









## Sammendrag

I denne oppgaven er målet å vurdere om geografiske informasjonssystemer (GIS), og ulike tilpassede GIS-verktøy, kan brukes til å fastslå hvordan sauer beveger seg i beitet.

Det har blitt logget posisjoner hos sauer på to forskjellige beiter. Et øybeite i Nordland, og et fjellbeite i Buskerud. Beitene har ulik topografi, beitegrunnlag og lysforhold gjennom døgnet.

Data fra sauene har blitt organisert og analysert, og med bakgrunn i valgte verktøy og metodikk, er det forsøkt å avdekke eventuelle tendenser/mønstre i sauenes aktivitet og beitebruk.

Det ble laget et verktøy som forsøkte å isolere punkt der sauen har oppholdt seg over lengre tid. Dette verktøyet ble ikke robust nok til at det ble benyttet videre i analysen, selv om det klarte å skille ut punkt der sauen tilsynelatende var i ro.

For å si noe om sauens bruk av beitet har det blitt benyttet forskjellige analyseverktøy. Resultatet av analysene tyder på at beitene brukes forskjellig ved ulike tidspunkt. Både fra måned til måned, men også mellom ulike perioder av døgnet.

Det tydeligste funnet er allikevel at alle beitene hadde ett eller to punkt som utpekte seg som hotspots, og at disse punktene oftest var tilknyttet enten saltstein eller leskur. Sauene har i stor grad beveget seg i området rundt disse hotspotene til alle døgnetstider, og uavhengig av sesong.



## Abstract

In this thesis, the goal is to assess whether geographical information systems (GIS), and various custom GIS tools can be used to determine how sheep move in their pastures.

There have been logged positions from sheep in two different pastures. An island pasture in Nordland, and a mountain pasture in Buskerud. The pastures have different topography, pasture biotope and amount of daylight throughout the day.

Data from the sheep has been organized and analyzed, and based on the selected tools and methodology, it sought to identify any trends/patterns in sheep activity and grazing habits.

A tool that tries to isolate point where sheep have stayed for a long time was made. This tool was not robust enough to be used any further in the analysis. The tool still did a relatively good job with extracting the points where the sheep were at rest.

To say anything about sheep use of pasture have been used different analysis.

The results of the analyzis indicate that the pastures are used differently in different periods. Both from month to month, but also between different periods of the day.

The clearest finding is that all pastures had one or two points that stood out as hot spots, and that these points usually was related to the position of either mineral licks or shelters. The sheep have been in the area around these hot spots at all hours, and regardless of the season.





## Forord

Jeg bestemte meg tidlig for å skrive en oppgave om bruk av geografiske informasjonssystemer, og jeg hadde også et ønske om å knytte masteroppgaven opp mot et tema som kunne ha potensiell nytte for landbruket. Jeg fikk høre at det var mulig å gjøre studie av på sau på beite, og bestemte meg for å skrive denne oppgaven.

I dag er GPS-teknologi «allmannseie» og bruksområdene for teknologien øker. GPS-sporing av beitedyr er på vei inn i landbruket, og det vil bli interessant å se hvor stort potensiale denne teknologien har. GPS-sporing kan gi bøndene bedre mulighet til å overvåke buskap og beiter, samt lette arbeidet med sanking og gjenfinning av dyr.

Problemstillingen falt på plass etter jeg tok kontakt med Vibeke Lind hos Bioforsk på Tjøtta, som blant annet jobber med sau på utmarksbeite.

Jeg var selv en tur på beitet i Hol i august 2014. Målet for denne turen var å utstyre en sau med en GPS-mottaker som logger posisjon hvert 5 minutt over to døgn. Denne mottakeren logget dessverre kun noen få timer, og dermed ble datagrunnlaget fra denne mottakeren litt for tynt for videre analyse

Til tross for at turen ikke ble helt som planlagt, fikk jeg meg noen interessante dager på fjellet i Hol (Figur 1).



Figur 1: Sau nr. 19 og oppgavens forfatter på beitet i Hol.

Jeg ønsker å takke hovedveileder Håvard Tveite, Vibeke Lind ved Bioforsk og Nicolai Hermann Jørgensen ved NMBU for veiledning i forbindelse med oppgaven.

Til slutt ønsker jeg å takke alle de øvrige som har hjulpet meg underveis i arbeidet med oppgaven.

NMBU, Ås 14.05.2015



Simen Meland Svenkerud



# Figurliste

Figur 1: Sau nr. 19 og oppgavens forfatter på beitet i Hol.....	viii
Figur 2: Skjematisk fremstilling av døgnrytmen til sau på utmarksbeite (Torstein H. Garmo 1989) .....	2
Figur 3: Sau med GPS-mottaker på fjellbeite i Hol.....	5
Figur 4: Multipath.....	8
Figur 5: DOP-geometri.....	9
Figur 6: GPS-mottaker fra Telespor (Telespor, 2015) .....	10
Figur 7: GPS-mottaker fra Followit (Followit, 2015) .....	11
Figur 8: Kjøring av modell i ModelBuilder.....	13
Figur 9: Studieområdene på Helgelandskysten.....	17
Figur 10: Studieområdet på Hol.....	18
Figur 11: Fjellbeite i Hol.....	18
Figur 12: Utvalg av nattetimer .....	20
Figur 13: Varierende bufferavstand påvirker hvilke punkt som havner i samme klynge	22
Figur 14: Convex hull og buffermetode .....	23
Figur 15: Skal det gule punktet regnes som en del av klyngen?.....	24
Figur 16: Brukeren har selv mulighet til å endre søkeradius og cellestørrelse .....	25
Figur 17: Tegnforklaringer til resultatet av de tre analysemetodene som er benyttet ...	29
Figur 18: Point Density analyse for sau 10020. Fordelt på formiddag, ettermiddag og natt (del «B»). Rute 4 inneholder et flyfoto av det samme området. ....	30
Figur 19: Hot spot-analyse for sau nr. 219. Fordelt på fire ulike tider av døgnet (del «A») .....	31
Figur 20: Hot spot-analyse for sau nr. 219. Fordelt på tre ulike tider av døgnet (del «B»). Rute 4 inneholder et flyfoto av det samme området. ....	32
Figur 22a: Kernel density for sau nr. 219. Fordelt på ulike tider av døgnet (del «A»).....	34
Figur 22b: Kernel density for sau nr. 219. Fordelt på ulike tider av døgnet (del «B»).....	34
Figur 23: "Point density" for sau nr. 10020. Fordelt på ulike måneder .....	36
Figur 24: "Hot spot"-analyse for sau nr. 10020 Fordelt på ulike måneder.....	37
Figur 25: Kernel-analyse for sau nr. 10020 Fordelt på ulike måneder .....	38
Figur 26: Kernel- og Point density-analyse fra sau nr.577. 2013 og 2014 .....	39
Figur 27: Hot spot-analyse fra sau nr. 577. Data fra 2013 og 2014. Flyfoto for referanse. ....	40
Figur 28: Kernel/Point density-analyse for Sau nr. 01 Hol og sau nr. 219 Helgeland. (2014) .....	41
Figur 29: Sammenlikning av de ulike metodene som er benyttet i oppgaven.....	44
Figur 30: Forskjell på sporing med Telespor og Trace ME .....	45

*Alle illustrasjoner, fotografier og figurer er laget av oppgavens forfatter dersom ikke annet er oppgitt.*

*Alle flyfoto er hentet fra «Norge i bilder» (Kartverket, 2015)*

*Alle bakgrunnskart er fra Kartverkets WMS tjeneste «topo2.graatone» (Kartverket, 2015)*



# Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	1
1.1 Problemstilling.....	1
1.2 Avgrensinger.....	2
1.3 Om sau og aktuelle studier .....	2
2. Teori.....	5
2.1 «Sau i drift»-prosjektet .....	5
2.2 Globalt Posisjoneringsystem (GPS).....	6
2.3 Posisjonsbestemmelse ved bruk av GPS .....	7
2.4 Sporingseenheter .....	10
2.5 Samplingfrekvens .....	12
2.6 ModelBuilder .....	13
3. Analyse.....	15
3.1 Studieområder .....	16
3.2 Tilrettelegging og import av data .....	19
3.3 Analyse av data .....	20
4. Resultater.....	29
4.1 Døgnmessige forskjeller .....	29
4.2 Sesongmessige forskjeller .....	35
4.3 Årlige forskjeller.....	39
4.4 Habitatvise forskjeller .....	41
5. Diskusjon.....	43
5.1 Forskjeller mellom analysemetodene.....	43
5.2 Problematikk knyttet til datainnhenting .....	45
5.3 Problematikk knyttet til datamodellene .....	46
5.4 Forslag til videre studier .....	47
6. Konklusjon.....	49
7. Vedlegg.....	51
8. Kilder .....	57



# 1. Innledning

## 1.1 Problemstilling

I denne oppgaven ønsker man å besvare følgende problemstilling:

*Er det mulig, ved hjelp av geografiske informasjonssystemer (GIS), å avdekke tendenser i bevegelsesmønster hos sau på utmarksbeite?*

Med bevegelsesmønster menes individenes forflytning over gitte tidsrom.

Man ønsker dessuten å se på forslag til metoder som gjør det mulig å avdekke forskjeller i beitemønstre ved beiting i habitater med ulik daglengde.

Forskning foretatt hos Animalia (Animalia 2014) viser at tilveksten hos sauer i Nord-Norge er blant de aller høyeste i landet. Det er derfor interessant å se på om sauer i nord bruker beitet annerledes enn sauer i sør, og om dette kan være med på å forklare noe av den gode tilveksten.

Man vet at kyr som får velge selv når de skal melkes, melker mer enn kyr som blir melket til faste tider. Det er derfor nærliggende å anta at det kan finnes en sammenheng mellom når sauer har mulighet til å beite, og oppnådd slaktevekt.

Dataene som blir benyttet i denne oppgaven kommer fra to forskjellige regioner på ulik breddegrad. Dataene er samlet inn ved bruk av GPS (Globalt posisjoneringssystem).

Det ene området som blir studert er et øybeite som ligger på Helgelandskysten. Øyene ligger i området mellom  $66^{\circ}20'20''N$  og  $66^{\circ}37'40''N$ . Dette er rett nord/ syd for polarsirkelen ( $66^{\circ}33'42,5''N$ ), og øyene har derfor dagslys hele døgnet i sommermånedene.

I dette beiteområdet har 56 sauer med GPS-mottakere beitet på fire forskjellige øyer over en periode på to år. Av disse sauene har 40 sauer blitt logget med én times tidsoppløsning, mens de resterende sauene har blitt logget hver 6. time. Sauene på disse øyene har gått med GPS-mottakere fra Telespor.

Det andre beitet er et fjellbeite i Hol i Hallingdal ( $60^{\circ}41'00''N$ ). I dette beiteområdet har 22 sauer blitt logget med ett punkt per halvtime i sommermånedene 2014. På dette beitet har det blitt brukt GPS-mottakere fra Followit.

Sauene på beitet i Hol har mørkere netter i sommermånedene enn sauene på Helgeland, men det allikevel relativt lyst om natten begge steder.

Fordelene med å bruke GPS-data, kontra direkte observasjon, er at man kan følge med på mange dyr over en lang periode. Dyrene kan dessuten gå uforstyrret, og man slipper å ha personer ute i felt.

I denne oppgaven har det blitt benyttet ulike metoder for å studere arealbruk og forflytning mellom de forskjellige individene i ulike tidsrom. Disse metodene presenteres i et eget kapittel (3.3).

## 1.2 Avgrensinger

Dataene fra sauenes GPS-mottakere inneholder langt flere felt med informasjon enn det som blir benyttet i denne oppgaven. Eksempel på slike felt er informasjon om GSM-forhold og batteriets spenning.

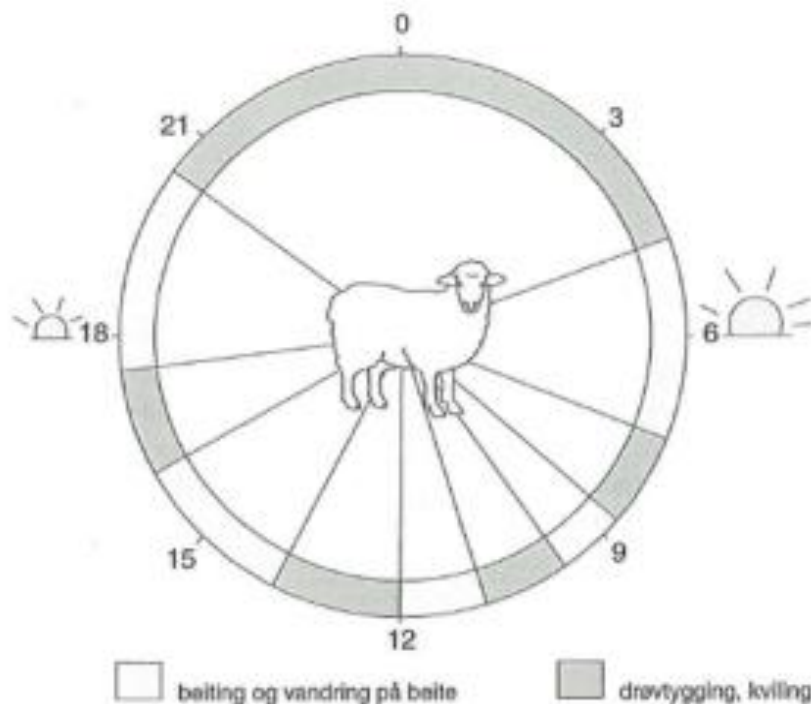
Denne studien benytter kun tid/rom-data, og derfor anvendes kun feltene som inneholder informasjon om individnummer, koordinater og tidspunkt for logging. Ved å slette data som ikke brukes, bidrar man også til å gjøre at prosesseringen av data går raskere. Dette blir spesielt viktig når dataene senere skal benyttes i datamodeller.

Alle beiteområdene i studiet er definert ved hjelp av polygoner, og alle punkter som ikke befinner seg innenfor de definerte beiteområdene har blitt fjernet. Noen eksempler på data som faller utenfor disse polygonene er: transport til og fra beite, punkt med åpenbart feil GPS-posisjon, eller punkter i tilknytning til gården der dyrene oppholder seg utenfor beitesesongen.

Data fra 2015 er utelatt fra oppgaven. Dette skyldes at det kun er en liten andel av sauene som har vært på beite mellom januar og mai, og samplingfrekvensen (2.5) i denne perioden har vært svært lav.

## 1.3 Om sau og aktuelle studier

Sau (*Ovis aries*) er et av de aller vanligste husdyrene i Norge, og har trolig vært brukt som husdyr i Norge helt siden 1400 f.Kr. I Norge er rasen *Norsk kvit sau* (NKS) mest utbredt, og i 2006 var 69% av søyene i sauekontrollen NKS (NSG 2015).



Figur 2: Skjematisk fremstilling av døgnrytmen til sau på utmarksbeite (Torstein H. Garmo 1989)



Sauen er drøvtygger og beiter ofte i flokk eller mindre grupper. En dag i sauens liv består i hovedsak av beiting, drøvtygging og hvile. Sauene har noen lange beiteperioder i løpet av dagen, etterfulgt av lange perioder med hvile og drøvtygging (Figur 2). De mest aktive beiteperiodene er rundt soloppgang og solnedgang. På kvelden søker gjerne sauen opp i høyden, og kommer ofte ned igjen på morgenen. Hvileplassene er ofte på plasser med godt utsyn, eller ved steiner og små høyder. (Torstein H. Garmo 1989)

Det er gjort flere studier med GPS-sporing av beitedyr. Mange av disse forsøkene ønsker å se på om dyrene oppsøker (og tilbringer tid i) bestemte områder av beitet.

Det er for eksempel gjort et studie av radioaktivitet i sauer der man merket dyrene med GPS for å se om valg av beiteområder kunne forklare hvorfor noen individ hadde høyere nivå av radioaktivitet enn andre. (Rutter, Beresford et al. 1997)

Det er også gjort forsøk for å studere beitepreferanser hos sauer som beiter sammen med kyr. I et forsøk fra Skottland så man på hvor lang tid et individ oppholdt seg i ulike vegetasjonsområder. Ut i fra disse resultatene lagde man en indeks som angir hvilke beiter som foretrekkes av hver art. Dette forsøket viste at sauene, i motsetning til kyrne, foretrak tørre og næringsfattige habitat. De kom også fram til at sauene foretrak å beite i områder nær leskuret sitt. (Putfarken, Dengler et al. 2008)

I Norge finnes det mange GPS-prosjekter utført av Norsk institutt for naturforskning (NINA). De forsker blant annet på beite- og trekkmønsteret til reinsdyr. Flere av disse prosjektene tar for seg hvordan reinsdyr påvirkes av menneskelig aktivitet. Et eksempel på et slik prosjekt er et studie av villrein og ferdsel i Rondane. I dette prosjektet analyserte man villreinens posisjon mot menneskelig ferdsel i Rondane. Man kom frem til at reinen i liten grad benyttet områder innenfor 15km fra hytter, og 3 km fra veier. (Olav Strand and Ingrid Nerhoel 2015)



## 2. Teori

Denne delen gir en kort innføring i «Sau i drift»-prosjektet, og presenterer ellers teknologien som blir benyttet i innsamlingen og bearbeidelsen av data.

### 2.1 «Sau i drift»-prosjektet

«Sau i drift» er navnet på et pågående prosjekt som Bioforsk har sammen med Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Hovedmålet med dette prosjektet er «å forstå de biologiske og sosioøkonomiske muligheter og begrensninger for ulike driftssystemer under ulike ressursforhold». (NMBU 2014)

Sauen er et av de viktigste beitedyr i Norge, og det holdes sau i alle deler av landet. Det er behov for mer kunnskap om produksjonspotensialet i utmarka. En av problemstillingene man tar opp i «Sau i drift»-prosjektet er hvordan utmarka kan utnyttes bedre som beiteressurs.



Figur 3: Sau med GPS-mottaker på fjellbeite i Hol

I forbindelse med dette prosjektet har 40 Telespor-klaver vært i bruk på sauer av rasen *Norsk kvit sau*. Sauene er fordelt på tre forskjellige øyer på Helgelandskysten. I 2013 og 2014 har Telespor-klavene vært stilt inn til å registrere individets posisjon hver time.

Det har også vært montert GPS-klaver på 25 sauer på et fjellbeite i Hol i Buskerud (Figur 3). I denne oppgaven benyttes data fra 22 sauer som har gått på sommerbeite i 2014. Disse sauenes posisjon ble registrert hver halvtime.

Det er tidligere gjort forsøk ved NMBU for å detektere stopp hos sauene i Hol. (Maryam Teimouri 2014)

## **2.2 Globalt posisjoneringssystem (GPS)**

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) er samlebetegnelsen på satellittbaserte systemer som blir benyttet for å bestemme en mottakers posisjon på bakken.

Det GNSS som benyttes i forbindelse med denne oppgaven er det amerikanske GPS (Global Positioning System). GPS er i utgangspunktet et militært navigasjonssystem, men flertallet av systemets brukere er i dag sivile. GPS består av tre segmenter: et romsegment, et kontrollsegment og et brukerssegment.

### **2.2.1 Romsegmentet**

GPS-satellitter befinner seg i en bane rundt 20 200 km over jordoverflaten, og bruker 11 timer og 58 minutter på ett omløp rundt jordkloden. Satellittene som benyttes i GPS er fordelt i seks orbitalplan rundt jorden, med fire satellitter i hvert orbitalplan. Dette sørger for at brukere av systemet i teorien skal ha tilgang til signalet fra minst fire satellitter til enhver tid.

### **2.2.2 Kontrollsegmentet**

Kontrollsegmentet i GPS består av en rekke bakkestasjoner som følger satellittenes baner, utfører analyser, overvåker satellittenes signaler og sender data og kommandoer til satellittkonstellasjonen. Dagens kontrollsegment består av en hovedkontrollstasjon i Colorado (USA), 12 kontroll- og kommandoantennene, og 16 overvåkningsfasiliteter. (National Coordination Office for Space-Based Positioning 2015)

### **2.2.3 Brukerssegmentet**

Brukerssegmentet består av sivile og militære GPS-mottakere som mottar og behandler signalet fra satellittene for å fastslå mottakerens posisjon. For å kunne beregne posisjon i tre dimensjoner trenger mottakeren signal fra minimum fire ulike satellitter. GPS-mottakerne i dette forsøket benytter kun kodemålinger (2.3.1) for å beregne posisjon.

## 2.3 Posisjonsbestemmelse ved bruk av GPS

En GPS-satellitt sender radiosignaler med informasjon om satellittens posisjon, status og en presis tidsangivelse ( $t_1$ ) for når signalet forlot satellitten. Signalet beveger seg gjennom verdensrommet med lysets hastighet ( $c$ ) før en GPS-mottaker mottar signalene ( $t_2$ ). Ved å kjenne tiden signalet har brukt mellom satellitt og mottaker, kan man beregne avstand til satellitten ved å gange lyshastigheten  $c$ , med tidsdifferansen  $\Delta t$ . Når en mottaker kjenner avstanden til fire satellitter kan den kalkulere sin egen posisjon.

### 2.3.1 Kodemåling

Hver enkelt satellitt sender signaler på to frekvenser: L1 (1575.42MHz) og L2 (1227.60MHz).

I tillegg sender hver satellitt ut unike kodesekvenser som kalles for Pseudo Random Noise (PRN) kode. Signalet er binært, og ser tilsynelatende ut som det er tilfeldig generert. Disse kodene modulerer bæreølgen til frekvensen de sendes med.

Det finnes to varianter PRN-koder. Den første varianten er Coarse Acquisition (C/A) - koden. Denne kodesnutten er 1.023 bit lang. C/A-koden gjentas hvert millisekund, og modulerer L1 bølgen med en frekvens på 1 MHz. Sivile GPS-mottakere kan motta signaler med C/A-kode.

Den andre PRN-koden er Precise (P)-koden. Denne repeteres kun en gang i uken og modulerer både L1 og L2 med en frekvens på 10MHz. Denne koden er hovedsakelig brukt til militære formål. Den krypterte varianten av P-kode kalles Y-kode.

Siden hver satellitt har sin unike PRN-kode kan alle satellittene sende signaler på samme frekvens uten at det blir problematisk for mottakeren å avgjøre hvilke signaler som kommer fra hvilken satellitt.

L1 frekvensen inneholder både den sivile Coarse Acquisition (C/A) koden og den militære Precise (P) koden. L2 frekvensen inneholder kun P-koden. Sivile GPS mottakere benytter i hovedsak C/A-koden på L1 båndet for å beregne posisjoner.

Man kan ved bruk av C/A-kode under absolutt posisjonsmåling, oppnå nøyaktighet på mellom 5 og 10 meter. Ved bruk av differensiell GPS er nøyaktigheten anslått til mellom 0.7 og 3 meter. (ESRI 2015)

### 2.3.2 GPS- feilkilder

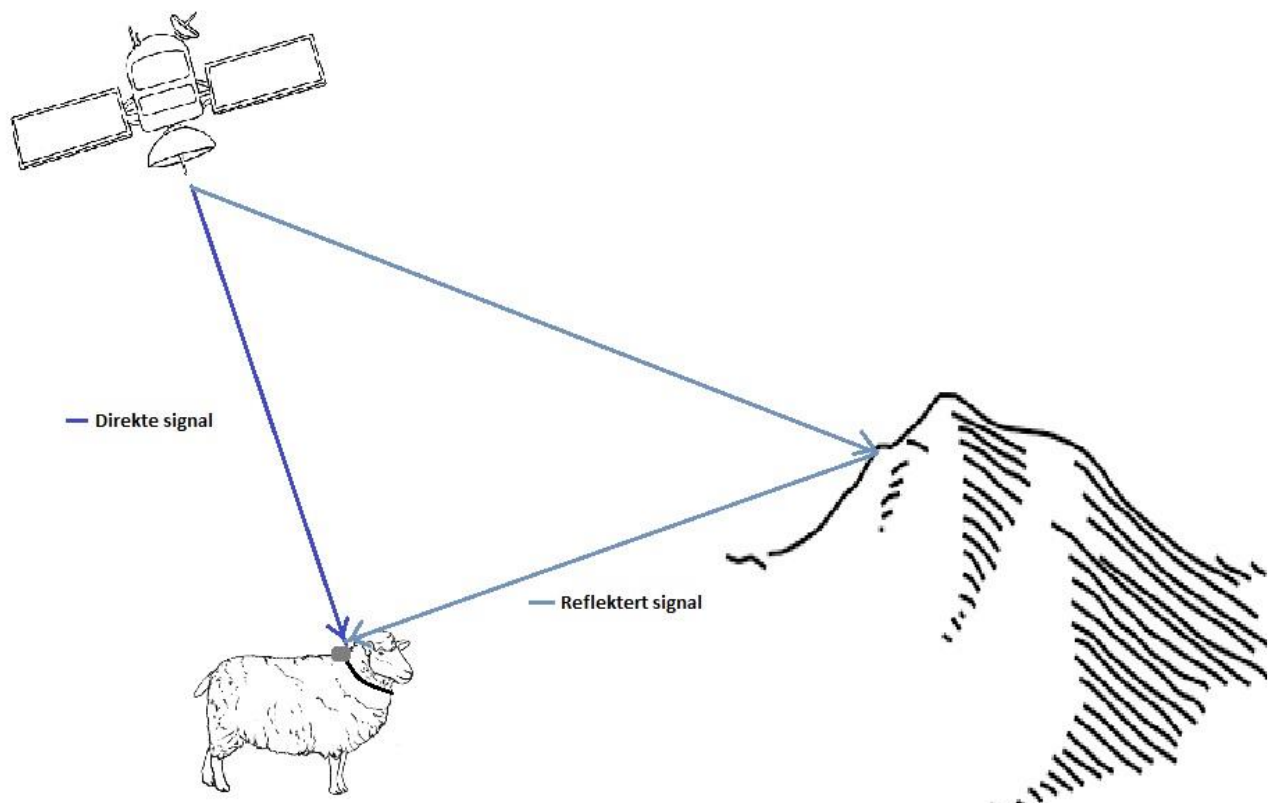
Feilkildene i GPS stammer fra tre ulike deler: satellittene, signalets vei til bakken og mottakerne.

Satellittfeilene skyldes feil i banedata og uriktig informasjon om satellittklokkens avvik fra GPS-tidsreferansen. Disse feilene gir en unøyaktighet i posisjonen på omtrent én meter.

Signalets hastighet bremses når signalet entrer jordens atmosfære. For én-frekvente mottakere inneholder navigasjonsmeldingen korreksjoner som, ved beregninger i mottakeren, kan redusere virkningen av ionosfærefeilen med omtrent 50%.

Troposfærens innvirkning på GPS-signalet er ikke frekvensavhengig og kan derfor modelleres relativt nøyaktig i mottakeren. Dermed blir restfeilen bare noen få desimeter.

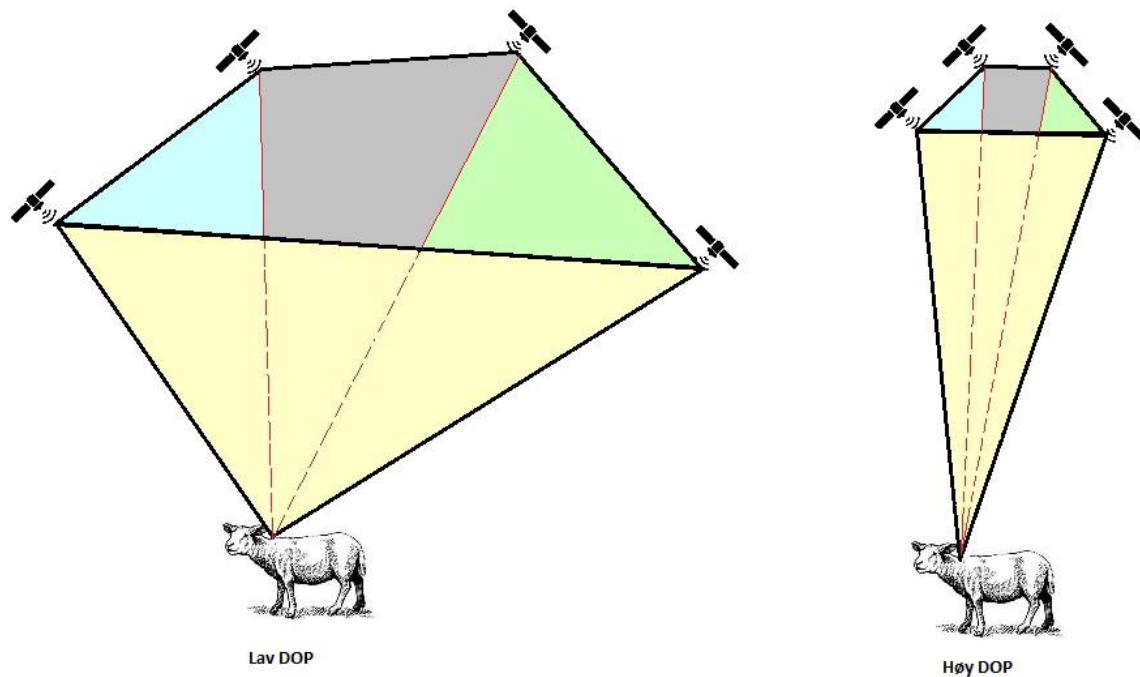
En annen vanlig feilkilde er signalreflekser fra omgivelsene rundt mottakeren. Dette kalles flerveis-interferens eller «multipath» (Figur 4). Satellittenes elevasjonsvinkel har mye å si for graden av multipath. Problemet med multipath er størst ved lav elevasjonsvinkel. Man kan redusere feilen knyttet til multipath ved å utelate satellitter med lav elevasjonsvinkel i beregningen av posisjonen. Ved kodemåling kan multipath føre til avvik over ti meter. Dette problemet er størst for mottakere som står i ro.



Figur 4: Multipath

God satellittgeometri er også en viktig faktor for å oppnå gode målinger. Et mål på denne geometrien er «dillution of precision» (DOP). Man ønsker å ha så lav DOP verdi som mulig.

En geometrisk tilnærming til DOP verdien er å danne et tenkt tetraeder som avgrenses av vektorer mellom alle synlige satellitter og mottakerens posisjon på bakken (Figur 5). Desto større volum dette tetraederet har, dess bedre DOP verdi får man. (Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger et al. 2008)



Figur 5: DOP-geometri

For sauene på Hol ble det logget DOP-verdier, men siden tilsvarende ikke er tilgjengelig for sauene på Helgeland ble ikke DOP-verdien tatt hensyn til i det videre arbeidet med denne oppgaven.

Mottakerfeil skyldes støy og unøyaktigheter i beregningene. En halv meter av feilen i posisjon kan tilskrives mottakerfeil. (Forsell 2015)

## 2.4 Sporingenheter

Det finnes flere typer sporingenheter på markedet i dag. De fleste sporingenhetene som benyttes til sporing av beitedyr anvender GPS. Lav pris, kombinert med god batteriteknologi og lav vekt, har gjort det mulig for bønder å ta denne teknologien i bruk på sin buskap.

Sporingsystemet monteres på beitedyrets klaver, og plasseres slik at mottakerantennen blir liggende på toppen av dyrets nakke. Utstyret er såpass lett at sauen ikke påvirkes av å ha det på.

### 2.4.1 Telespor

Telespor er et norsk selskap som produserer GPS-løsninger for sporing av beitedyr. De har i 2015 omtrent 30 000 GPS-mottakere i drift. Hovedeierne er Telenor (49,5%) og Nortura (49,5%). Firmaet omsatte for 13,2 millioner kroner i 2013. Prisen for Telesporsystemet per sau/år ligger i 2015 på rundt 1800,- (Telespor 2015).



Figur 6: GPS-mottaker fra Telespor (Telespor, 2015)

Sauenes klaver er utstyrt med en GPS-mottaker og en GSM/GPRS-sender (Figur 6Figur 7). GPS-mottakeren mottar GPS-signaler fra satellitter, og sender inn sin posisjon via GSM/GPRS-nettet til Telespors server. Serveren sender informasjonen videre til hver enkelt bruker via brukerportaler på internett.

GPS-mottakerens rapporteringsintervall spenner fra hvert 5. minutt, til hver 5. time. Rapporteringsintervallet kan til enhver tid justeres av brukeren fra brukerportalen. Batteriets levetid er ved normal bruk estimert til å holde omtrent 1000 rapporter. Rapporteringshyppigheten vil dermed ha stor påvirkning på hvor lenge batteriet varer. (Telespor 2015)

Systemet kan, i tillegg til å gi sanntidsinformasjon om individenes posisjon, også gi varsel til brukeren dersom:

- Individet ikke har beveget seg over et gitt tidsrom.
- Individet ikke har beveget seg mer enn 10 meter fra sist rapportering.
- Serveren ikke har mottatt data fra terminalen de siste 48 timer.



## 2.4.2 Followit

Followit AB er et svensk selskap stiftet i 2000, som har spesialisert seg på sporings- og posisjoneringstjenester. Followit omsetter for omtrent 25 millioner SEK i året. Prisen for en sender av typen «Pellego» (Figur 7) er i skrivende stund 4375 SEK (Followit 2015). Klavene kan leveres med både Iridium-, GSM- og UHF-sendere.



Figur 7: GPS-mottaker fra Followit (Followit, 2015)

Via webportalen *Followit GEO*, kan man justere registreringsintervall, se batteristatus, aktivere UHF-signaler og se alarmer.

Batteriet er oppgitt til å holde i 12 måneder dersom man logger posisjonen to ganger i døgnet. Levetiden avhenger blant annet av temperatur, GSM-dekning og rapporteringsfrekvens. Mottakeren fra Followit kan på det meste registrere ett punkt per halvtime.

Followit gir også brukeren mulighet til å få varsel dersom dyr ikke beveger seg eller krysser forhåndsdefinerte grenser. (Followit 2015)

## 2.5 Samplingfrekvens

Samplingfrekvens er et mål på antall målinger utført i løpet av en gitt tidsperiode. Høy samplingfrekvens gir høyere nøyaktighet ved beskrivelse av forflytning, og individers adferd. Men høy samplingfrekvens gir også store mengder data på kort tid.

Lav samplingfrekvens er gunstig om man skal se på forflytning over lange tidsperioder. Det bidrar også til at mottakerne kan logge i lengre perioder, uten å trenge nytt batteri. For en bonde som ønsker å overvåke sauebestanden med GPS, holder det gjerne med et par punkt i døgnet.

En utfordring knyttet til GPS-observasjon av beitedyr, er å bestemme den optimale samplingfrekvensen for de studiene man ønsker å utføre. Man blir nødt til å foreta en avveining mellom hvor lenge man ønsker å måle, og hvor hyppige målinger man trenger i forsøket.

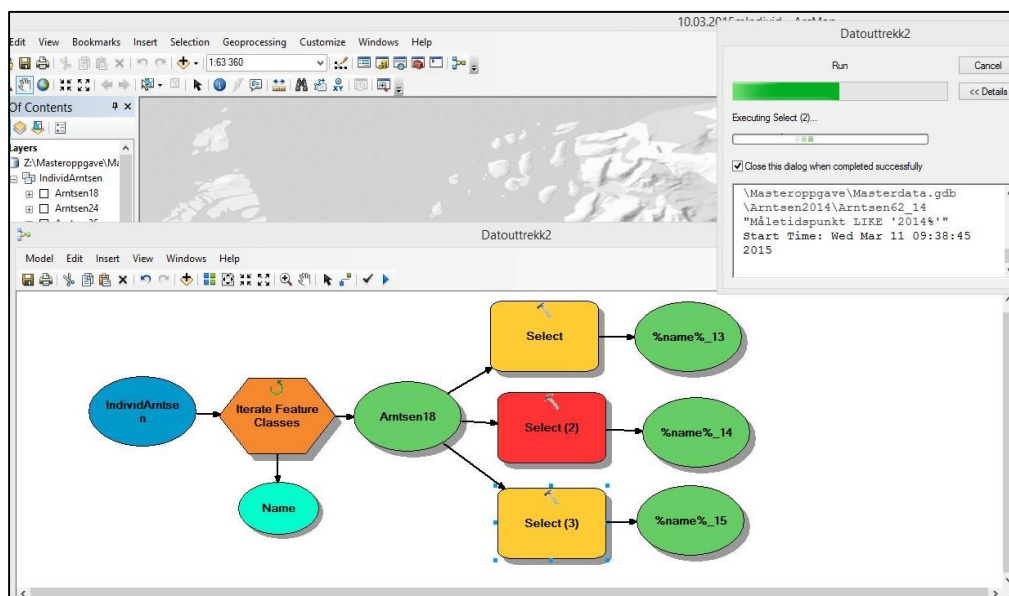
Studier utført med kyr i USA viser at registrert tilbakelagt avstand per ku ble betraktelig kortere enn den faktisk tilbakelagte strekningen ved lav tidsoppløsning. Forskerne anbefalte derfor relativt høy samplingfrekvens dersom man skulle kunne si noe om dyrets tilbakelagte strekning (Johnson and Ganskopp 2008). (Se også Figur 30 i 5.2)

I denne oppgaven spenner samplingfrekvensen fra ett punkt hver halvtime, til ett punkt hver time. Disse frekvensene er bestemt av Bioforsk og NMBU. Frekvensen harmonerer med hvor hyppig man har mulighet til å skifte batterier på GPS-mottakerne.

Med en såpass lav samplingfrekvens gir det lite mening å benytte dataene til å si noe om sauens bevegelse over et kort tidsrom. Posisjonene blir derfor behandlet som enkeltstående punktobservasjoner. Analysene som blir benyttet ser på den romlige fordelingen av punkter i terrenget, heller enn tidsserier av påfølgende punkter.

## 2.6 ModelBuilder

ModelBuilder er en applikasjon i ESRI sin ArcGis-portefølje. ModelBuilder benyttes til å sette sammen, og kjøre serier av geoprosesseringsverktøy. ModelBuilder lar brukeren benytte ut-data fra en prosess som inn-data i den påfølgende prosessen. Dette er gunstig om man har flere prosesser som avhenger av at tidligere prosesser er utført.



Figur 8: Kjøring av modell i ModelBuilder.

ModelBuilder er basert på programmeringsspråket Python, og alle modeller man lager kan eksporteres som Python-script for dokumentasjon eller videre editering. Man kan også benytte Python til å lagre mer robuste programmer med flere iterasjoner (ModelBuilder godtar kun én iterator per modell).

ModelBuilder gir brukeren mulighet til å programmere visuelt, og krever derfor ikke at brukeren behersker Python-script.

Det er allikevel fort gjort å få feilmeldinger under kjøring av modellene. I arbeidet med å rette opp feilene er det en stor fordel å ha kjennskap til både programmering og de ulike verktøyene man bruker i modellen.

ModelBuilder er et veldig kraftig verktøy som krever at man har tunga rett i munnen når man modellerer. Det er fort gjort både å slette og overskrive data i et lite øyeblikks uoppmerksomhet.

Brukergrensesnittet består av en rekke bokser som kobles sammen i serier (Figur 8). Fordelen med et slik oppsett er at det er veldig enkelt å se hvilken del av modellen som kjøres når, og i hvilken rekkefølge de ulike prosessene kjøres. Hver boks i modellen er enten en prosess, input, output eller variabel.

Brukeren har også muligheten til å lage egne verktøy og Python-script, som kan benyttes i modellen. (ESRI 2015)



### 3. Analyse

Til denne oppgaven har i all hovedsak programvarepakken ArcGis (ESRI 2015) fra ESRI blitt benyttet. All analyse, strukturering og modellering er utført i ArcMap, ArcCatalog og ModelBuilder.

- ArcMap er benyttet til visualisering av analyser og data.
- ArcCatalog er benyttet til oppretting av geodatabaser, strukturering av filer og redigering av datasett og tabeller.
- ModelBuilder er benyttet for å lage modellene som ligger til grunn for analysene som har blitt gjort.

Det aller meste av databehandlingen er gjort med ModelBuilder. Dette er gjort både for å kunne automatisere prosessen for senere bruk, og for å ha oversikt over alle steg som har blitt gjort underveis i arbeidet med oppgaven. Det er dessuten veldig tidsbesparende å bruke en modell dersom man skal jobbe med mange datasett om gangen.

I tillegg har QGIS (QGIS 2012) blitt benyttet som støtteprogramvare i de tilfellene ArcGis ikke har vært tilstrekkelig. Et slik tilfelle oppsto for eksempel under innlastingen av Holdataene, der ArcGis ikke klarte å lese inn dataene på en tilfredsstillende måte (3.2).

## 3.1 Studieområder

### 3.1.1 Helgeland

Sauene på Helgelandskysten har gått på tre forskjellige øyer: Gjerdøyvær, Sandvær og Sjonøya (Figur 9). Disse sauene er av rasen *Norsk kvit sau*.

I tillegg finnes det data fra noen *Gammelsau* som har gått på øya Risvær. Dataene fra *Gammelsauene* er utelatt fordi sauene kun har blitt logget hver 6 time, og fordi de går ute hele året.

Sauene på Helgeland har vært utstyrt med GPS-mottakere fra Telespor, og batteriene har blitt skiftet to ganger i året.

Gjerdøyvær ligger lengst nord ( $66^{\circ}37'30''\text{N}$ ) av de tre øyene, og har hatt en besetning med 13 sauer i 2013 og 12 sauer i 2014. Arealet på øya er 377 dekar. Dette tilsvarer 29 dekar per sau.

Litt lenger syd ligger Sjonøya ( $66^{\circ}21'50''\text{N}$ ). Her har det gått henholdsvis 19 og 20 sauer i 2013 og 2014. Arealet på Sjonøya er 2710 dekar, og dette gir 135.5 dekar per sau. Øyas høyeste punkt er 40 meter over havet.

Den sydligste øya med sau heter Sandvær ( $66^{\circ}20'30''\text{N}$ ). På denne 410 dekar store øya har det gått 7 sauer i både 2013 og 2014. Dette medfører at hver sau i snitt har 58.5 dekar å boltre seg på.

Polarsirkelen ( $66^{\circ}33'42,5''\text{N}$ ) deler studieområdet på Helgeland i to. Gjerdøyvær ligger på nordsiden, mens de to andre øyene ligger syd for polarsirkelen. Forskjellen i daglengde mellom de tre øyene ansees å være såpass liten at data fra øyene kan sees under ett.



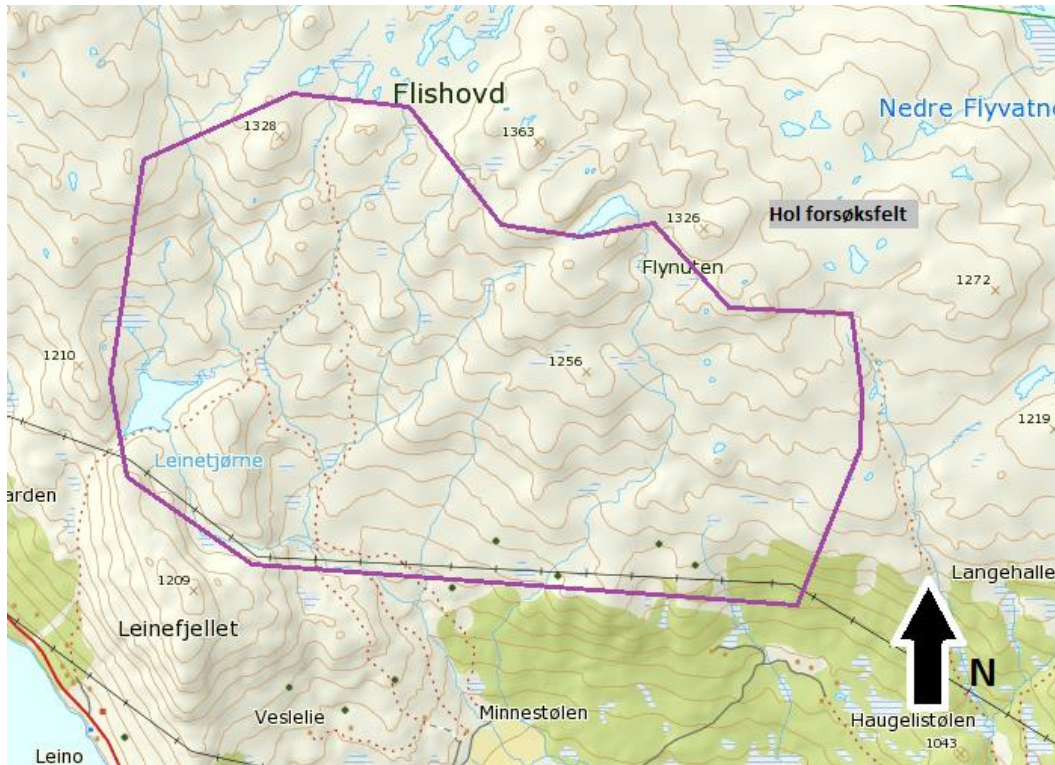


Figur 9: Studieområdene på Helgelandskysten



### 3.1.2 Hol

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) har i flere år drevet forskning på *Norsk kvit sau* på et fjellbeite (60°41'00"N 7°56'00"E) i Hol kommune i Buskerud (Figur 10).



Figur 10: Studieområdet på Hol

Disse sauene er utstyrt med GPS-mottakere fra Followit. Sauene har gått i forskjellige innhegnede områder i en fjellside, med ulik tetthet av dyr i hver innhegning. Disse beitene ligger på rundt 1000-1500 meter over havet. Hele beitet ligger over tregrensa (Figur 11), og beitetets totale areal er omtrent 2700 dekar.



Figur 11: Fjellbeite i Hol



## 3.2 Tilrettelegging og import av data

Dataene som er benyttet er enten lastet ned gjennom nettportalen til Telespor, eller mottatt på epost fra Hol-prosjektet ved Nicolai Hermann Jørgensen.

Begge originaldatasettene var kommaseparerte lister (CSV), men hadde likevel en relativt forskjellig struktur. Dataene skulle etter planen importeres med ArcGis-verktøyet «*Add XY data*», men dette fungerte kun på dataene fra Helgeland. Under forsøket med å gjøre det samme med dataene fra Hol viste det seg at kolonnene hadde feil format, og det var derfor ikke mulig for programmet å definere hvilke felt i tabellen som inneholdt X og Y data.

Hol dataene lot seg dermed ikke lese direkte inn i ArcGis. Løsningen på problemet ble å importere CSV-filene med QGIS, for å deretter definere hvilke datatyper som fantes i hver kolonne. Da dette var gjort ble det generert nye filer i shapefile-format som ArcGis kunne håndtere.

Etter importen ble alle data lagret i fil-geodatabaser og sortert i forskjellige featureklasser. Det ble opprettet én database for data fra Hol, én for Helgeland, og én testdatabase. De originale dataene ble dessuten lagret i en ekstra fil-geodatabase, som en sikkerhetskopi.

Det originale datasettet fra Helgeland inneholdt i overkant av 300 000 punkt totalt. For å lette det videre arbeidet ble dataene delt opp i nye datasett. Først ble alle data inndelt i datasett per individ. Deretter ble individdatasettene delt opp i nye datasett for hvert enkelt år. På denne måten ble det både mulig å sammenlikne data fra to individ mot hverandre, men også variasjoner mellom forskjellige år hos et enkeltindivid.

Det ble også lastet ned ortofoto fra «Norge i Bilder» (Kartverket 2015) for de aktuelle beiteene på Hol og Helgelandskysten. Dette ble gjort for å slippe å laste opp WMS-tjenestene til kartverket for hver gang man skulle panorere i kartet.

### 3.3 Analyse av data

Målet med GIS-analysen er både å se på om det er mulig å finne forskjeller i bevegelsesmønster for ulike individ, tidsperioder og habitater, og deretter se om man kan fastslå om et individ er i ro om natten

#### 3.3.1 Uttrekk av nattetimer

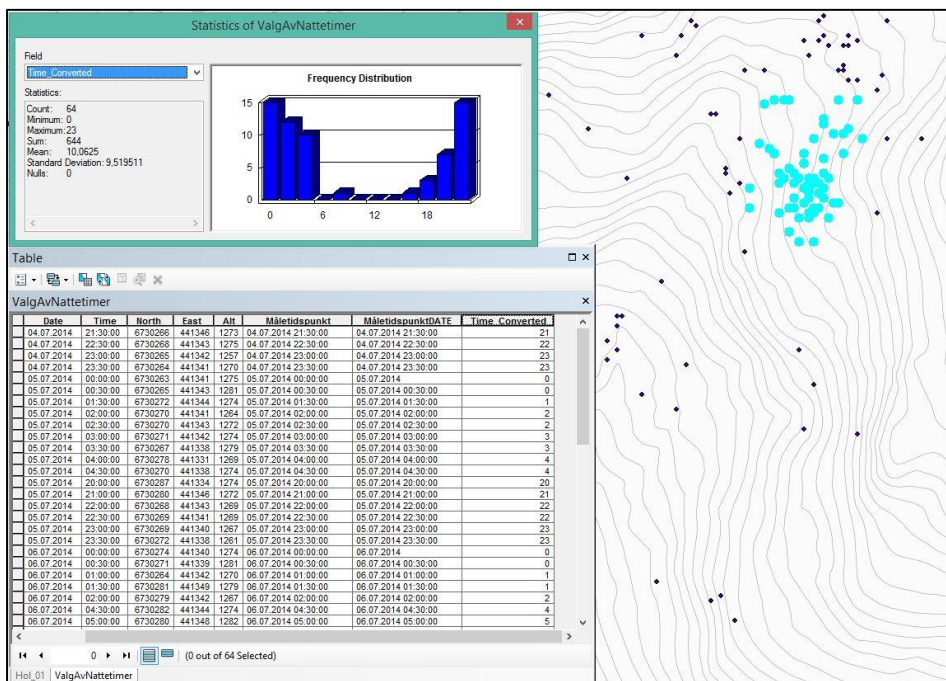
Første strategi var å lage en modell i Model Builder som trakk ut alle nattetimer. Dette ble gjort for å kunne studere sauens aktivitetsnivå om natten. Siden datoen endres ved midnatt krever dette at man finner en løsning som gjør at timene før og etter midnatt blir regnet som samme natt selv om datoen er ulik.

Det ble laget et program for å løse dette problemet. Programmet lar brukeren velge hvilken input-featureklasse som skal benyttes, og deretter kjøres det to spørringer parallelt. Spørringene henter ut alle tidspunkt i et valgt tidsrom henholdsvis før og etter midnatt. For alle timer etter midnatt trekkes det fra et døgn i feltet med datoverdier. Dermed blir datoen lik for alle tidspunkt fra samme natt.

Resultatet av de to spørringene blir slått sammen til et nytt datasett som inneholder registreringer fordelt per natt.

Dette gjør det mulig å gjøre spørringer på datofeltet, slik at man kan hente ut alle punkt fra én natt.

Brukeren får selv mulighet til å benytte sin egen definisjon av natt. I oppgaven har tidsrommet mellom 21.00 og 05.00 blitt definert som natt i sommermånedene. Dette tidsrommet ble valgt ved å inspisere datasettene visuelt, og gjøre en opptelling på hvilke klokkeslett som hadde hyppigst forekomst i enkelte områder av kartet (Figur 12).



Figur 12: Utvalg av nattetimer

### 3.3.2 Minste omsluttende polygon

Det neste steget ble å finne det minste mulige polygon som inneholdt alle punkt fra én natt. Disse polygonene kan sammenlignes med hverandre ut i fra polygonets areal og omkrets. Dermed kan man si noe om graden av total forflytning i løpet av en natt.

Et problem som oppstår med denne metoden er at sauer ikke nødvendigvis hviler til faste tider. Dermed vil den relativt fastlåste definisjonen vi bruker på natt gi større polygoner enn det man får om man går inn manuelt og tar vekk punkt der sauene åpenbart fremdeles er i aktivitet. Metoden gir allikevel en relativt god indikasjon på dyrets aktivitet i det gitte tidsrommet.

Et annet problem er at en del av sauene kun har ett eller to punkt registrert i løpet av en natt. Der to punkt er registrert er det mulig å se på polygonets omkrets for å kunne si noe statistisk om forflytningen, men man må i slike tilfeller også ta hensyn til tiden som har gått mellom de to registrerte punktene. For å beregne graden av forflytning i polygon med kun to punkt kan man lage et nytt felt der man deler polygonets omkrets på tidsdifferansen mellom punktene.

Logging av posisjon en gang per time gir normalt mellom 4 og 8 punkter i løpet av en natt. Dette tallet varierer noe på grunn av endringer i GPS/GSM-forhold.

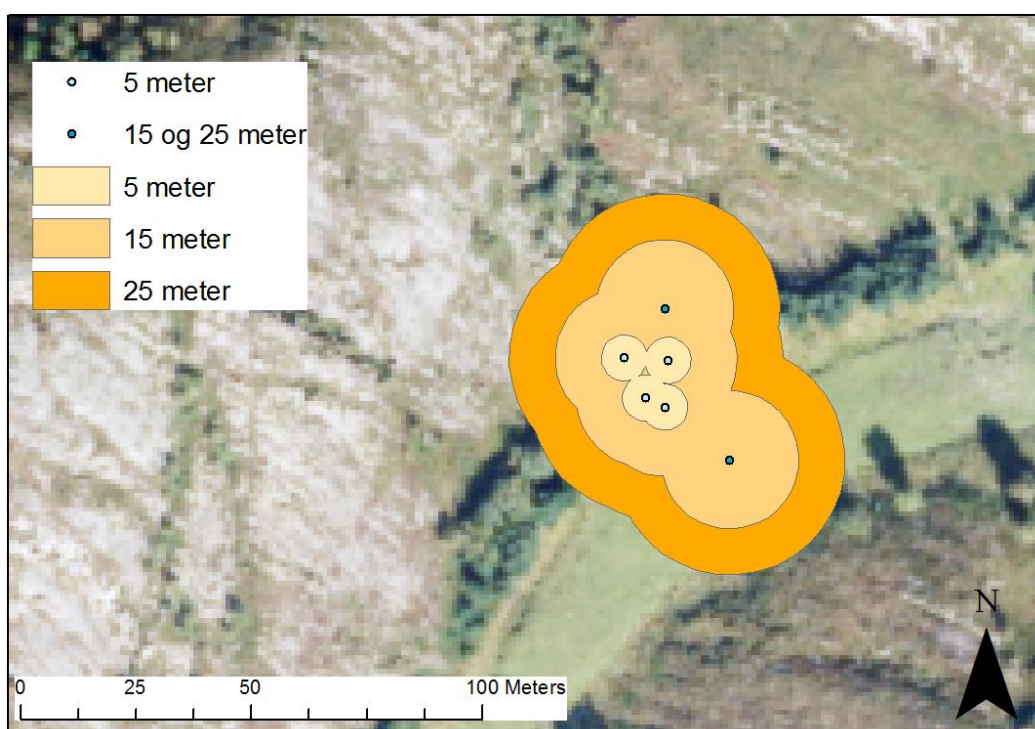
Det er relativt omfattende å lage en automatisert opprydning av punktene i polygonene som er nevnt overfor. Med den neste metoden (3.3.3) gjør man et forsøk på å trekke ut områder der sauen har vært i ro i løpet av natten.

I dette studiet ble ArcGis verktøyet «*convex hull*» benyttet til å finne det minste omsluttende polygon for punktene.

### 3.3.3 Buffermetode

Denne metoden ble konstruert for å finne klynger av individer fordelt per natt. ArcGis har ikke noe verktøy som lar brukeren finne klynger fordelt per døgn, og derfor måtte en egen modell konstrueres. De fleste klyngefunksjoner er basert på statistikk, og krever derfor et visst antall punkt for å kunne kjøres. Metoden som presenteres her har ingen begrensning på antall punkt, men den er heller ikke særlig statistisk robust. Med metoden ønsker man å lokalisere steder der sauene har oppholdt seg over tid. Dette klarer man tilsynelatende i relativt god grad.

Modellen som henter ut nattetimer ble først kjørt, og deretter ble det generert en buffer rundt alle punkt. Brukeren har selv mulighet til å velge bufferavstand. Valget av bufferavstand har stor effekt på hvordan klyngene blir seende ut senere (Figur 13).



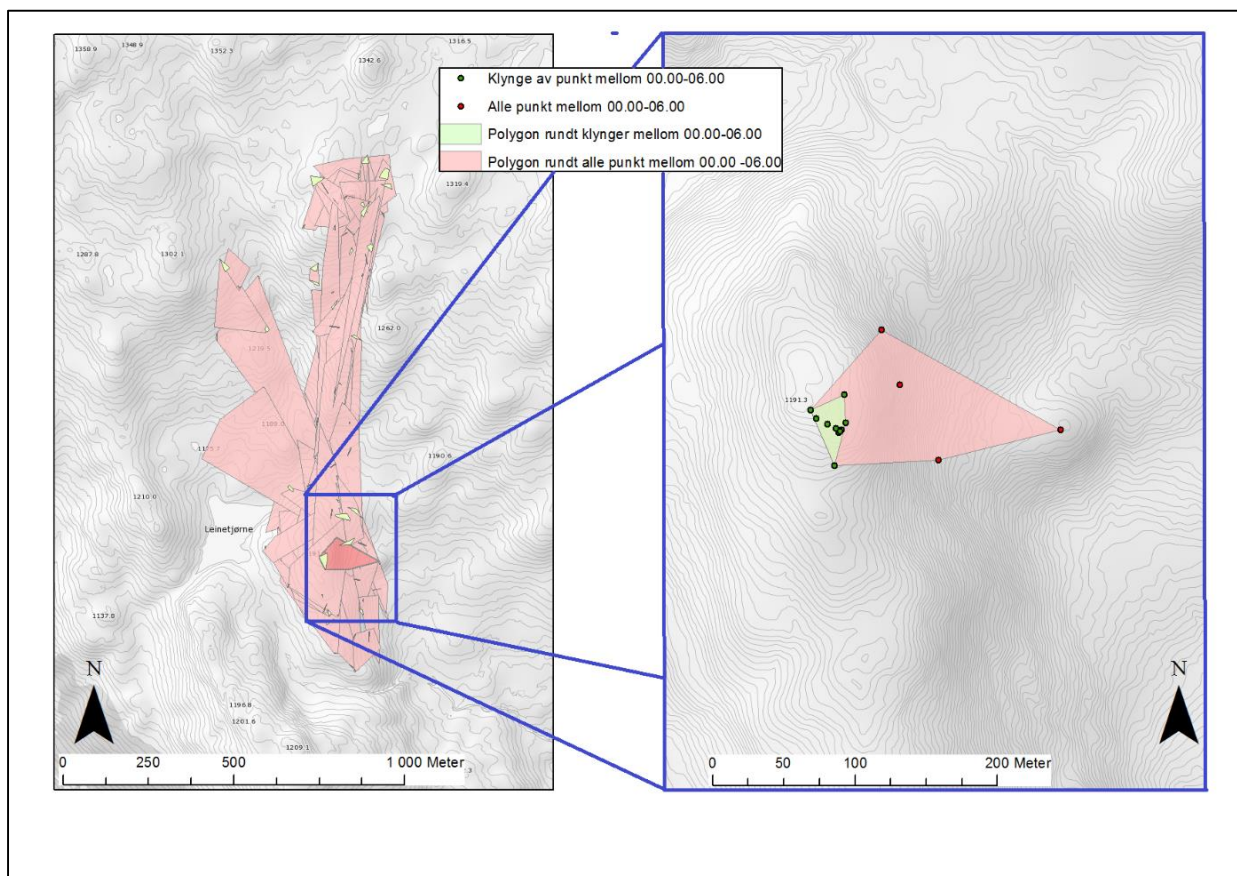
Figur 13: Varierende bufferavstand påvirker hvilke punkt som regnes som del av klyngen

I programmet er 15 meter valgt som forhåndsinnstilt bufferavstand. Denne bufferavstanden ble valgt ut i fra at GPS-posisjonen stort sett har en unøyaktighet på inntil 15 meter. GPS-feilen fører til at to punkt sjelden har samme koordinat, selv om sauene har ligget i ro på samme plass under begge målingene.

Overlappende bufferpolygoner rundt punkt med lik dato ble slått sammen til et polygon. Deretter ble alle polygon som bestod av to eller flere mindre polygon, delt opp i separate polygon med verktøyet «Multipart to singlepart». Alle polygon som kun inneholdt ett punkt ble slettet, da dette indikerer at sauene ikke har oppholdt seg i ro over lengre tid.

Det neste steget ble å lage et minste omsluttende polygon ved hjelp av *convex hull*. Denne metoden lager et polygon som omslutter alle punkt inne i hvert enkelt av de genererte bufferpolygonene fra 3.3.2. Ved å dividere det omsluttende polygonets areal på antall punkt polygonet omslutter, kan man få ut punkttettheten i hver enkelt klynge.

Resultatet av denne modellen er et datasett med polygoner rundt klynger av punkt fra samme natt. Disse polygonene vises i grønt i Figur 14. De røde polygonene i Figur 14 omslutter alle punkt fra hver enkelt natt.



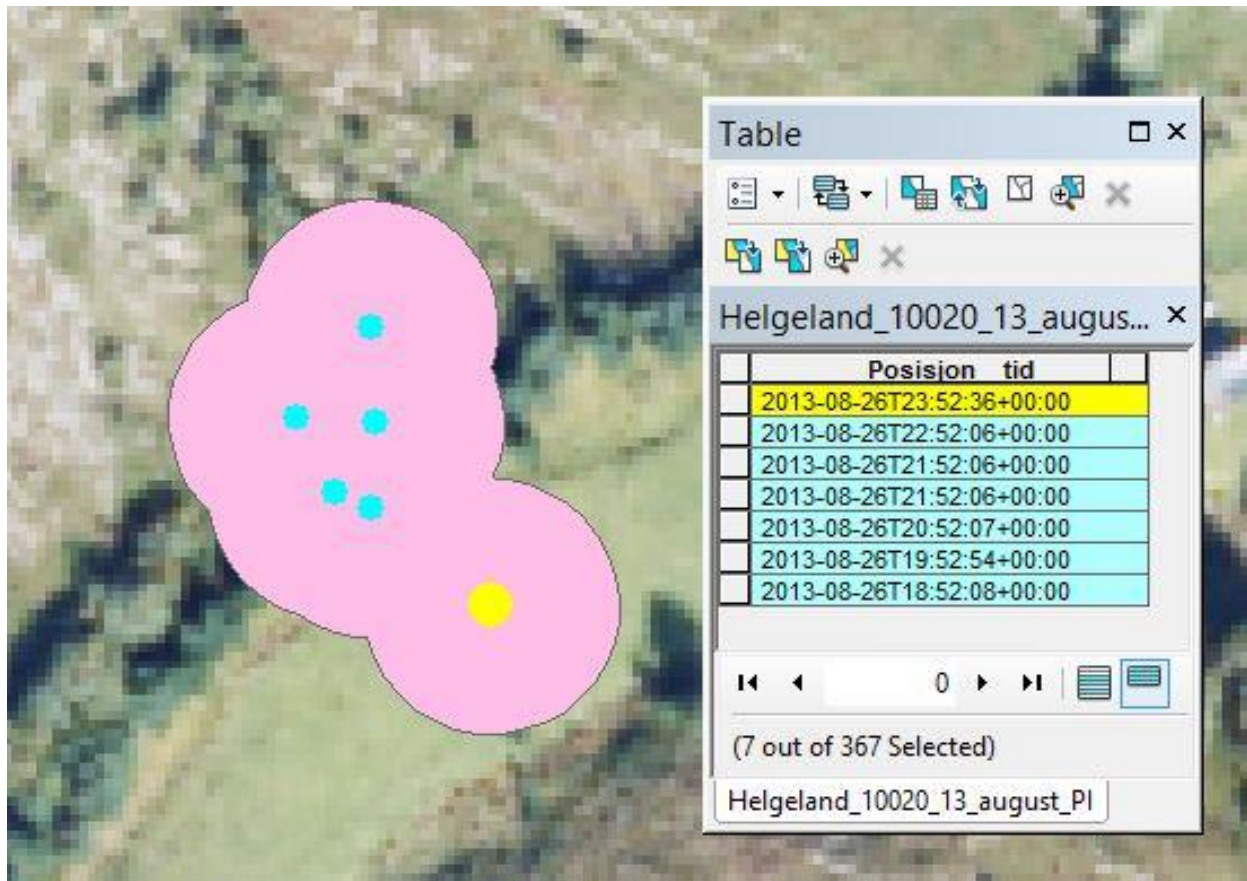
Figur 14: Convex hull og buffermetode

Denne metodens styrke er at den finner områder per natt der individer har oppholdt seg på samme sted over tid. Dermed kan metoden brukes til å finne sauens liggeplasser.

En svakhet med denne metoden er at bufferverktøyet kun benytter avstand mellom punkt som beregningsgrunnlag. Dermed kan punkt som i virkeligheten ikke er en del av en klynge, allikevel bli regnet som en del av klyngen av programmet (Figur 15).



Modellen gir brukeren en serie polygon med områder der sauene har oppholdt seg i ro i løpet av natten. Ved studie av disse polygonene er det vanskelig å se noen tydelige mønstre i hverken lengden på hvileperioder eller plassering av polygonene i beitet. Men dersom man går videre i arbeidet med testing og utvikling av modellen vil man kanskje kunne få bedre resultater, og også få muligheten til å teste forskjellige statistiske analyser på dataene.



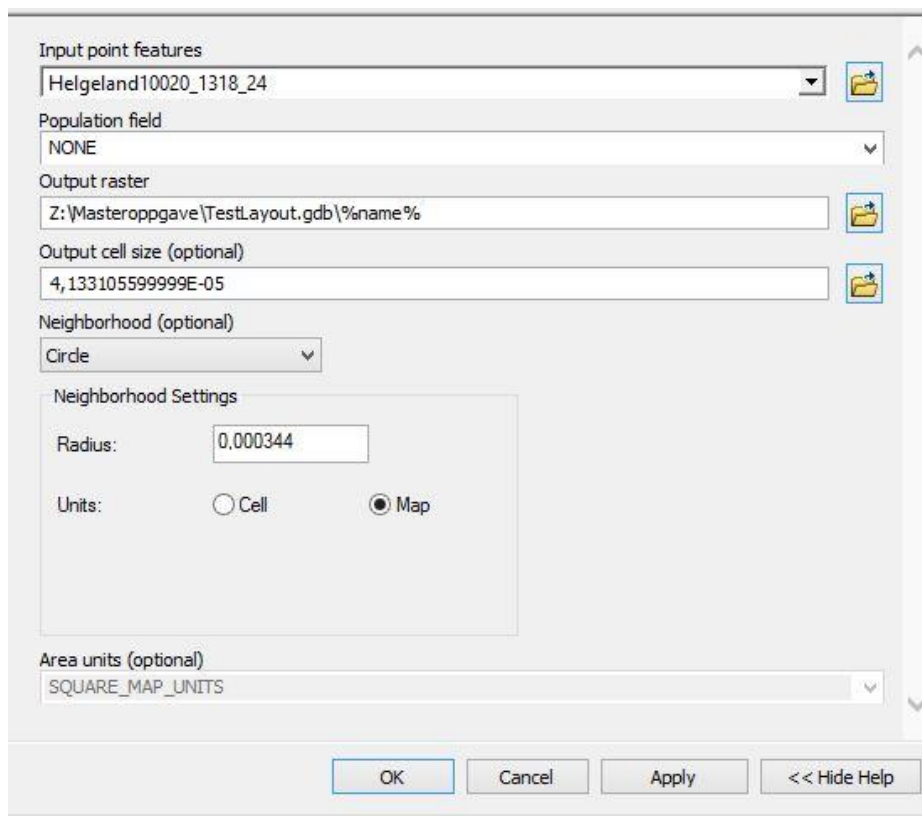
Figur 15: Skal det gule punktet regnes som en del av klyngen?

### 3.3.4 Punkttetthetsanalyse

Dette er den enkleste formen for klyngeanalyse. For hvert punkt tildeles et bufferområde, og man lar disse bufferområdene overlape hverandre.

Man studerer deretter hvor mange punkt som havner innenfor en gitt bufferavstand rundt alle punkt. Antallet punkt i hvert søkeområde deles på søkeområdets areal, og man får en verdi for punktettheten i området.

Søkeradiusen rundt hvert enkelt punkt vil i stor grad påvirke resultatet av denne metoden. I analysene som er benyttet i denne oppgaven har programmet selv fått styre søkeradiusen for hver analyse, men dette kan overstyres av brukeren (Figur 16).



Figur 16: Brukeren har selv mulighet til å endre søkeradius og cellestørrelse

Punkttetthetsanalyse kan implementeres i ArcGIS med verktøyet «Point density». En stor fordel med denne type analyse er at metoden er relativt rask sammenlignet med «Kernel density» (3.3.5) og «Hot spot» (3.3.7).

### 3.3.5 Kernel density

Kernel density er også en metode som benyttes for å beregne punkttettheten i et område rundt hvert punkt i et datasett.

Hvert punkt tildeles en rasteroverflate med radius  $r$ . Overflateverdien til rasteroverflaten er høyest rett over punktet, og deretter minker verdien gradvis. Når avstanden til punktet er større enn søkeradiusen  $r$ , blir overflateverdien lik null.

Verdien til hver celle i rasteret blir beregnet ved å legge sammen verdien til alle kernel-overflatene som overlapper rasterets senter.

På denne måten kan man generere en kontinuerlig overflate som har høye verdier der punkttettheten er høyest.

Det er viktig å huske på at søkeradiusen  $r$  påvirker resultatet i stor grad. Om  $r$  blir for stor vil tettheten være relativt lik i alle deler av kartet, og verdiene for kerneloverflatene vil være svært nær den gjennomsnittlige punkttettheten til datasettet. Når  $r$  er liten, vil resultatet være sterkt fokusert på enkeltforekomster. Tetthetsverdien vil også bli null rundt punkt som ligger langt unna andre punkt. (O'Sullivan and Unwin 2010)

Denne metoden kan benyttes i ArcGis ved å anvende «Kernel density»-verktøyet. ArcGis beregner selv hvor stor søkeradius som skal benyttes rundt hvert punkt når man bruker kernel-metoden.

Kernel-metoden ble i denne oppgaven både benyttet til beregninger på hele datasett fra individer, men også på utvalgte tidsrom. Dette gjør at man kan finne ut om noen områder er mer brukt enn andre, og når på døgnet områdene blir tatt i bruk.

### 3.3.6 Gjennomsnittlig nærmeste nabo

Denne metoden benyttes for å avgjøre om en punktfordeling er resultat av en tilfeldig prosess.

Man beregner gjennomsnittlig avstand til nærmeste nabo for alle punkt. Man beregner også hva den forventede gjennomsnittlige avstanden ville vært dersom punktene var tilfeldig fordelt. Deretter deles den målte avstanden på den forventede avstanden. Resultatet av denne divisjonen gir oss verdien for gjennomsnittlig nærmeste nabo. (Clark and Evans 1954)

Denne verdien benyttes videre for å avgjøre om punktene er tilfeldig plassert, eller om det forekommer mønstre i punktdataene.

Dersom punktene i datasettet er tilfeldig fordelt, vil «gjennomsnittlig nærmeste nabo»-indeksen være lik 1. Om verdien er under 1, indikerer dette at punktene opptrer i klynger. Er verdien større enn 1 indikerer dette at punktene i datasettet er mer spredd enn det man forventer ved en tilfeldig fordeling.



### 3.3.7 Hot spot-analyse

Hot spot-analyse blir benyttet til å finne klynger basert på statistisk signifikans. Prosessen genererer et rutenett der signifikante grupperinger per rute visualiseres.

Denne analysen benytter «Getis-Ord  $G_i^*$ » statistikk (Getis and Ord 1992) for å oppdage lokale konsentrasjoner av høye eller lave verdier i en attributt.

Denne metoden krever minimum 30 punkt for at analysen skal være statistisk signifikant.

For hver celle i rutenettet kan man beregne en z-verdi, en p-verdi og et Gi-bin resultat. Z-verdien og p-verdien indikerer hvor sannsynlig det er at punktfordelingen er resultat av en tilfeldig prosess (O'Sullivan and Unwin 2010). Gi-bin verdien brukes til å identifisere statistiske hot/cold-spots.

En Gi-bin verdi på  $\pm 3$  indikerer en statistisk signifikans på 99%. En Gi-bin verdi på  $\pm 2$  indikerer det 95% signifikans, og en Gi-bin verdi på  $\pm 1$  indikerer 90% signifikans. En Gi-bin verdi lik 0 indikerer det at det ikke er noen statistisk signifikans.

ArcGis har en innebygget funksjon som heter «Optimized Hot Spot Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ )». Denne funksjonen går automatisk igjennom datasettet du bruker, og benytter de innstillinger som gir optimale hotspot-resultater.

I denne oppgaven bruker vi aggregeringen «COUNT\_INCIDENTS\_WITHIN\_FISHNET\_POLYGONS». Denne metoden beregner først gjennomsnittlig nærmeste naboavstand (3.3.6), som deretter benyttes til å bestemme cellestørrelse i rutenettet som genereres. Antall forekomster i hver rute telles opp, og man utfører til slutt hotspot-analysen. (ESRI 2015)

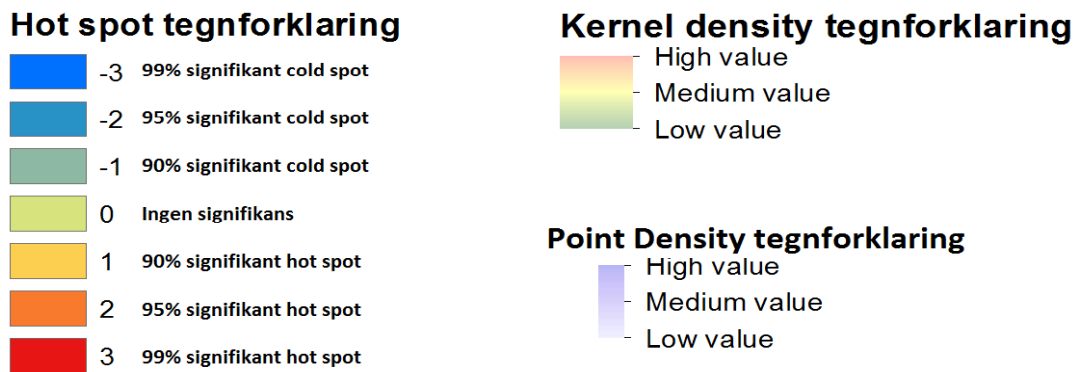


## 4. Resultater

Analysemetodene i det forrige kapittelet har blitt benyttet på dataene fra Helgeland og Hol, og tre forskjellige aspekter har blitt studert. For hvert aspekt har både foretrukne områder og grad av aktivitet blitt evaluert.

I denne delen presenteres data fra et tilfeldig utvalg av individene som har blitt studert. Begge regioner er representert med like mange individ hver.

Tegnforklaringene til de ulike illustrasjonene i dette kapittelet vises i Figur 17.



Figur 17: Tegnforklaringer til resultatet av de tre analysemetodene som er benyttet

### 4.1 Døgnmessige forskjeller

Døgnet ble delt inn i forskjellige perioder, og det ble foretatt analyser på flere forskjellige tidsintervaller.

For den første analysen ble døgnet delt opp i fire sekstimers intervaller. 00-06, 06-12, 12-18 og 18-24. Ved å dele døgnet opp i fire like perioder vil antallet punkt i hver periode være tilnærmet likt.

Resultatene ble i første del **(A)** av analysen fordelt i fire perioder:

- Periode A1 – 00.00 - 06.00
- Periode A2 – 06.00 - 12.00
- Periode A3 – 12.00 - 18.00
- Periode A4 – 18.00 - 24.00

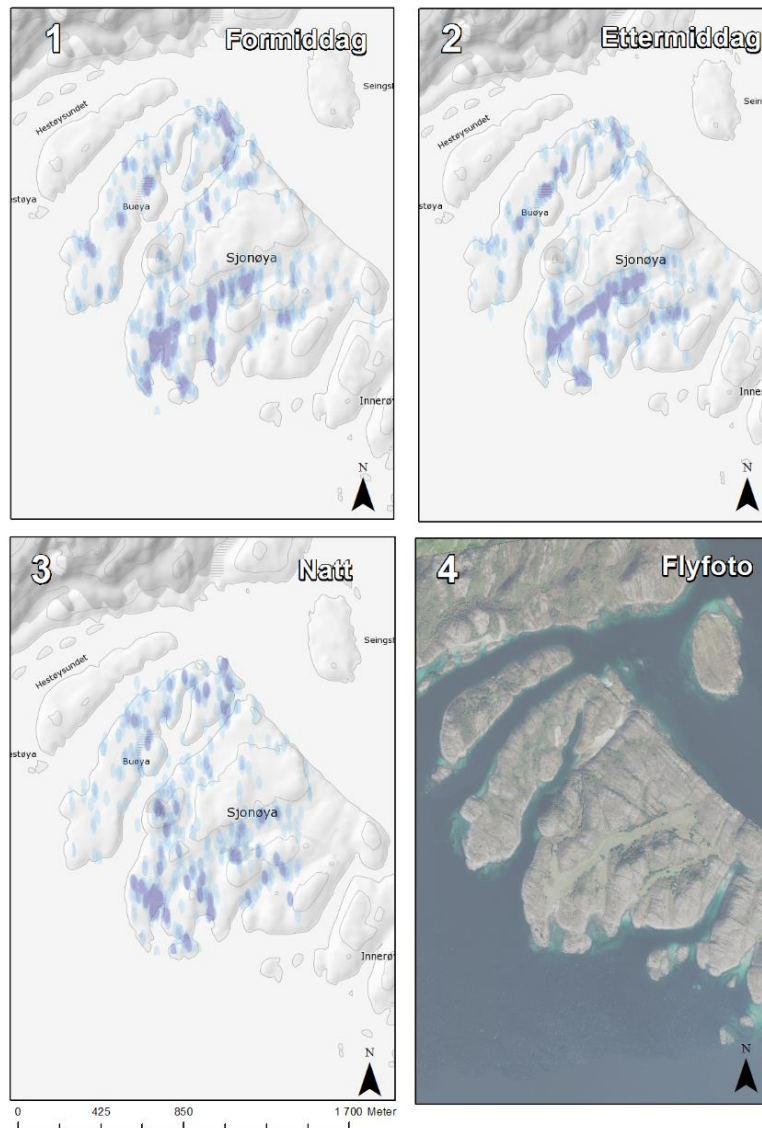
I andre del av analysen **(B)** ble døgnet delt inn i tre nye perioder:

- Periode B1 (formiddag) - 05.00-13.00
- Periode B2 (ettermiddag) - 13.00-21.00
- Periode B3 (natt) - 21.00-05.00

I alle figurene er periodene merket med respektivt nummer i øvre venstre hjørne. I figurene fra del «B» inneholder rute B4 et flyfoto av studieområdet.

#### 4.1.1 Analyse av døgnmessige forskjeller med «Point density»

En «point density» -analyse av døgndataene gir en relativt god pekepinn på hvilke områder som er mest besøkt. Områder med høy tetthet av registreringer vises tydelig på kartet, og dette gjør det mulig å anslå relativt nøyaktig hvilke områder som er mest brukt. Studier av de utførte punktanalysene gir oss også indikasjoner på at forskjellige områder har høy punkttetthet til ulike tider på døgnet (Figur 18).



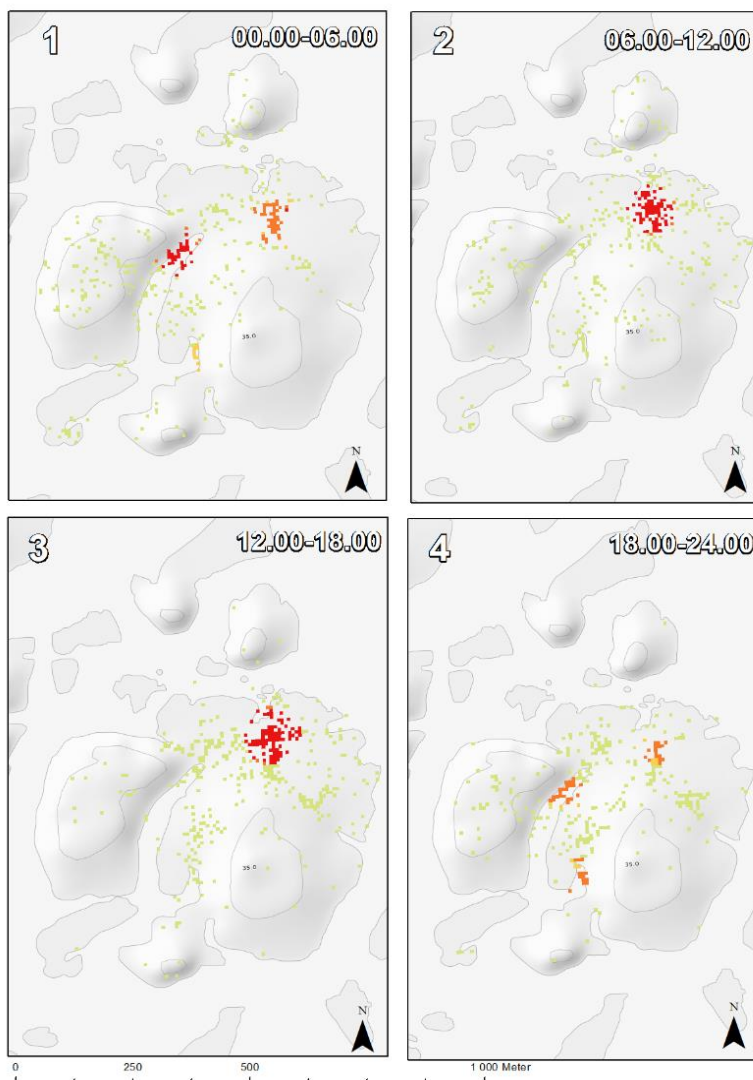
Figur 18: Point Density analyse for sau 10020. Fordelt på formiddag, ettermiddag og natt (del «B»). Rute 4 inneholder et flyfoto av det samme området.

#### 4.1.2 Analyse av døgnmessige forskjeller med «Hot spot-analyse»

Den generelle tendensen i dataene fra del «A», er at de signifikante hotspotene er plassert relativt likt i periode «A1» og i periode «A4». Periode «A2» og «A3» skiller seg ofte mer fra periode «A1» og «A4», og har ofte også relativt store innbyrdes forskjeller seg imellom.

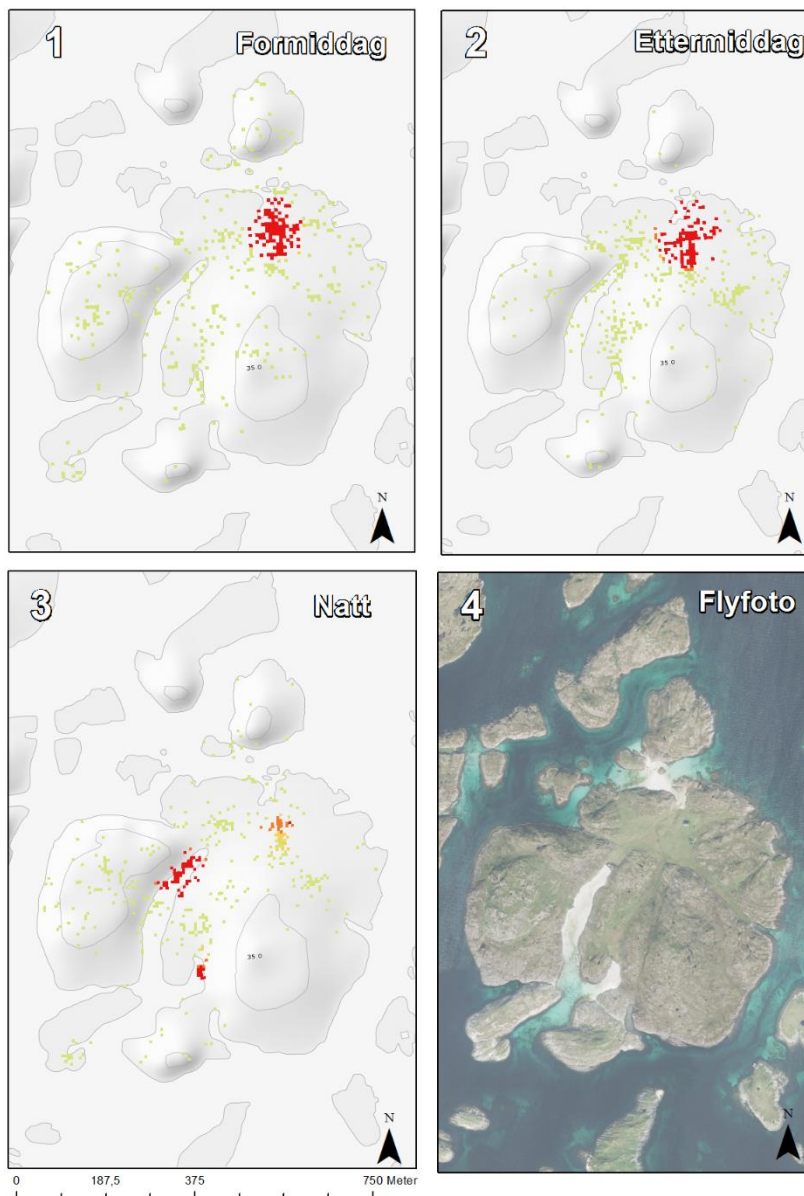
I periode «A3» er tendensen ofte at områdene med signifikante hotspots er større i utstrekning enn i de resterende periodene. Dette kan muligens skyldes at dyrene beiter på relativt faste områder på dagen, samtidig som de allikevel forflytter seg relativt mye innenfor disse faste områdene.

Om man studerer Figur 19 vil man se at hot spot-analysen gir relativt likt resultat i rute «A1» og «A4». Man ser også at klyngen innerst i viken i rute «A1» har høyere statistisk signifikans enn de to andre signifikante klyngene i samme rute. Dette kan tyde på at akkurat denne sauen helst foretrekker å tilbringe nettene innerst i viken.



Figur 19: Hot spot-analyse for sau nr. 219. Fordelt på fire ulike tider av døgnet (del «A»)

Om man ser på data fra «B» ser man at det er stor forskjell i hvor det oppstår hotspots på dagtid og nattestid. Om man sammenlikner data fra periode «B3» (natt) med «B1» og «B2» vil man se at det er klare forskjeller mellom disse tidsperiodene. (Figur 20)



Figur 20: Hot spot-analyse for sau nr. 219. Fordelt på tre ulike tider av døgnet (del «B»). Rute 4 inneholder et flyfoto av det samme området.

De største signifikante hotspotene oppstår gjerne i tilknytning til saltsteiner, leskur eller drikkevann. De andre hotspotene er typisk i helling eller på åpne områder.

Hot spot-analysen fra Hol viser også at noen områder er signifikante hotspots til alle døgnetstider, mens andre punkter kun er signifikante hotspots i enkelte sekstimers intervaller.

I alle tilfellene indikerer hot spot-analysen at tid på døgnet kan ha påvirkning på hvor sauen oppholder seg.

### 4.1.3 Analyse av døgnmessige forskjeller med «Kernel density»

Kernel-analysen gir flere områder med høye verdier enn «Hot spot»-analysen. Det gir en indikasjon på hvor i studieområdet man finner de høyeste punkttetthetene for de gitte tidsperiodene.

Kernel-analysen genererer et raster der områder med høy verdi presenteres i rødt, og områder med lav verdi vises i grønt. Alle områder som har fått verdien «null» blir ikke vist i kartet.

Resultatmessig er det mange likheter mellom «Kernel density» og «Hot spot»-metoden. Kernel-metoden egner seg godt til å detektere mulige oppholdsplasser, som ikke vil bli ansett som signifikante i hot spot-analysen.

Det er to ting som enkelt lar seg detektere med Kernel-metoden:

Det første er de områdene som har høye verdier gjennom hele døgnet. Dette er områder sauene (i større eller mindre grad) bruker gjennom hele døgnet.

Det andre er områder som har høye verdier i kun deler av døgnet. Dette kan indikere at sauene benytter disse områdene til spesielle formål til spesielle tider. Disse områdene kan for eksempel være stier, liggeplasser eller beiteområder.

For dataene i del «A» kan det se ut som at det generelt er færre områder med høye verdier i periode «A1» og «A4». Dette kan skyldes at aktiviteten er lavere om natten i disse periodene, og at sauene har områder den foretrekker å oppholde seg på natten.

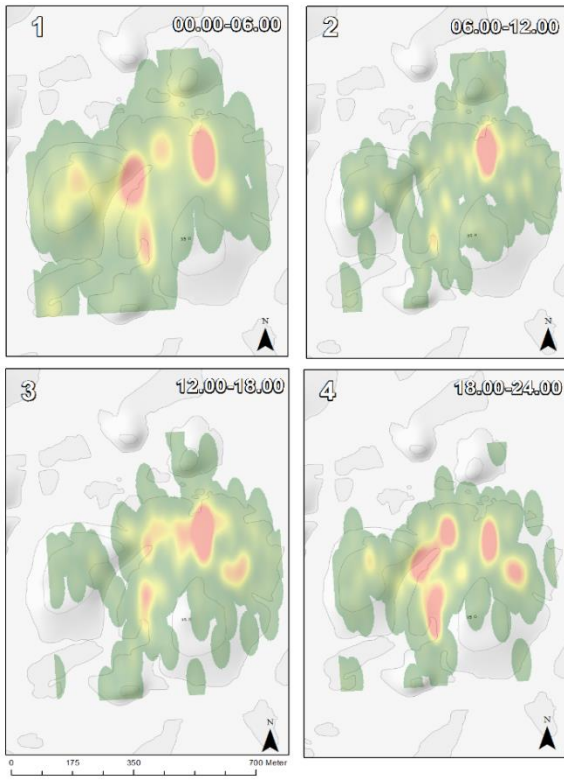
Kernel-metoden gir også resultater der det kan se ut som at det er størst innbyrdes likhet mellom henholdsvis rute «A1» og «A4», og rute «A2» og «A3».

Om man for eksempel ser på Figur 22a, kan man se at den venstre hotspoten innerst i viken på bilde «A1» er på samme sted i rute «A1» og «A4».

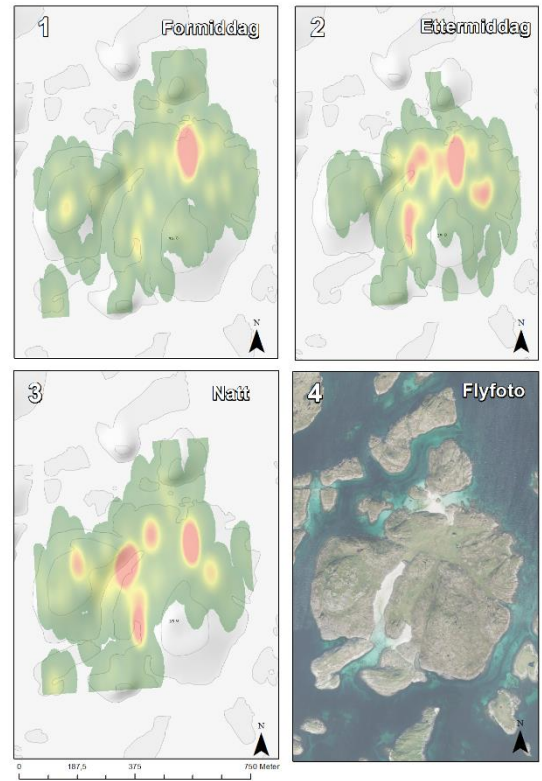
Den store hotspoten i rute «A2» (Figur 22a) går igjen i alle tidsrommene. Midt i den hotspoten ligger det et leskur, og det er med på å forklare hvorfor tettheten i dette området er så stor som den er. Leskuret står dessuten på en stor gresslette. Når veien er kort både til le og til matfatet, er det forståelig at sauene trives akkurat i dette området.

Om man ser på den vestligste hotspoten i rute «B3» (Figur 22b), kan man se at denne hotspoten kun finnes i perioden med natt. I senteret av denne hotspoten ligger øyas høyeste punkt (40 meter over havet). Dette kan tyde på at sauene har søkt mot høye områder om natten, slik man har observert tidligere (Torstein H. Garmo 1989).





Figur 22a: Kernel density for sau nr. 219. Fordelt på ulike tider av døgnet (del «A»)



Figur 22b: Kernel density for sau nr. 219. Fordelt på ulike tider av døgnet (del «B»)



## 4.2 Sesongmessige forskjeller

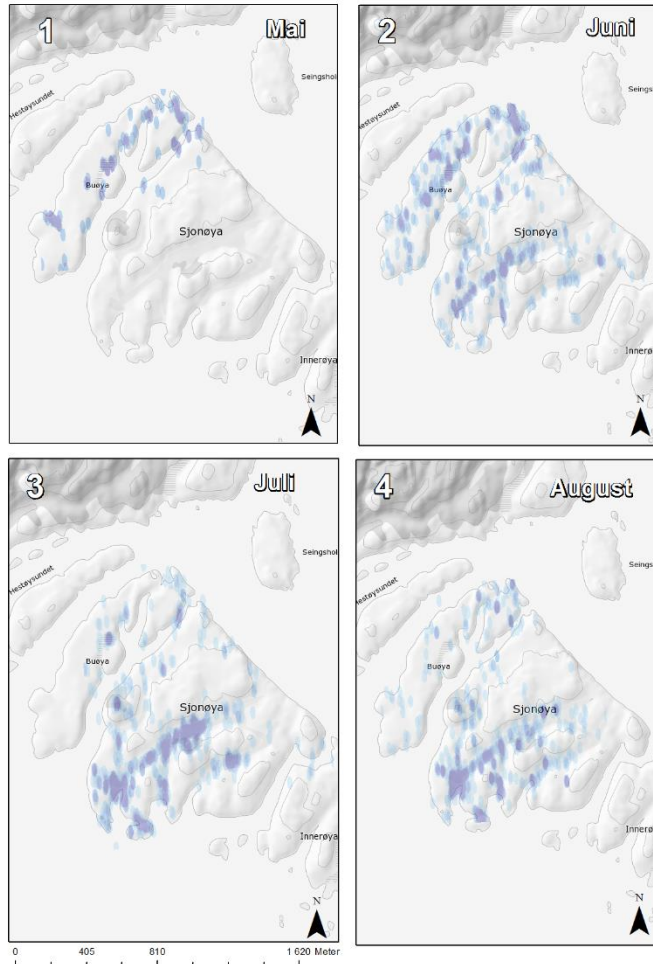
Det er naturlig å anta at det er forskjeller i beiteadferd mellom ulike sesonger. Dette skyldes for eksempel at ulike planter har forskjellige vekstsesonger, eller at snøen i fjellet trekker seg tilbake utover sommeren.

Alle datasettene ble delt opp i måneder, og deretter analysert med de forskjellige analyseverktøyene. De fleste sauene var på beite fra starten av mai til slutten av august.

For mange individ finnes det lite, eller ingen data i mai. Flere av analysene fra mai er derfor basert på mange færre punkt enn de øvrige månedene. Dette tas med i vurderingen når resultatdatasettene beskrives.

#### 4.2.1 Analyse av sesongmessige forskjeller med «Point density»

«Point density» -analysen av sesongdata gir generelt inntrykk av at det finnes mange klynger med høye verdier spredt rundt i beitet (Figur 23). Det er også mulig å se at det er en forskjell i bruk av beitet mellom månedene.



Figur 23: "Point density" for sau nr. 10020. Fordelt på ulike måneder.

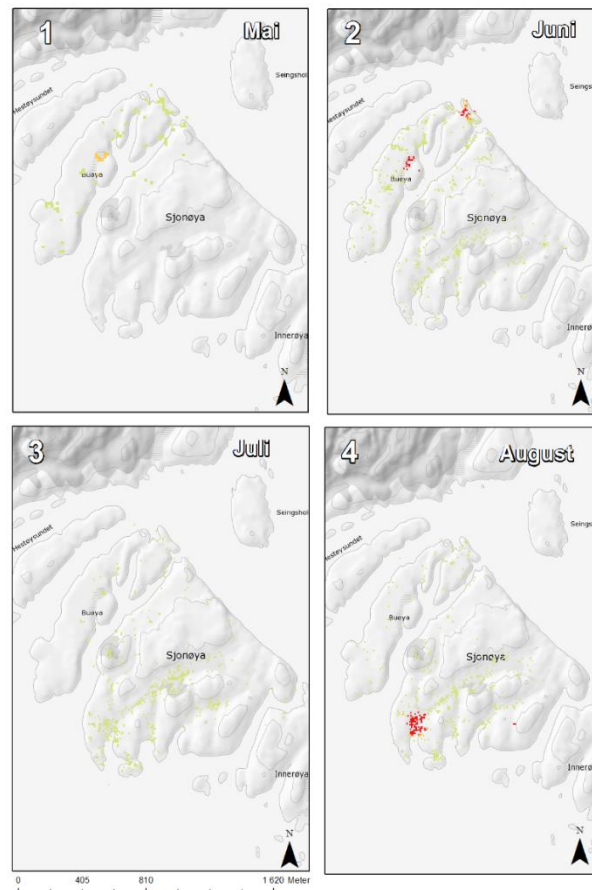
Dataene fra mai tyder på at sauene benytter en relativt liten del av beitet i starten av sesongen. Dette kan både forklares ved at det generelt er færre observasjoner i mai, og at sauene muligens bruker en viss tid til å gjøre seg kjent med beitet.

På Helgeland ser det ut til at sauene stort sett går på de samme områdene i både juni og juli, men med noen unntak. I Hol ser det derimot ut til at hotspotene i juni og juli er på forskjellige steder. En årsak til dette kan være at vegetasjonen modnes på ulikt tidspunkt i de ulike beitene, og at dette påvirker hvilke deler av beitet som tas i bruk når.

Dataene fra august tyder på at sauene beveger seg på et mindre areal enn i juni og juli. Mange av sauene endrer også beiteområde fra juli til august.

#### 4.2.2 Analyse av sesongmessige forskjeller med «Hot Spot»

Resultatene fra Hot spot-analysen indikerer i likhet med «Point Density» at ulike deler av beitet brukes i forskjellige måneder (Figur 24). Det virker som at det er få statistisk signifikante hotspots i mai. Dette kan skyldes at dyrene fremdeles utforsker det nye beitet, og dermed heller ikke foretrekker noen områder mer enn andre.



Figur 24: "Hot spot"-analyse for sau nr. 10020 Fordelt på ulike måneder

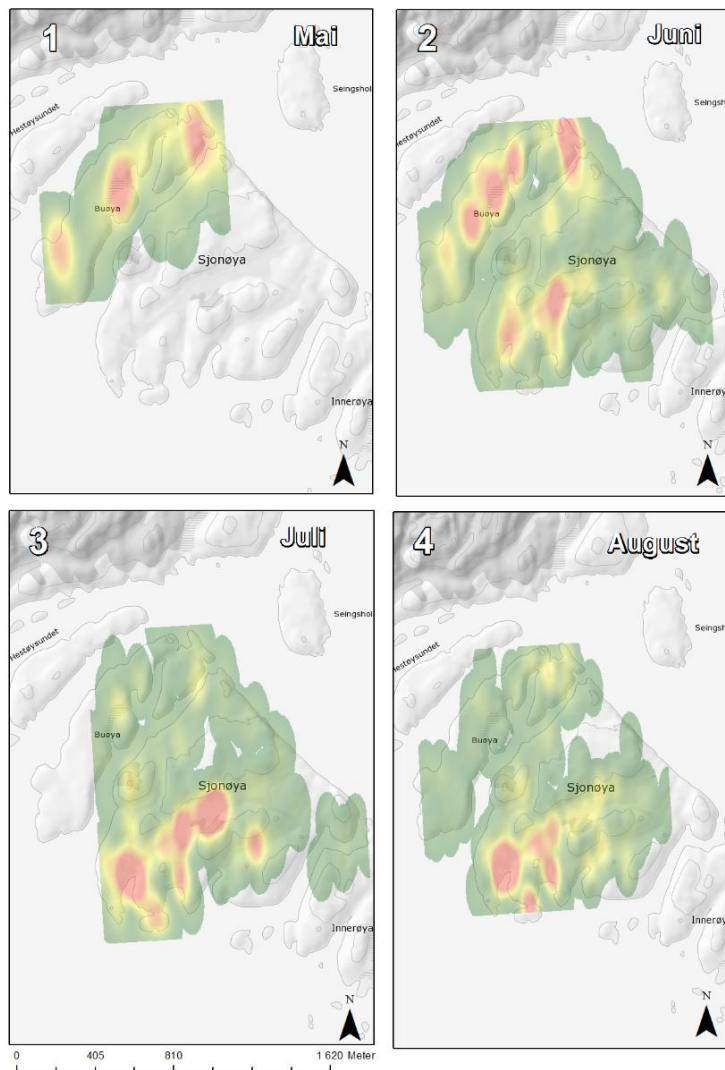
I juni og juli finner vi signifikante hotspots for de fleste individ. Det er store variasjoner mellom analysene fra de forskjellige sauene i juni og juli. Det er vanskelig å skulle si noe generelt om disse dataene. Men om man skal si noe, så kan se ut til at sauene beiter over et større område i juli enn i juni.

Det kan også se ut som at klyngene i juni og juli ofte er på ulike steder. Dette kan skyldes at sauene flytter mye på seg i disse månedene, og at det ikke trengs mange punkt på ett sted før klyngen regnes som statistisk signifikant.

Hotspotene i august har ofte større geografisk utstrekning, og befinner seg også ofte på en annen plass enn hotspotene for de øvrige sommermånedene.

### 4.2.3 Analyse av sesongmessige forskjeller med «Kernel density»

Kernel-metoden gir også i dette tilfellet et godt bilde på hvilke områder som har vært hyppig brukt.

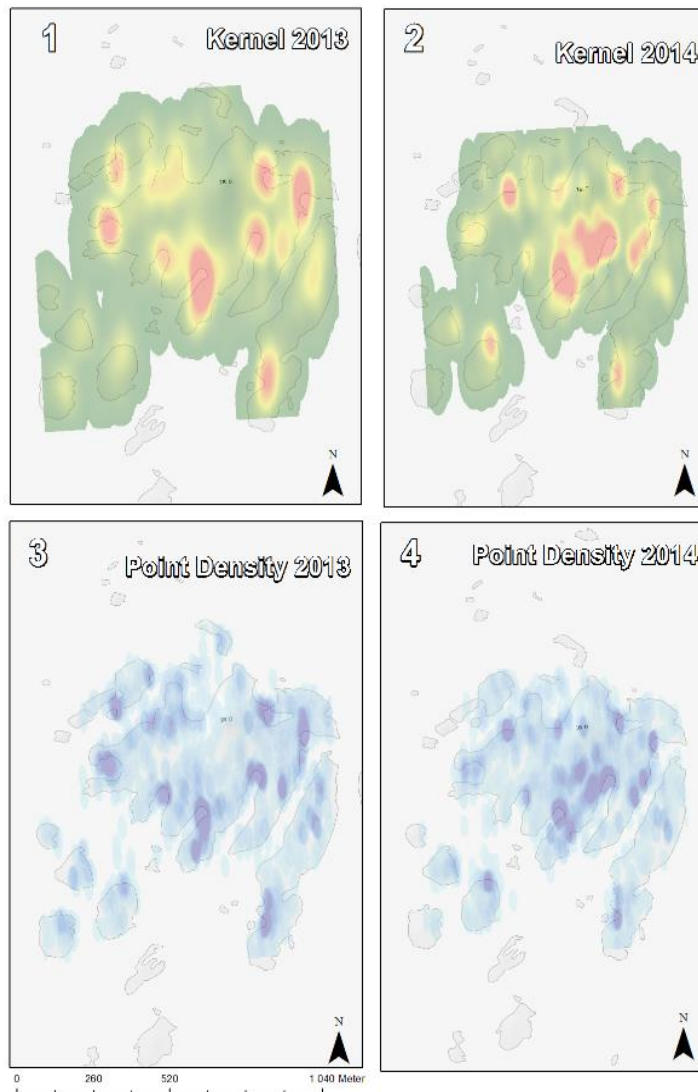


Figur 25: Kernel-analyse for sau nr. 10020 Fordelt på ulike måneder

Om man ser på Figur 25 kan man se at sauene har vært nord på øya i mai og juni. I juli og august har sauene stort sett vært på øyas sydlige del. Her har sauene i hovedsak oppholdt seg i nærheten av en stor gresslette. Denne gressletta ligger på bunnen av en dal som går i øst-vest retning. De fleste av de andre sauene som går på samme øya har også oppholdt seg mye på denne gressletta i juli og august. Dette kan tyde på at beitet på sletta er best litt utpå sommeren.

### 4.3 Årlige forskjeller

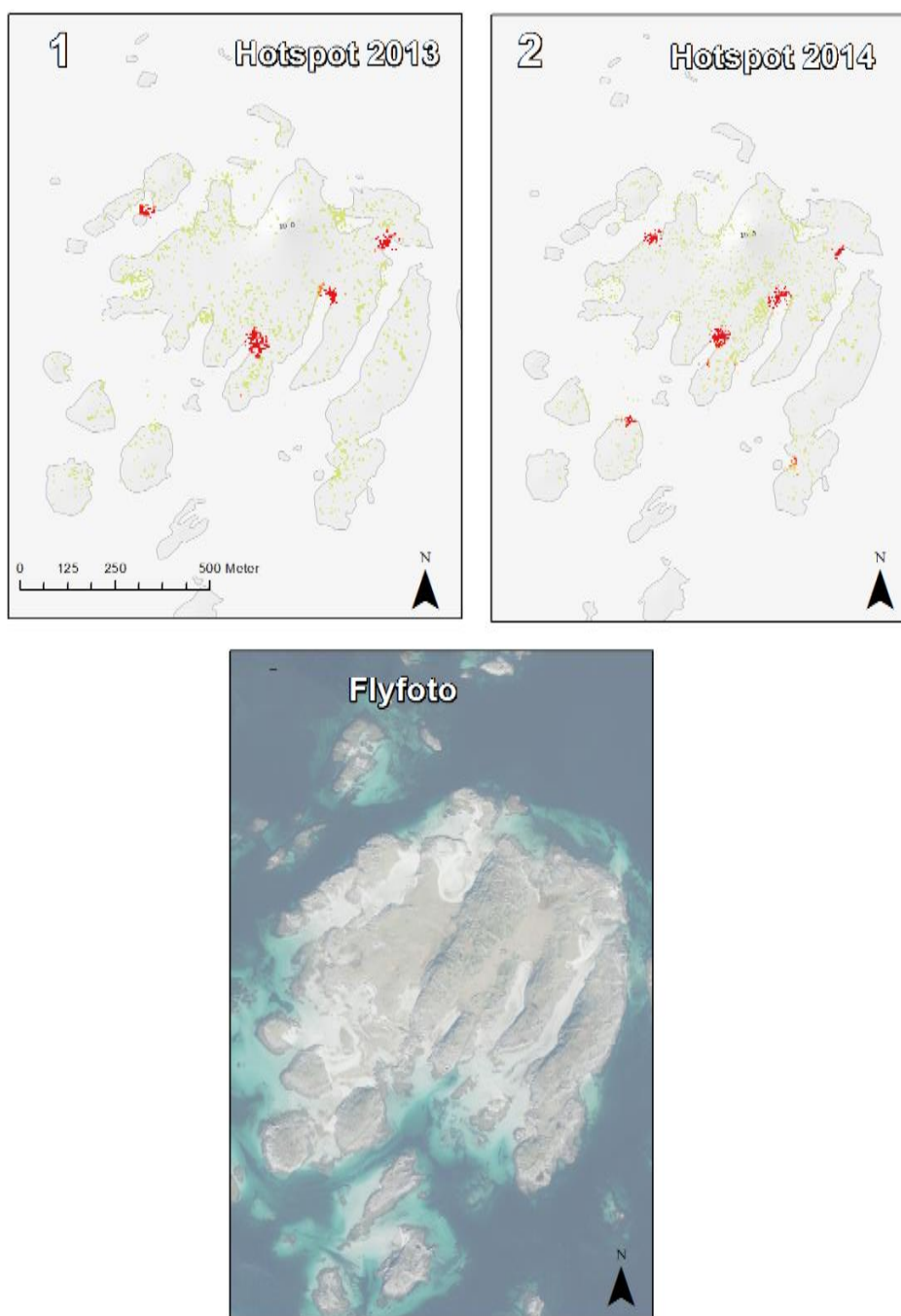
For sauene på Helgeland finnes det data for to påfølgende år. Det er derfor mulig å se på to år satt opp mot hverandre. Om man ser på resultatet av Point Density-/ Kernel-metoden ser det ved første øyekast ut som det er ganske stor forskjell på bruken av beitet i 2013 og 2014 (Figur 26).



Figur 26: Kernel- og Point density-analyse fra sau nr.577. 2013 og 2014

Denne forskjellen i beitebruk kan enten være helt tilfeldig, eller den kan være påvirket av forhold som vær- og vegetasjonsendringer.

Om man derimot studerer Hot spot-kartet i Figur 27, ser man at de signifikante hotspotene i all hovedsak er på de samme områdene i 2013 og 2014.

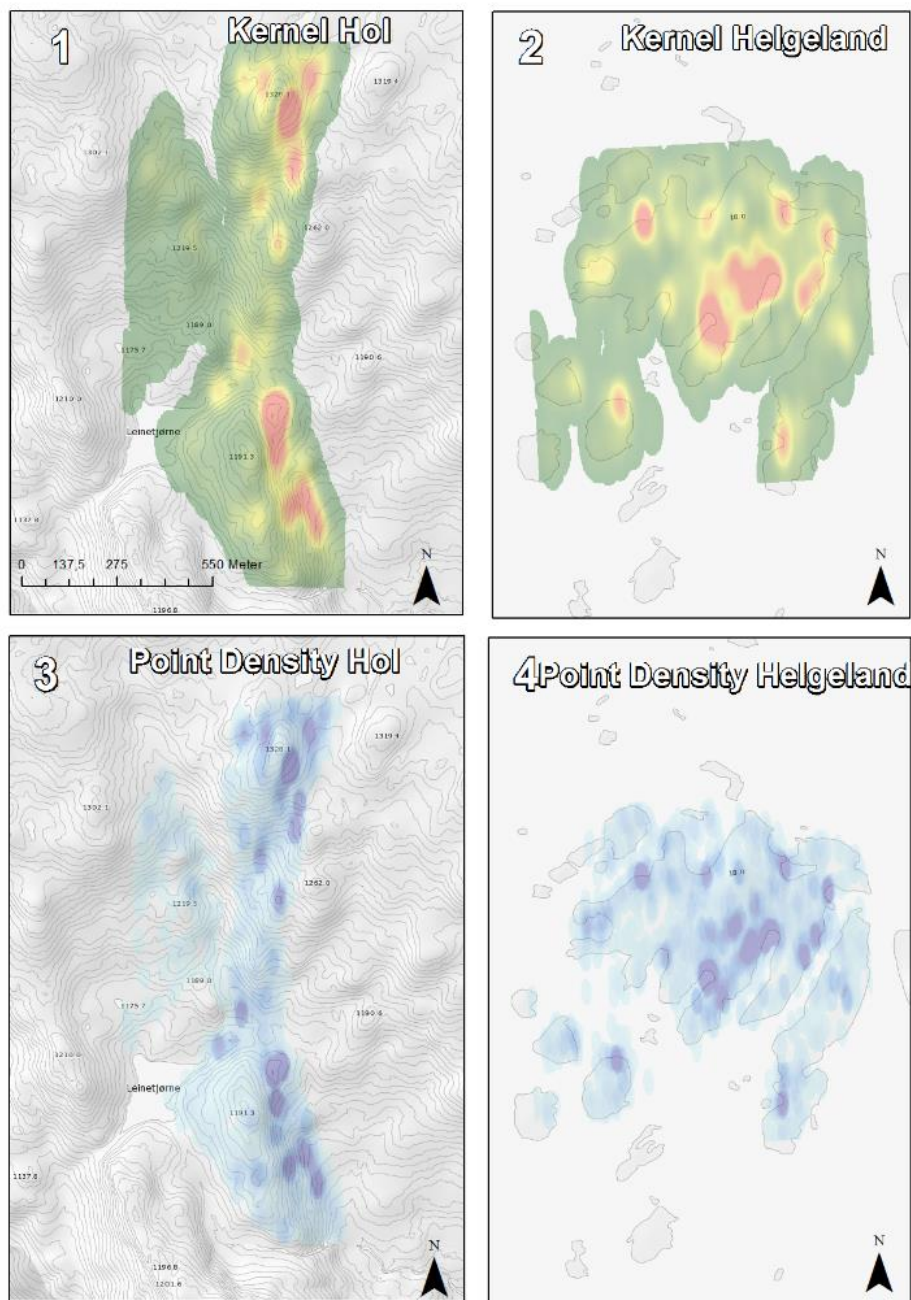


Figur 27: Hot spot-analyse fra sau nr. 577. Data fra 2013 og 2014. Flyfoto for referanse.



## 4.4 Habitatvise forskjeller

Det ble gjort forsøk på å avdekke forskjeller i aktivitet i mellom de to studieområdene. Det er vanskelig å kunne se om det er noen forskjeller eller likheter mellom de to studieområdene (Figur 28). En likhet mellom alle beitene er at det finnes hotspots som går igjen uansett hvilke perioder man ser på. Det virker som at det er ett eller to slike hoved-hotspots i hvert habitat. Mesteparten av den øvrige aktiviteten er også i nærheten av disse punktene. Tilsvarende finnes det områder som aldri ser ut til å bli benyttet av dyrene. Dette kan for eksempel skyldes at det er vanskelig tilgjengelige områder, eller at det er dårlig beite i disse områdene.



Figur 28: Kernel/Point density-analyse for Sau nr. 01 Hol og sau nr. 219 Helgeland. (2014)





## 5. Diskusjon

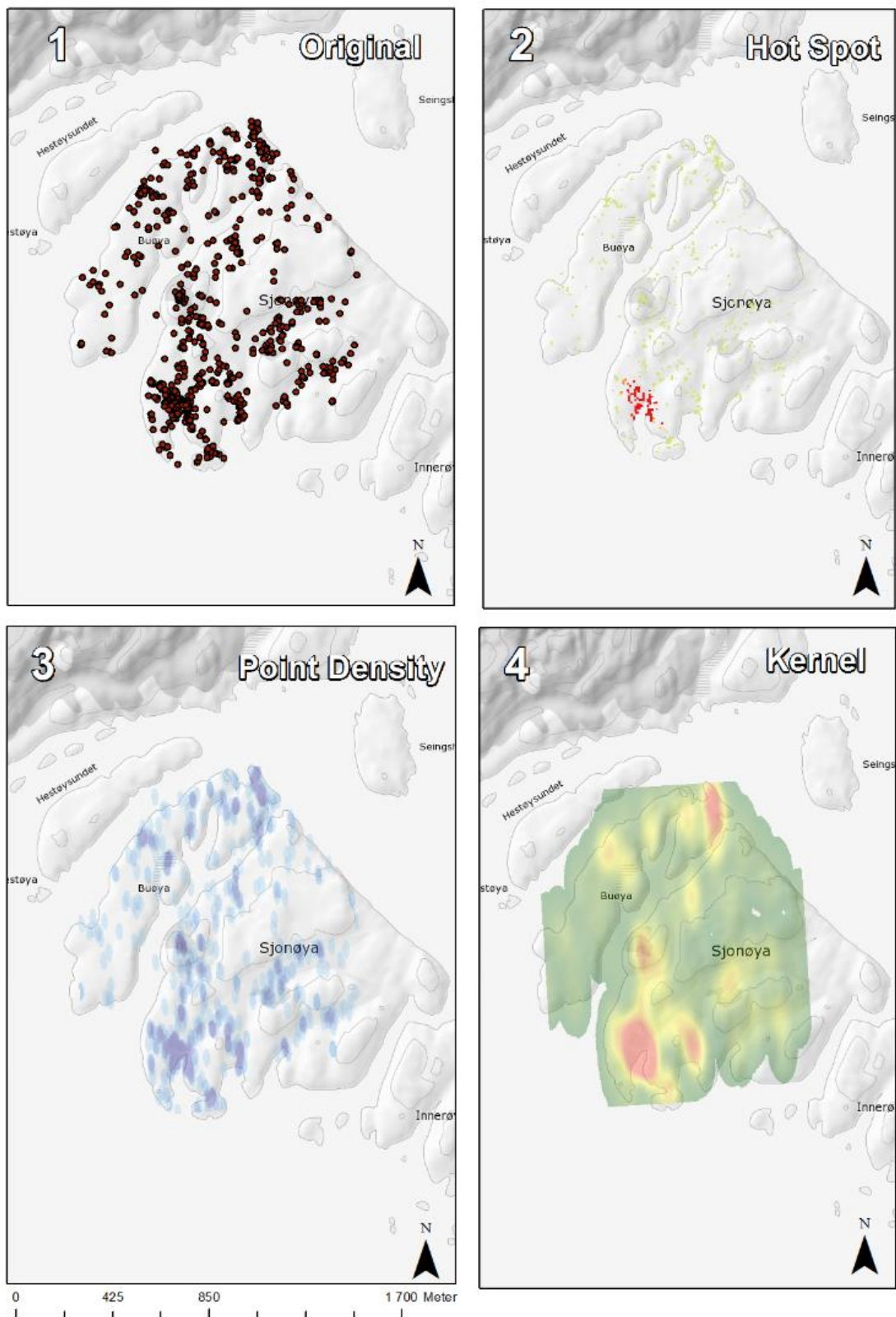
Det er flere faktorer som påvirker resultatene i denne oppgaven. I dette kapitlet pekes det på faktorer som kan påvirke resultatene i denne oppgaven.

### 5.1 Forskjeller mellom analysemetodene

Om man sammenlikner resultatet av de ulike metodene ser man noen av styrkene og svakhetene til alle metodene (Figur 29). De originale punktene vises i rute 1. I rute 2 ser vi resultatet av «Optimized Hot Spot analysis». Med hot spot-metoden får man presentert statistisk signifikante hotspots, men man får ikke noe godt inntrykk av graden av klyngedannelse i områdene som ikke er statistisk signifikante.

Point Density-metoden i rute 3 gir oss mer informasjon om punktettheten i hele beitet, men kan også gi feil resultater i områdene i mellom punktene. Denne feilen blir ekstra stor på grunn av at tetthetsverdien er konstant innenfor søkeområdet rundt hvert punkt. Denne feilen kan for eksempel inntreffe dersom sauene har gått på hver sin side av en smal vik. Da vil søkeområdene rundt hvert punkt kunne overlappe midt ute i viken, og dermed indikere at den største tettheten av dyr er midt i vannet.

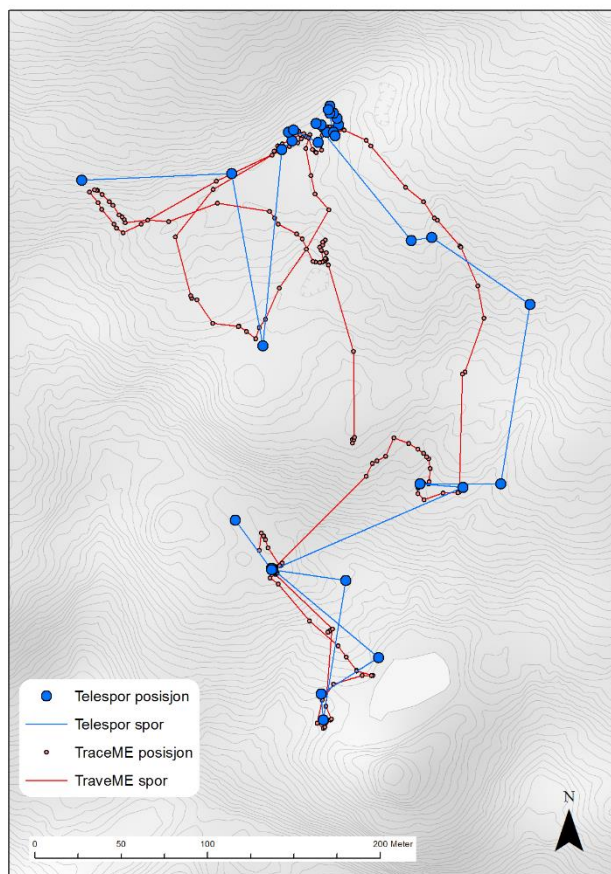
Kernel-metoden gir god oversikt over hvor punktettheten er høy, men det er vanskelig å si noe om hvilken klynge som statistisk sett er viktigst. Den homogene overflaten kan gi inntrykk av at sauene har vært på områder den ikke har brukt i virkeligheten. Det er derfor gunstig å bruke denne metoden for å vise klynger man allerede har påvist ved hjelp av andre metoder.



Figur 29: Sammenlikning av de ulike metodene som er benyttet i oppgaven.

## 5.2 Problematikk knyttet til datainnhenting

En sau kan rekke å flytte seg langt på en time, og dermed blir det vanskelig å skulle si noe bestemt om hva en sau foretar seg i løpet av et 24 timers døgn. Men mye tyder allikevel på at man kan bestemme enkelte hvileperioder ved å studere bevegelsesmønsteret over lengre tid. Vi utførte en test på Hol med en GPS fra TraceME, som logget posisjon til sauene hvert minutt. Man kan dermed se hvor mye aktivitet det er mellom to av loggingene fra Telespor-enheten som logget hver halvtime (Figur 30).



Figur 30: Forskjell på sporing med Telespor og Trace ME

GPS-posisjonen kan også være heftet med feil som beskrevet i avsnitt 2.3.2. Vi valgte å se bort ifra GDOP verdien i våre analyser. Per mottaker var det kun registrert mellom 10 og 50 GDOP-verdier over 10. For en mottaker som i løpet av en sesong registrerer 4000 punkt utgjør dette mellom 0.25 og 1.25 prosent. Flesteparten av GDOP-verdiene over 15 ble registrert i perioden mellom klokken 04.00 og 07.00 i løpet av flere ulike datoer.

Det er også viktig å ta hensyn til at den samlede GPS-feilen vil kunne gi relativt store utslag. Dette kan for eksempel føre til at punkt som skulle vært inkludert i en klynge ikke havner i klyngen. Denne feilen gjør også at GPS-sporet til en sau kan indikere at den har gått rundt på et lite område, selv om den i virkeligheten har ligget helt i ro.

### 5.3 Problematikk knyttet til datamodellene

Analysene som utføres vil være sterkt avhengige av tidsintervallene man velger å se på. Analysene forteller noe om akkurat det tidsintervallet som studeres, men heller ikke mer. Dette er viktig å være klar over i behandlingen av data. Sauenes døgnrytme følger ikke gitte klokkeslett, men om man studerer dataene vil man finne perioder med lavere aktivitet. Det beste hadde vært å vite når sauene sov, og på den måten hente ut posisjoner for alle sovende sauer. Dersom man kunne registrert pulsmålinger fra sauene ville man kanskje kunne sagt noe om graden av aktivitet. Og man kunne muligens skilt mellom en sovende sau og en sau som ligger og tygger drøv.

Valg av søkeradius vil påvirke resultatene i stor grad, og kartografien vi også kunne gi uriktig inntrykk. Store søkeområder vil føre til at flere posisjoner registreres i samme klynge. Velger man på den andre side for liten søkeradius vil man risikere å få færre/mindre klynger enn det faktisk er i virkeligheten.

Når det gjelder valg av kartografi for fremstilling av analyseresultatene har standardinnstillingene i ArcGis blitt benyttet. Som «stretch»-metode benyttet man «standardavvik», og verdien ble satt til 3. Om man øker denne verdien vil man få færre hotspots, men de hotspotene man sitter igjen med indikerer hvor det er aller størst tetthet.

Et problem med buffermetoden (3.3.3) er at den ikke fanger opp en sau som har forlatt klyngen for å så komme tilbake. Dermed kan det se ut som en sau har vært ved saltsteinen hele natten, mens den faktisk har beitet en runde før den igjen returnerer til saltsteinen. Et forslag til forbedring av buffermetoden hadde vært å lage en løsning som luket ut punkt fra sauer som akkurat ankommer eller forlater klyngen. Dette kan man kanskje gjøre ved å kreve at de punktene i en klynge som er tidligst/senest registrert ikke er lenger unna nærmeste punkt klyngen enn for eksempel halvparten av den originale søkeradiusen. Dermed vil man kunne luke ut posisjoner der sauene ikke har begynt/ er ferdig med å hvile.

## 5.4 Forslag til videre studier

GPS-målinger kan kombineres med andre data i et GIS. Dette gir potensielt sett muligheten for å studere sauers bevegelse i sammenheng med andre faktorer.

Man har gode vegetasjonskart for beitet i Hol, og det foreligger planer om vegetasjonskartlegging av øybeitene på Helgeland. Om dette blir en realitet vil det være interessant å studere hvor mye tid hver sau tilbringer i de enkelte vegetasjonstyper.

Meteorologisk institutt har lagt ut værdata fra alle sine værstasjoner for gratis nedlastning. Man kan derfor utføre en studie av hvordan ulike værforhold påvirker sauens forflytninger. Ved å montere egne værstasjoner i beitet vil man få mer nøyaktige værdata.

I alle tilfeller er det dessuten interessant å få så høy samplingfrekvens som mulig. For at dette skal kunne gjøres enkelt bør man gjøre en del tilpasninger på det utstyret som ble benyttet. Alt utstyret bør bygges inn i en spesialkonstruert boks som er støtsikker og vanntett. Enheten bør kunne lades uten å måtte åpne boksen. Det bør også lages en slags hurtigkobling for rask montering av boksen på sauens klave. Om man har to slike bokser kan man oppnå tilnærmet kontinuerlige målinger gjennom en sesong. Bedre eller flere batterier vil også lette arbeidet med innsamling av data betraktelig.

For å enklere kunne avgjøre om sauene er i bevegelse eller ikke, kan man benytte akselerometre. Dette finnes for eksempel i TraceME enheten som ble testet ut på Hol i august 2014. Da vil man, sammen med posisjonsdata, få informasjon om sauene er i bevegelse når den blir logget.



## 6. Konklusjon

Det lar seg gjøre å benytte GIS for å avdekke om sauene bruker ulike deler av beitet til ulike tidspunkt. I denne oppgaven ser man at sauene bruker ulike områder av beitet på dagen og natten. Det er også forskjell i hvordan beitet brukes fra sesong til sesong og mellom år. Det var vanskeligere å sammenlikne habitater, men det ser ut til at mange av de samme tendensene er like på tvers av habitatene.

Det har ikke latt seg påvise at sauene på Helgeland er mer eller mindre aktive på natten enn sine artsfrender på Hol.

Det er mulig å gjenkjenne enkelte typer adferd som tidligere er beskrevet om sauers bruk av beiteområder. Man ser tendenser til at sauene holder seg i ro på natten, og at de også trekker opp i høyden, eller til steder med le for å hvile. Det er heller ingen tvil om at saltsteiner, leskur og tilgang på vann i stor grad påvirker hvor sauene ferdes.

Ved å øke samplingfrekvensen vil man trolig kunne få bedre resultater, og dermed også bedre mulighet til å avdekke forskjeller i bruk av beite i ulike tidsrom. Dette vil kreve langt hyppigere oppfølging av sauene på beitet, og man risikere å påvirke sauenes adferd ved å øke den menneskelige tilstedeværelsen i beitet.

Funnene i denne oppgaven kan benyttes til å planlegge plassering av objekter man vet sauene oppsøker. På den måten kan man påvirke sauene til å beite og oppholde seg i bestemte områder.

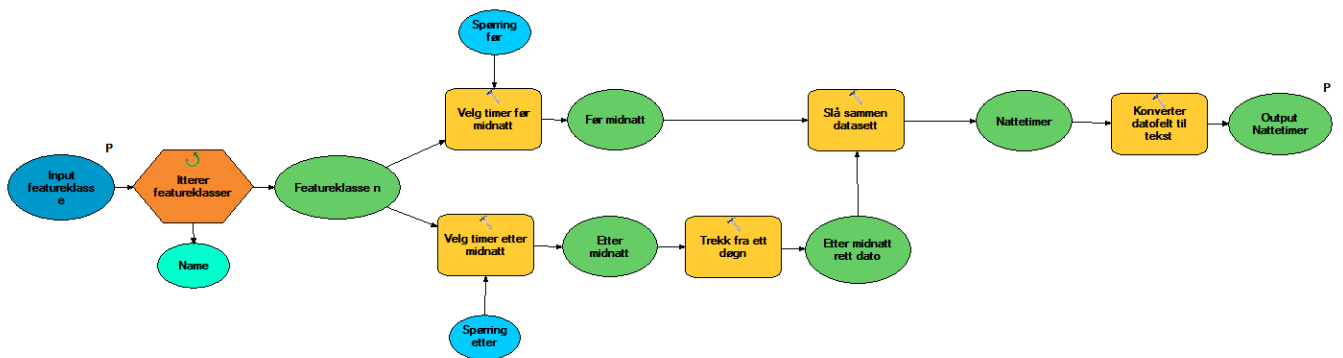




# 7. Vedlegg

Vedlegget inneholder modellene som ble benyttet i oppgaven.

## 7.1 Nattetimer



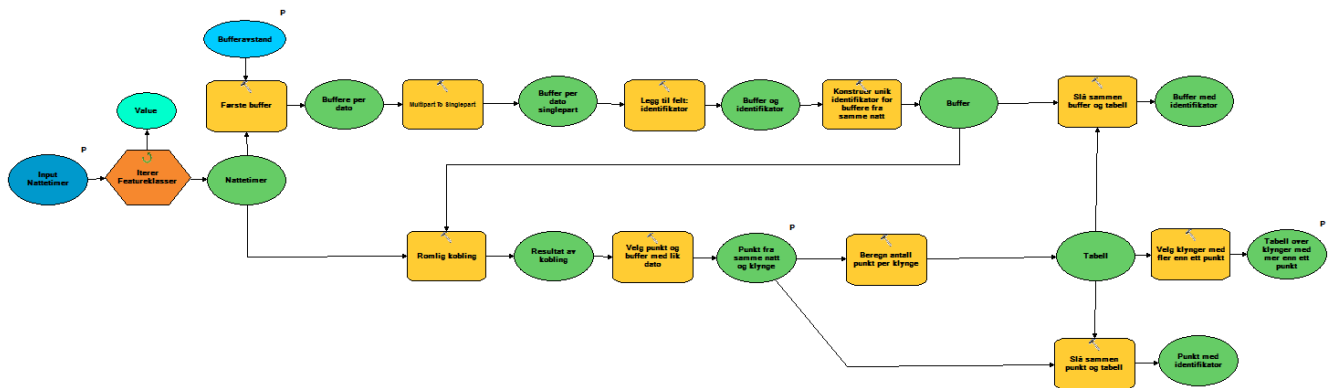
```
1. # -*- coding: utf-8 -*-
2. # -----
3. # Nattetimer.py
4. # Created on: 2015-05-10 17:24:50.00000
5. # (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
6. # Usage: Nattetimer <Input_featureklasse> <Output_Nattetimer>
7. # Description:
8. # Programmet trekker ut alle tidspunkt fra samme natt.
9. # Studietidspunkt kan bestemmes av bruker
10.
11. # -----
12.
13. # Import arcpy module
14. import arcpy
15.
16. # Load required toolboxes
17. arcpy.ImportToolbox("Model Functions")
18.
19. # Script arguments
20. Input_featureklasse = arcpy.GetParameterAsText(0)
21.
22. Output_Nattetimer = arcpy.GetParameterAsText(1)
23.
24. # Local variables:
25. Featureklasse_n = Input_featureklasse
26. Etter_midnatt = Featureklasse_n
27. Etter_midnatt_rett_dato = Etter_midnatt
```

```

28. Nattetimer = Etter_midnatt_rett_dato
29. Før_midnatt = Featureklasse_n
30. Name = Input_featureklasse
31. Spørring_etter_midnatt = "extract(hour from MåletidspunktDATE) between 00 and 05"
32. Spørring_før_midnatt = "extract(hour from MåletidspunktDATE) between 21 and 24"
33.
34. # Process: Itterer featureklasser
35. arcpy.IterateFeatureClasses_mb(Input_featureklasse, "", "", "NOT_RECURSIVE")
36.
37. # Process: Velg timer etter midnatt
38. arcpy.Select_analysis(Featureklasse_n, Etter_midnatt, Spørring_etter_midnatt)
39.
40. # Process: Trekk fra ett døgn
41. arcpy.CalculateField_management(Etter_midnatt, "MåletidspunktDATE", "[MåletidspunktD
    ATE] - 1", "VB", "")
42.
43. # Process: Velg timer før midnatt
44. arcpy.Select_analysis(Featureklasse_n, Før_midnatt, Spørring_før_midnatt)
45.
46. # Process: Slå sammen datasett
47. arcpy.Merge_management("Z:\\Masteroppgave\\Masterdata.gdb\\nightend;Z:\\Masteroppgav
    e\\Masterdata.gdb\\nightbeginning", Nattetimer, "Date \\Date\\ true true false 254 T
    ext 0 0 ,First,#,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightend,Date,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,Date,-1,-
    1;Time \\Time\\ true true false 254 Text 0 0 ,First,#,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.g
    db\\Nattetimer13\\Nightend,Time,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,Time,-1,-
    1;North_ \\North_\\ true true false 8 Double 0 0 ,First,#,Z:\\Masteroppgave\\Helgela
    nd.gdb\\Nattetimer13\\Nightend,North_,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,North_,-1,-
    1;East_ \\East_\\ true true false 8 Double 0 0 ,First,#,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland
    .gdb\\Nattetimer13\\Nightend,East_,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,East_,-1,-
    1;Alt \\Alt\\ true true false 8 Double 0 0 ,First,#,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb
    \\Nattetimer13\\Nightend,Alt,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,Alt,-1,-
    1;Måletidspunkt \\Måletidspunkt\\ true true false 255 Text 0 0 ,First,#,Z:\\Masterop
    pgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightend,Måletidspunkt,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,Måletidspunkt,-1,-
    1;MåletidspunktDATE \\MåletidspunktDATE\\ true true false 8 Date 0 0 ,First,#,Z:\\Ma
    steroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightend,MåletidspunktDATE,-1,-
    1,Z:\\Masteroppgave\\Helgeland.gdb\\Nattetimer13\\Nightbeginning,MåletidspunktDATE,-
    1,-1")
48.
49. # Process: Konverter datofelt til tekst
50. arcpy.ConvertTimeField_management(Nattetimer, "MåletidspunktDATE", "'Not Used'", "St
    ringDato", "TEXT", "yyyyMMdd;1044;")

```

## 7.2 Buffermodell



```

1. # -*- coding: utf-8 -*-
2. # -----
3. # Buffermetode.py
4. # Created on: 2015-05-10 18:16:14.00000
5. # (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
6. # Usage: Buffermetode <Input_Nattetimer> <Bufferavstand> <Tabell_over_klynger_med_me
7. # Description:
8. # Programmet henter ut alle punkt I en klynge.
9. # -----
10.
11. # Import arcpy module
12. import arcpy
13.
14. # Load required toolboxes
15. arcpy.ImportToolbox("Model Functions")
16.
17. # Script arguments
18. Input_Nattetimer = arcpy.GetParameterAsText(0)
19.
20. Bufferavstand = arcpy.GetParameterAsText(1)
21.
22. Tabell_over_klynger_med_mer_enn_ett_punkt = arcpy.GetParameterAsText(2)
23.
24. Punkt_fra_samme_natt_og_klynge = arcpy.GetParameterAsText(3)
25.
26. Buffer_per_dato_singlepart = arcpy.GetParameterAsText(4)
27.
28. # Local variables:
29. Buffer_og_identifikator = Buffer_per_dato_singlepart
30. Buffer = Buffer_og_identifikator
31. Resultat_av_kobling = Buffer
32. Buffer_med_identifikator = Buffer
33. Buffere_per_dato = Bufferavstand
34. Nattetimer = Input_Nattetimer
35. Value = Input_Nattetimer
36. Tabell = Punkt_fra_samme_natt_og_klynge
37. Punkt_med_identifikator = Tabell
38.
39. # Process: Iterer Featureklasser
40. arcpy.IterateFeatureClasses_mb(Input_Nattetimer, "", "", "NOT_RECURSIVE")

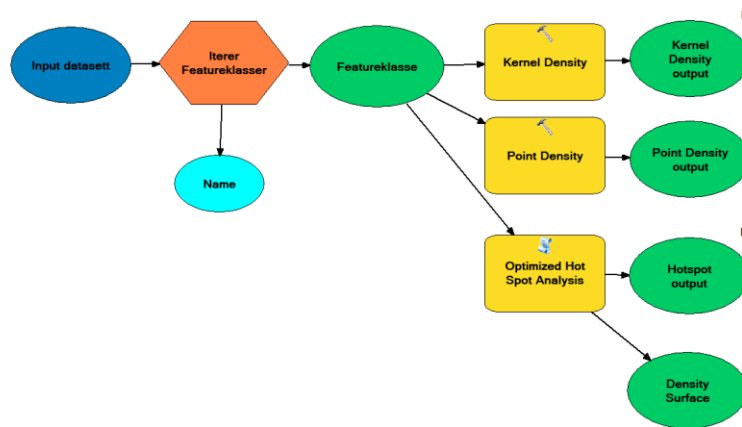
```

```

41.
42. # Process: Første buffer
43. arcpy.Buffer_analysis(Nattetimer, Buffere_per_dato, Bufferavstand, "FULL", "ROUND",
    "LIST", "StringDato")
44.
45. # Process: Multipart To Singlepart
46. arcpy.MultipartToSinglepart_management(Buffere_per_dato, Buffer_per_dato_singlepart)
47.
48. # Process: Legg til felt: identifikator
49. arcpy.AddField_management(Buffer_per_dato_singlepart, "identifikator", "TEXT", "", "
    ", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
50.
51. # Process: Konstruer unik identifikator for buffere fra samme natt
52. arcpy.CalculateField_management(Buffer_og_identifikator, "identifikator", "str(!ORIG
    _FID!) + '.' + str( !OBJECTID!)", "PYTHON_9.3", "")
53.
54. # Process: Romlig kobling
55. arcpy.SpatialJoin_analysis(Nattetimer, Buffer, Resultat_av_kobling, "JOIN_ONE_TO_ONE
    ", "KEEP_ALL", "", "INTERSECT", "", "")
56.
57. # Process: Velg punkt og buffer med lik dato
58. arcpy.Select_analysis(Resultat_av_kobling, Punkt_fra_samme_natt_og_klynge, "StringDa
    to = StringDato_1")
59.
60. # Process: Beregn antall punkt per klynge
61. arcpy.Statistics_analysis(Punkt_fra_samme_natt_og_klynge, Tabell, "identifikator COU
    NT", "identifikator")
62.
63. # Process: Velg klynger med fler enn ett punkt
64. arcpy.TableSelect_analysis(Tabell, Tabell_over_klynger_med_mer_enn_ett_punkt, "COUNT
    _identifikator > 1")
65.
66. # Process: Slå sammen punkt og tabell
67. arcpy.JoinField_management(Punkt_fra_samme_natt_og_klynge, "identifikator", Tabell,
    "identifikator", "")
68.
69. # Process: Slå sammen buffer og tabell
70. arcpy.JoinField_management(Buffer, "identifikator", Tabell, "identifikator", "")

```

## 7.3 Analysemodell



```

# -*- coding: utf-8 -*-
# -----
--
# Hotspot.py
# Created on: 2015-05-13 22:15:02.00000
# (generated by ArcGIS/ModelBuilder)
# Usage: Hotspot <Hol> <Kernel_Density_output> <Hotspot_output>
# Description:
# -----
--

# Import arcpy module
import arcpy

# Check out any necessary licenses
arcpy.CheckOutExtension("spatial")

# Load required toolboxes
arcpy.ImportToolbox("Model Functions")

# Script arguments
Hol = arcpy.GetParameterAsText(0)

Kernel_Density_output = arcpy.GetParameterAsText(1)

Hotspot_output = arcpy.GetParameterAsText(2)

# Local variables:
FeatureClass = Hol
PointDe_Feat1 = FeatureClass
Density_Surface = FeatureClass
Name = Hol

# Process: Iterate Feature Classes
arcpy.IterateFeatureClasses_mb(Hol, "", "POINT", "NOT_RECURSIVE")

```

```
# Process: Kernel Density
arcpy.gp.KernelDensity_sa(FeatureClass, "NONE", Kernel_Density_output,
"4,97152479999841E-05", "", "SQUARE_MAP_UNITS")

# Process: Point Density
arcpy.gp.PointDensity_sa(FeatureClass, "NONE", PointDe_Feat1,
"4,97152479999841E-05", "Circle 0,000344 MAP", "SQUARE_MAP_UNITS")

# Process: Optimized Hot Spot Analysis
arcpy.OptimizedHotSpotAnalysis_stats(FeatureClass, Hotspot_output, "",
"COUNT_INCIDENTS_WITHIN_FISHNET_POLYGONS", "", "", Density_Surface)
```

## 8. Kilder

Animalia (2014). "Statistikk for sau og lam." Retrieved 14.04, 2015, from <http://www.animalia.no/Slakt--kjott--og-eggkvalitet/Klassifisering/Statistikk---Slakt/Statistikk-for-SAU-og-LAM/Statistikk---SauLam/>.

Clark, P. J. and F. C. Evans (1954). "Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations." *Ecology* **35**(4): 445-453.

ESRI (2015). ArcGis10.2. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute (ESRI).

ESRI (2015). "How Optimized Hot Spot Analysis Works." Retrieved 28.04, 2015.

ESRI (2015). "Introduction to GPS." Retrieved 14.04, 2015, from [http://webhelp.esri.com/arcpad/8.0/userguide/index.htm#capture\\_devices/concept\\_intro.htm](http://webhelp.esri.com/arcpad/8.0/userguide/index.htm#capture_devices/concept_intro.htm).

ESRI (2015). "What is ModelBuilder?". Retrieved 13.04, 2015, from [http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What\\_is\\_ModelBuilder/02w00000001000000/](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What_is_ModelBuilder/02w00000001000000/).

Followit (2015). "Pellego." Retrieved 05.05, 2015, from <http://shop.followit.se/sv/produkter/boskapsskotsel/>.

Followit (2015). "Produktblad." Retrieved 14.04, 2015, from <http://www.followit.se/Filer/Produktblad/Pellego-SE.pdf>.

Forsell, B. (2015, 11.10.2009). "GPS." Retrieved 14.04, 2015, from <https://snl.no/GPS>.

Getis, A. and J. K. Ord (1992). "The analysis of spatial association by use of distance statistics." *Geographical analysis* **24**(3): 189-206.

Hofmann-Wellenhof, B., et al. (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more, Springer Vienna.

Johnson, D. D. and D. C. Ganskopp (2008). "GPS Collar Sampling Frequency: Effects on Measures of Resource Use." *Rangeland Ecology & Management* **61**(2): 226-231.

Kartverket (2015). "Norge i bilder." Retrieved 23.04, 2015, from <http://www.norgebilder.no/>.

Maryam Teimouri, H. T. (2014). PhD Project Show Case: Insight into Animal Movement Data Using Machine Learning Techniques.

National Coordination Office for Space-Based Positioning, N., and Timing (2015). "Control segment." Retrieved 14.04, 2015, from <http://www.gps.gov/systems/gps/control/>.

NMBU (2014). "Sau i drift." Retrieved 14.04, 2015, from <http://www.nmbu.no/om/fakulteter/vetbio/institutter/iha/forskning/prosjekter/dr-vtyggerfysiologi-og--ern-ring-/node/10681>.

NSG (2015). "Sauerasene i Norge." Retrieved 02.05 [http://www.nsg.no/saueraser-i-norge/category719.html#Norsk\\_kvit\\_sau](http://www.nsg.no/saueraser-i-norge/category719.html#Norsk_kvit_sau), 2015.

O'Sullivan, D. and D. J. Unwin (2010). Geographic information analysis. Hoboken, NJ, Wiley.

Olav Strand, V. G., Per Jordhøy, Roy Andersen and M. P. Ingrid Nerhoel, Bram Van Moorter (2015). Villrein og ferdsel i Rondane, Norsk institutt for naturforskning.

Putfarken, D., et al. (2008). "Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment." Applied Animal Behaviour Science **111**(1-2): 54-67.

QGIS (2012). "Quantum GIS geographic information system."

Rutter, S. M., et al. (1997). "Use of GPS to identify the grazing areas of hill sheep." Computers and Electronics in Agriculture **17**(2): 177-188.

Telespor (2015). "Telespor-systemet." Retrieved 14.04, 2015, from <http://telespor.no/informasjon/telespor-systemet/>.

Telespor (2015). "Telespor priser." Retrieved 14.04, 2015, from <http://telespor.no/priser/>.

Torstein H. Garmo, E. S. (1989). IV Sauen på utmarksbeite. Saueboka. A. Maurtveit, Landbruksforlaget.







Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)