52(1), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.03.014>

Wahlund, L. (2021). *Virtuella stängsel för enklare och mer flexibel betesdrift—Möjligheter och utmaningar i Sverige* (2021:66; s. 21). RISE Research Institutes of Sweden, Bioekonomi och hälsa, Jordbruk och livsmedel. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-54756>

Weerd, N. de, Langevelde, F. van, Oeveren, H. van, Nolet, B. A., Kölzsch, A., Prins, H. H. T., & Boer, W. F. de. (2015). Deriving Animal Behaviour from High-Frequency GPS: Tracking

Cows in Open and Forested Habitat. *PLOS ONE*, 10(6), e0129030.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129030>

Aaser, M. F., Staahltoft, S. K., Korsgaard, A. H., Trige-Esbensen, A., Alstrup, A. K. O., Sonne, C., Pertoldi, C., Bruhn, D., Frikke, J., & Linder, A. C. (2022). Is Virtual Fencing an Effective Way of Enclosing Cattle? Personality, Herd Behaviour and Welfare. *Animals (Basel)*, 12(7), 842-. <https://doi.org/10.3390/ani12070842>

7. Vedlegg

7.1.1 Vedlegg 1:

Tabell brukt for å rekne ut kor stort beite ein treng per dyr.

| Fôropptak per dag | Beitekvalitet | Dyr per km ² | Dekar per dyr |
|----------------------|-------------------|-------------------------|---------------|
| 1,0 f.e. (sau) | Mindre godt beite | 33 - 54 | 30 - 19 |
| | Godt beite | 55 - 76 | 18 - 13 |
| | Svært godt beite | 77 - 108 | 13 - 9 |
| 5,0 f.e. (storfe) | Mindre godt beite | 7 - 11 | 152 - 93 |
| | Godt beite | 11 - 15 | 91 - 66 |
| | Svært godt beite | 15 - 22 | 65 - 46 |
| 6,5 f.e. (ammeku) | Mindre godt beite | 5 - 8 | 197 - 120 |
| | Godt beite | 8 - 12 | 118 - 86 |
| | Svært godt beite | 12 - 17 | 84 - 60 |

Figur 3 Beitekapasitet ut frå fôropptak, dyr pr km² og dekar per dyr. Tabell henta frå rapport frå vegetasjonskartlegging i Stangekommune (Rekdal, 2017).

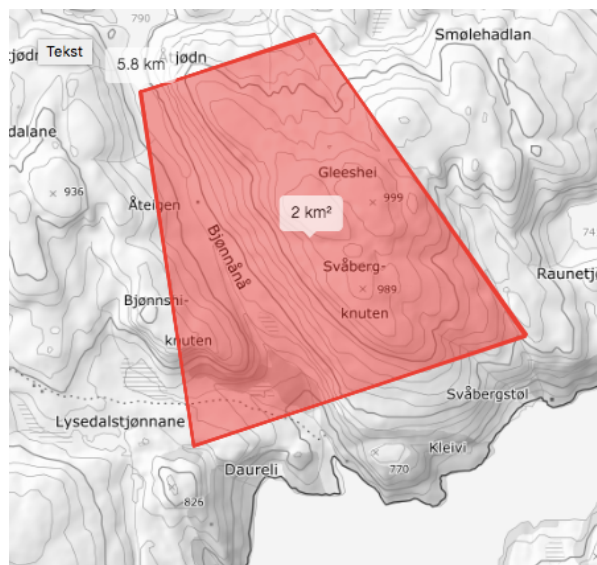
7.1.2 Vedlegg 2

Spørsmål som vart stilt i intervju om brukarerfaring

- Kva dyr, type beite, kor lang sesong og kor lenge har du brukt Nofence
- Kva erfaringar har du, positive og negative?
- Kva synspunkt har du om dyrevelferd?
- Kva synspunkt har du rundt økonomi og kostnad i forhold til gjerdehold?

7.1.3 Vedlegg 3

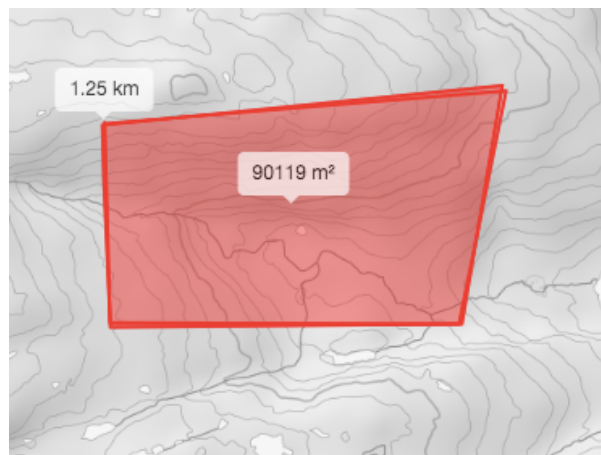
Forslag til beiteområde som kan nyttast til storfe.



Figur 4 Forslag til korleis eit område på 2000 daa kan gjerdast ved bruk av NIBIO gårdskart (<https://gardskart.nibio.no/search>).

7.1.4 Vedlegg 4

Forslag til beiteområde som kan nyttast til sau.



Figur 5 Forslag til korleis eit område på 90 daa kan gjerdast ved bruk av NIBIO gårdskart (<https://gardskart.nibio.no/search>).