



GPS-intervaller för registrering av habitatval, rörelsemönster, tillväxt och dödlighet hos nötboskap

- en förberedelse inför praktiska tester i Kenya

Anna Saltin



Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Agronomprogrammet - husdjur
Uppsala 2023

GPS-intervaller för registrering av habitatval, rörelsemönster, tillväxt och dödlighet hos nötboskap - en förberedelse inför praktiska tester i Kenya

GPS-intervals for registration of habitat choice, movement patterns, growth, and mortality in beef cattle - a preparation for practical tests in Kenya

Anna Saltin

| | |
|------------------------------|--|
| Handledare: | Jens Jung, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa |
| Examinator: | Jenny Yngvesson, SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa |
| Omfattning: | 15 hp |
| Nivå och fördjupning: | Grundnivå, G2E |
| Kurstitel: | Självständigt arbete i husdjursvetenskap, G2E |
| Kurskod: | EX0865 |
| Program/utbildning: | Agronomprogrammet - Husdjur |
| Kursansvarig inst.: | Institutionen för husdjurens utfodring och vård |
| Utgivningsort: | Uppsala |
| Utgivningsår: | 2023 |
| Omslagsbild: | Soisan Lodge Kenya www.soisan.com |
| Upphovsrätt: | Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd. |
| Nyckelord: | GPS-halsband, habitatval, mätutrustning, mätintervaller, betesplanering, dödlighet, tillväxt, OI Pejeta, Kenya |

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Sammanfattning

Tillväxt och dödlighet hos nötboskap kopplat till födobrist, sjukdom och rovdjur är av hög vikt att följa. Framför allt när det gäller extensiva produktionssystem. I denna litteraturstudie undersöks vilka mätintervaller som är lämpligast att nyttja vid GPS-övervakning. GPS-övervakning ger möjlighet att studera hur stor inverkan som köttboskapens miljö har på deras habitatval samt rörelsemönster. Litteraturstudien undersöker även hur habitatet och miljön påverkar djurens tillväxt samt dödlighet. Här diskuteras olika betsstrategier, rådande system på Ol Pejeta, utmaningar och potentiella lösningar med hjälp av läst material. Litteraturstudien föreslår lämpligt mätintervall utifrån vad målet med själva mätningen är. Resultaten visar att olika intervaller passar för olika ändamål, vilket i korthet besvarar litteraturstudiens frågeställningar. Rör det sig om mätning för tillväxt, dödlighet och aktiv betesplanering lämpar sig korta intervaller. Görs mätningar för att utröna habitatval och rörelsemönster, exempelvis i markbevarande syfte, lämpar sig de längre intervallerna bäst. Detta i en förhoppning om hållbara förhållningsätt i betesplaneringen för både människa och boskap, i samexistens med rovdjur och annat vilt.

Nyckelord:

GPS-halsband, habitatval, mätutrustning, mätintervaller, betesplanering, dödlighet, tillväxt, Ol Pejeta, Kenya

Abstract

Growth and mortality in cattle linked to food shortages, disease and predators is of great importance to track. Especially when it comes to extensive production systems. This literature study investigates what intervals seem most suitable to use for GPS monitoring. GPS-surveillance gives the opportunity to monitor how big of an impact the beef cattle's environment has on their choice of habitat and movement patterns. The literature study also examines how the habitat and environment affect the animals' growth and mortality. Different grazing strategies, existing systems at Ol Pejeta, challenges and potential solutions are discussed here with the help of read material. The literature study suggests a suitable measurement interval based on the goal of the measurement itself. The results show that different intervals are suited for different purposes, which in short answers the questions of the literature study. If the GPS-measuring concerns growth, mortality, and active grazing management the short intervals are suitable. If measurements are for estimating habitat choice and movement patterns of the animals, or for example for soil conservation purposes, the longer intervals are best suited. This is in the hope of sustainable approaches in grazing planning, suited for both humans and livestock, in coexistence with predators and other game.

Keywords: GPS collars, habitat selection, measuring equipment, measuring intervals, grazing planning, mortality, growth, Ol Pejeta, Kenya

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Figurförteckning | 6 |
| Tabellförteckning | 7 |
| Förkortningar | 8 |
| 1. Inledning | 9 |
| 2.1 Bakgrund..... | 9 |
| 2.2 Syfte och frågeställningar | 10 |
| Litteraturöversikt | 11 |
| 2.3 GPS som mätverktyg | 11 |
| 2.4 OI Pejeta | 11 |
| 2.5 Habitatval och rörelsemönster | 12 |
| 2.6 Tillväxt och dödlighet | 14 |
| 2.6.1 Mobila bomas | 15 |
| 2.6.2 Nattbete | 16 |
| 2.6.3 Predatorer | 16 |
| 2.6.4 East Coast Fever | 18 |
| 2.7 GPS-mätning och intervaller..... | 18 |
| 2.7.1 Kortare intervaller | 19 |
| 2.7.2 Längre intervaller | 20 |
| Diskussion | 21 |
| 3.1 Smart farming – jämförelse olika intervaller och mätdon..... | 21 |
| 3.2 Hållbarhetsaspekter | 23 |
| 3.2.1 Ekonomiskt | 23 |
| 3.2.2 Socialt | 24 |
| 3.2.3 Miljömässigt | 24 |
| Slutsats | 26 |
| Referenser | 27 |
| Tack | 33 |

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (PDF-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Figurförteckning

| | |
|---|----|
| Figur 1. Översiktskarta av Reservatet på Ol Pejeta med de olika typerna av habitat (Haglund. A, 2017)..... | 12 |
| Figur 2. Kornas rörelsemönster på Ol Pejeta, följda under en 9 veckors period av Schieltz et al (2017). b) Djurdensitet och kornas habitatval från samma studie, under samma period. | 13 |
| Figur 3. a) En bredspektrum-bild av djurtätheten och kornas rörelsemönster, följt av b) rörelsemönster utifrån typ av flocktyp av kor (Schieltz et al. 2017). | 14 |
| Figur 4. Olika teknikalternativ med översikt av både kostnad, batteritid och räckvidd (Mancuso et al. 2023). | 22 |

Tabellförteckning

Tabell 1. Översikt av GPS-intervaller: för- och nackdelar 20

Tabell 2. Översikt av hållbarhetsaspekter: problem och möjligheter. 25

Förkortningar

| | |
|-----|--------------------------------|
| GPS | Globalt positioneringssystem |
| GIS | Geografiskt informationssystem |
| ECF | East Coast Fever |

1. Inledning

GPS-mätningar för att kunna optimera både betestillgång samt tillväxt av frigående boskap blir ett allt viktigare redskap i betesplaneringen (Ogada *et al.*, 2003; Schieltz *et al.*, 2017; Sichewo *et al.*, 2020). Av samma anledning blir även analys och tolkning av data gällande dödlighet, sjukdom och rovdjursattacker allt viktigare för att underlätta skötseln av boskap i dessa system (Ogada *et al.*, 2003; Sichewo *et al.*, 2020). Att hitta hållbara betessystem som främjar samspel mellan vilt och människans boskap med rådande klimatförändringar ligger i linje med Agenda 2030 (Svenska FN-förbundet, u.å). Hållbara betessystem är av både miljömässig samt socioekonomisk vikt, genom att bidra till produktionen samt en hållbar markförvaltning (Svenska FN-förbundet, u.å). GPS-mätningar med rätt mätintervall ger möjligheten att optimera betesplaneringen för att få ökad tillväxt samt sänkt dödlighet hos boskap i produktionssystem där mänsklig interaktion ej sker dagligen (Augustine *et al.*, 2022; Millward *et al.*, 2020; Mancuso *et al.*, 2023). Förhoppningen är att övervakningen kan göras på ett enkelt och smidigt sätt med hjälp av prisvärda GPS-sensorer som kan nyttjas av alla producenter inom främst extensiva produktionsformer (Schieltz *et al.*, 2017; Gwatirisa *et al.*, 2022). Att kunna följa och övervaka boskapens rörelsemönster och habitatval med hjälp av GPS-mätningar främjar produktionen. Följande litteraturstudie undersöker vilka mätintervaller på GPS-don som kan tänkas vara lämpligast för tillväxt, dödlighet, habitatval och rörelsemönster hos köttboskap.

2.1 Bakgrund

GPS-övervakning som en del av den tekniska revolutionen som agrikulturen genomgått de senaste decennierna visar att övervakning av rörelsemönster samt habitatval kopplat till tillväxt och dödlighet anses viktiga att undersöka (Ogada *et al.*, 2003; Schieltz *et al.*, 2017; Sichewo *et al.*, 2020; Augustine *et al.*, 2022; Mancuso *et al.*, 2023). Framförallt för produktionsdjur i extensiva system. Att kunna optimera och planera marknyttjande med hjälp av GPS-utrustning kräver insikt i vilka mätintervaller som lämpar sig bäst utifrån rådande habitat. Med utgångspunkt i vad GPS-mätningarna visar kan aktiva beslut tas, med avsikt att främja både ekosystem och produktionsdjurens tillväxt. Förhoppningen är att med hjälp av GPS-utrustning kunna optimera både betesplanering och tillväxt hos

köttkor med lämpliga mätintervaller. Vikten av en effektiv produktion i extensiva system för de människor som förlitar sig på detta som inkomst och livsmedel kan inte nog understrykas. Torrperioderna i Kenya medför ökad dödlighet och sänkt tillväxt, bland annat kopplat till predatorer och smittspridning av ECF (East Coast Fever), utöver brist på näringsrikt bete. I detta arbete presenteras studier som följer boskapens rörelsemönster samt habitatval, bland annat från landskapet på Ol Pejeta-reservatet, beläget i Laikipaprovinsen, Kenya.

2.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna litteraturstudie är att utvärdera olika mätintervall för att optimera GPS-spårning i relation till nötkreaturs tillväxt, dödlighet, habitatval och rörelsemönster. Hypotesen är att både dödlighet och tillväxt går att påverka i positiv riktning med hjälp av GPS-spårning och rätt mätintervaller på dessa.

Frågeställningar:

- Kan data från GPS-halsband ge information som följer nötboskapens habitatval?
- Vilket mätintervall ger den mest optimala data?
- Kan GPS-halsband följa inom vilka områden som rovdjursattacker och smittspridning av sjukdomar, så som ECF, sker?
- Kan GPS-utrustning, utifrån insamlade data, övervaka boskapens tillväxt?

Denna litteraturstudie är en förstudie inför en pågående datainsamling i testområdet på Ol Pejeta, Kenya, där extensiv djurhållning nyttjas för befintlig nötboskap. Datainsamling har skett via mailkonversation med Jens Jung och kollegor ansvariga för fältarbetet på Ol Pejeta, Laikipia-provinsen i Kenya i pågående projekt där. Dessvärre hann inte insamlade data fram innan denna litteraturstudie färdigställdes. Informationssökning har gjorts med hjälp av olika databaser för granskade vetenskapliga publikationer. De databaser som använts är ArcGIS, Google maps, Google Scholar, PRIMO och Web of Science. Sökningar har gjorts för att hitta information som besvarar ovan nämnda frågeställningar. De sökord som främst använts är GPS-collar, GPS-monitoring, drought, livestock, cattle, Kenya, habitat, grazing, movement, management, livestock behavior, predators, growth, mortality, ECF, grazing management, grazing, habitat samt habitat choice.

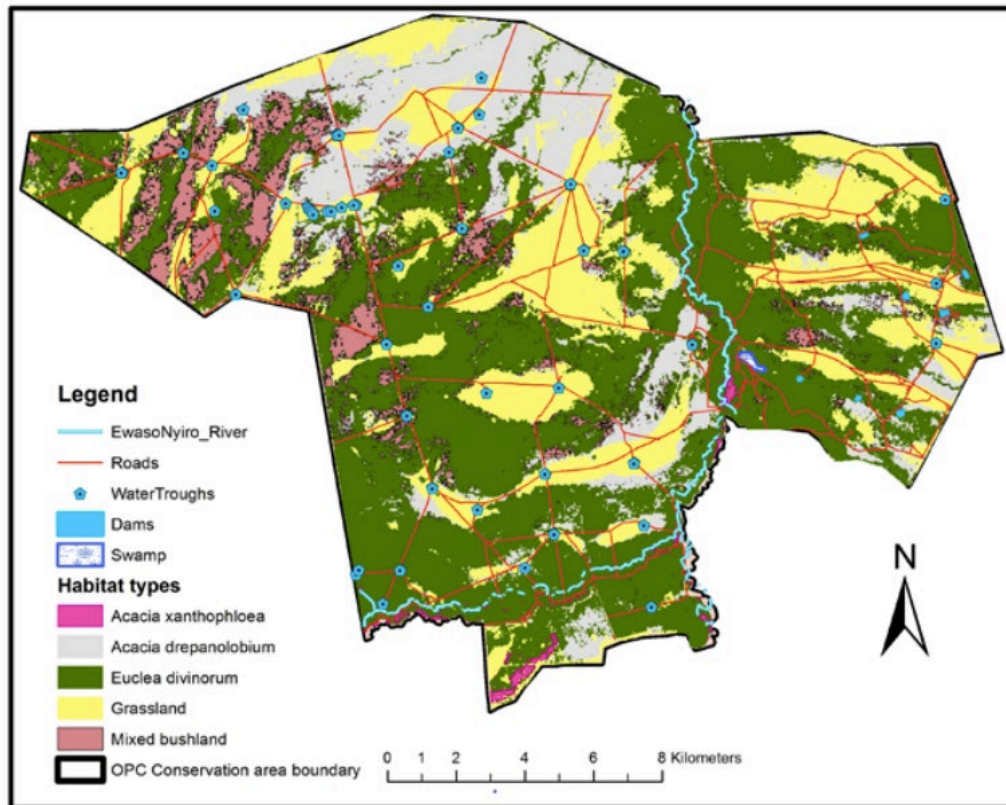
Litteraturöversikt

2.3 GPS som mätverktyg

Smart farming (automatiserade övervakningssystem för extensiv produktion) blir alltmer vanligt inom boskapsproduktion världen över (Mancuso *et al.*, 2023). GPS-teknologin har använts under de senaste decennierna även av pastoralister för att övervaka nötboskapens rörelsemönster och habitatval (Raizman *et al.*, 2013; Jordan *et al.*, 2016). Med GPS-sensorer i form av halsband erbjuds möjligheten att i realtid betesplanera för en optimerad tillväxt hos produktionsdjur (Augustine *et al.*, 2022). Genom att följa de dagliga förändringarna i födosöksbeteendet hos boskapen kan förändringarna användas som prestationsindikatorer för betesmarkernas produktivitet (Augustine *et al.*, 2022). Enligt studien av Agouridis *et al.* (2004) är det av högsta vikt att förstå begräsningarna av vald utrustning, så att teknologin är anpassad för den rådande miljön. Även Crawford *et al.* (2019) påtalar vikten av att i realtid kunna bevaka betestillgången, istället för att blint lita på ett generellt betesrotationssystem.

2.4 Ol Pejeta

Ol Pejeta är en forskningsstation belägen i Laikipiaprovinzen, Kenya. Habitatet på Ol Pejeta består främst av trädsavann (*Acacia drepanolobium*), busklandskap (*Euclea divinorium*) och öppna grässavanner (Schielz *et al.*, 2017).



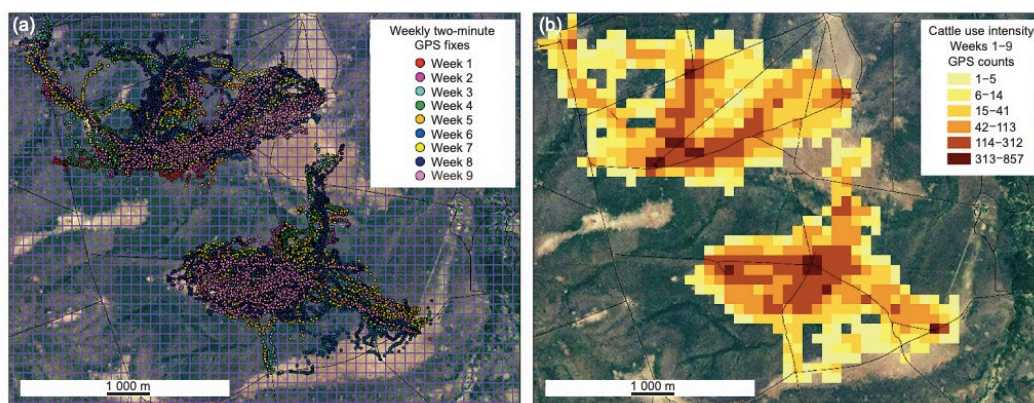
Figur 1. Översiktskarta av Reservatet på Ol Pejeta med de olika typerna av habitat (Ol Pejeta Conservancy, via Haglund, A, 2017).

Här på Ol Pejeta sker pågående studier som undersöker vilka olika mätintervaller på GPS-halsband som lämpar sig bäst för olika ändamål. I studien är även tillagt undersökning av gräshöjd, gräsfärg, huvudrörelser hos korna för att på så vis följa när de betar eller ej. Även vikt på kalvarna registreras i studien. Reservatet Ol Pejeta är hem till omkring 68 olika arter av däggdjur (Ol Pejeta Conservancy, 2023). Totalt finns cirka 6000 nötkreatur av rasen Borana (*Bos indicus*) fördelade på flockar om 150 djur per flock (Jung, 2023). En ko i varje flock har utrustats med ett GPS-halsband. Ol Pejeta består av 364 km² med en djurtäthet av en ko per 5 hektar där två herdor konstant följer varje flock (Schieltz *et al.*, 2017). På natten hålls boskapen i bomas (rovdjurskyddade inhägnader) som förflyttas kontinuerligt beroende på beteskvaliteten (Schieltz *et al.*, 2017). Reservatets ansvariga bestämmer var dessa bomas placeras medan herdarna bestämmer betesplats för korna under dagtid, där korna får välja betesplats fritt (Schieltz *et al.*, 2017).

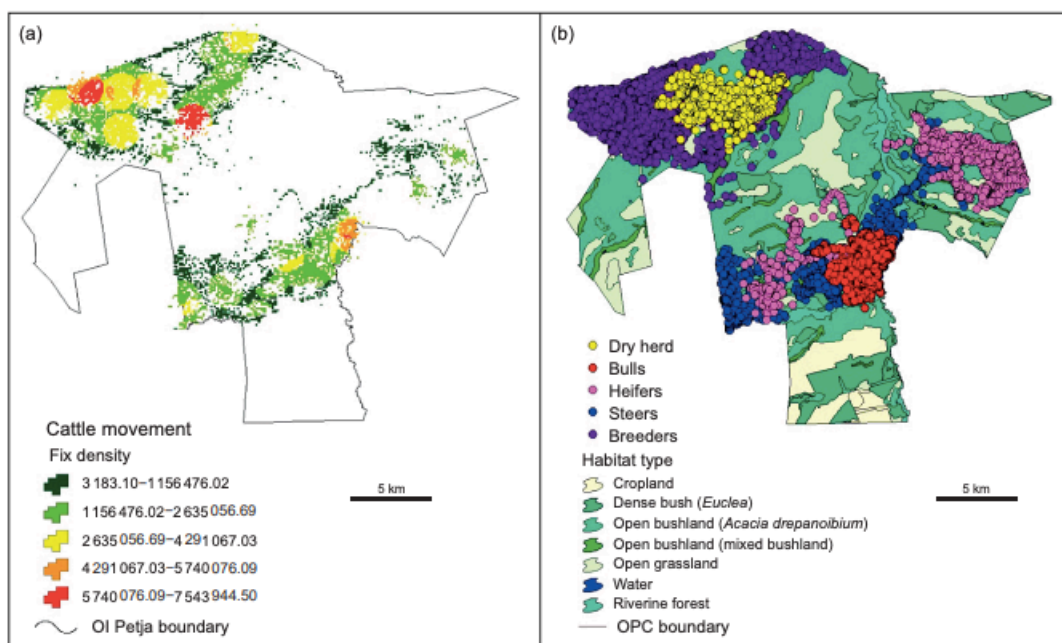
2.5 Habitatval och rörelsemönster

Enligt studien av Rivero *et al.* (2021) kan GPS-data nyttjas för att se vilka delar av betet som anses vara hot spots (områden djuren favoriserar) och vilka platser

som anses vara cold spots (områden djuren undviker). GPS-datan visar enligt författarna även områden som djuren väljer att vara aktiva i, alternativt vila på. Genom att förstå rörelsemönstren hos boskap skapas en bild av hur sjukdomsspridningar och rovdjursattacker kan följas samt förhoppningsvis förebyggas (Raizman *et al.*, 2013). Allt för att kunna främja produktivitet, hållbarhet, välfärd och djurhantering (Rivero *et al.*, 2021). Med GPS-halsbanden kan habitatval och gånghastighet följas (Augustine *et al.*, 2022). GPS-data analyseras med GIS (Geografiskt informationssystem) för att kunna följa positioneringen i terrängen med hjälp av kartering i rådande topografi där korna vistas (Schieltz *et al.*, 2017).



Figur 2. Kornas rörelsemönster på Ol Pejeta, följda under en 9 veckors period av Schieltz *et al.* (2017). b) Djurdensitet och kornas habitatval från samma studie, under samma period.



Figur 3. a) En bredspektrum-bild av djurtätheten och kornas rörelsemönster, följt av b) rörelsemönster utifrån typ av flocktyp av kor (Schieltz *et al.*, 2017).

GPS-mätningar ger en rumslik bild av de habitatval korna gör under olika säsonger, vilket i sin tur ger indikationer på när det är dags att byta betesmarker (Gwahirisa *et al.*, 2022). Som författarna påvisar så förflyttas korna utifrån deras habitatval samt rörelsemönster, vilka skildrar om betet är tillräckligt. Mycket rörelse innebär att betet är knapert, rör de sig mindre finns det gott om bete. Informationen är viktig för effektiviseringen och optimeringen av betesplaneringen samt markanvändningen (Gwahirisa *et al.*, 2022). När nötboskap får ströva fritt väljer de mjukare terräng i närheten av vattenkällor (Mkabile, 2019). Kor håller sig gärna i närheten av vattenkällor och undviker alltför brant terräng (Millward *et al.*, 2020). Enligt Mkabile (2019) undviker korna helst sluttningar i söderläge då nordsidan bjuder på mer svalka och skugga (Mkabile, 2019).

I studien av Millward *et al.* (2020) höll sig korna i genomsnitt inom en radie av 1,6 km från vattenkällorna majoriteten av betestiden. Samma studie visar att djuren inte ödslar energi på krävande terräng, utan gör en estimerad övervägning av vad som är rimligt att lägga energi på. Författarna påvisar att boskapen därmed väljer sämre bete på planare mark, helst i nära anslutning till vattenkällan. Korna, liksom vilda djur, ignorerar bra bete på marker med en lutning över 15 %, samt böljande terräng längre bort än 70 meter ovanför vattenytan (Gwahirisa *et al.*, 2022).

Korna nyttjar områden med besvärligare terräng enbart om styrning via herdarna sker (Millward *et al.*, 2020). Styrningen ger ett annat betesmönster samt en annan anpassning till en mer passande djurtäthet utifrån ett marknyttjande perspektiv (Millward *et al.*, 2020). Enligt Gwahirisa *et al.* (2022) nyttjar kor främst öppna gräsmarker, därpå blandad vegetation i valet av sina hot spots, och håller sig helst undan skog samt busklandskap. Kornas aktivitetsbudget varierar med säsongerna (Gwahirisa *et al.*, 2022). Korna ägnar mer tid åt att beta under torrperioderna då det är ont om föda (Gwahirisa *et al.*, 2022).

2.6 Tillväxt och dödlighet

Mätning av dagliga födosöksbeteenden ger möjlighet att optimera besättningsstorlek och betesrotationer utifrån existerande beteskvalitet (Augustine *et al.*, 2022). Mätningarna ger möjlighet att flytta djuren över vidsträckta marker vid optimal tidpunkt (Augustine *et al.*, 2022). Här kan biomassan, fodertillgången och foderkvaliteten påvisa förändringar i födosöksbeteendet (Augustine *et al.*, 2022). Vid god tillgång på bete kan djuren beta mer selektivt, vilket ändrar längden på betestid, mängd gräs per minut och betestid per dag (Augustine *et al.*,

2022). En ökad beteskvalitet uppnås där områdesbegränsat födosök sker, med minskad idissling och ökad tid för faktiskt betande som följd vilket ökar tillväxten hos boskapen (Augustine *et al.*, 2022). Betets bördighet och mognadsgrad ger variationer i betestiden med cirka 1,5 timme eller högre per dag under den torrare och senare delen av växtsäsongen (Augustine *et al.*, 2022). Karga beten, i form av torftigt ökengräs, förlänger betestiden per dag avsevärt jämfört med frodigt grönt gräs som finns tillgängligt under regnperioderna (Augustine *et al.*, 2022). Kornas beteshastighet är en god indikator för tillväxten, där hastigheten var högre under regnperioder än under torrperioder med en skillnad i hastighet på 1 dryg meter/minut (Augustine *et al.*, 2022). Kortare GPS-tidsintervall är här att föredra för att få en så korrekt och brett spektrum av mätningen som möjligt (Augustine *et al.*, 2022). GPS-mätning med accelerometer – en sorts stegräknare - kan vara en ekonomisk lämplig investering, framför allt för djur som betar i stora öppna utmarker där interaktion med människor är sparsam menar Augustine *et al.* (2022). Med de kortare mätintervallen får djurskötare och markförvaltare en daglig uppdatering av prestanda, fodertillgång - en god hjälp i betesplaneringen och betesstrategierna (Augustine *et al.*, 2022).

2.6.1 Mobila bomas

Mobila bomas ökar djurens födointag samt produktion då boskapen ges direkt tillgång till betet från morgon till kväll, jämfört med när fasta bomas nyttjas (Jung *et al.*, 2022; Odadi & Rubenstein, 2015). Fasta bomas innebär långa transportsträckor för att nå betesmarkerna, medan mobila bomas placeras direkt på de lämpliga betesmarkerna (Jung *et al.*, 2022; Odadi & Rubenstein, 2015). Utifrån aspekter av tillväxt, betesplanering, ättid, markskötsel och energiupptag lämpar sig rotationsbete med hjälp av mobila bomas (Crawford *et al.*, 2019; Odadi *et al.*, 2017). Med mobila inhägnader är vikten av vaktande herdar högre då dessa ej är lika stabila som fasta bomas (Ogada *et al.*, 2003). Med rätt djurtäthet kan mobila bomas vara ett sätt att främja tillväxten av önskade grässorter, och då även hämma icke önskvärda sorter (Odadi *et al.*, 2007). Där dessa mobila bomas har stått bildas gläntor som används av zebror, bland andra hovdjur, vilket främjar bestånden av dessa djur, och därmed främjar samexistens med lejon i reservaten då Zebror (*Equus quagga*) är lejonets primära bytesdjur (Augustine *et al.*, 2011; Ng'weno *et al.*, 2019). Enligt en studie av Porensky & Veblen (2015) visar resultaten positiva efterföljder för ekosystemet och de vilda djuren med mobila hagar. Mobila bomas ger enligt författarna en bättre gräsåterväxt jämfört med stationära vilka ofta lämnar kala områden efter sig. Mobila bomas bidrar till en hållbar betesmark för både boskap och vilt (Odadi *et al.*, 2007; Riginos *et al.*, 2018; Crawford *et al.*, 2019). Att tidsstyra betet samt nyttja betesrotation bör, enligt studien av Odadi *et al.* (2017), motverka försvinnande av betesmarkerna, samt främja önskade gräsväxters genomslag.

Fasta bomas (inhägnader med törnstaket) blir gläntor som används av viltet när dessa överges av pastoralisterna (Porensky & Veblen, 2015). Olika fasta hagar, i samexistens med mobila sådana, ger möjligheten att planera betet utifrån bland annat torra och växtlighet (Odadi *et al.*, 2017). Öar av hagar i samspel med frigående betesdjur verkar ha större positiv inverkan på landskapet än vad fragmentering, i form av enbart avgränsade hagar, har (Knutsson *et al.*, 2021).

2.6.2 Nattbete

Nattbetandet har varit, enligt en studie utförd av Ayantunde *et al.* (2000), en viktig del i att hantera torrperioderna då värmen och bristen på föda råder, trots den höga prevalensen av rovdjur. Studien visar positiva effekter med ökad tillväxt, produktivitet, reproduktion, minskad smittspridning samt minskad dödlighet hos boskapen. Nattbetets positiva effekter fås då djuren är mindre selektiva med vad de äter och slipper hantera värmestress (Ayantunde *et al.*, 2000). I en studie av Pas *et al.* (2022) föreslås alternativ som passar både nattbetande stammar, ägare samt förrättare av naturreservaten, där nötboskapen får beta fritt under natten som komplement till bete under dagtid. De överenskommelser som görs mellan pastoralistbyar och naturvårdsförvaltare kan leda till både en känsla av trygghet och hållbarhet ur naturvårdshänseende för förvaltarna (Pas *et al.*, 2022).

2.6.3 Predatorer

Bland de stora rovdjuren anses både lejon (*Panthera leo*) samt fläckiga hyenor (*Crocuta crocuta*) vara de största hoten för nötboskap i Kenya (Pattersson *et al.* 2004; Woodroffe, 2000; Kissui, 2008; Kolowski & Holekamp, 2006). Studien av Kolowski & Holekamp (2006) visar att de mer frekventa besöken av hyenor vid de större samhällena hade mindre att göra med själva boskapen, och mer att göra med hyenans opportunistiska läggning. Där det finns människor finns det mat i olika former, vilket hyenor är snabba på att nyttja (Kolowski & Holekamp, 2006). Lejon attackerar framför allt vuxen nötboskap då dessa betar under dagtid, medan hyenor går till attack under natten och då främst tar kalvar (Graham *et al.*, 2005; Kissui, 2008). För en lyckad jakt under dagtid anses enligt Hayward & Kerley (2005) en gräshöjd av 40 cm eller högre behövas, då lejon gömmer sig i gräset och smyger sig på sina byten. Lejonattacker på nötkreatur under nattetid, när dessa är instängda i bomas, verkar oftast begås av unga lejon, framför allt hannar (Patterson *et al.*, 2004).

Lejon och hyenor tränger sig igenom stängslet till bomas under natten, alternativt stressar boskapen med sina ylanden och rytanden där de cirkulerar utanför inhägnaderna (Ogada *et al.*, 2003; Woodroffe & Frank, 2005; Kolowski &

Holekamp, 2006). Dessa beteenden från rovdjuren får enligt författarna korna att i panik rusa genom stängslen. Enfärgade kvigor som håller sig nära flocken klarar sig bäst undan lejon (Ogada *et al.*, 2003; Weise *et al.*, 2020). Då kor påminner om lejons vanligaste bytesdjur både i kroppsform och rörelsemönster finns risk att de blir ett potentiellt byte (Weise *et al.*, 2020; Kahn *et al.*, 2004). Attacker mot boskap är generellt högre vid regnperioderna (Patterson *et al.*, 2004; Graham *et al.*, 2005; Kissui, 2008). Uppmärksamhet och aktivt vaktande av betesdjuren är av högsta vikt när det kommer till djurhållning i områden med rovdjur (Patterson *et al.*, 2004; Kolowski & Holekamp, 2006; Woodroffe *et al.*, 2007; Weise *et al.*, 2020). Alla djur som inte vaktas anses lovliga byten för både hyenor och lejon - bra konstruerade bomas, och mänsklig interaktion minskar risken för attacker (Ogada *et al.*, 2003; Weise *et al.*, 2020). Ju mer orädd herden vågar vara gentemot rovdjuren, desto större chans har de att få behålla boskapen levande menar Kissui (2018). Dessa attacker verkar dock enligt flera studier ha att göra med tillgång eller brist på vilda bytesdjur mer än beroende på säsong (Patterson *et al.*, 2004; Kolowski & Holekamp, 2006; Kissui, 2008). Under torrperioderna håller sig lejonerna i närheten av vattenhål i hopp om att här finna sitt nästa byte då bytena är lättare att fälla, alternativt redan har dött (Patterson *et al.*, 2004). Enligt Patterson *et al.* (2004) beror detta på att bytesdjuren är i påvert skick i och med bristen på bete, vilket gör dem till lätta byten för lejonerna vid vattenhål. Under regnperioderna när bytesdjuren är vid god vigör, och därmed svårare att fånga, jämfört med boskapen som i och med domesticeringen blivit sävligare till både temperament och rörelsemönster i förhållande till många av de vilda bytesdjuren (Patterson *et al.*, 2004; Graham *et al.*, 2005; Kolowski & Holekamp, 2006; Kissui, 2008; Weise *et al.*, 2020). Med rätt planering, där nötkreaturen slaktas inför regnsäsong finns potential att minska negativa effekter av samvaro med de stora rovdjuren enligt Patterson *et al.* (2004). Störst problem med rovdjur märks vid reservatens gränsmarker där ökad interaktion mellan människa och rovdjur sker (Ogada *et al.*, 2003). Ökad mänsklig aktivitet tillsammans med sophantering, för att inte locka till sig hyenor via skräpet, anses vara ett potentiellt enkelt preventivt medel som kan minska risken för rovdjursattacker (Ogada *et al.*, 2003; Kahn *et al.*, 2004; Kolowski & Holekamp, 2006). Lejon dödas direkt som en motattack, medan hyenor förgiftas då de blir ett alltför påträngande problem (Kissui, 2008). Genom GPS-övervakning av boskapen ges möjligheten att minska prevalensen av rovdjursattacker under dagtid då djuren betar fritt (Abdulai *et al.*, 2022; Mancuso *et al.*, 2023). Detta då habitatval och rörelsemönster berättar var djuren befunnit sig när attackerna har skett, så att dessa områden i framtiden kan undvikas (Mancuso *et al.*, 2023).

2.6.4 East Coast Fever

Sjukdomar skördar årligen mer boskap än vad rovdjur gör i Afrikas torrområden (Kissui, 2008). Fästingar är de främsta vektorerna vad gäller smittor överförda från vilda djur till boskap och människor (Ergunay *et al.*, 2022). En framstående sådan sjukdom som drabbar nötboskap i Östra Afrika är East Coast Fever, ECF (Ringo *et al.*, 2018; Sichewo *et al.*, 2020). Ofta leder sjukdomen till stora dödstal och med detta stora ekonomiska förluster (Ringo *et al.*, 2018; Sichewo *et al.*, 2020). Förekomsten av dödsfall kopplade till ECF är dubbelt så hög under regnperioder jämfört med under torrperioderna (Homewood *et al.*, 2006; Allan, 2020). Enligt Sichewo *et al.* (2020) ökar risken av smittor då vilt möter boskap vid vattenhål och överföring kan ske. Ju mindre direktkontakt vilt har med boskap, desto mindre risk för smittspridning (Keesing *et al.*, 2013; Sichewo *et al.*, 2020). Den huvudsakliga värden av parasiten (*Theileria parva*) som orsakar ECF är afrikansk buffel (*Syncerus caffer*), som också är värd åt den art av brun fästing (*Rhipicephalus appendiculatus*) vilken agerar vektor för parasiten (Morrison *et al.*, 2020; Omondi *et al.*, 2020; Lacasta *et al.*, 2023). Den afrikanska buffeln själv är resistent mot parasiten som orsakar ECF (Morrison *et al.*, 2020). Riktade vaccinationsprogram mot ECF på högt utsatta områden, alternativt mellan utsatta och icke utsatta byar, kan i framtiden förhoppningsvis minska utbrott och spridning (Omondi *et al.*, 2021; Lacasta *et al.*, 2023). Genom att följa boskapens rörelsemönster via GPS-sändare kan dessa byar ha potential att störa smittornas transmissionsvägar då utbrotten kan begränsas (Omondi *et al.*, 2021). På så vis kan smittkällan lokaliseras samt sättas i karantän, och i framtiden undvikas menar Omondi *et al.* (2021).

2.7 GPS-mätning och intervaller

I Östafrika är pastoralism ett av de dominerande försörjningssystemen vilket gör det viktigt att ta hänsyn till både kulturella och ekonomiska sammanhang som råder i utvecklingen av lämpliga insatser (Butt, 2010). Rörelsefriheten i de alltmer defragmenterade landskapen försvårar för pastoralisterna (Butt, 2010). Millward *et al.* (2020) Menar att GPS-övervakning kan vara en hjälp i att hålla rätt djurtäthet utifrån mätning av djurens rörelsemönster vilket ger en hjälp i betesplaneringen och markhanteringen för att bibehålla, effektivisera och optimera belägningsgrad samt betesintensitet. Många anser att GPS tillsammans med GIS är den optimala hjälpen för att få en klarare bild av djurens nyttjande av betesmarkerna, habitatval och rörelsemönster (Turner *et al.*, 2000; Karl & Sprinkle, 2019; Gwatirisa *et al.*, 2022; Porto *et al.*, 2022; Mancuso *et al.*, 2023). Med hjälp av GIS-systemet skapas representativa variabler i det fysiska

landskapet så att platsen kan kopplas samman med resurser i landskapet (Mkabile, 2019). Med GPS tillsammans med GIS ges möjligheter att optimera samt planera betesgången effektivt utifrån både mark och nötboskapens tillväxt (Porto *et al.*, 2022). Turner *et al.* (2000) råder dock att testa all utrustning innan mätningarna påbörjas, och se till att all GPS-utrustning fungerar korrekt för att undvika felkällor i undersökningen. Även direktobservationer för avstämning av använd mättdonsutrustning har genomgående nyttjats i all undersökt litteratur. Som Schieltz *et al.* (2017) belyser i sin studie så behöver lantbrukaren som ska nyttja tekniken dels ha viss datorvana, dels intresse för tekniken för att kunna nyttja den insamlade informationen.

2.7.1 Kortare intervaller

Att använda så korta tidsintervaller som möjligt ger, enligt flera av de undersökta studierna, tillförlitliga data jämfört med långa intervaller där distanser undervärderas och djurbeteendet tappas i mätningarna (Schieltz *et al.*, 2017; Mkabile, 2019; Augustine *et al.*, 2022; Gwatirisa *et al.*, 2022; Mancuso *et al.*, 2023). Butt, (2010) menar i sin studie att enkla, billiga GPS-halsband är en effektiv och lätt replikerbar metod för att förstå den rumsliga och tidsmässiga dynamiken hos boskapens beteende och rörelsemönster. Ett kortare intervall lämpar sig vid undersökningar av kornas respons på avvikande inkräktare i miljön (Abdulai *et al.*, 2022). För ökad noggrannhet i mätningarna krävs dock dyrare utrustning om endast ett fåtal djur utrustas med GPS-don (Karl & Sprinkle, 2019). Utrustas fler djur med de billiga GPS-modulerna inom samma flock fås ökad mättnoggrannhet i resultaten (Karl & Sprinkle, 2019).

Billiga GPS-mätare funkar både under torrperioder och regnperioder för att ge en översikt av hot spots och cold spots vad gäller habitatval (Gwatirisa *et al.*, 2022; Porto *et al.*, 2022). Att kunna nyttja billiga GPS-övervakare tillsammans med Smartphones ger alla möjlighet för planering och optimering av betesmarker (Abdulai *et al.*, 2022). GPS-mättdon fungerar bäst på öppna marker, där varken träd eller staket finns som stör mätinstrumentens precision (Schieltz *et al.*, 2017; Abdulai *et al.*, 2022). Mätningar under längre tid och i kortare intervaller resulterar i enorm mängd data att sammanställa per GPS-don (Brennan *et al.*, 2021). Den enorma mängden GPS-data som erhålls kan med hjälp av Python-kodning både sammanställas och komprimeras till mer lätthanterlig information (Brennan *et al.*, 2021; Mancuso *et al.*, 2023). Studierna visar att billiga GPS-moduler fungerar, då möjligheten att utrusta fler av djuren med GPS, vilket ökar noggrannheten i mätningarna. Dessa billigare GPS-don ger även möjlighet för tekniskt lagda att utformas efter behov enligt ovan nämnda studier. Studierna som hänvisas till i texten, där billiga GPS-mättdon använts ger en inblick i möjligheterna, snarare än faktisk klarhet i ämnet. Dessa mättdon behöver dock

testas i verkligheten, utanför den experimentella miljön som dessa studier erbjuder, vilket bland annat Augustine *et al.* (2022) lyfter i sin studie.

2.7.2 Längre intervaller

GPS-mätningar för att spåra sjukdom och produktionskvalitet görs ofta med hjälp av längre mätintervaller (Raizman *et al.*, 2013; Rivero *et al.*, 2021). Dessa mätningar bör även vara en hjälp i extensiva produktionssystem där interaktionen mellan människa och boskap är begränsad (Porto *et al.*, 2022). Här kan djuren följas alla dygnets timmar, i alla väderlekar med en mätsäkerhet på mellan 5–30 meter, beroende på GPS-ätarens tekniska noggrannhet och mätintervall (Porto *et al.*, 2022). 20 minuters intervaller användes av Porto *et al.*, (2022) för att få önskvärda data och så lång batteritid som möjligt. Författarna menar att mätningarna var tillräckliga för att styrka studiens mål: att förklara funktionen av GPS-mätare som medel i betesplanering och förvaltning av markanvändande. Mkabile (2019) visar i sin studie hur användande av 1 timme kan användas för samma syfte som Porto lyfter *et al.* (2022) i sin studie. Noggrannheten i mätningarna varierar mellan på 5–10 m, beroende på om boskapen vistas på av öppen mark eller i närheten av träd (Schieltz *et al.*, 2017; Mkabile, 2019). Med hjälp av GIS-systemet skapas representativa variabler i det fysiska landskapet så att platsen kan kopplas samman med resurser i landskapet (Mkabile, 2019). GPS-data anger positionen av djuren, dock ger den ingen information om djurens aktivitet med dessa längre intervall (Mkabile, 2019). Som studierna ovan visar sparar längre mätintervaller på batteritiden. Dock riskeras sämre exakthet gällande positionering av djuren, vilken påverkas av dessa längre intervaller.

Tabell 1. Översikt av GPS-intervaller: för- och nackdelar

| GPS-intervaller | Fördelar | Nackdelar |
|-----------------|---|---|
| 1 - 15 minuter | Beteende, habitatval och djurens position kan följas i realtid vilket ger möjlighet att agera direkt på vad datan visar | Enorm mängd data samlas in, vilket gör kodningsprogram behövs, tillsammans med uppkoppling till lågeffekts-nätverk (LPWAN) i energisparande syfte |
| 20 - 60 minuter | Svält och sjukdom påverkar djurvälståndet hos boskapen, vilket i sin tur påverkar nötköttproducenten. Här ges möjlighet att påverka djurvälståndet genom betesplanering utifrån insamlad data | Minskad möjlighet att agera direkt på insamlad data, samt större felmarginaler med djurens koordinatpositioner, då insamlingen sker mer sällan, vilket gör det svårare att följa djurens beteende |

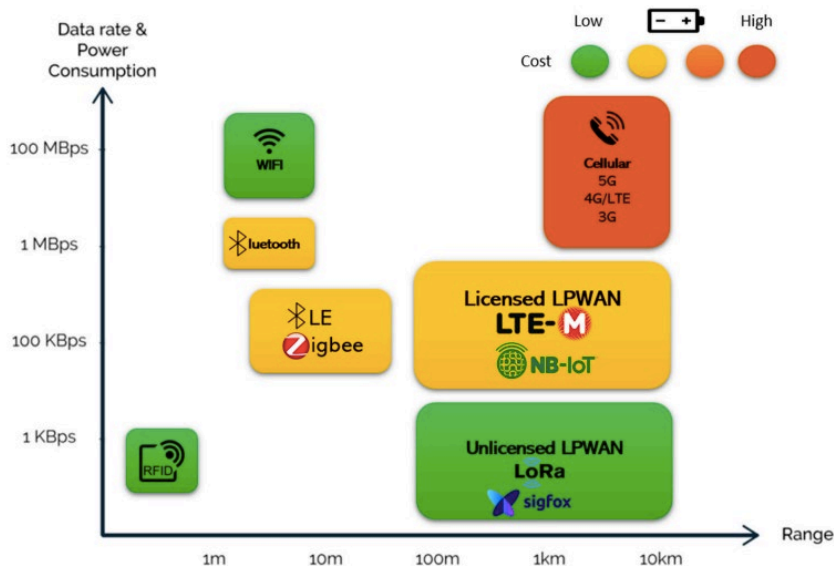
Diskussion

3.1 Smart farming – jämförelse olika intervaller och mätdon

Mancuso *et al.* (2023) utvärderar i sin studie livslängd på batterier och bästa mätintervaller för extensiva produktionssystem. GPS-halsband ger information om avvikelser i djurflocken, som exempelvis om ett djur har skadats, dödats eller stulits (Mancuso *et al.*, 2023). 5 – 15 min intervaller är en hjälp när noggrannare mätningar och snabbare aktiva beslut i realtid önskas, utifrån avvikelser i beteendemönstret hos boskapen enligt Mancuso *et al.* (2023). 20 – 60 min intervaller lämpar sig för att utröna habitatval och positionering i miljön enligt samma studie. Bland annat hot spots, cold spots och djurtäthet är lämpliga faktorer att mäta med dessa längre intervaller (Mancuso *et al.*, 2023). Mätningar av träck i dessa längre intervaller kan göras för att få en bild av både näringsläckage samt näringsupptag i jorden (Mancuso *et al.*, 2023). Lägre intervaller ger även ökad batteritid då mätintervallen sker mer sällan (Mancuso *et al.*, 2023). Mancuso *et al.* (2023) föreslår att stand-by-läge inkluderas i utrustningen för att komma runt detta problem i de kortare mätintervallerna som annars kräver mer energi än de längre intervallerna. Ett tillägg med temperaturmätare kan ge indikation på när korna hamnar i brunst (Mancuso *et al.*, 2023). Brunst visar sig i förhöjd temperatur och ökad rörelseaktivitet, vilket indikerar när det är dags för inseminering eller betäckning (Mancuso *et al.*, 2023).

Rörelseaktivitet, i form av hastighet med klassificeringsmöjlighet av andra beteenden, mäts enkelt med hjälp av accelerometer som tillägg till GPS-halsbandet (Mancuso *et al.*, 2023). All GPS-utrustning ger, med avståndet mellan två mätpunkter, en indikation av boskapens hastighet om än viss felmarginal då djuren ej rör sig lika rakt som mätningarna påstår. Accelerometrar tillsammans med GPS-halsband bidrar med en ökad förståelse av djurens beteenden då hastigheten mäts mer noggrant här (Brennan *et al.*, 2021; Versluis *et al.*, 2023). Betets kvalitet sammankopplat med djurens rörelseaktivitet och hastighet kan med dessa två system mätas på ett effektivt sätt (Bello *et al.*, 2020; Brennan *et al.*, 2021; Mancuso *et al.*, 2023; Versluis *et al.*, 2023). Dessa accelerometrar anses

optimala för att i realtid upptäcka avvikelser i beteendet som exempelvis sker vid sjukdom eller rovdjursattacker (Brennan *et al.*, 2021; Versluis *et al.*, 2023). Läggs en mätfunktion in i GPS-halsbandet där huvudrörelse registreras (vertikalt/horisontalt läge) registreras när boskapen betar eller ej. Mancuso *et al.* (2023) menar att utrustningen ger möjlighet att övervaka samt följa bland annat kalvningar, prevalens av rovdjur, och sjukdomar. Ju tätare intervaller av GPS-mätning, desto högre noggrannhet ges (Bello *et al.*, 2020). Nätverk med låg effekt och brett spektrum vad gäller area (LPWAN) föreslås av Mancuso *et al.* (2023) i områden med dålig täckning. För att avhjälpa nätverksproblemen i ödsliga trakter föreslår författarna även nätverks-boosters med energiförstärkare från förnyelsebara källor som vindkraft eller solcellssystem.



Figur 4. Olika teknikalternativ med översikt av både kostnad, batteritid och räckvidd (Mancuso *et al.*, 2023).

Beteendeanalyser i realtid med hjälp av positions- och rörelsedata kan ge svar på viktig information för boskapsproducenter världen över (Mancuso *et al.*, 2023). Dessa analyser då genom lågeffektnätverk, batterioptimeringsteknik och fast programvara med låga beräkningskostnader för insamlade data (Mancuso *et al.*, 2023). Utrustningen kan på så vis fungera även i områden med icke tillförlitliga nät- och strömkällor (Mancuso *et al.*, 2023). I val av mätintervaller behövs en avvägning mellan precisionsdata och längre batteritid göras, tillsammans med fastställande av syftet med själva övervakningen (Mancuso *et al.*, 2023). Framtidens forskning kan förhoppningsvis erbjuda fungerande GPS-trackers med solcellsbatterier för att kunna följa både boskap och vilt i realtid, utan att batteriet tar slut. Likaså bör drönare bli alltmer vanligt inom både vilt- och

boskapsskötseln, då dessa kan nyttjas i för människan otillgänglig terräng, vilket Abdulai *et al.* (2022) berör i sin studie. Kanske att framtiden även bjuder på teknisk utrustning som ger varningssignaler då boskapens puls höjs, i en förhoppning om att skrämma iväg rovdjur? Under de senaste två årtiondena har mätinstrumenten stadigt utvecklats (Rivero *et al.*, 2021). I studierna utvärderas olika mätdon, med förslag som anses aktuella i dagsläget. Undersökta studier ger en fingervisning om var tekniken rör sig, och vilka aspekter är viktiga att kika närmre på. Tekniken kommer sannolikt fortsätta att utvecklas kontinuerligt. Viktigast, enligt Brennan *et al.* (2021), är att tekniken möter behoven hos markförvaltare och jordbrukare, samt bidrar med lösningar på rådande problem rörande betesstrategier.

Frågor för framtida forskning för att få både ökad batteritid och ökad datamängd från tätare intervaller:

- Kan solcellsladdade GPS- mätdon bidra med kortare mätintervaller och längre batteritid?
- Hur görs solcellsladdade GPS-don användarvänliga nog att faktiskt sitta kvar, ladda och fungera ute i fält, utanför teststationen?
- Kan dessa solcellsladdade mätdon fungera även för spårning av vilt, med kortare mätintervaller för att få en ökad insikt i de vilda djurens tillvaro?
- Kan GPS-mätdon, gärna tillsammans med andra mätdon, vara svaret på framtida projekt med rewilding som produktionsform där de kortare mätintervallerna ger insyn i djurens dagsform, utan alltför mycket mänsklig inverkan?

3.2 Hållbarhetsaspekter

3.2.1 Ekonomiskt

Genom att följa boskapens rörelsemönster och habitatval kan marken förvaltas och nyttjas på det mest effektiva och optimala sättet och med detta öka djurens tillväxt samt prestation (Mkabile, 2019; Augustine *et al.*, 2022). Med GPS-övervakning främjas lokalbefolkningens försörjning i och med den ökade produktiviteteten hos djuren (Mkabile, 2019). Läst litteratur visar att billiga GPS-mätare främjar även den lilla producenten med extensiv produktion, så som pastoralister och agro-pastoralister samt extensiva producenter, stora som små, världen över. Små GPS-sensorer är effektiva, enkla att förstå och är en förhållandevis billig investering att göra då dessa kostar 1/20 av vad de dyrare modellerna gör (Schieltz *et al.*, 2017; Porto *et al.*, 2022). På detta vis görs arbetet enkelt, tillsammans med lokalbefolkningen (Schieltz *et al.*, 2017). Fördelen med billiga och användarvänliga GPS-moduler är att de kan användas överallt. På

Kenyas savanner med nötkreatur likväl som i Norrlands nordligaste delar med rennäring.

3.2.2 Socialt

Användarvänlig utrustning, med ”plug-and-play”-funktion gör att mätsystemen enkelt kan användas av gemene lantbrukare (Mancuso *et al.*, 2023).

Pastoralisternas flockar drabbas oftare av rovdjursattacker vilket tros beror på herdarnas beteende vilka under dagtid är barnen (Woodroffe *et al.*, 2007). På de stora rancherna är det fler människor som jobbar i grupp, och arbetet är betalt, medan pastoralisternas flockar ofta vaktas av barnen under dagtid (Kolowski & Holekamp, 2006). Ett möjligt alternativ för att kunna inkorporera nattbete på reservaten kan, enligt Pas *et al.* (2022) vara att de pastoralister som följer reservatens satta regler premieras med exempelvis längre betestid eller lägre avgifter för betet. Ligger betesmarken nära samhället, och hjorden är tillräckligt stor, samt folk finns att avvara för att vakta djuren, kan nattbetning vara ett potentiellt fungerande alternativ då sker i samråd med herdarna (Ayantunde *et al.*, 2000; Pas *et al.*, 2022). Att ge produktionsdjur möjlighet att leva så naturligt som möjligt bör anses ha en socialt positiv inverkan på djurvälståndet.

3.2.3 Miljömässigt

Digital teknik i boskapssystem ger användbart stöd i förståelsen av klimatförändringarnas dynamik samt inverkan på både boskapens ekologi och beteendemönster (Mancuso *et al.*, 2023). Med GPS och GIS kan ekologisk infrastruktur, djurdensitet och topografi enkelt övervakas (Schieltz *et al.*, 2017; Mkabile, 2019; Mancuso *et al.*, 2023). Som undersökt litteratur visar ger GPS-mätningar en hjälp i bevarande och främjande av marknyttjande som bevarar och förstärker den växtligheten samt förhindrar, alternativt dämpar, erosion.

En ytterligare tanke är att billiga GPS-moduler, med tillhörande andra passande mätton, möjliggör ”rewilding” vilket talas om som framtidens potentiellt hållbara produktionsform. Produktionsdjur i rewilding-projekt lever så gott som förvildade med minimal mänsklig interaktion. Dessa produktionsdjur behöver övervakas, både gällande tillväxt och dödlighet för att ge avkastning. GPS-övervakningen ger den miljömässiga hållbarhet som eftersträvas med detta framtida produktionssystem. Här behövs ytterligare forskning.

Tabell 2. Översikt av hållbarhetsaspekter: problem och möjligheter.

| Hållbarhets aspekter | Problem | Lösningar |
|----------------------|---|---|
| Ekonomiskt | Sjukdom, rovdjur och brist på bete dödar årligen enorma mängder boskap | Lämpliga GPS-intervaller ger möjlighet att övervaka både tillväxten och dödligheten hos boskapen |
| Socialt | Svält och sjukdom påverkar djurvälståndet hos boskapen, vilket i sin tur påverkar nötköttsproducenten | Användarvänlig och billig GPS-utrustning ger alla möjlighet till optimering av tillväxten hos, samt övervakning av, nötboskapen |
| Miljömässigt | Landerosion och landdefragmentering, med ojämn tillgång på betesmark samt lämpligt bete råder | GPS-övervakning med intervaller lämpliga för området ger möjlighet att optimera marknyttjandet samt främja markväxtligheten |

Slutsats

Slutsatsen som kan dras från de sammanställda resultaten i denna litteraturstudie, gällande utvärdering av mätintervaller för GPS-halsband, är att val av intervall beror på vad huvudsyftet med mätningarna är. Kortare intervaller berättar vad som händer här och nu i realtid och ger därmed möjlighet att agera direkt utifrån denna information. De kortare intervallerna lämpar sig för övervakning av tillväxt och dödlighet hos boskapen, orsakad av exempelvis sjukdomar och rovdjursattacker. Längre intervaller berättar vad, var och varför något har hänt och kan i och med detta ge eventuella indikatorer inför framtida betesplanering. Dessa längre intervaller lämpar sig för att få en överblick av exempelvis ekosystem och habitatval som förtäljer var djuren väljer att befinna sig. Ju fler kompletterande mätton som används, desto mer information erhålls. Mer forskning behövs, främst ute hos de extensiva producenterna, för att testa vilka intervaller som passar var i befintliga besättningar. Framtida forskning behövs även för att utvärdera användarvänligheten i det dagliga bruket hos nötköttsproducenterna så att GPS-don blir en faktisk hjälp i dagens agrikultur.

Referenser

- Abdulai, G.A., Sama, M.P. & Jackson, J.J. (2022). Evaluating Two Low-Cost GPS Receivers for Accuracy and Eventual Use in Pastured Cattle Research. *Journal of the ASABE*, 65 (3), 567–572. <https://doi.org/10.13031/ja.14518>
- Agouridis, C., Stombaugh, T., Workman, S., Koostra, B., Edwards, D. & Vanzant, E., (2004). Suitability of a GPS collar for grazing studies. *Transactions of the ASAE*, 47 (4), 1321–1329. <https://doi.org/10.13031/2013.16566>
- Allan, F.K. (2020). *East Coast Fever and vaccination at the livestock/wildlife interface*. The University of Edinburgh. <https://doi.org/10.7488/era/176>
- Augustine, D.J., Veblen, K.E., Goheen, J.R., Riginos, C. & Young, T.P. (2011). Pathways for Positive Cattle–Wildlife Interactions in Semiarid Rangelands. *Smithsonian Contributions to Zoology*, (632), 55–71. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.632.55>
- Augustine, D.J., Raynor, E.J., Kearney, S.P. & Derner, J.D. (2022). Can measurements of foraging behavior predict variation in weight gains of free-ranging cattle? *Animal Production Science*, 62 (11), 926–936. <https://doi.org/10.1071/AN21560>
- Ayantunde, A., Williams, T., Udo, H.M., Fernandez-Rivera, S., Hiernaux, P. & Keulen, H. van (2000). Herders’ perceptions, practice, and problems of night grazing in the Sahel: case studies from Niger. *Human Ecology: An Interdisciplinary Journal*, 28 (1), 109–130. <https://doi.org/10.1023/A:1007031805986>
- Bello R-W, Talib, A.Z.H, Mohamed, A.S.A, (2020)
A Framework for Real-time Cattle Monitoring using Multimedia Networks. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)* ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-5, January 2020. DOI:10.35940/ijrte.E5742.018520
- Brennan, J., Johnson, P. & Olson, K. (2021). Classifying season long livestock grazing behavior with the use of a low-cost GPS and accelerometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 181, 105957. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105957>
- Broekhuis, F., Kaelo, M., Sakat, D.K. & Elliot, N.B. (2020). Human-wildlife coexistence: Attitudes and behavioral intentions towards predators in the Maasai Mara, Kenya. *Oryx*, 54 (3), 366–374. <https://doi.org/10.1017/S0030605318000091>
- Butt, B. (2010). Seasonal space-time dynamics of cattle behavior and mobility among Maasai pastoralists in semi-arid Kenya. *Journal of Arid Environments*, 74 (3), 403–413. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.09.025>
- Crawford, C.L., Volenec, Z.M., Sisanya, M., Kibet, R. & Rubenstein, D.I. (2019). Behavioral and Ecological Implications of Bunched, Rotational Cattle Grazing in

- East African Savanna Ecosystem. *Rangeland Ecology & Management*, 72 (1), 204–209. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2018.07.016>
- Ergunay, K., Mutinda, M., Bourke, B., Justi, S.A., Caicedo-Quiroga, L., Kamau, J., Mutura, S., Akunda, I.K., Cook, E., Gakuya, F., Omondi, P., Murray, S., Zimmerman, D. & Linton, Y.-M. (2022). Metagenomic Investigation of Ticks from Kenyan Wildlife Reveals Diverse Microbial Pathogens and New Country Pathogen Records. *Frontiers in Microbiology*, 13, 932224–932224. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.932224>
- Graham, K., Beckerman, A.P. & Thirgood, S. (2005). Human–predator–prey conflicts: ecological correlates, prey losses and patterns of management. *Biological Conservation*, 122 (2), 159–171. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.06.006>
- Gwatorisa, C., Mudereri, B.T., Chitata, T., Mukanga, C., Ngwenya, M., Muzvondiwa, J., Mugandani, R. & Sungirai, M. (2022). Microhabitat and patch selection detection from GPS tracking collars of semi-free ranging Mashona cattle within a semi-arid environment. *Livestock Science*, 261, 104963–. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104963>
- Haglund, A. (2017). *Movement patterns of lions (Panthera leo) in an East African conservancy: avoiding conflict*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-8243>
- Hayward, M.W. & Kerley, G.I.H. (2005). Prey preferences of the lion (*Panthera leo*). *Journal of Zoology* (1987), 267 (3), 309–322. <https://doi.org/10.1017/S0952836905007508>
- Homewood, K., Trench, P., Randall, S., Lynen, G. & Bishop, B. (2006). Livestock health and socio-economic impacts of a veterinary intervention in Maasailand: Infection-and-treatment vaccine against East Coast fever. *Agricultural Systems*, 89 (2), 248–271. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.09.004>
- Jordan, G., Goenster, S., Munkhnasan, T., Shabier, A., Buerkert, A. & Schlecht, E. (2016). Spatio-temporal patterns of herbage availability and livestock movements: A cross-border analysis in the Chinese-Mongolian Altay. *Pastoralism: Research, Policy, and Practice*, 6 (1), 1–. <https://doi.org/10.1186/s13570-016-0060-2>
- Jung, J., Yngvesson, J. & Jensen, P. (2002). Effects of reduced time on pasture caused by prolonged walking on behavior and production of Mpwapwa Zebu cattle. *Grass and Forage Science*, 57 (2), 105–112. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2002.00307.x>
- Jung, J. Universitetsadjunkt vid Institutionen för husdjurens miljö och hälsa; Avdelningen för antrozooologi och tillämpad etologi, SLU. Personligt meddelande [2023-04-18].
- Khan, Q.J., Balakrishnan, E. & Wake, G. (2004). Analysis of a predator–prey system with predator switching. *Bulletin of Mathematical Biology*, 66 (1), 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.bulm.2003.08.005>
- Karl, J.W. & Sprinkle, J.E. (2019). Low-Cost Livestock Global Positioning System Collar from Commercial Off-the-Shelf Parts. *Rangeland Ecology & Management*, 72 (6), 954–958. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.08.003>

- Keesing, F., Allan, B.F., Young, T.P. & Ostfeld, R.S. (2013). Effects of wildlife and cattle on tick abundance in central Kenya. *Ecological Applications*, 23 (6), 1410–1418. <https://doi.org/10.1890/12-1607.1>
- Kissui, B. (2008). Livestock predation by lions, leopards, spotted hyenas, and their vulnerability to retaliatory killing in the Maasai steppe, Tanzania. *Animal Conservation*, 11 (5), 422–432. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00199.x>
- Knutsson, P., Mureithi, S., Wredle, E. & Nyberg, G. (2021). Perspectives on enclosures in pastoralist drylands: From contradictory evidence to the formulation of innovative land management strategies. *World Development Perspectives*, 23, 100351–. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2021.100351>
- Kolowski, J.M. & Holekamp, K.E. (2006). Spatial, temporal, and physical characteristics of livestock depredations by large carnivores along a Kenyan reserve border. *Biological Conservation*, 128 (4), 529–541. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.021>
- Lacasta, A., Kim, H.C., Kepl, E., Gachogo, R., Chege, N., Ojuok, R., Muriuki, C., Mwalimu, S., Touboul, G., Stiber, A., Poole, E.J., Ndiwa, N., Fiala, B., King, N.P. & Nene, V. (2023). Design and immunological evaluation of two-component protein nanoparticle vaccines for East Coast fever. *Frontiers in Immunology*, 13, 1015840–1015840. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1015840>
- Mancuso, D., Castagnolo, G., Porto, S.M.C. (2023). Cow Behavioral Activities in Extensive Farms: Challenges of Adopting Automatic Monitoring Systems. *Sensors*, 23(8), 3828, <https://doi.org/10.3390/s23083828>
- Millward, M.F., Bailey, D.W., Cibils, A.F. & Holechek, J.L. (2020). A GPS-Based Evaluation of Factors Commonly Used to Adjust Cattle Stocking Rates on Both Extensive and Mountainous Rangelands. *Rangelands*, 42 (3), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2020.04.001>
- Mkabile, Q. (2019). *Mapping and predicting potential distribution patterns of free-range livestock in the rural communal rangelands of Mgwalana, Eastern Cape, South Africa*. (Masterarbete 2019:01). Rhodes University, Institute of water research. <http://hdl.handle.net/10962/96000>
- Morrison, W.I., Hemmink, J.D. & Toye, P.G. (2020). Theileria parva: a parasite of African buffalo, which has adapted to infect and undergo transmission in cattle. *International Journal for Parasitology*, 50 (5), 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.12.006>
- Ng'weno, C.C., Buskirk, S.W., Georgiadis, N.J., Gituku, B.C., Kibungei, A.K., Porensky, L.M., Rubenstein, D.I. & Goheen, J.R. (2019). Apparent competition, lion predation, and managed livestock Grazing: Can conservation value be enhanced? *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00123>
- Nyberg, G., Knutsson, P., Ostwald, M., Öborn, I., Wredle, E., Otieno, D.J., Mureithi, S., Mwangi, P., Said, M.Y., Jirstrom, M., Grönvall, A., Wernersson, J., Svanlund, S., Saxer, L., Geutjes, L., Karneback, V., Wairore, J.N., Wambui, R., De Leeuw, J. & Malmer, A. (2015). Enclosures in West Pokot, Kenya: Transforming land,

- livestock, and livelihoods in drylands. *Pastoralism: Research, Policy, and Practice*, 5 (1), 1–. <https://doi.org/10.1186/s13570-015-0044-7>
- Odadi, W.O., Young, T.P. & Okeyo-Owuor, J.B. (2007). Effects of Wildlife on Cattle Diets in Laikipia Rangeland, Kenya. *Rangeland Ecology & Management*, 60 (2), 179–185. <https://doi.org/10.2111/05-044R3.1>
- Odadi, W.O. & Rubenstein, D.I. (2015). Herd Size-Dependent Effects of Restricted Foraging Time Allowance on Cattle Behavior, Nutrition, and Performance. *Rangeland Ecology & Management*, 68 (4), 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.05.009>
- Odadi, W.O., Fargione, J. & Rubenstein, D.I. (2017). Vegetation, Wildlife, and Livestock Responses to Planned Grazing Management in an African Pastoral Landscape. *Land degradation & Development*, 28 (7), 2030–2038. <https://doi.org/10.1002/ldr.2725>
- Ogada, M.O., Woodroffe, R., Oguge, N.O. & Frank, L.G. (2003). Limiting Depredation by African Carnivores: The Role of Livestock Husbandry. *Conservation Biology*, 17 (6), 1521–1530. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00061.x>
- Ol Pejeta Conservancy. Wildlife & Habitats. <https://www.olpejetaconservancy.org/wildlife/wildlife-habitats/> [2023-04-10]
- Omondi, G.P., Gakuya, F., Arzt, J., Sangula, A., Hartwig, E., Pauszek, S., Smoliga, G., Brito, B., Perez, A., Obanda, V. & VanderWaal, K. (2020). The role of African buffalo in the epidemiology of foot-and-mouth disease in sympatric cattle and buffalo populations in Kenya. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67 (5), 2206–2221. <https://doi.org/10.1111/tbed.13573>
- Omondi, G.P., Obanda, V., VanderWaal, K., Deen, J. & Travis, D.A. (2021). Animal movement in a pastoralist population in the Maasai Mara Ecosystem in Kenya and implications for pathogen spread and control. *Preventive Veterinary Medicine*, 188, 105259–105259. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105259>
- Pas, A. & Cavanagh, C. (2022). Understanding “night grazing”: Conservation governance, rural inequalities, and shifting responses “from above and below” throughout the nycthemeron in Laikipia, Kenya. *Geoforum*, 134, 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.04.015>
- Patterson, B.D., Kasiki, S.M., Selempo, E. & Kays, R.W. (2004). Livestock predation by lions (*Panthera leo*) and other carnivores on ranches neighboring Tsavo National Parks, Kenya. *Biological Conservation*, 119 (4), 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.01.013>
- Porensky, L.M. & Veblen, K.E. (2015). Generation of Ecosystem Hotspots Using Short-Term Cattle Corrals in an African Savanna. *Rangeland Ecology & Management*, 68 (2), 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.01.002>
- Porto, S.M.C., Castagnolo, G., Valenti, F. & Cascone, G. (2022). Kernel density estimation analyses based on a low power GPS for monitoring environmental issues of grazing cattle. *Journal of Agricultural Engineering (Pisa, Italy)*. <https://doi.org/10.4081/jae.2021.1323>

- Raizman, E.A., Rasmussen, H.B., King, L.E., Ihwagi, F.W. & Douglas-Hamilton, I. (2013). Feasibility study on the spatial and temporal movement of Samburu's cattle and wildlife in Kenya using GPS radio-tracking, remote sensing, and GIS. *Preventive Veterinary Medicine*, 111 (1–2), 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.04.007>
- Ringo, A.E., Adjou Moumouni, P.F., Lee, S.-H., Liu, M., Khamis, Y.H., Gao, Y., Guo, H., Zheng, W., Efstratiou, A., Galon, E.M., Li, J., Tiwananthagorn, S., Inoue, N., Suzuki, H., Thekiso, O. & Xuan, X. (2018). Molecular detection and characterization of tick-borne protozoan and rickettsial pathogens isolated from cattle on Pemba Island, Tanzania. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9 (6), 1437–1445. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.06.014>
- Riginos, C., Porensky, L.M., Veblen, K.E. & Young, T.P. (2018). Herbivory and drought generate short-term stochasticity and long-term stability in a savanna understory community. *Ecological Applications*, 28 (2), 323–335. <https://doi.org/10.1002/eap.1649>
- Rivero, M.J., Grau-Campanario, P., Mullan, S., Held, S.D.E., Stokes, J.E., Lee, M.R.F. & Cardenas, L.M. (2021). Factors affecting site use preference of grazing cattle studied from 2000 to 2020 through GPS tracking: A review. *Sensors* (Basel, Switzerland), 21 (8), 2696–. <https://doi.org/10.3390/s21082696>
- Schieltz, J.M., Okanga, S., Allan, B.F. & Rubenstein, D.I. (2017). GPS tracking cattle as a monitoring tool for conservation and management. *African Journal of Range & Forage Science*, 34 (3), 173–177. <https://doi.org/10.2989/10220119.20Rive17.1387175>
- Sichewo, P.R., Etter, E.M.C. & Michel, A.L. (2020). Wildlife-cattle interactions emerge as drivers of bovine tuberculosis in traditionally farmed cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, 174, 104847–104847. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104847>
- Svenska FN-förbundet "Globala målen för hållbar utveckling" [2023-04-27] <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/>
- Turner, L., Udal, M., Larson, B., & Shearer, S. (2000). Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science*, 80 (3), 405–413. <https://doi.org/10.4141/A99-093>
- Versluijs, E., Niccolai, L.J., Spedener, M., Zimmermann, B., Hessle, A., Tofastrud, M., Devineau, O. & Evans, A.M. (2023). Classification of behaviors of free-ranging cattle using accelerometry signatures collected by virtual fence collars. *Frontiers in Animal Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1083272>
- Weise, F.J., Tomeletso, M., Stein, A.B., Somers, M.J. & Hayward, M.W. (2020). Lions Panthera leo prefer killing certain cattle Bos taurus types. *Animals* (Basel), 10 (4), 692–. <https://doi.org/10.3390/ani10040692>
- Woodroffe, R. (2000). Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation*, 3 (2), 165–173. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2000.tb00241.x>

- Woodroffe, R. & Frank, L.G. (2005). Lethal control of African lions (*Panthera leo*): local and regional population impacts. *Animal Conservation*, 8 (1), 91–98. <https://doi.org/10.1017/S1367943004001829>
- Woodroffe, R., Frank, L.G., Lindsey, P.A., ole Ranah, S.M.K. & Romañach, S. (2007). Livestock husbandry as a tool for carnivore conservation in Africa's community rangelands: a case-control study. *Biodiversity and Conservation*, 16 (4), 1245–1260. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9124-8>

Tack

Jag vill tacka Jens Jung med kollegor, och Jens specifikt för handledning. I would also like to thank the management of Ol Pejeta Conservancy for allowing the team to conduct their research.