

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi
Institutt for skog- og utmarksfag
Campus Evenstad

Karen Sofie Frostvoll

6EV299 Bacheloroppgave

Næring i elgbeite om våren i sammenheng med migrasjon

Nutritional composition of moose spring diet
in relation to migration

Bachelor i utmarksforvaltning

Våren 2023

Samtykker til utlån hos høyskolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Sammendrag

Forskning på elgens diett og fôrselektivitet er viktig for å forstå dens fysiologi og hvordan den responderer på klima- og miljøendringer. Matselektivitet hos dyr er en kompleks prosess som er påvirket av både kvalitet og tilgjengelig fôrarter. Studier har vist at dyr kan selektere mat for å oppnå en bestemt næringsbalanse og kompensere når denne balansen ikke er oppnådd. Energi- og proteininnholdet i fôrartene spiller en viktig rolle i elgens fôrselektivitet. Protein er spesielt viktig for inntak av aminosyrer og ulike kroppsfunksjoner, mens karbohydrater som fiber og fruktaner gir energi. Selektiviteten til elgen kan variere mellom ulike områder og breddegrader på grunn av variasjoner mellom sesongene og forskjeller i fôr kvalitet. Migrering er en strategi som flere hjortedyr, inkludert elg, bruker for å tilpasse seg sesongvariasjonene. Det at noen dyr hopper på «den grønne bølgen», der planteetere følger områder med fôr av den høyeste kvaliteten ettersom den vokser opp om våren, er en foreslått årsak til migrering.

I denne studien har jeg sett på næringsinnhold i elgens diett og hvordan dette påvirker dens bevegelsesmønster. Jeg har sammenlignet beiteprøver og treslagfordeling med GPS-posisjoner fra fem GPS-merkede elgkyr. Beiteprøvene ble tatt av vegetasjon med synlige beitespor og kjemisk analysert for fem næringsparametre. Dette ble sammenlignet med tid og daglig bevegelse.

Resultatet viste at elgene hadde lignende migrasjonsmønster som tidligere studier har funnet, der daglig bevegelse øker utover våren og elgene trekker nordover. Jeg fant at innholdet fruktaner i dietten avtok utover våren og at protein- og fiberinnholdet i dietten økte med økende bevegelse. Jeg så også at elgene foretrakk å oppholde seg i furuskog i forhold til gran- og lauvskog. Resultatene viser imidlertid ikke hva elgene spiste i forhold til tilgjengeligheten av beite, og studien fokuserte kun på et begrenset utvalg av næringsstoffer. Det kan også være flere faktorer som påvirker elgenes valg av næringskilder. Jeg fant derfor ut at næringsinnholdet i elgens diett endrer seg utover våren, men kan ikke fastslå at det er en årsak til migrering eller at elgene valgte å følge «den grønne bølgen».

Abstract

Research on the diet and forage selectivity of moose is important for understanding the physiology of moose and how they respond to environmental changes and a changing climate. Dietary selectivity in animals is a complex process influenced by both the quality and availability of forage species. Studies have shown that animals can selectively feed to achieve a specific nutritional balance and compensate when this balance is not achieved. The energy and protein content of forage species plays a crucial role in the forage selectivity of moose, with protein being particularly important for the intake of amino acids and various physiological functions, while carbohydrates such as fibre and water-soluble carbohydrates (WSC) provide energy. The forage selectivity of moose can vary across different areas and latitudes due to seasonal variations and differences in forage quality. Migration is a strategy used by several herbivores, including moose, to adapt to seasonal changes. The strategy «surfing the green wave» where herbivores track and exploit areas with the highest-quality forage as it emerges in spring, is one suggested reason for migration.

In this study, I examined the nutritional content of the moose diet and how it affects their movement patterns. I compared browse samples and tree species distribution with GPS locations from five GPS-collared female moose. The browse samples were collected from vegetation with visible signs of browsing and were chemically analyzed for specific nutritional parameters. These results were compared with time (day of the year) and a variable representing the daily movement of the moose.

The results showed that the moose exhibited similar migration patterns as found in previous studies, with daily movement increasing throughout spring and moose migrating northward. I found that the WSC-content in the diet decreased throughout spring, while the protein and fibre content increased with increasing movement. I also observed that pine forests were the preferred moose habitat compared to spruce and deciduous forests. However, my results do not indicate what the moose consumed in relation to the availability of forage, and the study focused only on a limited range of nutrients. There may be additional factors influencing the choice of food sources. Therefore, I concluded that the nutritional content of the moose diet changes throughout spring but cannot determine causality for migration or whether the moose followed the «green wave».

Forord

Denne studien er en avslutning på min treårige bachelorutdanning ved Høgskolen i Innlandet, Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi på avdeling Evenstad. Denne tiden har vært svært givende og lærerik. Jeg ville gjerne skrive om elgen da jeg er oppvokst med elgjakt i Rørosområdet og ville lære mer om selveste «Skogens konge». Jeg har også lært mye om forskningsarbeid og feltarbeid og hva som kreves av arbeid for slike studier. Mye verdifull læring fra dette prosjektet vil jeg ta med meg inn i det neste kapittelet som venter.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere Anne Randi Græsli og Alina Evans som ville gi meg denne oppgaven og har vært til stor hjelp underveis i hele prosessen og til alle døgnets tider. Takk spesielt til Anne Randi og hennes prosjekt for finansiering av denne studien, og som ga meg muligheten til å få være med å oppleve merking av elg. Takk til Ofotlab AS som ville utføre analyser av mine prøver i en ellers hektisk hverdag. Jeg vil også takke kollektivet for hundepass under lange feltdager og nyttige diskusjoner og faglige innspill, en spesiell takk til John Arne og Signe som hjalp meg stort med feltarbeidet.

Tusen takk!

Evenstad, 25.mai 2023

Karen Sofie Frostvoll

Karen Sofie Frostvoll

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	5
1 Bakgrunn	7
2 Materiale og metode.....	11
2.1 <i>Studieområde</i>	11
2.2 <i>Datamateriale</i>	12
2.2.1 <i>Beiteprøver</i>	12
2.2.2 <i>GPS-posisjoner</i>	13
2.2.3 <i>Kartdata</i>	13
2.3 <i>Kjemiske analyser</i>	13
2.4 <i>Statistiske analyser</i>	14
3 Resultat	15
3.1 <i>Oversikt over variabler</i>	15
3.2 <i>Artsfordeling beiteprøver</i>	15
3.3 <i>Sammenheng mellom tilbakelagt distanse og tid</i>	16
3.4 <i>Sammenheng mellom næring og tid</i>	17
3.5 <i>Sammenheng mellom tilbakelagt distanse og næring</i>	17
3.6 <i>Skogtype i habitatet</i>	19
4 Diskusjon.....	20
4.1 <i>Problemstillinger og hypoteser</i>	20
4.2 <i>Diskusjon av resultater</i>	20
5 Konklusjon.....	24
Litteraturliste	25
Vedlegg	30
<i>Vedlegg 1</i>	31
<i>Vedlegg 2</i>	32

1 Bakgrunn

Elgen (*Alces alces*) er verdens største hjortevilt og Norges største landlevende pattedyr. Den er en viktig nøkkelart i det nordiske økosystemet og er derfor viktig økologisk, men den er også økonomisk og kulturell viktig i Fennoskandia (Storaas et al., 2001). Med tanke på fremtidig forvaltning er det viktig å ha tilstrekkelig kunnskap om den ville elgens fysiologi og responser på endrende klima og miljø. Forståelse om elgens diett og fôrselektivitet vil også kunne gi kunnskap som kan løse pågående konflikter mellom elg og mennesker, blant annet med trafikk eller skogbruket (Jensen et al., 2020).

Planteetende pattedyr er generalister og jo større kroppsmasse, jo større artsvariasjoner inneholder dietten (Palo & Robbins, 1991). Å forstå hvordan ville planteetere selekterer fôrintaket er utfordrende. Flere studier har funnet grunnlag for at matselektiviteten skyldes en balansegang mellom kvalitet og tilgjengelighet (Moen, Pastor, & Cohen, 1997; Shipley et al., 1999). En har også lenge trodd at hovdyr selekterer mat hovedsakelig for å maksimere energiinntaket (van Wieren, 1996). I senere studier har det vist seg at en rekke dyr selekterer mat for å oppnå en bestemt næringsbalanse ved å innta mat med næringsstoffer i relative mengder, samt kompensere når balansen ikke er oppnådd (Felton et al., 2016).

Fennoskandia dekkes i aller størst grad av den sør-, mellom- og nordboreale sone. Elgen i Fennoskandia har dermed leveområdet sitt hovedsakelig i den boreale barskogen (Moen et al., 1998). Elgens tilgjengelige beite består primært av løvfellende trær, bartrær, busker, urter og graminider (Mysterud, 2000). Elgens diett består i stor grad av furu (*Pinus sylvestris*) og bjørk (*Betula ssp.*) i tillegg til bærlyng (*Vaccinium ssp.*) (Cederlund & Nyström, 1981; Spitzer et al., 2021). Elgens mest foretrukne arter er derimot ROS-artene; rogn (*Sorbus aucuparia*), osp (*Populus tremula*) og selje (*Salix ssp.*) (Danell et al., 2006; Wam & Hjeljord, 2010).

Det er ikke bare fôrtilgjengelighet som påvirker elgens selektivitet, men også årstidene (Wam & Hjeljord, 2010). Tørrstoffinntaket hos elg er høyere på sommeren enn vinteren, som kan forklares med at tørrstoffinnholdet er høyere hos planter om sommeren (Renecker & Hudson, 1985). Like sykluser ser man også hos reinsdyr (*Rangifer tarandus*) med en tydelig topp i tørrstoffinntaket i juli og bunn i januar (Mesteig et al., 2000). På vinteren er det et mindre antall fôrarter tilgjengelig for beiting. Elgens diett består i hovedsak av kvister av trær og busker om vinteren i motsetning til sommerdietten med større grad av arter i feltsjiktet i tillegg til blader (Cederlund et al., 1980). Likevel er det vist til over 40 arter som elgen beiter på om vinteren (Hagen, 1987, sitert i Vivaas, 1987).

En studie fra Sverige viser foretrukne arter om vinteren basert på tre forskjellige metoder, der ROS-artene var den mest foretrukne gruppen, etterfulgt av einer (*Juniperus communis*) og hengebjørk (*Betula pendula*), og vanlig bjørk (*Betula pubescens*) og furu i prioritert rekkefølge (Månsson et al., 2007). Andre studier fra Sverige viser at elgens diett i vintersesongen hovedsakelig og nesten utelukkende består av furu med noe innslag av bjørk (Cederlund et al., 1980). Andre fant også en høyere andel furu i tillegg til selje i elgens vinterdiett, men den mest foretrukne arten var rogn i forhold til de andre artene (Shipley et al., 1998). Før trodde man at selektiviteten avtar om vinteren og at elgen i stedet velger å spise mer av det den foretrekker mindre av (Shipley et al., 1998), men det er vist at elgen har sterkere artsselektivitet om vinteren enn om sommeren. Årsaken til dette kan knyttes til det kjemiske innholdet i plantene (Wam & Hjeljord, 2010).

Flere studier viser at energi- og proteininnholdet i fôrartene spiller en viktig rolle i fôrselektiviteten til hovdyr, ikke at de spiser for å maksimere inntaket, men for å oppnå en bestemt balanse (Felton et al., 2018). Om vinteren er energi- og proteininnhold begrenset, og det er dermed forventet at elgen i sin diett vil velge arter som inneholder mest mulig proteiner og karbohydrater. Karbohydrater i planter består av en cellevegg som er bygd opp av fiber og sukker, og et celleinnhold som er bygd opp av enkle sukkertyper og stivelse. Fiberdelen av planten består av cellulose, hemicellulose og lignin, og det omtales som NDF (natural detergent fiber = fordøyelige fiber) (Durham et al., 2022). Sukkeret i celleinnholdet består av sakkarider og fruktaner, som samlet omtales som WSC (water-soluble carbohydrates = vannløselige karbohydrater). For drøvtyggere er mengden NDF og WSC i dietten viktig for fordøyelsesfunksjon og melkeproduksjon (Fustini et al., 2017; Klevenhusen et al., 2019). En for lav eller for høy konsentrasjon av karbohydrater kunne føre til sykdom, som vomacidose (også kalt sur vom), og det gjelder spesielt ved et for høyt WSC-inntak (Wobeser & Runge, 1975; Felton et al., 2021). Flere studier har vist at hjortevilt foretrekker et lavere fiberinnhold i fôret sitt (Tixier et al., 1997; Sauvé & Côté, 2007), men likevel kan en ikke si at høyt fiberinnhold er lik lav kvalitet da dette må undersøkes i sammenheng med andre bestanddeler i fôret (Felton et al., 2018). Hovdyr virker også i mindre grad å unngå fiberholdig kost om vinteren, sannsynligvis grunnet det sterke behovet for energi (Felton et al., 2018).

Dyr har egentlig ikke et behov for protein, men de trenger aminosyrer, som er byggesteinene i proteiner (Kung & Rode, 1996). Protein i fôr måles ofte som råprotein (CP), som inneholder ekte protein i tillegg til aminosyrer og andre nitrogenholdige- og ikke-nitrogenholdige forbindelser. Aminosyrer er blant annet viktig for produksjon av enzymer, melkeproteiner,

muskler, organer og annet vev (Erickson & Kalscheur, 2020). Studier har vist at hovdyr foretrekker fôr med høyt proteininnhold (Tixier et al., 1997). En studie av Wam et al. (2018) viste at elgen valgte å spise løv som inneholdt mer CP, men mindre WSC i forhold til tilgjengeligheten. Faktisk så det ut til at WSC aktivt ble unngått. Begge er kilder til energi, WSC mer lettfordøyelig enn CP, men protein er i tillegg en viktig kilde til aminosyrer. Denne seleksjonen kan vise at aminosyrer var viktigere enn energi.

Da det er funnet så store variasjoner i fôrselektivitet har flere konkludert med at selektiviteten i stor grad vil variere mellom ulike områder og på ulike breddegrader (Wam & Hjeljord, 2010). I Norden er det store sesongvariasjoner med lengre vinterperioder og kortere vekstsesonger, som gir en sterk sesongbasert fôr kvalitet. På grunn av dette har planteetere utviklet ulike strategier for å bedre kondisjon, blant annet migrering. For store planteetere ved nordlige breddegrader er det vanligste migrasjonsmønsteret å vandre mellom sommerbeite og vinterbeite, der sommerbeiter ligger høyere i terrenget enn vinterbeiter (Mysterud et al., 2012). Årsakene til slik sesongbasert migrering er bredt studert og kan skyldes blant annet snødybde (Sandegren et al., 1985), snø kvalitet (Ball et al., 2001) eller skiftende fôrtilgang (Sandegren et al., 1982). En annen forklaring for migrering om våren er fôrkonkurranse ved høy bestandstetthet i vinterbeiteområdet (Mysterud et al., 2011). Det er også sett på migrerende elg som følger et fast mønster i generasjoner, som skjer uavhengig av dårligere beite kvalitet i tilflyttende område og lav reproduksjonsevne (Andersen, 1991). Flere av hjortedyrene i Fennoskandia migrerer og det er vist at økende kroppsstørrelse har positiv sammenheng med i hvor stor grad og ved hvor lange avstander arten migrerer (Peters et al., 2019). Migrering kan også variere med drektighet (Singh et al., 2012), tilleggsfôring (Jones et al., 2014), topografi, og plantefenologi (Peters et al., 2019). Elgens diett endrer seg mot sommeren og mindre snø med større innslag bjørk og andre løvtrearter i tillegg til en høy andel urter (Cederlund & Nyström, 1981). Den mest åpenbare endringen i diett skjer om våren, da snø smelter og annen vegetasjon begynner å vokse (Cederlund et al., 1980). Forklaringen for migrering kalt «Green wave-hypotesen», sier at migrerende planteetere følger områder med den høyeste kvaliteten ettersom den vokser opp om våren (derav «green-wave surfing») (Drent et al., 1978, sitert i Bischof et al., 2012). Planter i tidlig fenologisk stadium inneholder mye protein og energi, men lite fiber, som gir lett fordøyelighet (Albon & Langvatn, 1992). Næringsrike planter er derfor en midlertidig ressurs og kan være en driver for forflytning langs den grønne bølgen. Diett med høy kvalitet over lengre tid øker energiinntaket og bedrer kondisjon. (Middleton et al., 2018).

I denne studien analyserte jeg næringsinnhold i elgbeite fra fem GPS-merkede elger i en ni-ukers periode om våren, og brukte disse dataene sammen med bevegelsesdata (GPS-posisjoner) fra de samme elgene i den samme perioden for å undersøke om elgens selektivitet for spesielle næringsstoffer endret seg over tid, for å se på om dette kunne være en drivkraft til endringer i bevegelsesmønster. Jeg undersøkte derfor 1) om daglig tilbakelagt distanse hos elgene endret seg over tid, 2) om det var noen variasjon i næringsinnhold i elgens foretrukne beite over tid, 3) om det var noen sammenheng mellom næringsinnhold i elgbeite og daglig tilbakelagt distanse hos elgene og 4) om det var noen foretrukne skogtyper elgene oppholdt seg i. Med bakgrunn i dette satte jeg opp følgende problemstillinger med tilhørende hypoteser:

1. *Varyerer elgens daglige tilbakelagte distanse over tid?*

- *H₀: Daglig tilbakelagt distanse er uavhengig av tid.*
- *H₁: Daglig tilbakelagt distanse varierer med tid.*

2. *Er det en endring i næringsinnhold i elgbeite over tid?*

- *H₀: Næringsinnhold representert ved tørrstoff, aske, råprotein, fiber og sukker i beite er uavhengig av tid.*
- *H₁: Næringsinnhold representert ved tørrstoff, aske, råprotein, fiber og sukker i beite varierer med tid.*

3. *Er det en sammenheng mellom næringsinnhold i beite og bevegelse hos elg?*

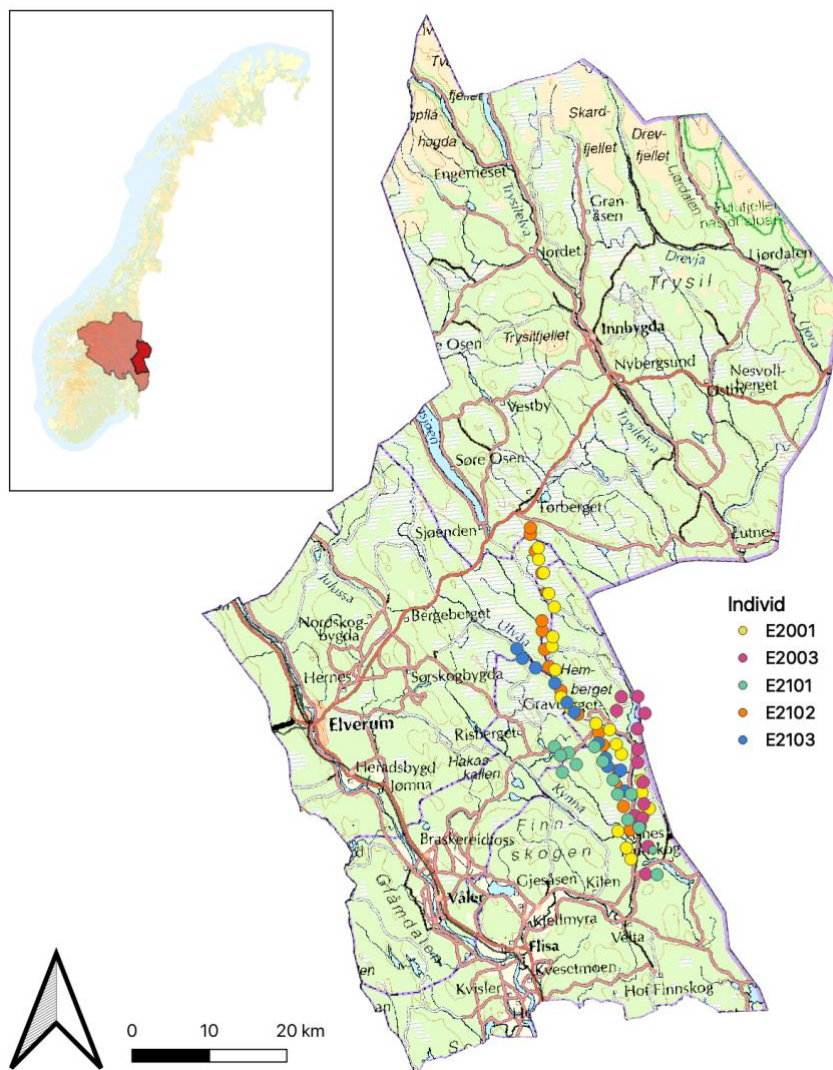
- *H₀: Næringsinnhold representert ved tørrstoff, aske, råprotein, fiber og sukker i beite er uavhengig av daglig tilbakelagt distanse.*
- *H₁: Næringsinnhold representert ved tørrstoff, aske, råprotein, fiber og sukker i beite varierer med daglig tilbakelagt distanse.*

4. *Hva er elgens foretrukne skogtype i habitatet?*

2 Materiale og metode

2.1 Studieområde

Datamaterialet ble innsamlet i Trysil, Elverum, Våler og Åsnes kommuner i Innlandet fylke (Figur 1). Studieområdet tilhører den nordlige boreale barskogen og domineres av gran (*Picea abies*), furu og bjørk. I tillegg er det innslag av osp og selje, rogn og gråor (*Alnus incana*). Kommunene har spredt bebyggelse med største tettheter langs Glomma (*Befolkningsstatistikk*, 2021). Skogarealer utgjør det meste av studieområdet i tillegg til noe spredte jordbruksarealer (Kvaløy, 2023). Området er også preget av myrterreng og lave koller (Moen et al., 1998). I området er det dokumenterte forekomster av ulv (*Canis lupus*), gaupe (*Lynx lynx*), jerv (*Gulo gulo*) og bjørn (*Ursus arctos*) (Sand et al., 2022). På en værstasjon sør i studieområdet (276 moh) lå snøen i gjennomsnitt fra midten av november frem til midten av april i årene 1991-2020 (Meteorologisk institutt, 2023).



Figur 1. Studieområdet med bevegelsesmønster for hver av elgene. Lys rød er Innlandet fylke, mørk rød er kommuner i studieområdet. Tegnforklaring til høyre.

2.2 Datamateriale

Datamaterialet er beiteprøver (n = 34) og GPS-posisjoner (n = 6360) fra fem GPS-merkede elgkyr, i tillegg til kartdata.

2.2.1 Beiteprøver

Beiteprøvene ble innsamlet én gang i uka, henholdsvis tirsdag og torsdag annenhver uke, over en 9-ukers periode i perioden 15.03.22 til 10.05.22. Dette gjorde jeg ved å gå ut til nylig oppdaterte GPS-posisjoner fra elgkyrne, som var oppdatert det siste døgnet før prøvene ble innsamlet. Når jeg nærmet meg posisjonene, forsøkte jeg å finne elgspor og videre beitespor på vegetasjonen omkring denne posisjonen. Ved første observasjon av tydelig beiting på vegetasjon, ble prøven tatt. Prøvene tok jeg ved å klippe av greiner fra trær og busker med tydelige beitespor (Figur 2). Videre klippet jeg opp greiner og kvister i biter på 2-3 cm og la de i prøvetagningsposer med mellom 150 gram og 300 gram prøvemateriale i hver pose. Det var kun ett treslag i hver prøvepose. Posene ble merket med dato, treslag og prøvenummer. Deretter ble prøvene lagret ved -20°C til de samlet ble sendt til Ofotlab AS (Myklebostad, Norge) for analyse. Beiteprøvedata er derfor næringsinnhold av det som er igjen av planter etter at elg har beitet på vegetasjon.



Figur 2. Tydelige beitespor etter elg på ung furu. Foto: Karen Sofie Frostvoll.

2.2.2 GPS-posisjoner

Elgene var instrumentert med GPS Vertex Plus halsbånd (Vectronic-Aerospace, Berlin, Tyskland) med blant annet en GPS-mottaker, en VHF sender, et GSM modem, et akselerometer og et termometer som måler omgivelsestemperaturen (Vectronic Aerospace, 2023). Halsbåndene var programmert til å sende GPS-posisjoner hver hele time ved bruk av GSM mobilnettet til en database server, WRAM (Wireless Remote Animal Movement), for lagring (Dettki et al., 2004).

Datasettet brukt i denne studien er begrenset til perioden 15.03.22 (doy («day of year») 74) til 10.05.22 (doy 130). Avstanden mellom hver koordinat er beregnet fra lengdegrad og breddegrad med Pytagoras, alle avstander per dag (fra midnatt til midnatt, UTC + 1) ble summert i variabelen *dist*, en indikator for daglig tilbakelagt distanse målt i meter. Variabel for tid er kalt *doy*, «day of year». På grunn av re-merking av elgene 03.04.22 og 06.04.22, ble bevegelsesdata, *dist*, for alle elgene tatt ut for perioden 03.04.22 – 09.04.22 (doy 93 – 99) da det er vist at elger blir påvirket av helikopteraktivitet i forbindelse med merking, og at bevegelse og hvile er stabilisert til normalen tre dager etter avsluttet merking (Græsli et al., 2023). For individ E2101 er det kun posisjonsdata fra doym 100 og fremover.

2.2.3 Kartdata

For kartdata brukte jeg SR16 – skogressurskart med informasjon om dominerende treslag. Dette er rasterdata med pikselstørrelse på 16 m² og stedfestingsnøyaktighet på ± 1 pxl. Kartet er oppdatert 09.03.23 og eier er Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO, 2023). Kartdata ble hentet fra Geonorge – Kartkatalogen og lastet ned i kartprojeksjon EUREF89 UTM sone 33. Verdiene for dominerende treslag er 1 = gran, 2 = furu, 3 = lauv og «NULL» for ikke skog, altså vann, myr, veier, åker og lignende.

2.3 Kjemiske analyser

Ved ankomst hos analyselaboratoriet ble beiteprøvene analysert ved hjelp av kjemisk analyse. Beiteprøvene ble analysert for følgende parametere: tørrstoff (Dry Matter), aske (Ash, total), råprotein (Crude Protein), fiber (Neutral Detergent Fiber) og sukker (Water Soluble Carbohydrates). Tørrstoff er oppgitt i prosent (%), aske, råprotein, fiber og sukker er oppgitt i g/kg tørrstoff.

Tørrstoff ble estimert ved ovenstørking av prøve ved 60° til det ble tørt, normalt 24 timer, før analyse (Goering & Van Soest, 1970). For estimering av aske ble metode 942.05 brukt etter

AOAC International (2016). Råprotein ble estimert ved bruk av en Karbon/Nitrogen-determinator med metode 990.03 (AOAC). Fiber ble estimert med bruk av filterposeteknikker (Ankom Technology DELTA) og metode 15 for aNDF-analyse (Van Soest et al., 1991). For estimering av Totalt sukker (WSC) ble et spektrofotometer (Genesys 10S Vis; Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, USA) brukt med metode etter Hall et al. (1999).

2.4 Statistiske analyser

Det første jeg gjorde var å få oversikt over datasettet ved hjelp av deskriptiv statistikk og utforme en tabell. Jeg lagde også et diagram for artsfordelingen for beiteprøvene og daglig tilbakelagt distanse for hver av elgene. Dette ble gjort i Microsoft Excel versjon 16.72.

Jeg undersøkte sammenhengen mellom daglig tilbakelagt distanse (x) og tid (y) ved enkel regresjon ved hjelp av funksjonen lineær modell. Jeg undersøkte sammenhengen mellom næringsinnhold i elgbeite (x) og tid (y) ved multippel regresjon ved hjelp av funksjonen lineær modell. Jeg utførte tilbakeseleksjon for å finne signifikante variabler. Det samme gjorde jeg mellom næringsinnhold i elgbeite (x) og daglig tilbakelagt distanse (y), der jeg også undersøkte mulige interaksjoner mellom næringsparametrene. Disse statistiske analysene ble gjort i Rcmdr-pakken (Fox & Bouchet-Valat, 2022) i programmet R 4.1.2 (R Core Team, 2021).

I tillegg undersøkte jeg i hvilken skogtype elgene oppholdt seg i forhold til tilgjengelig skogtype i habitatet. Dette gjorde jeg ved å bruke informasjon om dominerende treslag fra SR16 skogressurskart sammen med GPS-posisjonene. For å kunne sammenligne punkter i rasterkartet måtte jeg først lage et visuelt habitat for elgene. Dette gjorde jeg ved å tegne et polygon på frihånd med omtrent en fast avstand fra alle punktene. Jeg tegnet polygonet langs svenskegrensa og ikke over på norsk side, da skogressurskartet ikke dekker svensk side. Ut fra dette utelukket jeg også GPS-posisjonene på svensk side. For å få en uavhengig verdi for hvordan punktene hadde vært fordelt hvis det var tilfeldig, la jeg inn samme antall tilfeldige punkter i polygonet som det var GPS-posisjoner (n=6081). Deretter kunne jeg hente rasterverdier for hver av GPS-posisjonene og de tilfeldige punktene og sammenligne de. Denne analysen og utforming av kart ble gjort i programmet QGIS (QGIS Development Team, 2022).

3 Resultat

3.1 Oversikt over variabler

Oversikt over alle variablene som var med i analysene i Rcmdr med nødvendige opplysninger (Tabell 1). For oversikt over innsamlet datamateriale av beiteprøver se Vedlegg 1.

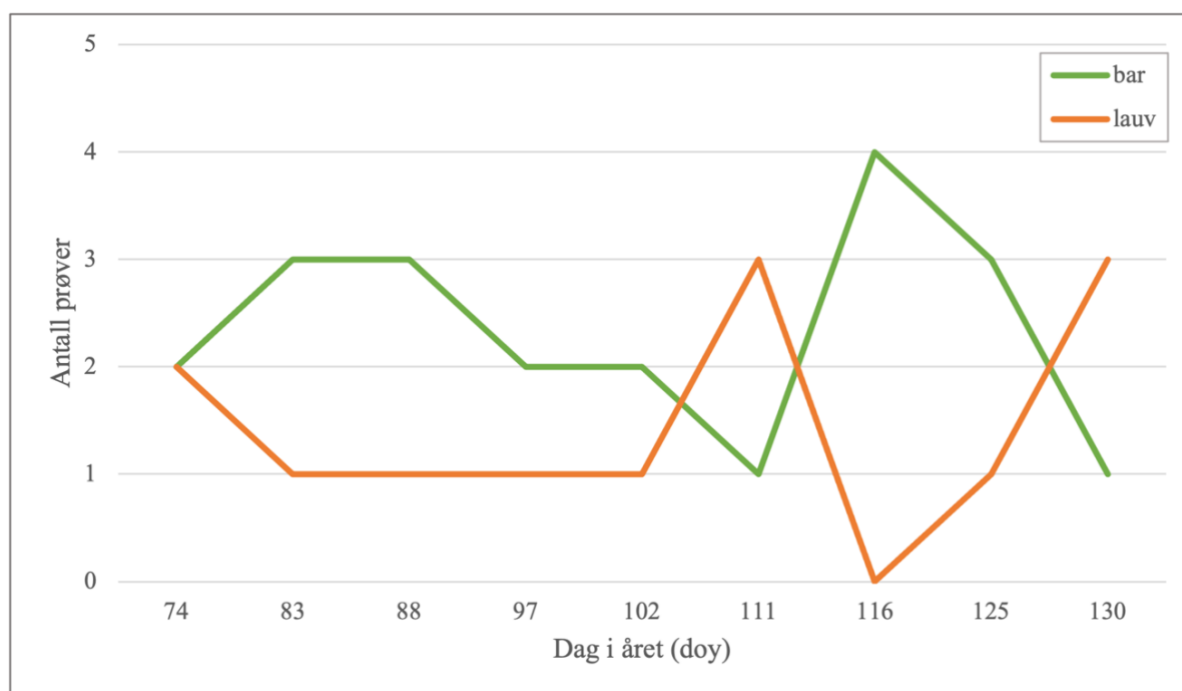
Tabell 1. Variabler med tilhørende gjennomsnitt, standardavvik, konfidensintervall (2SE), minimumsverdier og maksimumsverdier.

Variabel	Enhet*	Gjennomsnitt	Standardavvik	Konfidensintervall	Minimum	Maksimum
Dist	m	1676	1552	204	413	13458
Tørrstoff	%	49.7	5.9	2.0	42.8	61.7
Aske	g/kg ts	19	7	3	11	43
Råprotein	g/kg ts	60	11	4	42	82
Fiber	g/kg ts	561	81	28	437	687
Fruktaner	g/kg ts	65	18	6	32	102

* m = meter, % = prosent, g/kg ts = gram per kilo tørrstoff.

3.2 Artsfordeling beiteprøver

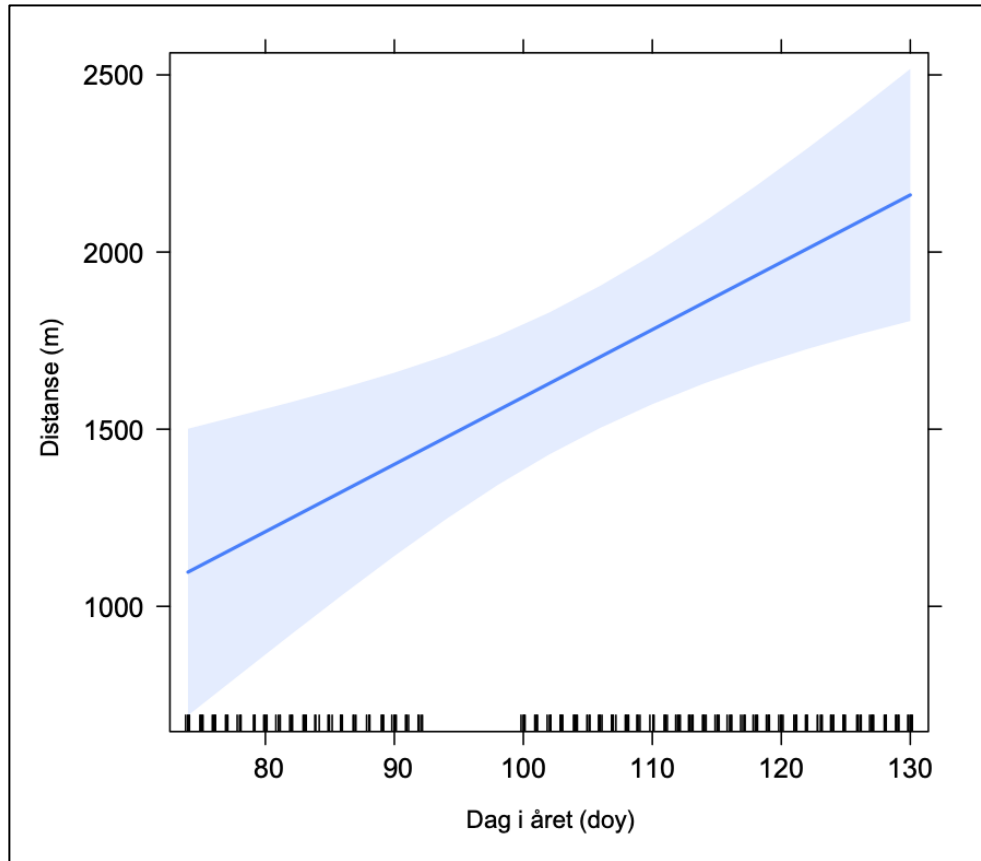
Fremstilling over artsfordelingen på innsamlede beiteprøver per innsamlingsdag der *bar* er prøver av furu og *lauv* er prøver av bjørk og selje (Figur 3).



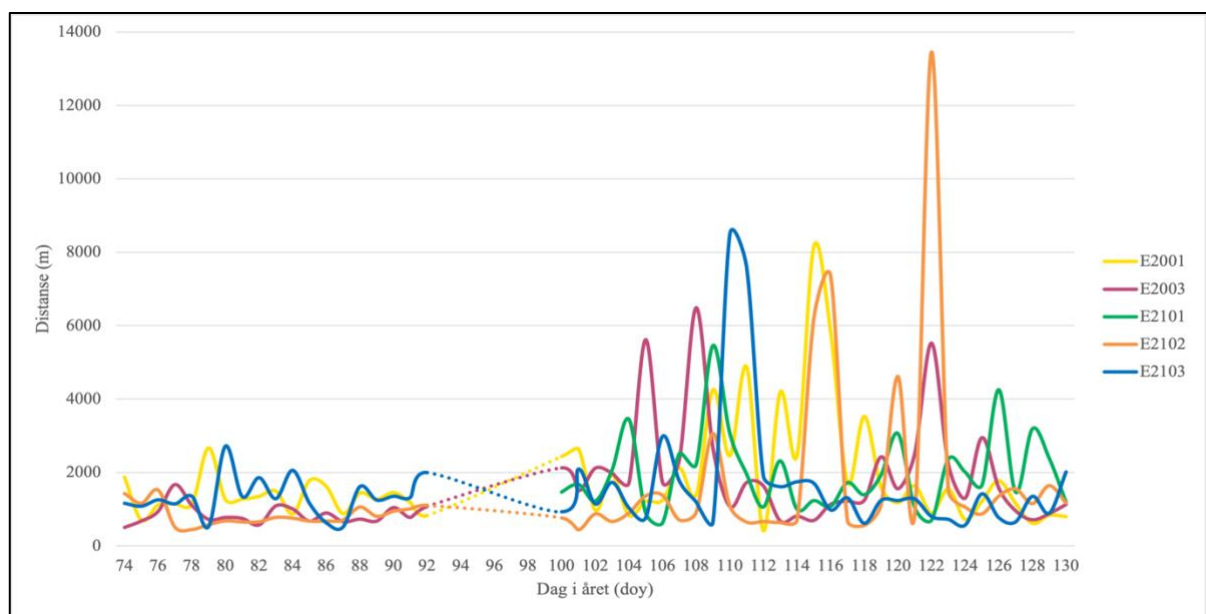
Figur 3. Beiteprøvenes artsfordeling mellom bar (grønn) og lauv (oransje) i perioden 15.mars (doy 74) til 10. mai (doy 130).

3.3 Sammenheng mellom tilbakelagt distanse og tid

Resultatene viste at daglig tilbakelagt distanse hadde en signifikant sammenheng med tid ($F_{1,229} = 10.44$, $p = 0.001$, $R^2 = 0.04$). Daglig tilbakelagt distanse økte med tid (Figur 4; Figur 5).



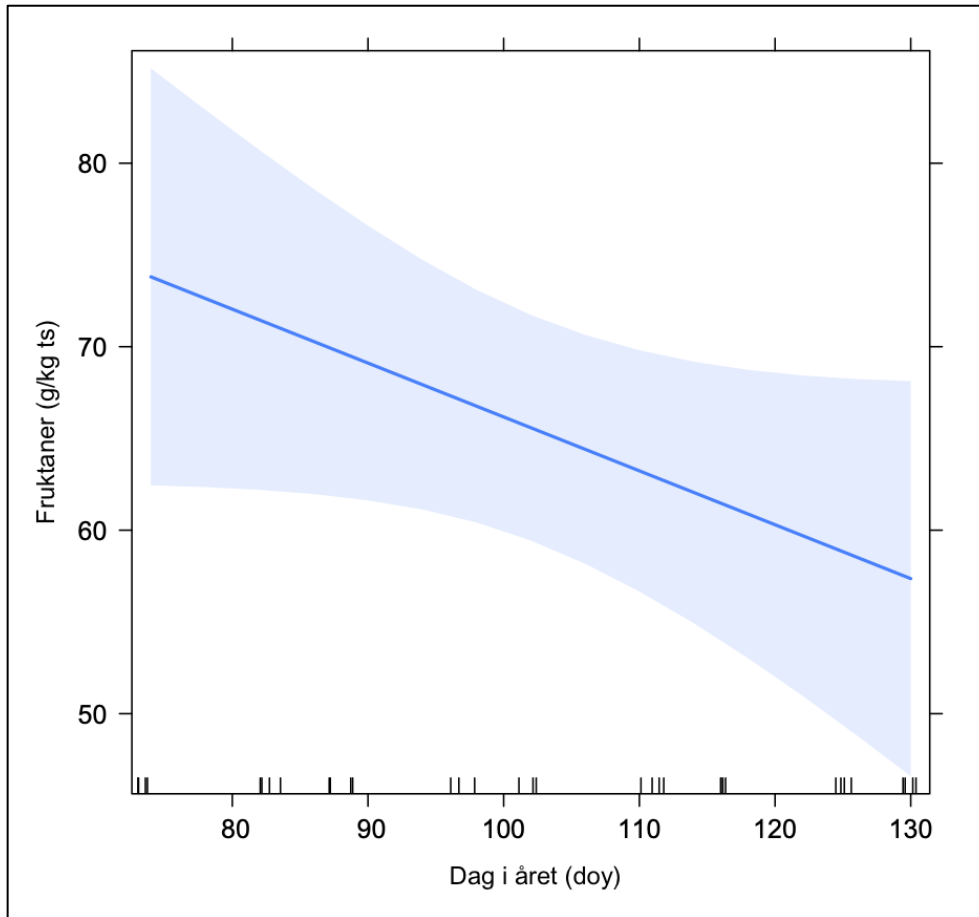
Figur 4. Modell over den signifikante sammenhengen mellom variablene dag i året og daglig tilbakelagt distanse.



Figur 5. Daglig tilbakelagt distanse (meter) for hver av individene. Stiplet linje er hvor data er tatt ut som følger av merking.

3.4 Sammenheng mellom næring og tid

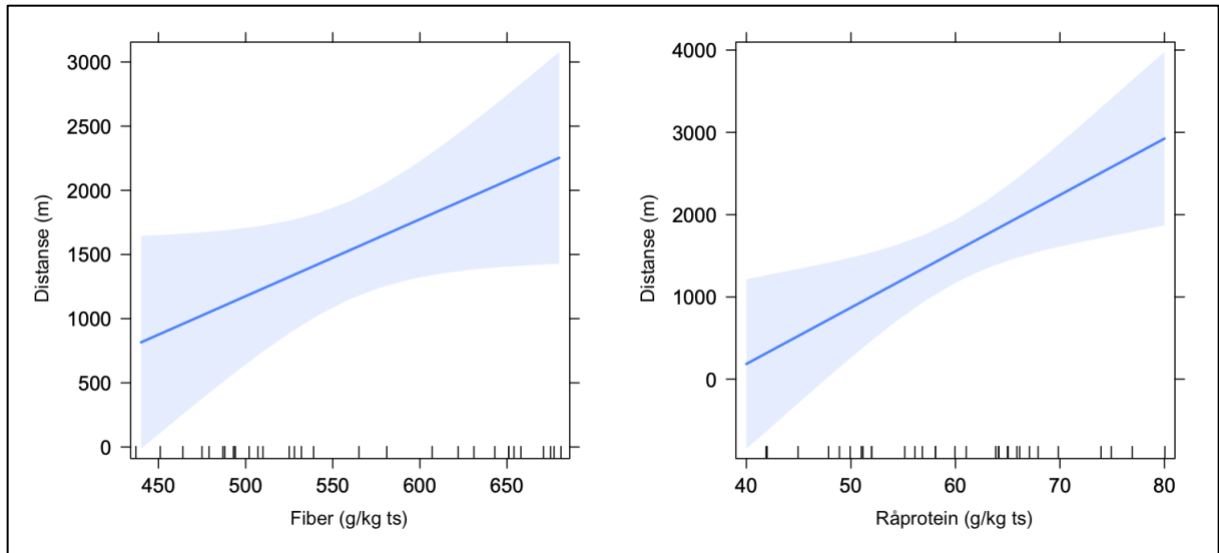
Resultatene viste en nær signifikant sammenheng mellom fruktaner og dag i året ($F_{1,32} = 3.31$, $p = 0.078$, $R^2 = 0.09$). Innholdet fruktaner hadde en synkende trend med tid (Figur 6). Jeg fant ingen signifikant sammenheng mellom tørrstoff, fiber, aske og råprotein og tid ($p \geq 0.1$).



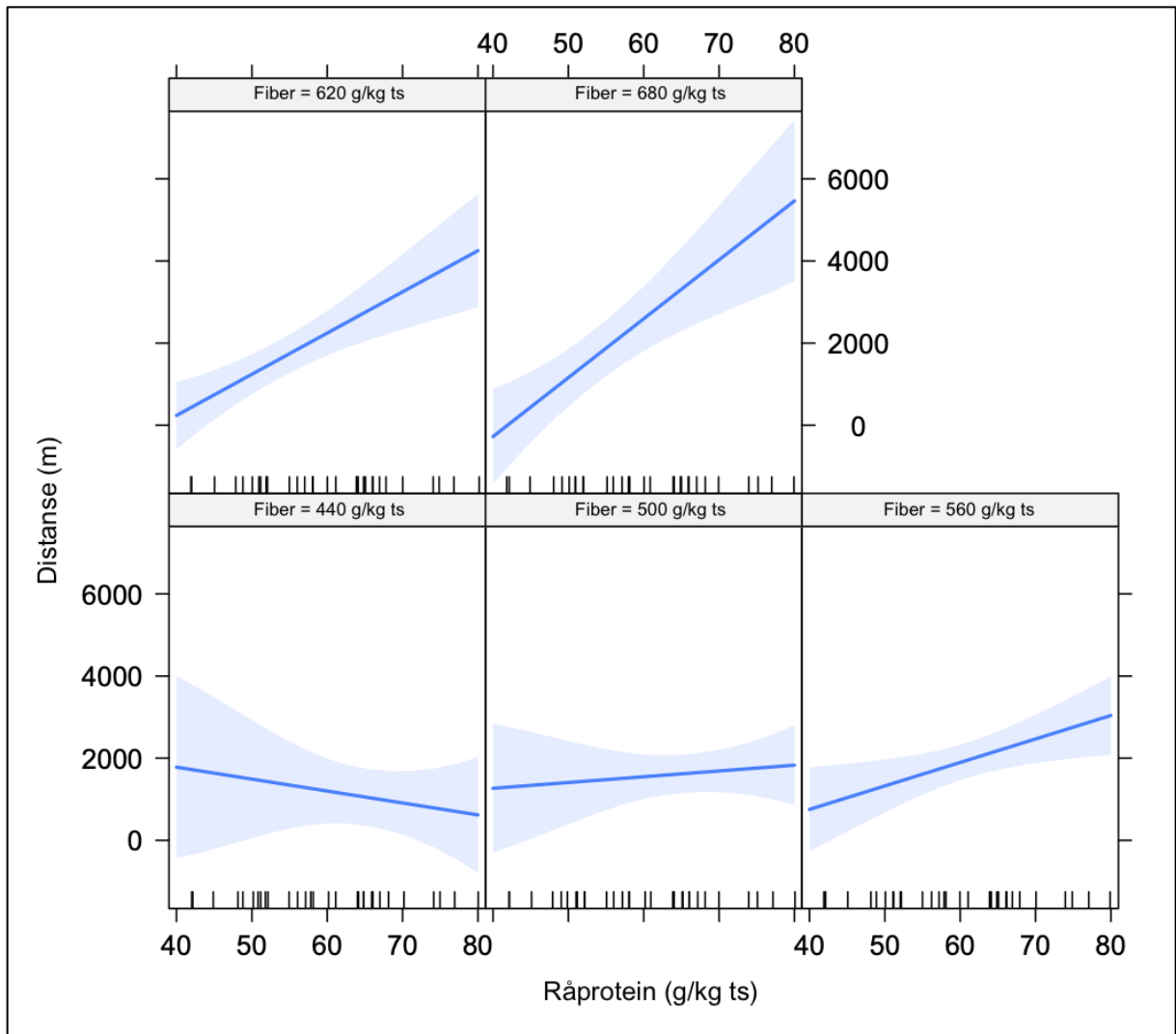
Figur 6. Modell over de nær signifikante variablene fruktaner og dag i året (doy).

3.5 Sammenheng mellom tilbakelagt distanse og næring

Resultatet viste en signifikant sammenheng mellom råprotein og daglig tilbakelagt distanse ($F_{2,28} = 4.24$, $p = 0.007$, $R^2 = 0.23$). Innholdet råprotein økte med daglig tilbakelagt distanse og fiber hadde en økende trend med daglig tilbakelagt distanse (Figur 7). Jeg fant også en nær signifikant sammenheng mellom fiber og daglig tilbakelagt distanse ($p = 0.054$), men ingen signifikant sammenheng mellom tørrstoff, fruktaner og aske og daglig tilbakelagt distanse ($p \geq 0.1$). Jeg fant en signifikant interaksjon mellom råprotein og fiber ($F_{3,27} = 6.09$, $p = 0.002$, $R^2 = 0.40$) (Figur 8), men fant ingen interaksjon mellom de andre variablene ($p \geq 0.1$).



Figur 7. Modell over den signifikante variabelen råprotein til venstre, og den nær signifikante variabelen fiber til høyre.



Figur 8. Modell over effekten av interaksjonen mellom råprotein og fiber på daglig tilbakelagt distanse.

3.6 Skogtype i habitatet

Resultatet viste at andelen elgposisjoner i dominerende granskog var 33.1 %, i furuskog 63 %, i lauvskog 1.2 % og 2.7 % utenfor skog. For tilfeldige posisjoner var andelen i dominerende granskog 31.2 %, i furuskog 53.6 %, i lauvskog 1.2 % og 14 % utenfor skog (Tabell 2).

Tabell 2. Antall og prosentfordeling for elgposisjoner og tilfeldige posisjoner i ulike treslag. «Sample» er antall posisjoner, «Null» er posisjoner utenfor skog.

TRESLAG	Elg		Random	
	SAMPLE	PROSENT	SAMPLE	PROSENT
<i>Gran</i>	2012	33.1	1897	31.2
<i>Furu</i>	3829	63.0	3258	53.6
<i>Lauv</i>	74	1.2	75	1.2
<i>Null</i>	166	2.7	851	14.0
Totalt	6081	100	6081	100

4 Diskusjon

4.1 Problemstillinger og hypoteser

Hvis vi ser på problemstillingen «*Varyerer elgens daglige tilbakelagte distanse over tid?*» viste resultatet etter lineær regresjon at daglig tilbakelagt distanse hadde signifikant sammenheng med tid. Jeg forkaster derfor H_0 da daglig tilbakelagt distanse varierer med tid.

For problemstillingen «*Er det en endring i næringsinnhold i elgbeite over tid?*» viste resultatet, etter multippel regresjon og tilbakeseleksjon, at fruktaner hadde en signifikant sammenheng med tid. Tørrstoff, aske, råprotein og fiber hadde ingen signifikant sammenheng med tid. Jeg forkaster derfor H_0 for fruktaner som varierte med tid, men beholder H_0 for tørrstoff, aske, råprotein og fiber som ikke varierte med tid.

Jeg undersøkte også problemstillingen «*Er det sammenheng mellom næringsinnhold i beite og bevegelse hos elg?*» der resultatet, etter multippel regresjon og tilbakeseleksjon, viste at råprotein hadde en signifikant sammenheng med daglig tilbakelagt distanse og fiber hadde en nær signifikant sammenheng med daglig tilbakelagt distanse. I tillegg viste resultatet en signifikant interaksjon mellom råprotein og fiber. For tørrstoff, aske og sukker viste resultatet ingen signifikans. Jeg forkaster derfor H_0 for råprotein som varierte med daglig tilbakelagt distanse, men kan ikke forkaste H_0 for fiber da variasjonen kun viste en trend. For tørrstoff, aske og sukker beholder jeg H_0 da de ikke varierte med daglig tilbakelagt distanse.

Til sist undersøkte jeg problemstillingen «*Hva er elgens foretrukne skogtype i habitatet?*» der jeg sammenlignet hvilken skogtype elgene oppholdt seg i forhold til tilgjengelig skogtype i habitatet. Resultatet viste størst forskjell i andelen posisjoner i furuskog og utenfor skog. I furuskog var antallet elgposisjoner ca. 10 % høyere enn andelen tilfeldige posisjoner, utenfor skog var andelen elgposisjoner ca. 11 % lavere enn andelen tilfeldige posisjoner. Andelen i granskog er omtrent lik mellom elger og tilfeldige posisjoner, henholdsvis 31.2 % og 33.1 % av posisjoner. I lauvskog var andelen helt lik, henholdsvis 1.2 %.

4.2 Diskusjon av resultater

Elger i studieområdet har over flere år vært studert på blant annet migrasjonsmønster og flere av elgene i denne studien viser lignende mønster (Sand et al., 2022). Sand et al. (2022) fant at vårtrekket til sommerbeiter lenger nord og nordvest i gjennomsnitt begynner 20. april (doy 110) og slutter 30. april (doy 120). Dette kan se ut til å samsvare med bevegelsesdataen i denne

studien da vi kan se at daglig tilbakelagt distanse er høyest i denne perioden og at samtlige trekker nordover. Den viktigste årsaken til dette kan være snøforhold, som flere studier har vist at påvirker vandringsmønsteret for elger i dette området (Sand et al., 2022). Ser en på bevegelsen før merking ser vi en svært lav forflytning hos alle elgene, noe som også kan forklares av snøforholdene. Ifølge snødybdeobservasjoner er den gjennomsnittlige snødybden i området omtrent lik null i midten av april (Meteorologisk institutt, 2023), noe som samsvarer godt med den økende bevegelsen hos de merkede elgene. Med mindre og mindre snømengder vil derfor den daglige bevegelsen hos elgene øke. Sand et al. (2022) diskuterte også i dette området muligheten for at elgen følger den grønne bølgen. Det kan også forklare hvorfor elger velger å være i samme området i stedet for å migrere når det er lite snø, da de ikke trenger å bruke energi på å forflytte seg for å finne bedre beite. I forhold til migrering ser en også i denne studien at vandringen begynner før snøen er borte. Årsaker som kan være avveieende for energibruken ved migrering, kan derfor være tilgangen til bedre næringsinnhold tidligere i beiter i andre områder.

Resultatene viste at det kun var WSC som hadde sammenheng med tid og at sammenhengen var negativ. Dette viser at elgen spiste fôr med mindre WSC-innhold utover våren, men det kan også indikere et synkende innhold av WSC i beitet. Det er vist at med økende fotosyntese, noe som begynner å prosessere om våren, vil WSC-innhold i planter avta (Cooney et al., 2021). Dette kan forklare det synkende WSC-innholdet med tid. Likevel viser denne studien det elgen har spist over tid, ikke hva som er tilgjengelig av beite. Det kan vise at elgen i stedet foretrekker andre energikilder enn WSC, da høye WSC-konsentrasjoner kan gi ulemper som vomacidose (Felton et al., 2021). Det er også verdt å nevne at WSC viktig for melkeproduksjon (Klevenhusen et al., 2019), noe som ville vært gunstig for drektige elgkyr i den kommende laktasjonsperioden.

Innholdet råprotein i dietten økte med daglig tilbakelagt distanse og også NDF hadde en positiv trend med økende daglig tilbakelagt distanse. Dette resultatet viser at elgen spiser mer protein og fiber når den er mye i bevegelse. Også NDF er viktig for melkeproduksjon (Fustini et al., 2017), men vi vet ikke i denne studien om elgkyrne var drektige. Melkeproduksjonen blir viktigere når det nærmer seg kalvingstid, og det å komme tidlig nok frem til kalvingssted er også en driver for migrering (Sand et al., 2022). I tillegg vil protein- og energiinnhold i diett følge plantenes fenologi da det er av høyest konsentrasjoner om våren og sommeren. Dette styrker også resultatene der råprotein og fiber hadde sammenheng med bevegelsen og bevegelse som igjen økte med tid, men råprotein og fiber viste ingen direkte sammenheng med tid. Det

økende proteininnholdet i fôret styrker teorier om at elg foretrekker fôr med høyt proteininnhold, men vandringen kan både være en årsak og et resultat av denne diettendringen. Både fiber og protein er viktige energikilder, som kan forklare det økende inntaket med økende bevegelse, da behovet for energi blir større. Jeg hadde forventet en negativ sammenheng mellom NDF og både tid og daglig tilbakelagt distanse, da det er vist at elg unngår et høyt fiberinnhold i fôret av flere grunner. Et for høyt fiberinnhold kan hemme mineralopptak (Freeland-Graves et al., 2015). Mer fiberinnhold vil også øke drøvtyggertiden (Vivas & Saether, 1987; Renecker & Hudson, 1989) og kan også potensielt redusere proteinfordøyeligheten som fører til at inntaket må økes for å oppnå et tilstrekkelig proteininntak (Felton et al., 2018). Dette kan forklare interaksjonen mellom råprotein- og NDF som viste at med økende NDF-innhold, økte råproteininnholdet eksponentielt. Det må også tas i betraktning at det som finnes av energi og protein i en plante er ikke nødvendigvis er tilgjengelig for et dyr da det er avhengig av flere andre faktorer som for eksempel aminosyreinnhold og fiberinnhold (Felton et al., 2018).

I forhold til innsamlede beiteprøver av ulike treslag undersøkte jeg også hvor elgene oppholdt seg i terrenget og om det er en skogtype de foretrekker. Innsamlede prøver var hovedsakelig fra furu (ca. 60%) og lauv (ca. 40%) der andelen bjørk var størst. Det var dermed forventet å finne størst andel posisjoner i furuskog og lauvskog i forhold til tilgjengeligheten. Fordelingen i dominerende treslag viste lik fordeling i gran- og lauvskog. I furuskog var fordelingen 53.6 % for tilfeldige posisjoner og 63 % for elgposisjoner. Dette viser at elgen foretrekker å oppholde seg i furuskog i forhold til tilgjengeligheten. Den mest åpenbare årsaken til dette vil være tilgangen til beite, da furu var det som viser seg å være det elgene i studien foretrakk. Det var også forventet at elgene i størst grad ville beite på furu og noe bjørk i forhold til artssammensetningen som vi ser i dominerende treslagfordeling i studieområdet (Vedlegg 2). Det ville vært forventet at elgen beitet i større grad i lauvskog i forhold til det som er tilgjengelig. Grunnen til at vi ikke ser en forskjell i tilhold i lauvskog kan være at man ofte finner lauvtrær i dominerende barskog. I studieområdet er det også lite dominerende lauvskog, men lauvtrær finnes spredt i hele habitatet. I tillegg vil det i barskog være mindre snø enn i åpne landskap og i lauvskog. I tillegg viste resultatet at det var en forskjell utenfor skog der det for tilfeldige posisjoner var 14 % utenfor skog og 2.7 % for elgposisjonene. Grunnen til denne fordelingen er at de tilfeldige punktene ikke tar hensyn til at elgen i liten grad oppholder seg i åpent terreng, og da spesielt på åpent vann. Noen av de tilfeldige punktene kan også være plassert på bygning eller lignende, noe en elg ikke ville vært plassert. At andelen elgposisjoner

er så lav utenfor skog er derfor som forventet da det både kan skyldes unøyaktigheter i treslagkartet, men også at elgene mest sannsynlig har gått på myr, veier eller jorder. I slutten av feltarbeidet kunne jeg også se at elgene i større grad bevegde seg ut på jorder da snøen smeltet og gresset begynte å spire. Jeg så også at det store deler av beitingen foregikk i bærlyngskog og i furufelt ofte hogstklasse II.

Flere studier om hva elg og andre drøvtyggere foretrekker av fôr, har kommet frem til at det er viktig å studere selektivitet tett opp mot tilgjengelighet (Shipley et al., 1998; Wam & Hjeljord, 2010; Bergqvist et al., 2018). Akkurat dette er en viktig feilkilde i denne studien. Beiteprøvene i denne studien ble tatt av trær og busker der det var synlig, nylig beiting, men består av det som var igjen etter at elgen hadde spist av den. Strengt tatt er prøvene derfor det elgene ikke spiste, men det gir likevel en pekepinn på hva det inneholdt. Det er også et ganske lite datagrunnlag for å fastslå næringsinnhold med sikkerhet. I tillegg er det vist at elgen i større grad foretrekker blåbærlyng når snøen forsvinner (Cederlund & Nyström, 1981), noe jeg ikke har sett på i denne studien. En annen feilkilde i min studie er at jeg ikke undersøkte hva elgene spiste i forhold til hva de ikke spiste eller mot det de har tilgjengelig, og vil dermed ikke kunne trekke noen slutning for hva elgen selekterer for av næring. Alle elgene i dette prosjektet har i ulik grad migrert til et annet område. I denne studien ser vi derfor hva elgen spiste mens den vandret, men ikke næringsinnholdet ved å eventuelt ikke vandre. Når det kommer til sammenligning med migrering, er det også utfordrende å sammenligne næringsinnhold direkte opp mot bevegelsen. Det er en rekke andre faktorer som spiller inn på migrering enn det å velge «den grønne bølgen», som blant andre kondisjon, drektighet, vær- og snøforhold og predasjon (Ball et al., 1999; Ball et al., 2001; Singh et al., 2012; White et al., 2014). Næringsinnholdet representert i min studie er også av et begrenset utvalg av parametre, og uten å gå nærmere inn på et dyrs kroppsfunksjoner, er ernæring komplekst. Det er vist at å kun se på enkelte næringsparametre kan føre til tap av innsikt i ernæringsmessige drivere og hindre det totale bildet av ernæringsmessig seleksjon (Felton et al., 2018).

Å trekke en konklusjon på om disse elgene valgte «den grønne bølgen» som årsak til migrasjon er vanskelig, men det kan helt klart være en påvirkende faktor. For å kunne gi et bedre svar på det, kan man se på det elgene hadde av tilgjengelig beite både hvis de migrerer og hvis de ikke migrerer. I tillegg kan man se på om flere faktorer som snø- og værforhold, drektighet og predasjon, kan være påvirkende faktorer. Likevel viser denne studien at næringsinnholdet i elgens diett endrer seg utover våren, som kan brukes for å forklare andre problemstillinger knyttet til endringer hos elgs atferd eller kroppslige funksjoner. Blant annet kan dette være med

på å forklare en økende kroppstemperatur hos elg i samme tidsrom som de endret næringsinnholdet i dietten (Græsli et al., 2020).

5 Konklusjon

Seleksjon for spesielle næringsstoffer i diett er komplisert og sammensatt, og det samme er faktorene som påvirker migrasjon. Jeg fant ut at elgenes bevegelsene økte utover våren, og at samtlige elger trakk nordover i studieområdet. Jeg fant også ut at elgene spiste mindre fruktaner utover våren, og at de spiste mer proteiner og fiber med økende bevegelse. Det er viktig å ta i betraktning at jeg i denne studien har sett tilnærmet på hva elgen har spist, men ikke sammenlignet det opp mot tilgjengelighet. Jeg har også kun sett på noen enkle parametere som kan representere næring i dietten. Jeg har derfor funnet ut at næringsinnholdet i elgens diett endrer seg utover våren, men kan ikke konkludere med at det er en årsak til migrering eller at elgene valgte å følge «den grønne bølgen».

Litteraturliste

- Albon, S. D., & Langvatn, R. (1992). Plant Phenology and the Benefits of Migration in a Temperate Ungulate. *Oikos*, 65(3), 502–513. <https://doi.org/10.2307/3545568>
- Andersen, R. (1991). Habitat Deterioration and the Migratory Behaviour of Moose (*Alces alces* L.) in Norway. *Journal of Applied Ecology*, 28(1), 102–108. <https://doi.org/10.2307/2404117>
- AOAC International. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th utg.).
- Ball, J. P., Ericsson, G., & Wallin, K. (1999). Climate Changes, Moose and Their Human Predators. *Ecological Bulletins*, 47, 178–187.
- Ball, J. P., Nordengren, C., & Wallin, K. (2001). Partial migration by large ungulates: Characteristics of seasonal moose *Alces alces* ranges in northern Sweden. *Wildlife Biology*, 7(1), 39–47. <https://doi.org/10.2981/wlb.2001.007>
- Befolkningsstatistikk*. (2021). [Kart]. Statistisk sentralbyrå. <https://kart.ssb.no/>
- Bergqvist, G., Wallgren, M., Jernelid, H., & Bergström, R. (2018). Forage availability and moose winter browsing in forest landscapes. *Forest Ecology and Management*, 419–420, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.049>
- Bischof, R., Loe, L. E., Meisingset, E. L., Zimmermann, B., Van Moorter, B., & Mysterud, A. (2012). A Migratory Northern Ungulate in the Pursuit of Spring: Jumping or Surfing the Green Wave? *The American Naturalist*, 180(4), 407–424. <https://doi.org/10.1086/667590>
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G., & Stålfelt, F. (1980). *Foods of moose and roe-deer at Grimsö in Central Sweden: Results of rumen content analyses: Bd. 11:4*. Swedish sportsmen's association.
- Cederlund, G., & Nyström, A. (1981). Seasonal Differences between Moose and Roe Deer in Ability to Digest Browse. *Holarctic Ecology*, 4(1), 59–65.
- Cooney, L. J., Beechey-Gradwell, Z., Winichayakul, S., Richardson, K. A., Crowther, T., Anderson, P., Scott, R. W., Bryan, G., & Roberts, N. J. (2021). Changes in Leaf-Level Nitrogen Partitioning and Mesophyll Conductance Deliver Increased Photosynthesis for *Lolium perenne* Leaves Engineered to Accumulate Lipid Carbon Sinks. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.641822>
- Danell, K., Bergström, R., Duncan, P., & Pastor, J. (2006). *Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511617461>
- Dettki, H., Ericsson, G., & Edenius, L. (2004). Real-time moose tracking: An internet based mapping application using GPS/GSM-collars in Sweden. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 40, 13–21.
- Durham, S. D., Cohen, J. L., Bunyatratchata, A., Fukagawa, N. K., & Barile, D. (2022). Oligosaccharides. I P. L. H. McSweeney & J. P. McNamara (Red.), *Encyclopedia of Dairy Sciences (Third Edition)* (s. 141–153). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12->

818766-1.00182-3

Erickson, P. S., & Kalscheur, K. F. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. *Animal Agriculture*, 157–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4>

Felton, A. M., Felton, A., Raubenheimer, D., Simpson, S. J., Krizsan, S. J., Hedwall, P.-O., & Stolter, C. (2016). The Nutritional Balancing Act of a Large Herbivore: An Experiment with Captive Moose (*Alces alces* L). *PLOS ONE*, 11(3), e0150870. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150870>

Felton, A. M., Wam, H. K., Felton, A., Simpson, S. J., Stolter, C., Hedwall, P., Malmsten, J., Eriksson, T., Tigabo, M., & Raubenheimer, D. (2021). Macronutrient balancing in free-ranging populations of moose. *Ecology and Evolution*, 11(16), 11223–11240. <https://doi.org/10.1002/ece3.7909>

Felton, A. M., Wam, H. K., Stolter, C., Mathisen, K. M., & Wallgren, M. (2018). The complexity of interacting nutritional drivers behind food selection, a review of northern cervids. *Ecosphere*, 9(5), e02230. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2230>

Fox, J., & Bouchet-Valat, M. (2022). *Rcmdr: R commander* (R package version 2.7-2). <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

Freeland-Graves, J. H., Sanjeevi, N., & Lee, J. J. (2015). Global perspectives on trace element requirements. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 31, 135–141. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.04.006>

Fustini, M., Palmonari, A., Canestrari, G., Bonfante, E., Mammi, L., Pacchioli, M. T., Sniffen, G. C. J., Grant, R. J., Cotanch, K. W., & Formigoni, A. (2017). Effect of undigested neutral detergent fiber content of alfalfa hay on lactating dairy cows: Feeding behavior, fiber digestibility, and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4475–4483. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12266>

Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). *Forage Fiber Analyses (apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications)*. U.S. Agricultural Research Service.

Græsli, A. R., Thiel, A., Beumer, L. T., Fuchs, B., Stenbacka, F., Neumann, W., Singh, N. J., Ericsson, G., Arnemo, J. M., & Evans, A. L. (2023). Thermal and behavioural responses of moose to chemical immobilisation from a helicopter. *European Journal of Wildlife Research*, 69(3), 47. <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01673-3>

Græsli, A. R., Thiel, A., Fuchs, B., Singh, N. J., Stenbacka, F., Ericsson, G., Neumann, W., Arnemo, J. M., & Evans, A. L. (2020). Seasonal Hypometabolism in Female Moose. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00107>

Hall, M. B., Hoover, W. H., Jennings, J. P., & Webster, T. K. M. (1999). A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(15), 2079–2086. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199912\)79:15<2079::AID-JSFA502>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199912)79:15<2079::AID-JSFA502>3.0.CO;2-Z)

Jensen, W. F., Rea, R. V., Penner, C. E., Smith, J. R., Bragina, E. V., Razenkova, E., Balciauskas, L., Bao, H., Bystiansky, S., Csányi, S., Chovanova, Z., Done, G., Hackländer,

- K., Heurich, M., Jiang, G., Kazarez, A., Pusenius, J., Solberg, E. J., Veeroja, R., & Widemo, F. (2020). A review of circumpolar moose populations with emphasis on Eurasian moose distribution and densities. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 56, 63–78.
- Jones, J. D., Kauffman, M. J., Monteith, K. L., Scurlock, B. M., Albeke, S. E., & Cross, P. C. (2014). Supplemental feeding alters migration of a temperate ungulate. *Ecological Applications*, 24(7), 1769–1779. <https://doi.org/10.1890/13-2092.1>
- Klevenhusen, F., Kleefisch, M.-T., & Zebeli, Q. (2019). Feeding hay rich in water-soluble carbohydrates improves ruminal pH without affecting rumination and systemic health in early lactation dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(2), 466–476. <https://doi.org/10.1111/jpn.13051>
- Kung, L., & Rode, L. M. (1996). Amino acid metabolism in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 59(1), 167–172. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00897-7](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00897-7)
- Kvaløy, B. (2023, mai 5). *Arealbruk—Innlandsstatistikk*. Innlandsstatistikk. <https://www.innlandsstatistikk.no/klima-energi-og-miljo/arealbruk/>
- Mesteig, K., Tyler, N. J., & Blix, A. S. (2000). Seasonal changes in heart rate and food intake in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Acta Physiologica Scandinavica*, 170(2), 145–151. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2000.00767.x>
- Meteorologisk institutt. (2023). *Snødybdeobservasjoner | cryo.met.no* [Nettportal]. Cryo. <https://cryo.met.no/index.php/nb/snoedybde-produkter>
- Middleton, A. D., Merkle, J. A., McWhirter, D. E., Cook, J. G., Cook, R. C., White, P. J., & Kauffman, M. J. (2018). Green-wave surfing increases fat gain in a migratory ungulate. *Oikos*, 127(7), 1060–1068. <https://doi.org/10.1111/oik.05227>
- Moen, A., Norges geografiske oppmåling, & Statens kartverk. (1998). Vegetasjon. I *Nasjonaltatlas for Norge*. Hønefoss] : Norges geografiske oppmåling, 1983- . https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2010011503012
- Moen, R., Pastor, J., & Cohen, Y. (1997). A Spatially Explicit Model of Moose Foraging and Energetics. *Ecology*, 78(2), 505–521. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[0505:ASEMOM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[0505:ASEMOM]2.0.CO;2)
- Mysterud, A. (2000). Diet overlap among ruminants in Fennoscandia. *Oecologia*, 124(1), 130–137. <https://doi.org/10.1007/s004420050032>
- Mysterud, A., Bischof, R., Loe, L. E., Odden, J., & Linnell, J. D. C. (2012). Contrasting migration tendencies of sympatric red deer and roe deer suggest multiple causes of migration in ungulates. *Ecosphere*, 3(10), art92. <https://doi.org/10.1890/ES12-00177.1>
- Mysterud, A., Loe, L. E., Zimmermann, B., Bischof, R., Veiberg, V., & Meisingset, E. (2011). Partial migration in expanding red deer populations at northern latitudes – a role for density dependence? *Oikos*, 120(12), 1817–1825. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19439.x>
- Månsson, J., Kalén, C., Kjellander, P., Andrén, H., & Smith, H. (2007). Quantitative estimates

of tree species selectivity by moose (*Alces alces*) in a forest landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(5), 407–414. <https://doi.org/10.1080/02827580701515023>

NIBIO. (2023). *SR16—Skogressurskart 16x16 meter—Raster—Kartkatalogen* [Kartkatalogen]. Geonorge. <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/sr16-skogressurskart-16x16-meter-raster/5de45872-f534-4e97-840e-3cfd8db04398>

Palo, R. T., & Robbins, C. T. (1991). *Plant Defenses Against Mammalian Herbivory*. CRC Press.

Peters, W., Hebblewhite, M., Mysterud, A., Eacker, D., Hewison, A. J. M., Linnell, J. D. C., Focardi, S., Urbano, F., De Groeve, J., Gehr, B., Heurich, M., Jarnemo, A., Kjellander, P., Kröschel, M., Morellet, N., Pedrotti, L., Reinecke, H., Sandfort, R., Sönnichsen, L., ... Cagnacci, F. (2019). Large herbivore migration plasticity along environmental gradients in Europe: Life-history traits modulate forage effects. *Oikos*, 128(3), 416–429. <https://doi.org/10.1111/oik.05588>

QGIS Development Team. (2022). *QGIS Geografic Information System* (QGIS version 3.28.2). QGIS Association. <https://www.qgis.org/>

R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (R version 4.1.2). The R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Renecker, L. A., & Hudson, R. J. (1985). Estimation of Dry Matter Intake of Free-Ranging Moose. *The Journal of Wildlife Management*, 49(3), 785–792. <https://doi.org/10.2307/3801712>

Renecker, L. A., & Hudson, R. J. (1989). Seasonal Activity Budgets of Moose in Aspen-Dominated Boreal Forests. *The Journal of Wildlife Management*, 53(2), 296–302. <https://doi.org/10.2307/3801126>

Saether, B.-E., Solbraa, K., Sødal, D. P., & Hjeljord, O. (1992). *Sluttrapport Elg-Skog-Samfunn* (Forskningsrapport Nr. 28; s. 1–153). NINA. <https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/forskningsrapport/028.pdf>

Sand, H., Zimmermann, B., Berg, E., Bramorska, B., Eriksen, A., Wikenros, C., Ausilio, G., Miltz, C., Niccolai, L., & Wabakken, P. (2022). *Vandringsmönster hos GPS-försedda älgar i GRENSEVILT – konsekvenser för förvaltningen* [Report]. <https://res.slu.se/id/publ/116182>

Sandegren, F., Bergström, R., Cederlund, G., & Dansie, E. (1982). Spring migration of female moose in central Sweden. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 18, 210–234.

Sandegren, F., Bergström, R., & Sweanor, P. Y. (1985). Seasonal moose migration related to snow in Sweden. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 21, 321–338.

Sauvé, D. G., & Côté, S. D. (2007). Winter Forage Selection in White-Tailed Deer at High Density: Balsam Fir is the Best of a Bad Choice. *The Journal of Wildlife Management*, 71(3), 911–914. <https://doi.org/10.2193/2006-056>

Shipley, L. A., Illius, A. W., Danell, K., Hobbs, N. T., & Spalinger, D. E. (1999). Predicting

- Bite Size Selection of Mammalian Herbivores: A Test of a General Model of Diet Optimization. *Oikos*, 84(1), 55–68. <https://doi.org/10.2307/3546866>
- Shiple, L., Blomquist, S. B., & Danell, K. (1998). Diet choices made by free-ranging moose in northern Sweden in relation to plant distribution, chemistry, and morphology. *Canadian Journal of Zoology-revue Canadienne De Zoologie - CAN J ZOOL*, 76, 1722–1733. <https://doi.org/10.1139/cjz-76-9-1722>
- Singh, N. J., Börger, L., Dettki, H., Bunnefeld, N., & Ericsson, G. (2012). From migration to nomadism: Movement variability in a northern ungulate across its latitudinal range. *Ecological Applications*, 22(7), 2007–2020. <https://doi.org/10.1890/12-0245.1>
- Spitzer, R., Coissac, E., Felton, A., Fohringer, C., Juvany, L., Landman, M., Singh, N. J., Taberlet, P., Widemo, F., & P.G.M. Cromsigt, J. (2021). Small shrubs with large importance? Smaller deer may increase the moose-forestry conflict through feeding competition over *Vaccinium* shrubs in the field layer. *Forest Ecology and Management*, 480, 118768. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118768>
- Storaas, T., Gundersen, H., Henriksen, H., & Andreassen, H. P. (2001). The economic value of moose in Norway—A review. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 37(1), Artikkel 1.
- Tixier, H., Duncan, P., Scehovic, J., Yant, A., Gleizes, M., & Lila, M. (1997). Food selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*): Effects of plant chemistry, and consequences for the nutritional value of their diets. *Journal of Zoology*, 242(2), 229–245. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1997.tb05799.x>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- van Wieren, S. E. (1996). Do large herbivores select a diet that maximizes short-term energy intake rate? *Forest Ecology and Management*, 88(1), 149–156. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03877-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03877-7)
- Vectronic Aerospace. (2023). *VERTEX PLUS Collars*. Vectronic Aerospace. <https://www.vectronic-aerospace.com/vertex-plus-collar/>
- Vivas, H. J., & Saether, B.-E. (1987). Interactions Between a Generalist Herbivore, the Moose *Alces alces*, and its Food Resources: An Experimental Study of Winter Foraging Behaviour in Relation to Browse Availability. *Journal of Animal Ecology*, 56(2), 509–520. <https://doi.org/10.2307/5064>
- Vivaas, H. (1987). Moose winterbrowsing in relation to stem density of birch (*Betula pubescens*). *Swedish Wildlife Research (Sweden)*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Moose+winterbrowsing+in+relation+to+stem+density+of+birch+%28Betula+pubescens%29&author=Vivaas%2C+H.+%28Trondheim+Univ.+%28Norway%29.+Dept.+of+Mathematics+and+Statistics%29&publication_year=1987
- Wam, H. K., Felton, A. M., Stolter, C., Nybakken, L., & Hjeljord, O. (2018). Moose selecting

for specific nutritional composition of birch places limits on food acceptability. *Ecology and Evolution*, 8(2), 1117–1130. <https://doi.org/10.1002/ece3.3715>

Wam, H. K., & Hjeljord, O. (2010). Moose summer and winter diets along a large scale gradient of forage availability in southern Norway. *European Journal of Wildlife Research*, 56(5), 745–755. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0370-4>

White, K. S., Barten, N. L., Crouse, S., & Crouse, J. (2014). Benefits of migration in relation to nutritional condition and predation risk in a partially migratory moose population. *Ecology*, 95(1), 225–237. <https://doi.org/10.1890/13-0054.1>

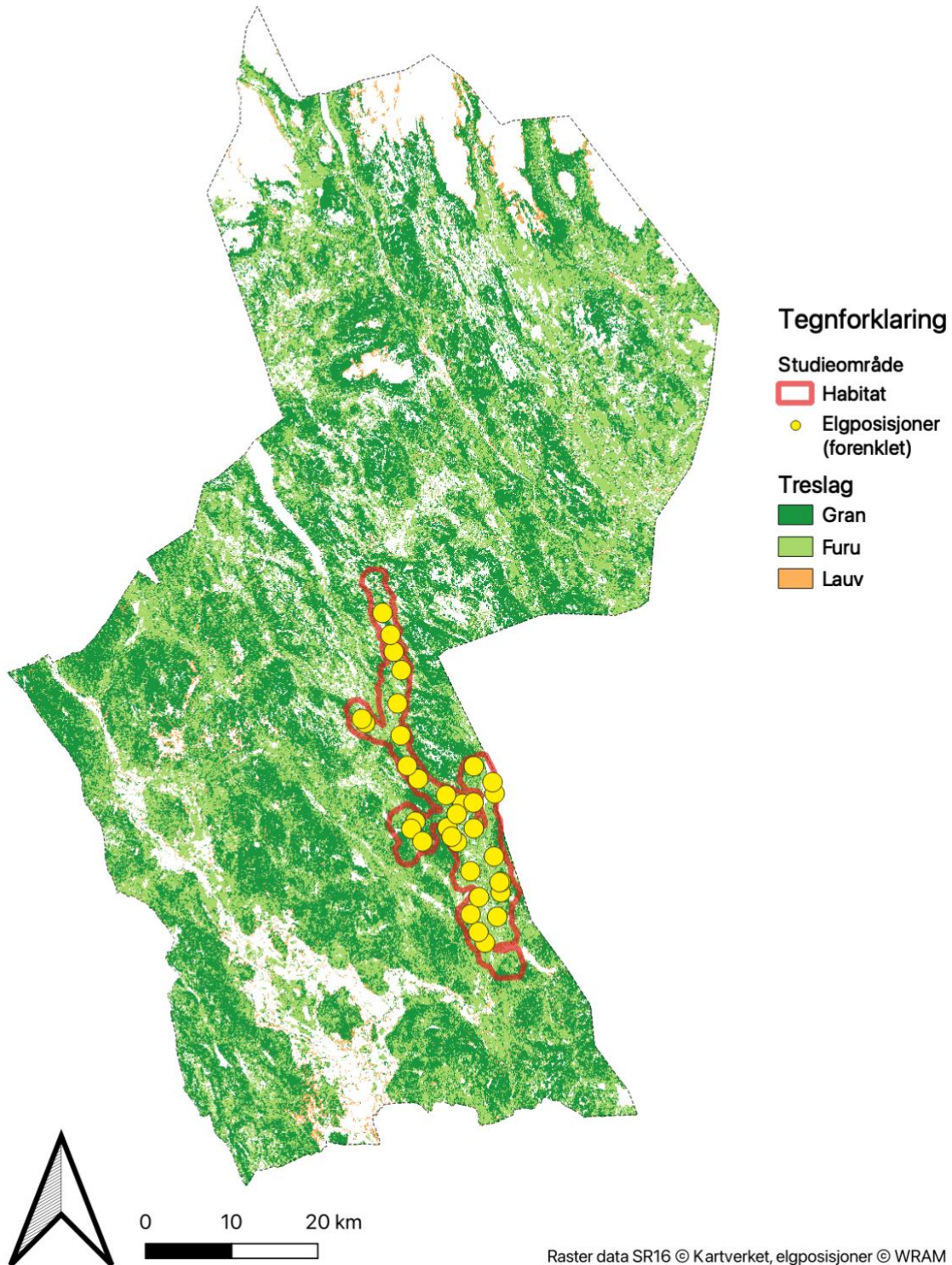
Wobeser, G., & Runge, W. (1975). Rumen Overload and Rumenitis in White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management*, 39(3), 596–600. <https://doi.org/10.2307/3800403>

Vedlegg 1

Vedlegg 1. Oversikt over innsamlede prøver i studien med prøvenummer, id for elgen prøven er innsamlet fra (Elg-ID), ukenummer, dato høstet, dag i året (doy), dato analysert, treslag og næringsparametre (tørrstoff, aske, råprotein, fiber og fruktaner).

Prøvenummer	Elg-ID	Uke	Dato høstet	Doy	Dato analysert	Treslag	%		g/kg ts			
							Tørrstoff	Aske	Råprotein (CP)	Fiber (NDF)	Fruktaner (WSC)	
1	E2003	Uke 11	15.03.2022	74	20.05.2022	fur	46.4	23	64	479	100	
2	E2001	Uke 11	15.03.2022	74	20.05.2022	bjork	61.6	17	61	622	87	
3	E2102	Uke 11	15.03.2022	74	20.05.2022	bjork	61.7	13	49	643	80	
4	E2103	Uke 11	15.03.2022	74	20.05.2022	fur	45.0	20	52	539	93	
5	E2003	Uke 12	24.03.2022	83	11.09.2022	fur	45.0	29	64	510	79	
6	E2001	Uke 12	24.03.2022	83	11.09.2022	fur	47.6	20	58	488	67	
7	E2102	Uke 12	24.03.2022	83	11.09.2022	bjork	59.8	43	51	677	66	
8	E2103	Uke 12	24.03.2022	83	11.09.2022	fur	46.6	14	64	487	55	
9	E2003	Uke 13	29.03.2022	88	11.09.2022	fur	44.7	16	75	494	63	
10	E2001	Uke 13	29.03.2022	88	11.09.2022	fur	47.1	12	57	528	43	
11	E2102	Uke 13	29.03.2022	88	11.09.2022	bjork	54.6	39	50	607	73	
12	E2103	Uke 13	29.03.2022	88	12.09.2022	fur	44.6	13	58	532	58	
13	E2003	Uke 14	07.04.2022	97	11.09.2022	fur	45.0	20	82	474	68	
14	E2001	Uke 14	07.04.2022	97	11.09.2022	fur	48.9	19	67	534	52	
15	E2102	Uke 14	07.04.2022	97	11.09.2022	bjork	61.6	11	52	687	60	
16	E2003	Uke 15	12.04.2022	102	11.09.2022	fur	43.2	28	67	464	85	
17	E2102	Uke 15	12.04.2022	102	11.09.2022	fur	45.0	13	80	475	60	
18	E2001	Uke 15	12.04.2022	102	11.09.2022	bjork	59.2	13	56	681	47	
19	E2001	Uke 16	21.04.2022	111	11.09.2022	selje	55.8	26	77	651	32	
20	E2003	Uke 16	21.04.2022	111	11.09.2022	selje	53.2	13	45	651	34	
21	E2102	Uke 16	21.04.2022	111	11.09.2022	bjork	55.5	16	42	675	47	
22	E2101	Uke 16	21.04.2022	111	11.09.2022	fur	47.0	17	74	502	64	
23	E2101	Uke 17	26.04.2022	116	11.09.2022	fur	48.8	12	66	525	72	
24	E2001	Uke 17	26.04.2022	116	11.09.2022	fur	44.0	18	65	581	63	
25	E2003	Uke 17	26.04.2022	116	11.09.2022	fur	44.9	18	66	494	79	
26	E2103	Uke 17	26.04.2022	116	11.09.2022	fur	44.5	17	65	507	102	
27	E2101	Uke 18	05.05.2022	125	11.09.2022	fur	47.5	19	70	437	91	
28	E2003	Uke 18	05.05.2022	125	11.09.2022	fur	46.4	25	68	493	56	
29	E2001	Uke 18	05.05.2022	125	11.09.2022	fur	49.2	19	60	451	85	
30	E2102	Uke 18	05.05.2022	125	11.09.2022	bjork	54.2	19	51	658	49	
31	E2101	Uke 19	10.05.2022	130	11.09.2022	selje	42.8	24	55	654	47	
32	E2003	Uke 19	10.05.2022	130	12.09.2022	bjork	45.2	11	52	671	52	
33	E2102	Uke 19	10.05.2022	130	11.09.2022	selje	54.4	13	48	631	64	
34	E2001	Uke 19	10.05.2022	130	11.09.2022	fur	47.5	13	42	565	46	

Elgens habitatbruk i ulike treslag



Vedlegg 2. Treslagkart av dominerende treslag med forenklete elgposisjoner innenfor markert habitat i studieområdet.