

Masteroppgave 2024 120 Studiepoeng
MINA – Fakultet for Miljøvitenskap og Naturforvaltning

Tilgang på Rekruttrær (Quercus sp) og Muligheter for Kartlegging og Fjernmåling: En Studie i Asker og Buskerud kommune

Availability of Sampling (Quercus sp) and Remote Sensing
Opportunities: A Study in Asker and Buskerud Municipalities

Silje Helen Røen Gümüş
Master I Skogfag

Forord

Jeg ønsker å takke min veileder Hans Ole Ørka for god veiledning, og Bjørn Eirik Roald for teknisk hjelp. Jeg ønsker også rette en stor takk til min nære familie og venner som har støttet meg gjennom prosessen med å lage denne masteroppgaven.

Sammendrag

Denne studien undersøker forekomsten av naturlig foryngelse av eik (*Quercus sp*) og rekruttrær i utvalgte områder i Asker og Lier kommune, Inkludert Dikemark, Vardåsen, kjekkstadmarka og Oppsjømyrene.

Formålet er å kartlegge eikenes rekrutteringspotensial og vurdere hvordan faktorer som høyde, diameter, kroneåpninger og artssammensetning påvirker eikenes vekstvilkår.

Hensikten med studiet er å øke forståelse av eikas økologiske behov og gir innsikt som kan støtte bærekraftig skogforvaltning og bevaring av eik som en viktig art i norske skoger. Samtidig som studien identifiserer og analyserer rekruttrær av eik. Samt undersøke muligheten for fremtidig vern eller bærekraftig utvikling. Jeg skal også analysere foryngelse som forekommer i området med rekruttrær. Resultatene fra dette feltarbeidet og den påfølgende analysen vil bidra til å informere om verdiene i skogen sin tilstand og eventuelle tiltak som kan være nødvendige for bevaring og forvaltning av eik.

Dette forskningsprosjektet fokuserer på rekruttrær av eik i et definert område, med mål om å identifisere potensielle områder for vern og vurdere fremtidig bærekraftig utvikling. Gjennom et omfattende feltarbeidssystem har jeg etablert et rutenettverk med fast utlegg, området har blitt grundig undersøkt, og alle trær, spesielt eiketrær, er nøye registrert. To typer feltregistreringer ble gjennomført for trær med diameter ved brysthøyde mellom 4-10 cm og > 10 cm, samtidig ble artssammensetningen registrert i skogen.

Metodisk har jeg målt diameter i brysthøyde (DBH), høyde, vinkel og posisjonering av trær ved bruk av LIDAR for rekruttrær. For mindre trær har jeg registrert diameter, høyde og antall trær per art basert på himmelretninger. I tillegg er det benyttet LIDAR- bilder fra Asker kommune for å analysere eiketrærnes distribusjon over et større område, samtidig med datainnsamlingen i kombinasjon av feltmåling. Feltmålingene inkluderte registrering av diameter i brysthøyde (DBH), høyde, treslag og antall trær på systematisk utlagte prøveflater på 250 m². LIDAR-data ble brukt til å kartlegge høydeprofil, kroneåpninger og artssammensetning i kronesjikte. Ved å kombinere disse metodene har studien avdekket hvordan miljøfaktorer og konkurranseforhold påvirker eikenes naturlige rekruttering.

Resultatene viser at naturlig foryngelse av eik er begrenset i området, men at tilstedeværelsen av kroneåpninger og lav konkurranse kan fremme rekruttering. Avstanden fra skoggrensen gir håp om at en god og aktiv forvaltning i skogen vil kunne stimulere til økt foryngelse og rekruttrær i fremtiden.

Abstract

This study examines the occurrence of natural regeneration of oak (*Quercus sp*) and recruitment trees in selected areas within Asker and Lier municipalities, including Dikemark, Vardåsen, Kjekkestadmarka, and Oppsjømyrene. The objective is to map the recruitment potential of oak and assess how factors such as height, diameter, canopy openings, and species composition influence the growth condition of oak.

The purpose of this study is to enhance the understanding of the ecological requirements of oak and provide insights that can support sustainable forest management and the conservation of oak as an important species in Norwegian forests. At the same time, the study identifies and analyzes oak recruitment trees, as well as examines the potential for future conservation or sustainable development. Additionally, I will analyze the regeneration occurring in the areas with recruitment trees. The results from this fieldwork of the forest's condition and any necessary measures for the preservation and management of oak.

This research project focuses on oak recruitment trees within a defined area, aiming to identify potential conservation areas and assess future sustainable development. Through an extensive fieldwork system, I have established a grid network with fixed placement. The area has been thoroughly examined, and all trees, especially oak trees, have been carefully recorded. Two types of field registrations were conducted for trees with a diameter at breast height between 4-10 cm and > 10 cm, while species composition in the forest was also recorded.

Methodologically, I measured diameter at breast height (DBH), height, angle, and positioning of recruitment trees using LIDAR. For smaller trees, I recorded diameter, height, and number of trees per species based on cardinal directions. Additionally, LIDAR images for Asker municipality were used to analyze the distribution of oak trees over a larger area, in combination with data collection through field measurements. The field measurements included the registration of DBH, height, tree species, and the number of trees on systematically distributed sample plots of 250 m². LIDAR data were used to map height profiles, canopy openings, and species composition in the canopy layer. By combining these methods, the study has revealed how environmental factors and competition conditions influence the natural recruitment of oaks.

The results indicate that natural regeneration of oak is limited in the area but that the presence of canopy openings and low competition can promote recruitment. The distance from the forest edge provides hope that proper and active forest management could stimulate increased regeneration and recruitment trees in the future.

Forord	2
Sammendrag.....	2
Abstract	3
Innledning.....	5
Formål.....	9
Materiale og Metode.....	10
Studieområdet.....	10
Feltdata.....	11
Fjernmålingsdata (LIDAR)	12
Beregning av Feltdata.....	12
Volumberegning og Grunnflateberegning av Rekruttrær	13
Totaltelling og Volumberegning av Foryngelsen	13
Statistiske analyser	13
Deskriptiv statistikk for Foryngelse	13
Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensa	14
Enkel Lineær Regresjon for Artsfordeling og Variabler	14
LIDAR– Fjernmåling	14
Resultat.....	15
Høyden til Eiketrær og Rekruttrær	15
Diameteren til Eiketrærne og Rekruttærne	16
Volumet til Eiketrærne og Rekruttærne.....	18
Artssammensetningen av Rekruttærne til den totale Prøveflaten	22
Høyden til den Naturlige Foryngelsen og Vanlig Foryngelse.....	23
Diameteren til Naturlige Foryngelsen og Vanlig foryngelsen.....	24
Volumet til Naturlig Foryngelse og Vanlig Foryngelse.....	25
Artssammensetningen av Foryngelsen til den totale Prøveflaten	29
Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensa.....	29
Enkel Lineær Regresjons.....	31
Lineær Regresjon av Høyde for Rekruttrær og Foryngelse (Naturlig Foryngelse)	32
Lineær Regresjon av Grunnflate for Rekruttrær og Foryngelse (Naturlig Foryngelse)	34

Lineær regresjon av Volum for rekruttrær og foryngelse (Naturlig Foryngelse)	36
LIDAR (Light Detection and Ranging- Fjernmåling)	38
Tetthet og Høydemåling av Rekruttrær Med Fjernmåling	39
Kartlegging av Åpninger i Kronesjiktet og Mulige Etableringsområder for Eik (<i>Quercus</i> Sp)	41
Diskusjon	43
Mål av Rekruttærne på den totale Prøveflaten	43
Mål av Foryngelsen på den totale Prøveflaten	44
Sammenheng Mellom Art og høyde for Rekruttrær og Foryngelse.....	44
Sammenheng Mellom Art og Volum for Rekruttrær og Foryngelse	45
Sammenheng Mellom Art og Grunnflate for Rekruttrær og Foryngelse	46
Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensa.....	46
LIDAR- Fjernmåling på Studieområdet	47
Forvaltningsforslag	48
Konklusjon	49
References.....	51

Innledning

Eikas utbredelsesområde strekker seg langs norskekysten, og videre opp til Møre og Romsdal (Thygeson A., 2010). Eika (*Quercus sp*) er et av de vanligste løvtreslagene i Europa og har stor betydning både økonomisk og økologisk. Eika er av stor betydning på det lokale arts mangfoldet (Annighöfer, 2015, Mölder, 2019), eika er viktig fordi den tilbyr varierte livsmiljøer, habitat og biotoper for pattedyr, fugler, insekter, moser, lav og sopper (Annighöfer, 2015, Mölder, 2019). Videre er tilstedeværelsen av eik et viktig næringsgrunnlag for mange arter, blant annet for viltet (Mölder, 2019).

Sommereik (*Quercus robur*) og Vintereik (*Quercus petraea*) er to forskjellige arter, men de har allikevel mange likhetstrekk. Både Sommereik (*Quercus robur*) og Vintereik (*Quercus petraea*) har et overlappende voksested samtidig som de har egne nisjer eller spesialiseringer som gjør at vi finner dem på områder med ulike habitatkriterier. Både Sommereik og Vintereik har en bred nisje som gjør at de har en vid utbredelse på variert jordsmonn. Det har vist seg at både Sommereik og Vintereik trives på områder med lavt næringsinnhold. Eika har tilegnet seg økologiske tilpasninger som gjør den i stand til å overleve i ekstreme habitater, noe som reduserer konkurransen med andre arter. Denne tilpasningen har gitt eika en bemerkelsesverdig toleranse for både næringsfattige og næringsrike miljøer, samt tørre og fuktige forhold. Ved å utnytte denne strategien unngår eika konkurranse med andre treslag, særlig pionerarter som selje

(*Salix sp*) og bjørk (*Betula sp*) (Annighöfer, 2015, Mölder, 2019). I Europa opplever eika konkurranse av bøk (*Fagus sylvatica*) på grunn av sin skyggetoleranse som tillater den å etablere seg fortere enn eika som er lyskrevende, samtidig som den konkurrerer om samme nisje og habitat som eik (*Quercus Sp*) (Mölder, 2019, Annighöfer, 2015).

Ifølge NIBIO er treslagsfordelingen sitt totale stående volum på 1,143 milliarder m³ i Norge. Av dette utgjør et totalt volum på 488,5 millioner m³ gran og 345,3 millioner m³ furu (Svensson & Dalen, 2021). Av løvtrærne ligger bjørk (*Betula sp*) på høyeste volum med 204,8 millioner m³, mens de andre løvtrærne som osp (*Populus tremula*), selje (*Salix caprea*), rogn (*Sorbus aucuparia*) har total stående volum på 20,7 millioner m³, 11,7 millioner m³ og 11,4 millioner m³. For edelløvtrærne har de stående volumene et totalt volum på 10,4 millioner m³ for eik og 1,2 millioner m³ for bøk. NIBIO sin oversikt over treslagsfordeling i norske skoger viser at løvtrærne har hatt en betydelig vekst og økning i totalt stående volum siden 1990, blant annet hvor eik har hatt en stabil økning i stående volum (basert på tidsserie 1990 - 2018). Det er liten fare for konkurranse av norsk bøk, siden den har betydelig mindre volum vekst i Norge, enn eika har, dette er delvis på grunn av Norges kalde vær, hvor eika har fortrinnet (Svensson & Dalen, 2021).

Forskjellene man ser på artene er Sommerek (*Quercus robur*) tåler områder med mye fuktighet. Jordtypen som Sommerek foretrekker, er ofte av basisk type og rik i næring. Sommerek trives best i oseaniske og kontinentale områder og kan vokse helt opp til 970 meter over havet (Annighöfer, 2015).

Vinterek (*Quercus petraea*) er godt egnet på ekstreme områder med lite fuktighet. Den har en god tørketoleranse og finnes i områder med berglandskap eller fjellandskap, områder som har grovt terreng og mye steinmasser. Man finner Vinterek som vokser opp til 715 meter over havet (Annighöfer, 2015).

Eika (*Quercus Sp*) sin naturlige foryngelse blir påvirket av forskjellige faktorer, tilgang til frøtre eller konkurranse fra annen vegetasjon (busker og trær). Eika er en lyskjer art, dette betyr at eika er avhengig av åpent området med god lystilgang for etablering og utvikling. Eika er også avhengig av stort areal å vokse på (Annighöfer, 2015). For å oppnå gjenvekst av eik naturlig behøver man en voksen etablert eikeskog for å oppnå effektiv frøspredning (Annighöfer, 2015).

Naturlig foryngelse av eik (*Quercus Sp*) forekommer i skogområder med lav fertilitet med lite konkurranse av annen vegetasjon av både busker og trær. For å få en effektiv naturlig foryngelse er man avhengig av frøtre som sørger for frøsetting (Annighöfer, 2015).

Det er mangel på relevant litteratur om populasjons tetthet egnet for eik i Norge, samt modeller som forutsier antall eiker som trengs for både rekruttering og eldre trær. I mellomtiden finnes det litteratur fra

Sverige og Tyskland som gir forslag. Ett forslag for skogtetthet anbefalte minst fem til ti eiketrær per hektar, mens en ideell produktiv eikeskog skal ha 2000 eiker per hektar ved en bestandsalder på 20 år (Drobyshev, 2008, Mölder, 2019). En mortalitetsmodell indikerer at en bestand på 20 trær med en alder på 200 år per hektar ville trenge en årlig rekruttering på 1-5 trær per hektar, med en alder på 100-150 år, for å sikre jevn rekruttering av eiker som kan nå en alder på 200 år (Thygeson, 2010, Drobyshev, 2008, Mölder, 2019). Eike artene utgjør 10% av tyske skoger som gjør den til en viktig treart. I Tyskland har skogentreprenører satt seg et mål om å øke produksjonen av løvtrær av bøk (*Fagus sylvatica*) og eik (*Quercus Sp*). Dette blir gjort for å styrke eksisterende eikeskoger (Annighöfer, 2015).

I markaloven §2 fastsettes den geografiske avgrensningen for Asker kommune, som inkluderer både Kjekkestadmarka og Vardåsmarka (Markaloven, 2009). Denne loven gjelder for studieområdet. I følge §12 kan departementet vedta forskrifter for vern som fremmer bærekraftig bruk (Markaloven, 2009). Dette kan potensielt benyttes for å beskytte eiketrær i marka-området, inkludert rekruttrær, å redusere risikoen for menneskelig forstyrrelser, øke gjensitting av naturlig forynget eik og sikre oppfølging av fremtidige rekruttrær. Hvis man fokuserer noen egnede områder for bevaring av rekrutter, kan man enkelt bevare eikenes økologiske funksjon og øke hule eiker for fremtidige generasjoner.

Markaloven §1 sier at vi skal ivareta mangfoldet av naturtyper innenfor deres naturlige utbredelsesområder, og sikre artsmangfold og økologiske prosesser for disse naturtypene (Markaloven, 2009). Man kan benytte dette lovverket for å stimulere til frivillig vern av små områder rundt om i studieområdet. I følge §4 naturmangfoldloven er NLF-områder (landbruk, natur og friluftsområder) viktige for å prioritere dette (Naturmangfoldloven, 2009). Videre spesifiserer naturmangfoldloven i §33 (a, b, c) at verneverdige områder inkluderer naturtyper i varierte områder, arter og genetisk mangfold. Dette inkluderer truet natur og økologiske funksjoner for prioriterte arter (Naturmangfoldloven, 2009).

Ifølge markaloven §3 er utvalgte naturtyper basert på §52 i naturmangfoldloven, som regulerer bevaring av naturtyper viktige for en eller flere prioriterte arter (Markaloven, 2009, Naturmangfoldloven, 2009). I tillegg definerer naturmangfoldloven §52.b at naturtypen skal være viktig for en eller flere prioriterte arter. Om man øker den lokale kunnskap om naturverdier som er i området kan man også være med på å øke lokale verdier som kan kultivere prioriterte arter, utvalgt naturtype m.m. I stedet for at store potensielle verdifulle områder blir ekskludert og nedprioritert, kan man stimulere til menneskelig rekreasjon, økt artsmangfold og biodiversitet.

Ifølge Norsk PEFC-skogstandard (bærekraftig forvaltning og drift av skog) spesifiserer kravpunkt 13 at det er viktig å sikre livsmiljøet for arter som er avhengige av gamle og grove trær, samt delutviklede livsmiljøer

(PEFC Norge, 2022). Det understrekes også betydningen av å sette igjen livsløpstrær etter hogst. Spesielt kreves det at minst 10 livsløpstrær blir stående per hektar etter hogst. Videre fremhever standarden viktigheten av å vurdere gamle trær og trær med høy biologisk verdi. PEFC-standardens ønsker at både sjeldne og vanlige treslag skal være representert i skogbilde for å opprettholde mangfoldet (PEFC Norge, 2022).

I kravpunkt 17 i PEFC-standardens understrekes viktigheten av å innlemme lauvtrær i skogbilde. De oppfordrer til å sette igjen både enkelttrær og trær som står i grupper. Videre oppmuntres det til å bevare gamle eller grove trær for å sikre et variert skoglandskap. Det legges vekt på at det skal være en god del lauvtrær i foryngelsesfasen og under ungskogpleie. PEFC ønsker også å sikre at livsløpstrærne, spesielt av løvtrær eller sjeldne treslag bevares. De fremhever at eksisterende trær i området skal tas vare på, og at sjeldne trær bør prioriteres og forbli en del av skogmiljøet (PEFC Norge, 2022).

Gode grunner for å ønske bevaring av eldre eiketrær er ofte av estetiske, biologiske og rekreasjon relaterte interesser (Mölder, 2019). Instanser som direktoratet for naturforvaltning ønsker å sikre seg en fremtidig utvikling og rekruttering av hule eiker. Hule eiker er ansett som en utvalgt naturtype og med å ta hensyn til denne naturtypen tar man vare på truede arter som lever i hule eiker, så de kan overleve og ha mulighet for å vedlikeholde og eventuelt styrke levedyktige populasjoner av sårbare arter (Direktoratet for naturforvaltning, 2012). I 2011 ble det vedtatt at hule eiker var en utvalgt naturtype, dette ble fastsatt i naturmangfoldloven i tråd med ARKO-prosjektet (Areal for Rødlistearter- Kartlegging og Overvåking) (Thygeson, et al., 2011). ARKO- prosjektet er et nasjonalt program som kartlegger utbredelsen og artsmangfoldet som er avhengig av hule eiker som sitt habitat. Ifølge NIN 2 er de fleste hule eikene i Norge mellom 200 og 500 år, men de eldste trærne kan nå en alder opp mot 1000 år. Forvaltningsmessig er hule eiker mer utsatt for menneskelig forstyrrelser (Miljødirektoratet, 2024).

Hule og grove eiker opplever en betydelig reduksjon på grunn av menneskelig aktivitet, som hogst og utbygging av veier og annen infrastruktur (Thygeson A. , 2010). Ifølge ARKO – Programmets kartlegging og overvåking av eiketrær er det avgjørende å kartlegge så mange eiker som mulig. Dette er nødvendig for å utvikle strategier for langsiktig oppfølging og bevaring av fremtidige grove og hule eiker, med sikte på å bevare disse for kommende generasjoner. Særlig viktig er bevaring av spesialiserte og truede arter som er avhengige av denne biotopen. For å sikre slike biotoper i fremtiden, er det essensielt å sørge for at det finnes flere eiketrær som kan utvikle seg til grove og hule eiker, siden dette spiller en nøkkelrolle i opprettholdelsen av artsmangfold, biotopsikkerhet og økosystemets rekreasjonsmuligheter (Direktoratet for naturforvaltning, 2012).

Europeisk bøk (*Fagus sylvatica*) er skyggetolerant og konkurrerer med lyskrevende arter som eik (*Quercus sp.*), selv om de deler habitatpreferanse (Mölder, 2019). Klimaendringer har ført til endringer i skogstrukturen i gran-bøk-skoger i Europa, og lenger nord mot Skandinavia har granbestandene blitt svekket. I Siggboda naturreservat i Sør-Sverige førte hetebølgen i 2006 og tørken i 2007 til at grantrær ble mer utsatt for billeangrep, noe som reduserte granbestanden med 35 % og resulterte i en økning på 4 % i bøkerekutting (Bolte, 2010). Dette viser hvordan gran svekkes under ekstreme forhold, mens bøk drar nytte av sine økologiske nisjer (Annighöfer, 2015, Bolte, 2010). Historisk har furu (*Pinus sylvestris*) og eik vært de dominerende treslagene i Siggboda-skogen, der brannregimer også har spilt en viktig rolle (Bolte, 2010). Økende varme og hyppigere skogbranner kan imitere de opprinnelige forholdene som favoriserer eik og furu.

For å identifisere rekruttrær av eik (*Quercus sp.*) som befinner seg i studieområdet, ble det benyttet LIDAR (Airborne Laser Scanning) for å samle høyde - og kroneåpningsdata (Sveriges Landbruksuniversitet, 2016). Målet med masteren her er å finne rekrutteiker i studieområdet ved hjelp av laserdata og kartlegge enkeltstående eiketrær som befinner seg i skoglandskapet. Det skal også analyseres mulige åpninger i kronesjiktet for å vurdere tilgjengelige vekstområder for naturlig foryngelse av eik. Ved å benytte LIDAR-data er det også mulig å finne artssammensetningen i kronesjiktet, samt høydefordelingen til trærne. Dette vil gi en bedre innsikt og forståelse av konkurranseforholdene og ressursdistribusjonen som forekommer i studieområdet (Sveriges Landbruksuniversitet, 2016).

Formål

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke forekomsten av naturlig foryngelse av eik (*Quercus sp.*) i Asker og Lier og kartlegge antallet rekruttrær i studieområdet. Ved å identifisere naturlig foryngelse og dokumentere antallet rekruttrær på prøveflatene kan potensielle kandidater for videre oppfølging og observasjon pekes ut, slik at utviklingen til spesielt interessante trær kan følges over tid. Arbeidet tar sikte på å kartlegge de spesifikke forholdene i området Dikemark, Vardåsen, Kjekkestadmarka og Oppsjømyrene, der naturlig foryngelse av eik potensielt kan påvises.

For å sikre en grundig analyse er følgende forskningsspørsmål formulert:

1. Hva er forskjellene i høyde, diameter og volum mellom eiketrær og andre rekruttrær på prøveflatene?
2. Hva er forekomsten av naturlig foryngelse av eik i studieområdet, og hvilket potensial har rekruttærne for videreutvikling?

3. Hvordan påvirker avstanden til menneskelig aktivitet, artssammensetning, kroneåpninger og dominans av bar eller løvtrær, eiketrærnes rekruttering og vekst?
4. Hvordan skiller volum og grunnflate for rekrutterte eiketrær seg fra andre treslag, og hva indikerer dette om eikenes vekstpotensial og konkurranseevne?

Målet med studien er også å finne sammenhenger mellom variabler som høyde, diameter og volum for eiketrærne, samt forstå hvordan kroneåpninger, artssammensetning og avstand til menneskelig aktivitet påvirker rekrutteringen. Ved å analysere disse faktorene kan rekrutteringspotensialet til eik i området avdekkes og bidra til forståelse av hvordan bestandsstruktur og ressursdistribusjon påvirker utvikling av eik som art.

Det ble benyttet LIDAR-data (Airborn Laser Scanning) fra Asker kommune for å samle høyde – og kroneåpningsdata (Sveriges Landbruksuniversitet, 2016). Hovedmålet med LIDAR-analysen er å identifisere posisjonen til rekruttærne av eik i studieområdet, samt å kartlegge enkeltstående eiketrær i skoglandskapet. Bruken av LIDAR gir mulighet til å avdekke åpninger i kronesjikte som kan være gunstige for vekst og naturlig foryngelse. I tillegg gir analysen innsikt i artssammensetning og høydefordeling i kronesjikte, noe som er avgjørende for å forstå eikas vekstvilkår og konkurranseforhold (Sveriges Landbruksuniversitet, 2016).

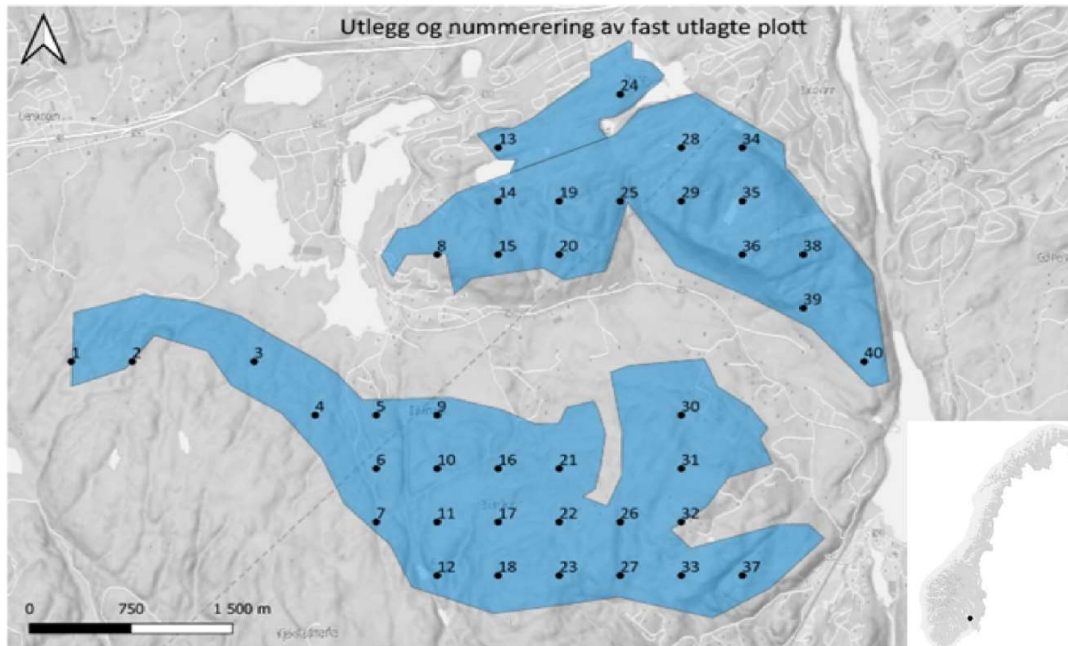
Studieområdet er delt opp i et systematisk rutenett av prøveflater spredt utover hele området. Rutenettet er brukt til å kartlegge både naturlig foryngelse og rekruttrær. Dataene fra feltet ble analysert ved hjelp av QGIS og R-Studio, hvor QGIS ble brukt til å utforme og visualisere studieområdet, mens R-Studio ble brukt til statistisk analyse, modellering og utarbeidelse av beregninger for både store og små eiketrær.

Resultatene gir innsikt i forekomsten av naturlig foryngelse av eik (*Quercus sp*) i studieområdet ved å kartlegge antallet rekruttrær og analysere deres fordeling basert på variabler som høyde, diameter, volum, artssammensetning og avstand til menneskelig aktivitet.

Materiale og Metode

Studieområdet

Studieområdet ble inndelt i følgende prøveflater, to prøveflater ved Oppsjømyrene, 14 prøveflater ble lagt i Dikemark og Vardåsen. Mens de siste 24 prøveflatene ble plassert i Kjekkestadmarka, (se figur 1).



Figur 1 Nummerering av fast utlegg, id merking for å vite hvilket prøveflater (plott) man besøker ute i felt.

Feltdata

Det ble samlet in feltdata fra 40 prøveflater på 250 m² sommeren og høsten 2023. Prøveflatene ble lagt ut i et systematisk grid i studieområdet. Prøveflatene ble fordelt jevnt basert på størrelsen til hvert delområde, med ca. 470 meter mellom hver prøveflate, uavhengig av plasseringen i de separate delene av studieområdet. Prøveflatene ble lagt ut ved bruk av QGIS-Desktop 3.18.3 for å sikre jevn distribusjon. Prøveflatene har en radius på 8.92 meter, noe som utgjorde en diameter på 17.84 meter eller 250 m². Totalt utgjorde de 40 prøveflatene et areal på 10 000 m², som ble befart og kartlagt. Alle trær innenfor prøveflatene ble telt med, dette gjelder kriterier med trær over 4 cm foryngelse og over 10 cm for rekrutttrær (Ørka & Bollandsås, 2023).

Det ble utført to forskjellige feltregistreringstyper for å avdekke tilstanden til eiketrærne og skogstrærne. Det ble benyttet en feltregistrering for trær med DBH mellom fire til ti centimeter og en annen for trær med DBH på over ti centimeter, for å vurdere artssammensetningen i skogen. Det ble også tatt målinger av høyde, vinkel posisjonen til de enkelte trærne og artsidentifisering. Feltarbeidet besto av registrering av trær, med spesielt fokus på eiketrær. Rekrutttrærne og foryngelsen ble kartlagt på samme prøveflate. For rekrutttrærne på den totale prøveflaten ble følgende data samlet in: DBH, høyde (høyde ble utvalgt ved å velge hvert n'te tre), basert på antall trær på flata (n)/5, hvilken art treet tilhørte, treets vinkelposisjon tatt fra sentrumspartiet i hver prøveflate fra 0 til 360 grader og treets posisjon i antall meter fra flatesentrum. Foryngelsen ble basert på en totaltelling av alle småtrær som ble inndelt i kvadranter som følge himmelretningen Nord, Øst, Sør og

Vest. De registrerte variablene for foryngelsen var DBH og antall trær av hver art på den totale prøveflaten. Foryngelsen som forekom på totale prøveflaten besto av naturlige foryngelse av løvtrær og eik (*Quercus sp*), mens konvensjonell foryngelsen besto av frøstillingshogst av furumark og vanlig planting av gran (*Picea abies*) på plantefelt.

Det ble utført en statistisk analyse for å se på artsfordelingen på prøveflatene i forhold til eikene og hvordan dette påvirker hverandre, samtidig ble det utført enkel analyse av eikenes spredning med hjelp av QGIS for å identifisere eikenes preferanse for avstand fra menneskelig aktivitet.

Sammensetningen av rekruttrær funnet på den totale prøveflaten besto av totalt 448 bartrær (gran, furu og eiker), som utgjorde 79.57 % av populasjonen registrert på prøveflatene i feltet. Det ble også registrert 110 løvtrær (bjørk, rogn, selje og osp), dette tilsvarer 19.54 % av prøveflaten. Edelløvtrær var representert av 5 eiketrær (*Quercus Sp*) som utgjorde 0.89 % av populasjonen. For foryngelsen besto artssammensetningen hovedsakelig av 62.26 % bartrær (gran og furu), mens den resterende foryngelsen besto av 37.10 % løvtrær (bjørk, rogn og selje) og 0.01 % edelløvtrær (eik).

Fjernmålingsdata (LIDAR)

LIDAR-Fjernmålingsdata ble benyttet for å identifisere rekruttrær av eik (*Quercus sp*) i det utvalgte studieområdet. Fjernmålingsdataene dekket hele studieområdet og ga informasjon om artssammensetningen i Kronesjiktet, høydefordelingen av trærne samt eiketrærne i landskapet (Skoghusholdningsserien, 2017). Integrering av LIDAR-bilder bidro til et omfattende perspektiv på eiketrærnes distribusjon over et større geografisk område, noe som gir grunnlag for å evaluere naturverdiene i studieområdet. Ved å kombinere LIDAR-data med feltdata oppnås en detaljert oversikt over høydeprofil, kroneåpninger og konkurase fra andre treslag. LIDAR-data gir verdifull innsikt i eikas vekstbetingelser, mens feltmålingene av høyde, diameter og volum suppleres med detaljer om miljøforholdene som påvirker rekruttering og naturlig foryngelse. Denne tilnærmingen muliggjør identifisering av potensielle utviklingsområder for eik i studieområdet og gir en bedre forståelse av forhold som fremmer eller hemmer veksten av eik.

Beregning av Feltdata

Grunnflate for artene på prøveflatene og for den totale prøveflaten ble beregnet ved å bruke Lorey's gjennomsnittlige metode, med vektlegging av større trær, denne metoden bidro til en mer nøyaktig representasjon og estimering av prøveflatene sine høyder (bollandsås, 2009). Hensikten med metodikken var å analysere rekruttrær av eik (*Quercus sp*) og evaluere naturverdiene i studieområdet. R-Studio ble brukt til å beregne deskriptiv statistikk for verdiene fra hvert enkelt prøveflate, for å bestemme bestandens

gjennomsnittlige diameter og høyde. Middeldiameter og middelhøyde for den totale prøveflaten ble også analysert for å gi innsikt i volum og høydetilvekst som kan si noe om konkurranse mellom artene.

Volumberegning og Grunnflateberegning av Rekruttrær

Metodikk for volumberegning er basert på standardiserte skogbruksprinsipper og inneholder beregning av grunnflate og volum for hver prøveflate (Ørka & Bollandsås, 2023). Grunnflaten for hver prøveflate ble beregnet som summen av arealet for hvert tre, basert på diameteren deres. For den totale prøveflaten, med et areal på 250 m² per prøveflate, ble totalt grunnflateareal beregnet ved å summere grunnflatene for alle prøveflatene. Volumberegningen ble utført ved hjelp av en kombinasjon av grunnflateberegning, høydeestimering og direkte høydemålinger, der dette var tilgjengelig (Bollandsås, 2009).

For trær uten høydemålinger ble Lorey's gjennomsnitt benyttet, en metode som gir vektlegging til større trær for å sikre en representativ beregning av prøveflatene sin gjennomsnittshøyde (Lynch, Wittwer, & Stevenson, 2007).

Volumet ble kalkulert både for hver prøveflate og for de ulike treslagene på hver prøveflate, inkludert spesifikke beregninger for eiketrærne som hadde fullstendig høydemåling. For treslag med manglende høyder ble Lorey's gjennomsnittlige høyde brukt til å avlese høydefaktorer basert på data fra lignende trær i området. Dette gir estimater for volumet til hele bestandet (Bollandsås, 2009).

Totaltelling og Volumberegning av Foryngelsen

Totaltellingen ble utført innenfor en sirkulær prøveflate på 250 m² med en diameter på 8.92 meter. Denne metoden ble benyttet for å telle alle utviklingsdyktige trær på prøveflatene, uavhengig av antall ønsket i en tynnet bestand eller regulert bestand (Andreas, 1996). Kriteriene som ble registrert under totaltellingen inkluderte diameter, høyde, treslag og antall trær for hver prøveflate.

Volumberegning for foryngelse ble utført ved å beregne grunnflate og volum for hvert enkelt tre. All foryngelse på prøveflatene ble målt både i høyde og diameter og deretter sortert etter treslag. Grunnflate og volum ble deretter beregnet basert på arealet av prøveflatene (250 m²). Dette ble gjort ved direkte kalkulasjon for hvert treslag, slik at volumet kunne estimeres for bestandens totale volum, samt spesifikt for eiketrærne og de andre treslagene per prøveflate.

Statistiske analyser

Deskriptiv statistikk for Foryngelse

Det ble utført deskriptiv statistikk (gjennomsnitt, standardavvik, maksimums- og minimumsverdier) for å analysere diameter og høyde på trær i prøveflatene. Dette inkluderte beregning av gjennomsnittlig diameter

for hver enkelt prøveflate, samt middeldiameter (gjennomsnittlig diameter for alle prøveflatene). Tilsvarende ble det beregnet gjennomsnittlig høyde for hver prøveflate, i tillegg til middelhøyde (gjennomsnittlige høyden for alle prøveflatene). Analysene omfatter også antall trær og treslagsfordelingen på prøveflatene.

Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensa

Metoden for å beregne avstand fra menneskelig aktivitet til skoggrensa brukte prøveflatene som referansepunkt for å lage distansene. Menneskelig aktivitet er områder med aktive forstyrrelser slik som landbruks jorder, hager og vanlige eiendommer. I QGIS ble det opprettet ett polygon som representerte skogområdet og fungerte som et visuelt objekt for å definere skoggrensa. Prøveflatene ble brukt som referanse for å etablere avstandsgradient. Avstandsgradienten ble markert i intervaller på 100 meter, noe som gjorde det mulig å utføre en systematisk analyse av distansen.

Enkel Lineær Regresjon for Artsfordeling og Variabler

For å analysere sammenhengen mellom artsfordeling og variablene: høyde, grunnflate og volum, ble enkel lineær regresjon benyttet. Denne analysen ble utført for å undersøke forskjeller mellom rekruttrær og foryngelse, og ga innsikt i strukturen og dynamikken i bestandet. Regresjonsmodellen hadde formelen:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon$$

Hvor y er den avhengige variabelen (høyde, grunnflate, volum), mens x er den uavhengige variabelen (treslag), og β_0 og β_1 er regresjonskoeffisientene som ble estimerte for å vurdere sammenhengen. P-verdien og R - square verdier fra regresjonen ga informasjon om betydningen og styrken av sammenhengen mellom treslag og variablene.

LIDAR– Fjernmåling

Det ble benyttet tilgjengelig fjernmålingsdata fra Asker kommune for å sammenligne ulike målinger og analysere faktorer som påvirker veksten av rekruttrær i områder. Forskjellen i gjennomsnittlig høyde, diameter og volum mellom LIDAR- og Feltmålinger undersøkes for å evaluere presisjon til hver metode. I tillegg vurderes åpninger i kronesjikte og deres påvirkning på rekruttærne sin vekst, samt hvordan artsfordelingen kan påvirke eikerekruttenes antall og størrelse. Sammenhengen mellom DBH og høyde gir innsikt i vekstforhold og tilpasningsevne hos rekruttærne.

Målet med LIDAR - analysen er å identifisere posisjonen til eiketrærne (*Quercus Sp*) som forekommer i studieområdet. Ved å finne posisjonen til eiketrærne kan man få innsikt i deres høydeprofil, den vertikale strukturen og konkurranseforhold i studieområdet.

For å undersøke eikas rekruttering og naturlige foryngelse i studieområdet, ble det gjennomført en deskriptiv analyse av den vertikale fordelingen av eiketrærne. Denne analysen inkluderte kartlegging av

tresjiktet og kronesjiktet sin struktur for å vurdere deres egnethet for naturlig foryngelse og potensiell rekruttering av nye eiker.

I tillegg ble artssammensetningen i kronesjiktet analysert for å vurdere områdets egnethet for eik, med særlig fokus på om miljøforholdene oppfyller eikas økologiske krav for vekst og overlevelse.

Høydefordelingen i prøveflatene ble også undersøkt for å få en bedre forståelse av hvordan rekruttrærne konkurrerer om lokale ressurser som lys, plass og åpninger i tresjiktet. Dette inkluderte en vurdering av forstyrrelsesområder, som er viktige for etablering av ny rekruttede eiketrær.

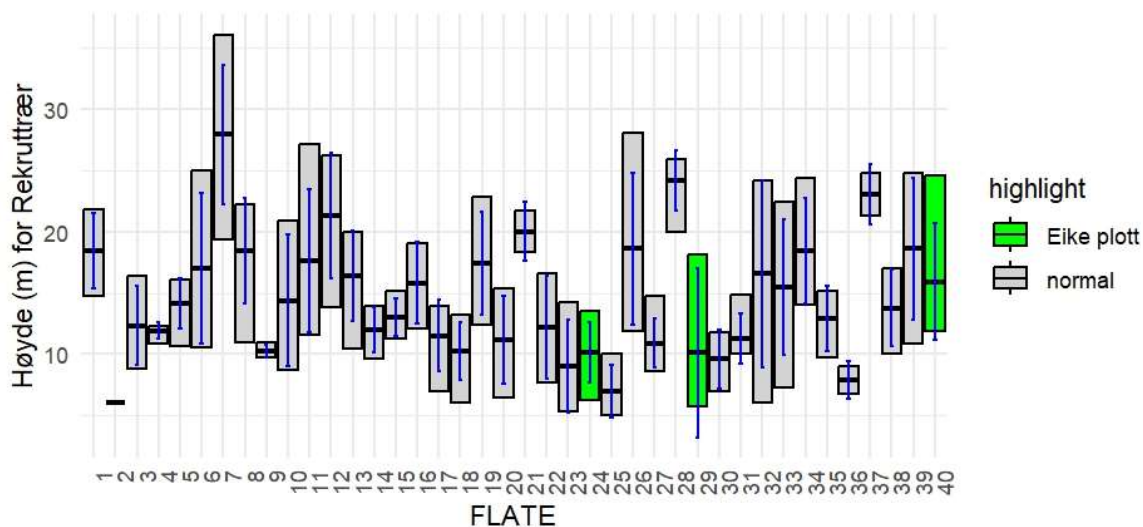
Resultat

Høyden til Eiketrær og Rekruttrær

Høyden til rekruttrærne og forekomsten av naturlig foryngelse spiller en avgjørende rolle i forståelsen av eikas vekstforhold og økologiske preferanser. Høydefordelingen gir viktig informasjon om hvordan habitat og miljøvariabler, som lys og konkurranse, påvirker eikas evne til å etablere seg,

Etter høydemåling av 189 prøvetrær i 40 prøveflater, ble gjennomsnittshøyden funnet å være 14.9 meter, med et standardavvik på 5.8 meter. Den høyeste målingen var 36.1 meter på prøveflate 7, som også hadde den høyeste gjennomsnittshøyden på (27.92 meter). Den laveste målingen var 5 meter på prøveflate 25, mens prøveflate 2 hadde både lavest gjennomsnittshøyde på 6 meter og null standardavvik, noe som indikerer en homogen bestand. Prøveflate 29 viste størst variasjon i trehøyde med et standardavvik på 8.2 meter.

Figur 2 viser at eik oftest forkommer på prøveflater med lav gjennomsnittshøyde, som på prøveflate 24 med tre registrerte eiketrær. Unntaket er prøveflate 40, som har høy gjennomsnittshøyde og en større andel løvtrær, i motsetning til prøveflate 29 som domineres av bartrær.



Figur 2 Boksplott for rekruttærne høyde på den prøveflaten. Deskriptiv statistikk som viser største og minste tre i meter, og gjennomsnitt med standardavviket til prøveflatene.

På prøveflatene 24, 29 og 40 ble det observert totalt 5 eiketrær (*Quercus sp*), se tabell 1. Eikerekruttene er gjennomsnittlig 8.91 meter, med et standardavvik på (+/-) 3.16 meter. Den største eikerekrutten var på 13.5 meter, mens det minste eiketreet var på 5.7 meter.

Tabell 1 oversikt over observerte eiker i prøveflatene

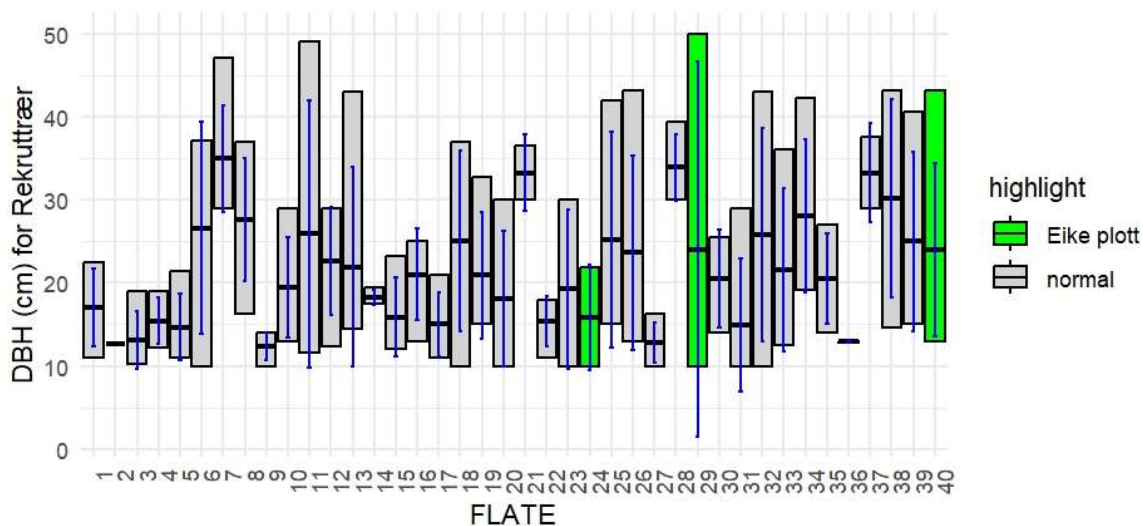
Flate	Art	Høyde (m)
24	Eik	9.5
24	Eik	10
24	Eik	6.2
29	Eik	5.7
40	Eik	13.5

Diameteren til Eiketrærne og Rekruttærne

Diameteren til rekruttærne er en viktig indikator på treets vekst, utviklingsstadium og respons på miljøforhold som lys, konkurranse og kroneåpninger. Diameteranalysen viser hvordan eik etablerer seg og konkurrerer med andre treslag i studieområdet. Fordelingen av diameterverdier gir innsikt i eikas naturlige foryngelse, der variasjoner i diameter reflekterer påvirkning fra konkurranse og miljøforhold. Resultatene indikerer hvilken faktor som påvirker rekrutteringen av eik, og gir viktig informasjon om artens vekstpotensial og langsiktige bærekraft i skogøkosystemet.

Prøveflate 7 hadde den høyeste gjennomsnittlige diameteren på 36.8 cm i brysthøyde, mens den laveste gjennomsnittlige diameteren ble observert på prøveflate 2, med 12.7 cm. Diameter for rekrutttrærne på hver av prøveflatene er vist i figur 3. Den største diameteren ble målt på prøveflate 26 med en diameter på 50 cm, mens den minste diameteren ble registrert på prøveflate 36, med 12.8 cm i diameter. Når det gjelder variasjon, hadde prøveflate 29 det største standardavviket med 16.38 cm, noe som indikerer stor variasjon i diameteren på trærne. I motsetning til dette hadde prøveflate 2 et standardavvik 0 cm, dette betyr at alle trærne på denne flaten hadde samme diameter i brysthøyde. For eiketrærne er diameterfordelingen generelt jevnt og følger prøveflatene sine mønstre som vist i figur 3. Eika viser også en preferanse for prøveflater som har lavere variasjon i diameteren sine.

Middeldiameteren for bestandet i studieområdet ligger på 20.3 cm, med en variasjon på ± 9.49 cm. Den høyeste observerte diameteren i hele bestandet var 60 cm, mens den laveste var på 10 cm. Dette gir et samlet bilde av populasjonen.



Figur 3 Prøveflatene sine rekrutttrær og deres deskriptive verdier av diameter i brysthøyde.

Figur 3 viser diameteren (DBH) til rekrutttrærne på den totale prøveflaten, med deskriptive verdier. Det er tydelige forskjeller mellom prøveflatene når det gjelder gjennomsnittlig diameter. For eksempel har prøveflate 7, 21, 28 og 37 større gjennomsnittlig diameter sammenlignet med prøveflate 2, 9, 22 og 27. Middeldiameteren for bestandet ligger rundt 21.3 cm, med en variasjon på ± 10 cm. Den høyeste observerte diameteren i feltet var 50 cm. Eiketrærne viser en tendens til å forekomme i bestander med større variasjon i diameter, dette kan være knyttet til lysrikeforhold på prøveflatene som tillater mer vekst for eika, i tillegg kan variert vekst stadier på konkurrerende trær gjøre at eika trives på prøveflater med varierte diametere.

Det ble observert flere eiker som oppfylte kriteriet om å ha en diameter over 10 cm i brysthøyde, se tabell 2. Disse rekruttærne ble funnet i prøveflate 24, 29 og 40. I prøveflate 24 ble tre eiker målt, alle med en diameter på 10 cm. På prøveflate 29 ble det observert en eik med diameter på 10 cm, mens på prøveflate 40 ble det registrert et tre på 19.5 cm i DBH.

Tabell 2 Rekruttrær av eik i prøveflatene (24, 29 og 40)

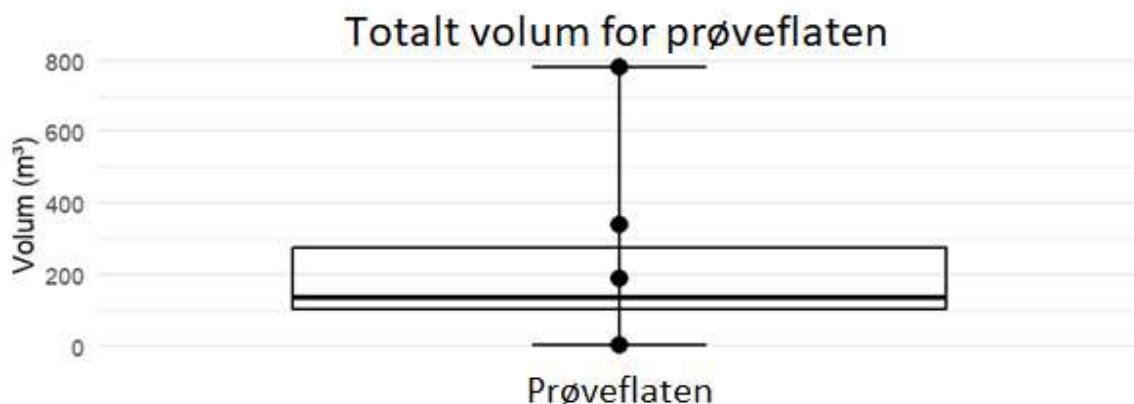
Flate	Art	Diameter (cm)
24	Eik	10
24	Eik	10
24	Eik	10
29	Eik	10
40	Eik	19.5

Basert på deskriptiv statistikk har eikene i prøveflatene en gjennomsnittlig DBH på 11.9 cm, med et standardavvik på +/- 3.8 cm.

Volumet til Eiketrærne og Rekruttærne

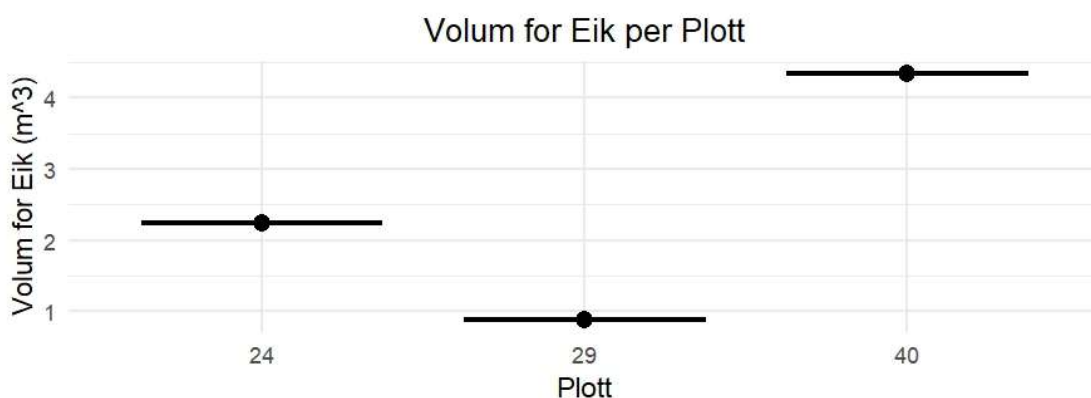
Volumet til eiketrærne og rekruttærne er avgjørende for å vurdere vekstpotensial og konkurranseevne. Analyse av volumet gir innsikt i eikas utvikling, forhold til andre treslag og miljøpåvirkning, i tillegg for å bidra til å finne vekstpotensial og naturlig foryngelse av eika.

Det totale volumet av rekruttrær på den totale prøveflaten utgjorde et gjennomsnitt på 189.7 m³, med et standardavvik på (+/-) 149.7 m³. Mens det største volumet på den totale prøveflata var på 780 m³ og det minste volumet på den var 3.3 m³ som vises i figur 4.



Figur 4 Totalt volum m³ av alle rekruttrær på den totale prøveflaten.

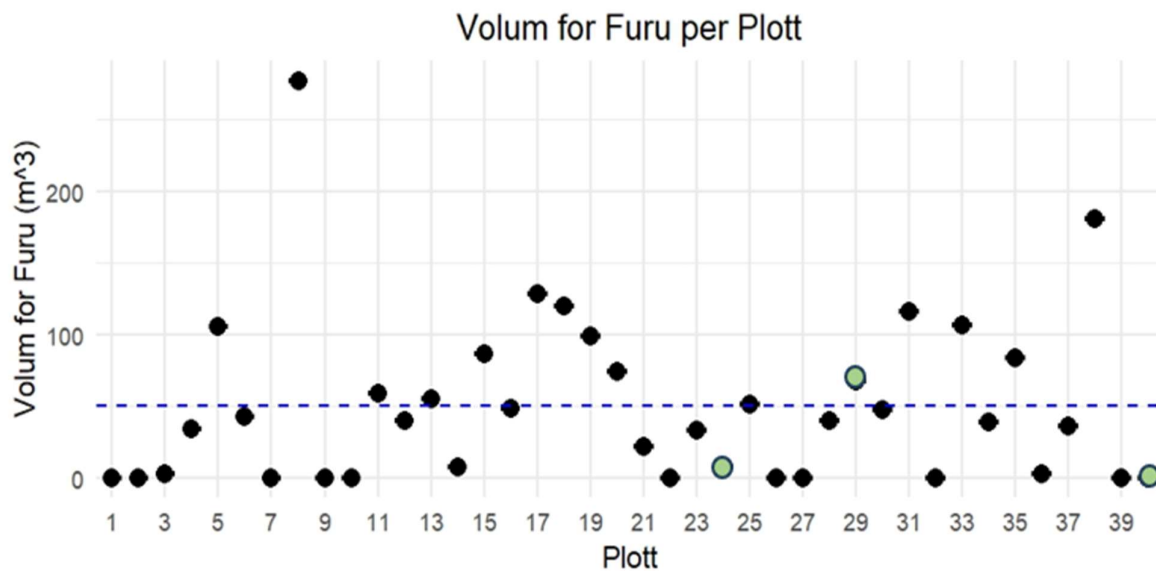
Den totale prøveflaten sitt totale eikevolum består av 5 observasjoner som gir følgende resultater. Prøveflate 24 hadde et gjennomsnitt på 2.24 m^3 , det var ingen standardavvik på grunn av få antall eiker på prøveflaten, og hadde et minimum og maksimum volum på 2.24 m^3 , se figur 5. Prøveflate 29 har et gjennomsnittsvolum på 0.88 m^3 , her er det heller ingen standardavvik av samme årsak som prøveflate 24. Her er største og minste volum 0.88 m^3 , noe som viser at det var observert få eiketrær på prøveflaten. Prøveflate 40 hadde et gjennomsnitt på 4.34 m^3 , ingen standardavvik. Største og minste volum på prøveflaten var 4.34 m^3 , noe som viser til en enkel observasjon av eik på prøveflaten. Man kan se at prøveflatene med furu og eik (prøveflate 24 og 40) viser lavere gjennomsnittlig volum i forhold til furua sitt gjennomsnittlige volum, dette vises i figur 6. Unntaket er prøveflate 29 som er nærmest prøveflaten sitt furu gjennomsnitt med en enkel eikeobservasjon.



Figur 5 Total volum m^3 av rekrutteiker på prøveflaten (plott).

Det ble kalkulert gjennomsnittlig volum for forskjellige arter på prøveflatene av bartrær (gran og furu) og løvtrær (bjørk, rogn og osp). Artene sine gjennomsnittlige volum varierte mye mellom hvert treslag. Gran hadde største gjennomsnittlige volum på prøveflaten med hele 120.9 m^3 , mens furu hadde ett gjennomsnittlig volum på 50.3 m^3 og løv hadde minste andelen av prøveflaten sitt gjennomsnittlige volum med 18.44 m^3 . Dette stemmer med områdets bruk, hvor det utføres produksjon som vektlegger gran, - og furuskog, mer enn løvskogen.

Furua på den totale prøveflaten har et gjennomsnittlig volum på 50.3 m^3 , se figur 6. De tre største volumene til furu på den totale prøveflaten ble observert på: prøveflate 8 med et gjennomsnittlig volum på 277 m^3 . Her har vi en gammel furubestand som har stått lenge å vokse slik at volumet har vokst mer enn de andre prøveflatene. Mens på prøveflate 38 ble det funnet et gjennomsnittlig volum på 180.6 m^3 og prøveflate 17 med et volum på 128.8 m^3 . Eika vokser i områder med furua, og trives bedre der enn i grandominert bestand, se figur 6.

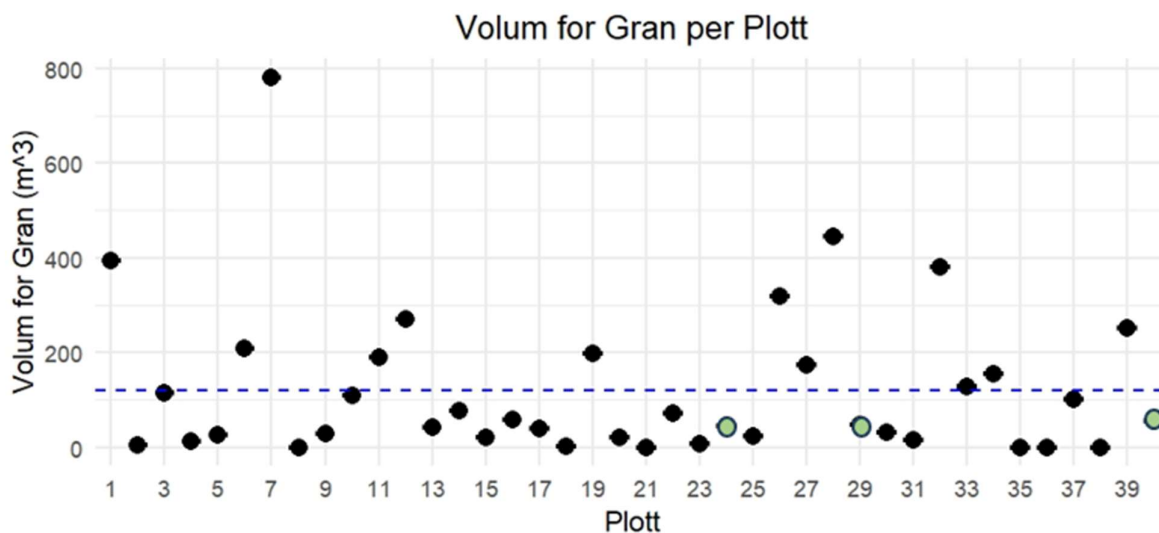


Figur 6 Volum m³ av Furu for hver prøveflate (plott) på den totale prøveflaten. De grønne punktene viser prøveflatene som har eiker på seg, mens den blå linja representerer furua sitt gjennomsnittlige volum.

Gjennomsnittlig granvolum på den totale prøveflaten var 120.9 m³, se figur 7. På den totale prøveflaten kan man se at det er tre ekstreme gjennomsnitt som ligger på prøveflate 7 som har et volum på 780 m³.

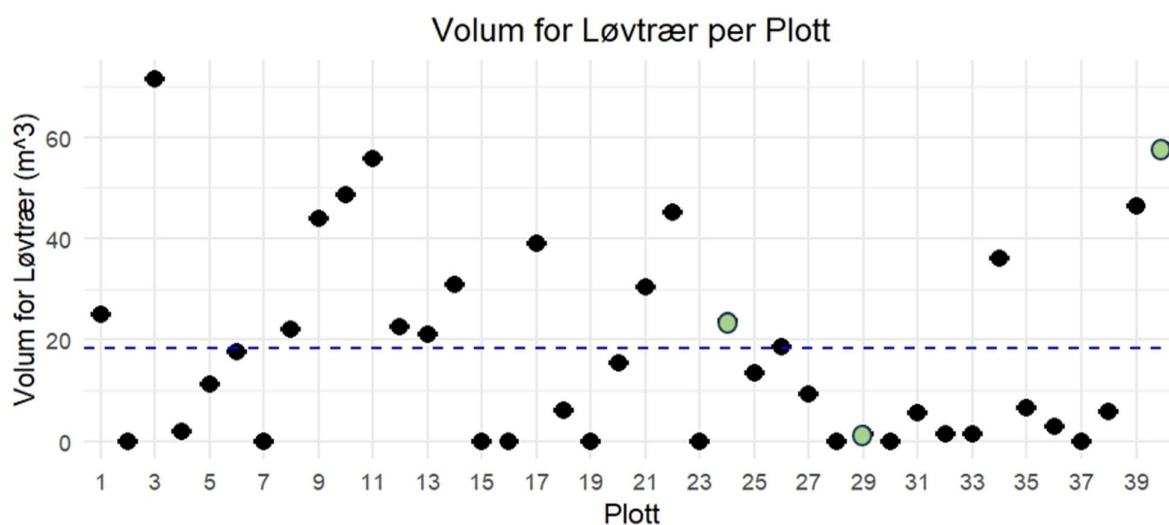
Prøveflate 7 stikker seg ut på grunn av sin voksne bestand i forhold til de andre granbestandene i samme område. Prøveflate 28 og 1 har volum på 445.7 m³ og 392.5 m³. De tre minste observerte volumene ble funnet på prøveflate 18 som bare hadde 1.6 m³, mens prøveflate 2 og 23 hadde volum på 3.3 m³ og 7.8 m³.

Man kan se i figur 7 at eiketrærne foretrekker områder med lavere volum av gran.



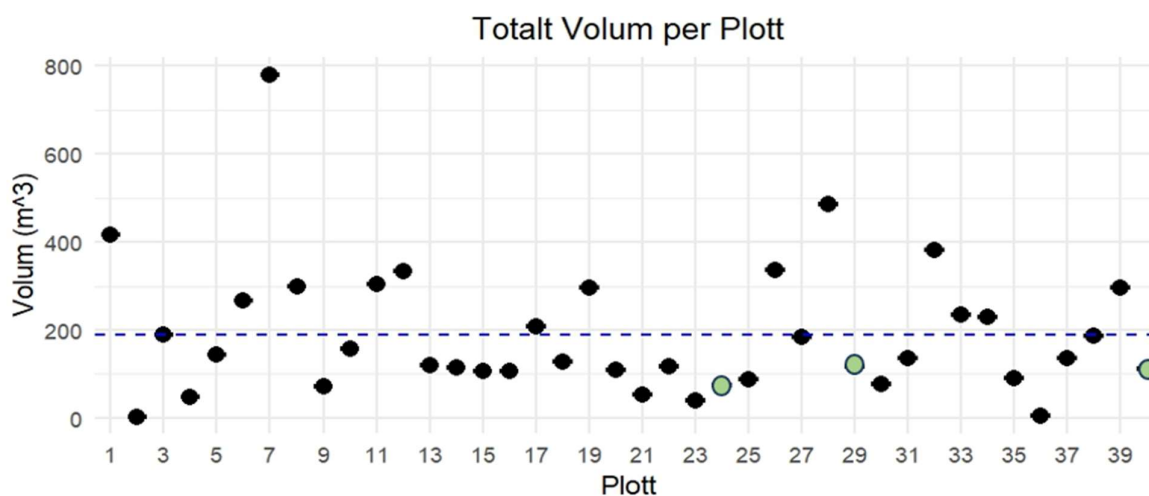
Figur 7 Volum m³ av Gran for hver prøveflate (plott) av den totale prøveflaten, de grønne punktene representerer eikeobservasjoner på prøveflatene, mens den blå linjen representerer gjennomsnittlig volum til gran.

Løvtrærne har en større spredning i den totale prøveflaten (se figur 8), og flere prøveflater med løvtrær som ligger over gjennomsnittet. Gjennomsnittet til løvtrærne på den totale prøveflaten hadde et volum på 18.5 m³. De største volumene på den totale prøveflaten ble observert på de følgende 3 prøveflatene. Prøveflate 7 som har det største gjennomsnittlige volumet på 71.5 m³, mens den nest største prøveflate 40 har et gjennomsnittlig volum på 57.6 m³ og prøveflate 11 med et gjennomsnittlig volum på 55.7 m³ se figur 8. Eiketærne viser en preferanse for prøveflater med større volum av løvtrær.



Figur 8 Volum m³ av løvtrær for hver prøveflate (plott) på den totale prøveflaten, de grønne punktene viser prøveflatene hvor eik er observert, samtidig så ser man en blå linje som i dette tilfelle viser løvtrærne sitt gjennomsnittlige volum.

Ved å legge sammen volumene til grantrær, furutrær og løvtrær per prøveflate fått man totalt gjennomsnittsvolum på 189.7 m^3 (se figur 9). Noen av ekstremverdiene ligger lagt over eller under den totale prøveflaten sitt gjennomsnittlige totale volum. De største gjennomsnittlige verdiene på den totale prøveflaten ble observert på prøveflate 7 med et gjennomsnittlig volum på 780 m^3 , mens prøveflate 28 har et gjennomsnittlig volum på 485.2 m^3 og på prøveflate 1 ble det funnet et gjennomsnittlig volum på 417.5 m^3 . De minste gjennomsnittene som ble observert var på prøveflate 2 med et volum på 3.3 m^3 , det gjennomsnittlige volumet på prøveflate 36 som er 5.6 m^3 og prøveflate 23 som har et volum på 40.8 m^3 .



Figur 9 Totalt volum m^3 per prøveflate (plott) for rekruttrær. De grønne punktene viser eikeobservasjonene i forhold til totalt volum for den totale prøveflaten, mens den blå linjen representerer den totale prøveflaten sitt gjennomsnittlige volum.

Artssammensetningen av Rekruttærne til den totale Prøveflaten

Artsfordelingen av rekruttrær i studieområdet besto av bartrær (gran, furu og einer), løvtrær (bjørk, rogn, selje og osp), i tillegg til edelløvtrær (eik) se tabell 3.

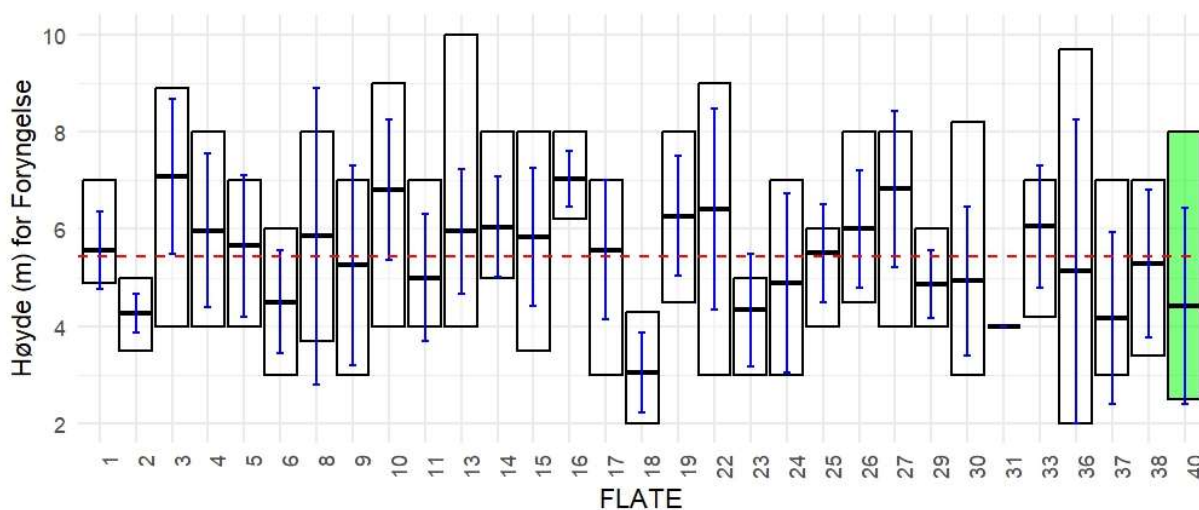
Feltmålingene viser at populasjonsfordelingen av rekruttrær var dominert av gran (*Picea abies*) med 61.28 %, etterfulgt av furu (*Pinus Sylvestris*) med 18.12%, og bjørk (*Betula Sp*) med 17.58 %, osp (*Populus tremula*) utgjorde 1.24 %, mens treslagene som utgjorde mindre andel av den totale prøveflaten var eik (*Quercus Sp*) med 0.89 %, selje (*Salix Sp*) med 0.53 %, einer (*Juniperus communis*) (einer ble tatt med pga. sin store størrelse som var uvanlig høy på 6.5 meter med en diameter på 10.5 cm og muligheter for vern, den ble funnet på plott 20, men der var også observert høye einer i andre steder på studieområdet. Den vil ikke bli fokusert på eller brukt i kalkulasjoner andre steder i oppgaven) med 0.18 % og rogn (*Sorbus aucuparia*) med 0.18 %.

Tabell 3 oversikt over artsfordelingen som er på den totale prøveflaten basert på både antall og prosent for hver art.

Art	Antall	% Tre
GRAN	345	61.28
FURU	102	18.12
BJORK	99	17.58
OSP	7	1.24
EIK	5	0.89
SELJE	3	0.53
EINER	1	0.18
ROGN	1	0.18
Total Antall Rekruttrær	563	100

Høyden til den Naturlig Foryngelsen og Vanlig Foryngelse

Ved å finne høyden til naturlig foryngelse og konvensjonell foryngelse (planting eller frøstilling) kan man øke forståelsen av situasjonen til eikeforyngelsen på den totale prøveflaten, det er også viktig å vurdere artens langsiktige bærekraft i skogøkosystemet. Naturlig foryngelse reflekterer både tilgangen på ressurser og konkurranse fra andre treslag, i tillegg vil informasjonen hjelpe til med å utvikle strategier som støtter eikas vekst og bevaring i det norske skoglandskapet. Det er derfor viktig med grundig beskrivelse av høydeprofil for både rekruttærne og foryngelsen.



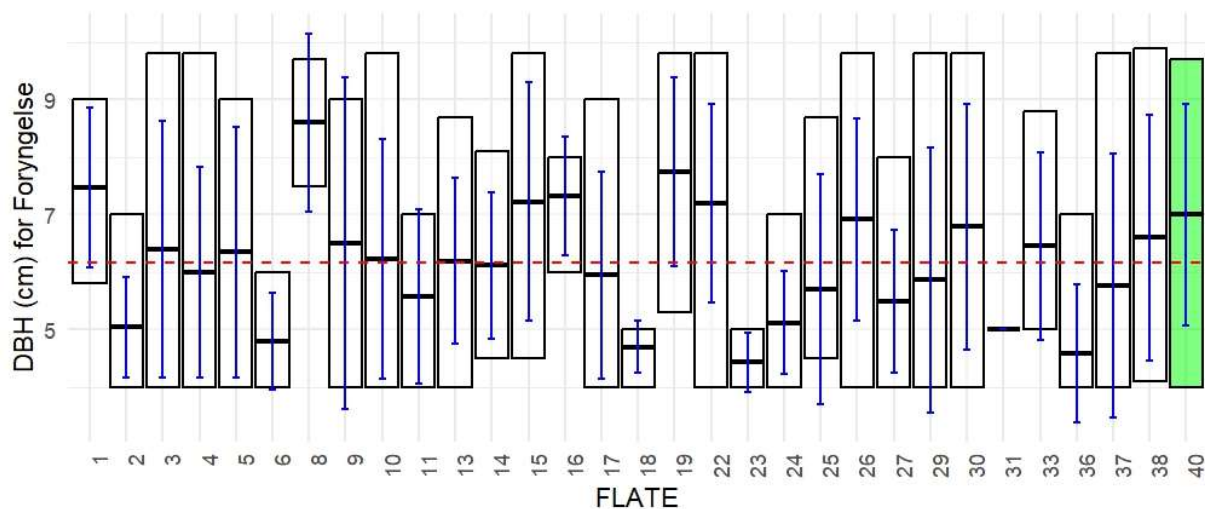
Figur 10 Viser foryngelsen sin høyde for hver prøveflate. Den røde linja totale prøveflaten sitt gjennomsnitt, mens det grønne boksplott representerer eikeobservasjonen på den totale prøveflaten.

Foryngelsen på den totale prøveflaten hadde en middelvei på 5.56 meter og et standardavvik på $(\pm) 1.65$ meter. Det minste treet på prøveflaten var 2 meter, mens det høyeste treet var på 10 meter. Det høyeste gjennomsnittlige høyden som ble funnet var på prøveflate 3 som var 7.1 meter, mens det minste gjennomsnittlige høyden ble funnet på prøveflate 18 med en høyde på 3 meter. For prøveflaten sitt minste standardavvik var det på prøveflate 31 et avvik på $(\pm) 0$, dette kan tyde på at denne prøveflaten er homogen siden det ikke ble noe avvik fra gjennomsnittshøyde på 4 meter, det vil si at trærne er av samme høydeklasse uten avvik fra gjennomsnittet. På prøveflate 36 ble det observert et standardavvik på $(\pm) 3.1$ meter), dette indikerer at der er en større spredning i aldersfordelingen på denne prøveflaten i forhold til alle andre prøveflater. På den totale prøveflaten var den største observerte høyden funnet på prøveflate 13 med 10 m i meter, mens den minste meteren ble observert på prøveflate 36 og 18 hvor de hadde en høyde på 2 meter, se figur 10. Prøveflate 36 hadde større spredning i sin høydefordeling enn det som ble observert på prøveflate 18, dette kan ha noe med artssammensetningen, siden prøveflate 36 har mer bartrær enn prøveflate 18 som har mer innsjøløvtrær.

På prøveflate 40 ble det observert en eik (*Quercus sp*) med en høyde på 8 meter, dette var den eneste naturlige foryngede eika som befant seg på prøveflaten, som fylte kriteriet om å være større enn 4 cm i diameter og naturlig foryngelse.

Diameteren til Naturlige Foryngelsen og Vanlig foryngelsen

Som vist i figuren ligger middelveien til foryngelsen på de totale prøveflatene mellom 5 cm og 8 cm i diameter. Den statistiske middelveien er 6.21 cm i diameter, noe som er i tråd med resultatene sett i figur 11. Prøveflate 8 har det største standardavviket på $(\pm) 2.89$ cm) i diameter, mens prøveflaten med minst standardavvik er prøveflate 26 og 16 med henholdsvis 0 cm og $(\pm) 0.45$ cm) i diameter. De fleste prøveflatene, med unntak av 5 prøveflater, har en laveste diameter på 4 cm, mens prøveflate 30 har den største diametermålingen på 9.9 cm (se tabell 4).



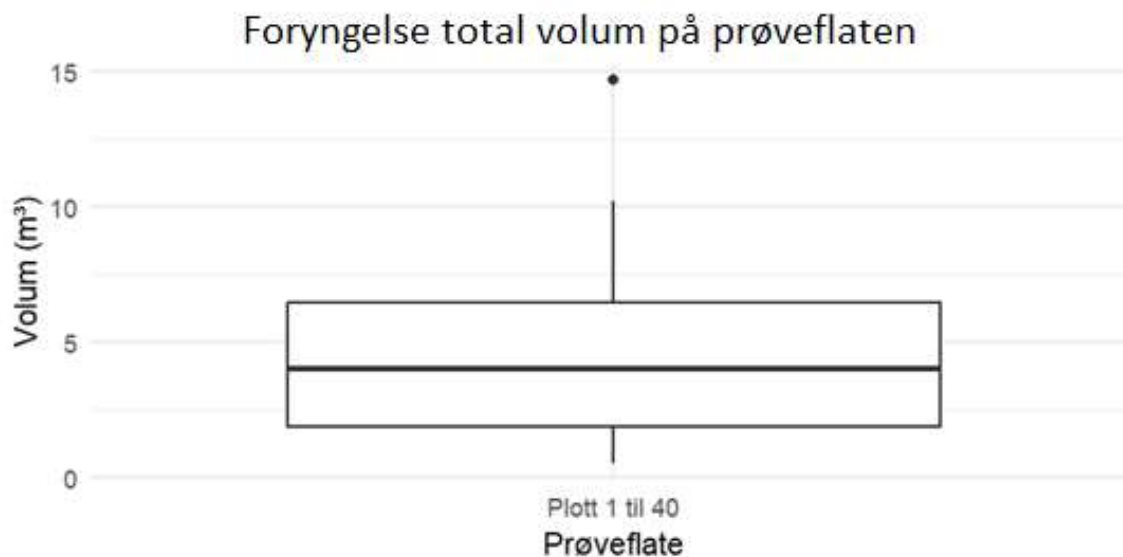
Figur 11 Klavet DBH per prøveflate på den totale prøveflaten, med en linje som viser gjennomsnittlig diameter i brysthøyde for den totale prøveflaten, og et grønt boksplott som viser eikeobservasjon.

Foryngelsen sin middeldiameter er 6.21 cm, mens utvalgsstandardavviket er på (+/-) 1.81 cm. Den minste DBH var på 4 cm, som også er minimum mulig cm for måling. Den største diameteren var 9.9 cm, som var størst mulig verdi før det går over i rekruttrær.

Eneste observerte eikeforyngelse var på prøveflate 40, diameteren til eika er på 6.9 cm i brysthøyde. Av den totale prøveflaten var det kun prøveflate 40 som hadde naturlig foryngelse av eik (*Quercus sp.*).

Volumet til Naturlig Foryngelse og Vanlig Foryngelse

Den totale prøveflate er på 250 m². For å beregne volumet ble det analysert grunnflate for treslagsfordelingen per prøveflate, samt det totale volumet per prøveflate. Med tilgjengelig høydedata for alle trær ble volum kalkulert for hver art i hvert prøveflate, analysene omfatter totalt volum for den totale prøveflaten, volumet for unge eiker på den totale prøveflaten, samt volumet per art og per prøveflate.



Figur 12 Foryngelsen sin totale volum på den totale prøveflaten.

Det gjennomsnittlige volumet til foryngelsen på den totale prøveflaten ligger på 5.68 m^3 , med et standardavvik på $\pm 3.26 \text{ m}^3$. Dette er en relativt liten variasjon, gitt at analysen omfatter 40 prøveflater med ulike treslag.

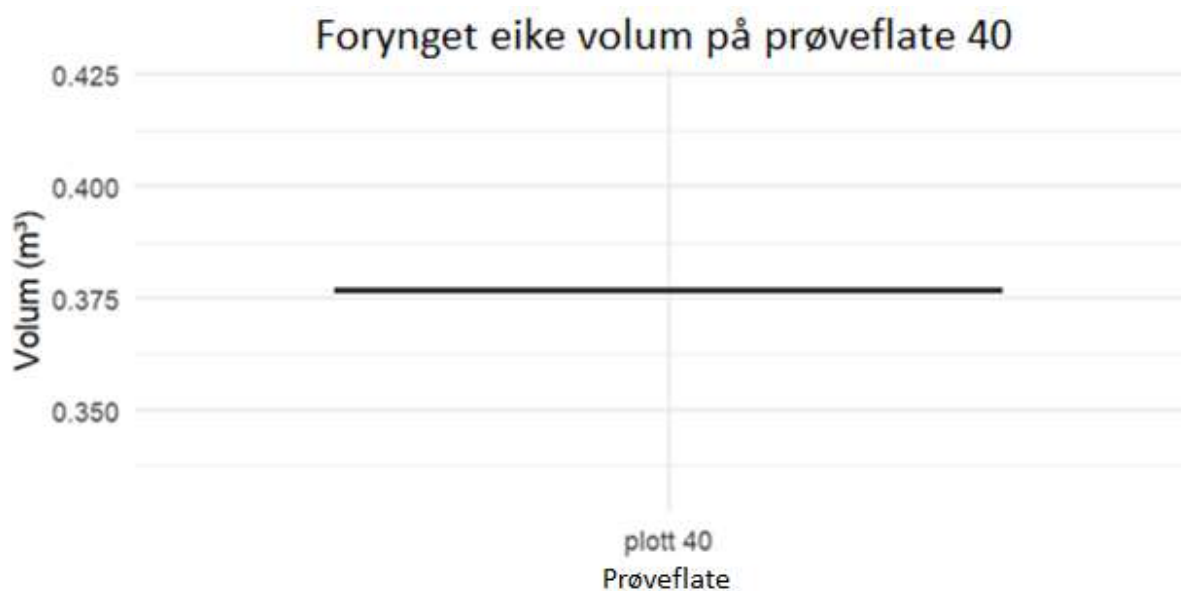
Det høyeste observerte volumet ble beregnet til 14.7 m^3 , noe som er et tydelig avvik fra den totale prøveflaten sin generelle trend. Dette kan indikere at en prøveflate har hatt betydelig bedre vekstforhold enn de andre. Det laveste ble målt til 0.55 m^3 , som er markant lavere enn gjennomsnittet (se figur 12 og tabell 4).

Tabell 4 Deskriptiv statistikk for volumet til foryngelsen på den totale prøveflaten

Volum prøveflater	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minste volum	Største volum
Totalt volum	5.68	3.26	0.55	14.70
Bjørk volum	1.04	0.59	1.12	4.70
Eik volum	0.38	0	0.38	0.38
Furu volum	0.78	0.81	0.59	1.99
Gran volum	1.73	1.24	1.40	4.54
Rogn volum	1.06	0.34	1.64	5.15
Selje volum	0.31	0.23	0.30	0.65
Edelløv volum	0.38	0	0.38	0.38
Løvtrær volum	3.84	0	3.84	3.84

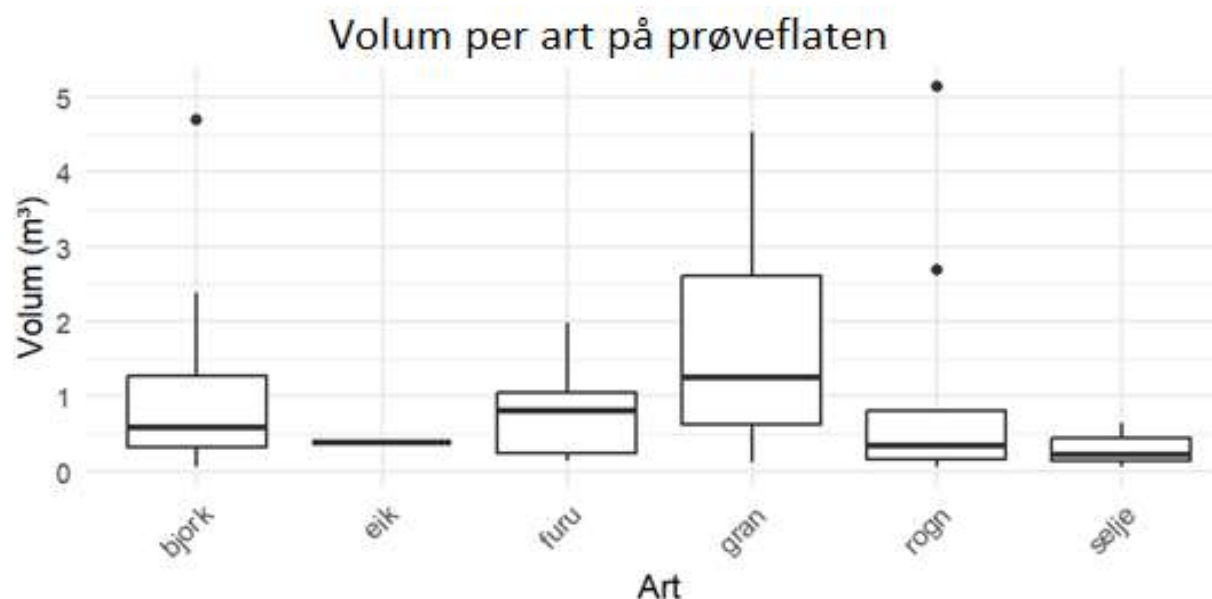
Bartrær volum	2.15	1.93	0.34	5.05
----------------------	------	------	------	------

Volumet til eikeforyngelsen på den totale prøveflaten var 0.38 m^3 , uten avvik, noe som antyder få eller en enkelt observasjon av eik i denne foryngelsen. Dette understøttes av at både største og minste volum er lik 0.38 m^3 . Volumet for edelløvtrær følger samme mønster som eik (tabell 4 og figur 13).



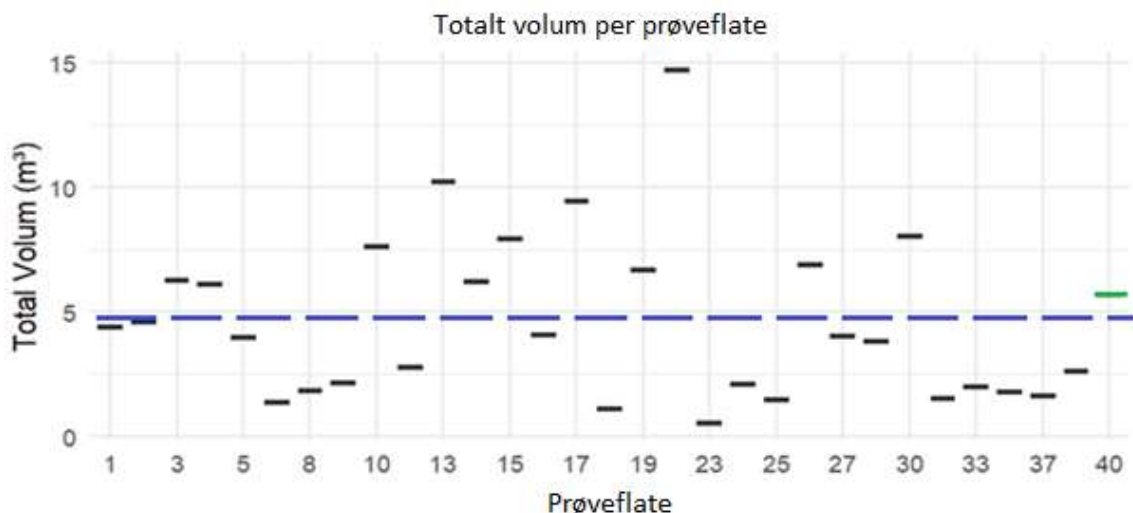
Figur 13 Volumet av eikeforyngelse på prøveflate 40.

Gran hadde den største volumvariasjonen på den totale prøveflaten (se figur 14), med et gjennomsnittlig volum på 1.73 m^3 , som var høyest blant foryngelsestrærne. Blant løvtrærne hadde bjørk og rogn det største volumet, hvor bjørk hadde høyere volum enn furu. Bjørk og rogn hadde gjennomsnittlig volum på henholdsvis 1.04 m^3 og 1.06 m^3 , med moderate standardavvik på $\pm 0.59 \text{ m}^3$ og 0.34 m^3 , noe som tyder på en stabil fordeling. Eik og selje hadde lavt volum, begge under 1 m^3 , mens bjørk og rogn hadde de største observerte volumene på den totale prøveflaten med henholdsvis 4.7 m^3 og 5.15 m^3 . Furu hadde et gjennomsnittlig volum på 0.78 m^3 , med et større avvik på $\pm 0.81 \text{ m}^3$, der volumet varierte mellom 0.59 m^3 og 1.99 m^3 .



Figur 14 Volum per art på den totale prøveflaten.

Seljetrærne hadde et gjennomsnittlig volum på 0.31 m^3 , med et relativt lavt standardavvik på $\pm 0.23 \text{ m}^3$, noe som indikerer en stabil fordeling. Det laveste observerte volumet for selje var 0.3 m^3 , og det høyeste var 0.65 m^3 . Løvtrærne hadde et gjennomsnittlig volum på 3.84 m^3 , uten avvik, noe som viser homogen fordeling. Bartrærne hadde derimot et gjennomsnittlig volum på 2.15 m^3 , med et høyt standardavvik på $\pm 1.93 \text{ m}^3$, som viser stor variasjon i volum mellom ulike bartrær. Det minste volumet blant bartrærne var 0.34 m^3 , og det største var 5.05 m^3 , som var det høyeste volumet blant treslagene på den totale prøveflaten, se figur 15.



Figur 15 Totalt volum for hver prøveflate i bestandet, med en blå strek som viser gjennomsnittet til den totale prøveflaten.

Artssammensetningen av Foryngelsen til den totale Prøveflaten

Artssammensetningen av foryngelsen på den totale prøveflaten besto av en blanding av bartrær, løvtrær og edelløvtrær (se tabell 5). Blant bartrærne var gran (*Picea abies*) og furu (*Pinus sylvestris*) de dominerende artene, mens løvtrærne inkluderte bjørk (*Betula sp*), rogn (*Sorbus aucuparia*) og selje (*Salix sp*), mens eik (*Quercus sp*) representerte edelløvtrærne.

På den totale prøveflaten ble det registrert 193 bartrær, 115 løvtrær, og 2 edelløvtrær. Av disse var grantrærne mest tallrike med 169 individer, etterfulgt av 66 bjørketrær, 44 rognetrær, 24 furutrær, 5 seljetrær, og til slutt 2 eiketrær. Denne fordelingen viser en tydelig dominans av gran i foryngelsen, mens løvtrær som bjørk og rogn også har betydelig tilstedeværelse. Eiketrærne som representerer edelløvtrærne, utgjør svært liten andel av foryngelsen i bestandet.

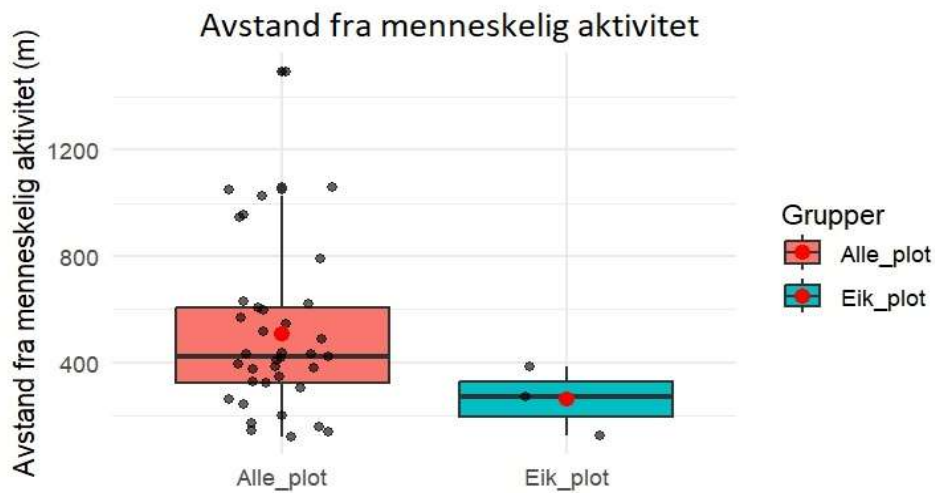
Foryngelsen på den totale prøveflaten besto helhetlig av 310 trær som fylte kriteriene (se tabell 5). Der var to unntak for målingene, disse ble målt på grunn av deres særegne kvaliteter. En eik som befant seg på prøveflate 8, denne hadde en diameter på 2 cm, men var ganske høy (2.8 meter) og derfor ble den tatt med som ett tilleggsmål. En ble ikke tatt med i bestandsutregningen siden den ikke passet inn i kriteriene, men den blir tatt med her i artsdelen. Det ble også målt en furu på prøveflate 36 som hadde 3 cm i diameter og en høyde på 5.8 meter. Den var akkurat for liten til å bli med som en del av foryngelseskriteriet som var satt, men den var såpass høy at den er inkludert i artssammenfatningen.

Tabell 5 oversikt over foryngelsen sin artsfordelingen som er på den totale prøveflaten basert på både antall og prosent for hver art.

Art	Antall	% Tre
Gran	169	54.52
Bjørk	66	21.29
Rogn	44	14.19
Furu	24	7.74
Selje	5	1.61
Eik	2	0.65
Total Antall Foryngelse	310	100

Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensen

Eik forekommer hovedsakelig innen 400 meter fra skoggrensen, hvor 47.5 % av prøveflatene ligger innenfor denne avstanden. Samtidig ligger 52.5 % av prøveflatene lengre enn 400 meter fra skoggrensen, og 10 % av disse er over 1000 meter unna. Eikas volum og grunnflate er lavere sammenlignet med andre treslag, med en grunnflate på 0.45 m².

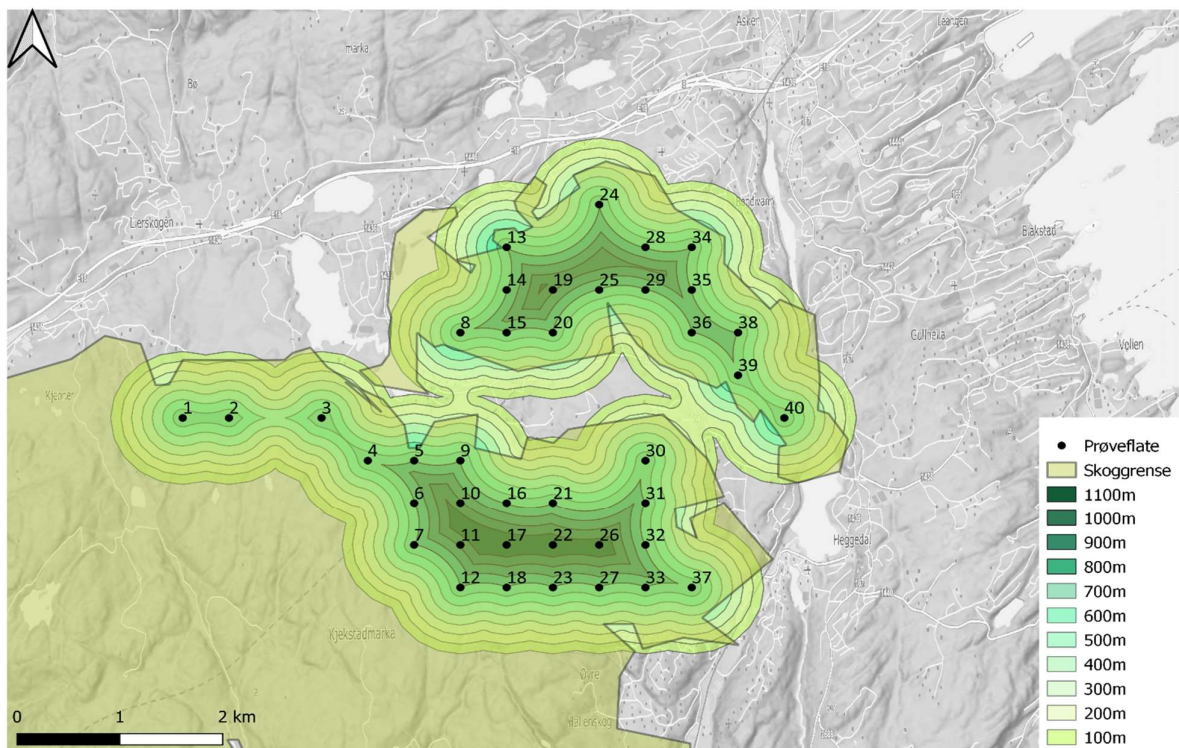


Figur 16 Boksplottet viser avstanden prøveflatene ligger fra menneskelig aktivitet, gruppene består av alle prøveflater kontra eik (røde punktet er gjennomsnittlig avstand).

Gran og furu dominerer på den totale prøveflaten, noe som viser en sterk tilknytning til tradisjonell skogbrukspraksis. Området med høyere andel løvtrær viser en bedre forekomst av eik.

Ved nærmere undersøkelse av eikeobservasjonene på prøveflatene 24, 29 og 40 ble det funnet at disse områdene ligger i avstander mellom 124 og 385 meter fra skoggrensa, og ble brukt som referansepunkt for å vurdere nærheten til menneskelig påvirkning som landbruk og bebyggelse.

Den gjennomsnittlige avstanden fra skoggrensa for prøveflatene er 487.2 meter, med et standardavvik på (+/-) 307.8 meter. For prøveflatene med eik (prøveflate 24, 29 og 40) er gjennomsnittlig avstand 259 meter, med et standardavvik på 131 meter, se figur 16 og 17.



Figur 17 Skoggrensen viser avstanden fra menneskelig aktivitet i forhold til prøveflatene.

Enkel Lineær Regresjons

Det ble gjort følgende antagelser for den linjere regresjonsanalysen utført for dominerende høyde, grunnflate og volum. Her antas det at det er en sammenheng mellom treslag og dominerende høyde, at treslag og grunnflate har en sammenheng og at treslagenes volum henger sammen.

Responsvariablene som er benyttet i analysen heter H_dom som refererer til prøveflaten sin dominerende høyde (m), volum (m³) og grunnflaten (m²) på den totale prøveflaten.

Tabell 6 oversikt over lineær regresjon for dominerende høyde, grunnflate og volum mot treslagene gran, furu, løvtrær og eik.

Lineær regresjon							
Kategori	Art	Respons-variabel	Forklarings-variabel	Gjennomsnitt	Standardavvik	R-square	P-verdi
Rekruttrær	Gran	H_dom	Treslag	19.06	4.72	0.05	0.62
Rekruttrær	Løvtrær	H_dom	Treslag	16.87	1.16	0.20	0.57
Rekruttrær	Furu	H_dom	Treslag	16.17	4.21	0.05	0.62
Rekruttrær	Eik	H_dom	Treslag	17.89	4.25	0.05	0.62

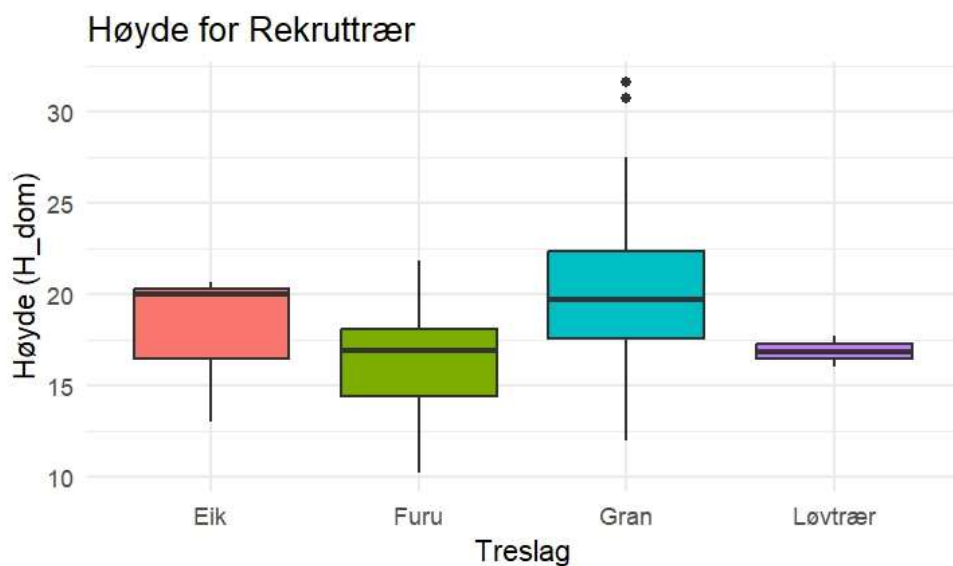
<i>Foryngelse</i>	Gran	H_dom	Treslag	6.86	1.46	0.05	0.41
<i>Foryngelse</i>	Løvtrær	H_dom	Treslag	7.60	0.00	0.05	0.41
<i>Foryngelse</i>	Furu	H_dom	Treslag	5.72	1.62	0.05	0.41
<i>Foryngelse</i>	Eik	H_dom	Treslag	7.23	0.00	0.05	0.41
<i>Rekruttrær</i>	Gran	Grunnflate	Treslag	15.24	14.27	0.04	0.35
<i>Rekruttrær</i>	Løvtrær	Grunnflate	Treslag	3.87	1.47	0.37	0.78
<i>Rekruttrær</i>	Furu	Grunnflate	Treslag	14.14	13.04	0.04	0.35
<i>Rekruttrær</i>	Eik	Grunnflate	Treslag	4.69	4.42	0.04	0.35
<i>Foryngelse</i>	Gran	Grunnflate	Treslag	0.79	0.61	0.19	0.62
<i>Foryngelse</i>	Løvtrær	Grunnflate	Treslag	1.84	0.00	0.19	0.62
<i>Foryngelse</i>	Furu	Grunnflate	Treslag	0.08	0.03	0.19	0.62
<i>Foryngelse</i>	Eik	Grunnflate	Treslag	0.45	0.00	0.19	0.62
<i>Rekruttrær</i>	Gran	Volum	Treslag	207.87	157.03	0.14	0.26
<i>Rekruttrær</i>	Løvtrær	Volum	Treslag	62.22	14.08	0.35	0.17
<i>Rekruttrær</i>	Furu	Volum	Treslag	126.73	117.11	0.14	0.26
<i>Rekruttrær</i>	Eik	Volum	Treslag	2.49	1.74	0.14	0.26
<i>Foryngelse</i>	Gran	Volum	Treslag	4.75	3.36	0.12	0.77
<i>Foryngelse</i>	Løvtrær	Volum	Treslag	6.19	0.00	0.12	0.77
<i>Foryngelse</i>	Furu	Volum	Treslag	1.57	1.45	0.12	0.77
<i>Foryngelse</i>	Eik	Volum	Treslag	0.38	0.00	0.12	0.77

Lineær Regresjon av Høyde for Rekruttrær og Foryngelse (Naturlig Foryngelse)

Den dominerende høyden til rekruttærne gran, furu og eik viste at den gjennomsnittlige høyden for artene var på 19.06, 16.17 og 17.89 meter (se figur 18). Grantrærne hadde et større standardavvik enn eik og furu, noe som indikerer større variasjon i høyden med 4.7 meter for gran, sammenlignet med furu og eik. Selv om det var færre observasjoner av eik, viste eik større høydevariasjon med et standardavvik på 4.25 meter, mens furua hadde et standardavvik på 4.21 meter, og dermed mindre variasjon i høyden.

Når det kommer til R^2 (R - square) så har alle artene på den totale prøveflaten en forklaringsgrad på 0.05, det vil si bare 5 % av variasjonen i høyde kan forklares av treslaget. Dette er en svært liten andel og ansett som

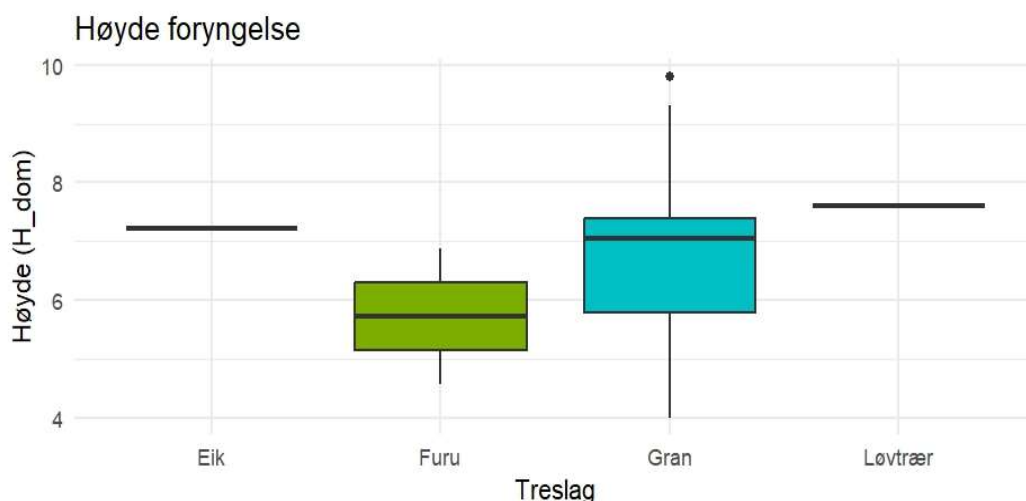
en svak sammenheng. P - verdien støtter dette, med en verdi på 0.62, noe som indikerer 62 % sannsynlighet for at sammenhengen skyldes tilfeldigheter (se tabell 6).



Figur 18 Sammenligning mellom dominerende høyde og treslag for rekruttærne.

For foryngelsen ble gjennomsnittlig høyde beregnet til 6.86 meter for gran, 5.72 meter for furu (som hadde det laveste gjennomsnittet), 7.6 meter for løvtrær (med den største gjennomsnittlige høyden) og 7.23 meter for eik (se figur 19). Det ble ikke observert noe standardavvik for løvtrær og eik, noe som indikerer at bestandet av løvtrær og eik er relativt homogent på den totale prøveflaten, uten ekstreme verdier som skiller seg fra gjennomsnittet.

Den dominerende høyden til foryngelsen hadde en forklaringsgrad på 0.05 for gran, furu, løvtrær og eik, som betyr at treslagene har en forklaringsgrad på 5 % av variasjonen i høyde. P - verdien for foryngelsen av artene ligger på en verdi av 0.41, som tilsier 41 % sannsynlighet for at sammenhengen skyldes tilfeldighet. Dette er lavere enn P - verdien som ble observert hos rekruttærne (se tabell 6 og figur 18).

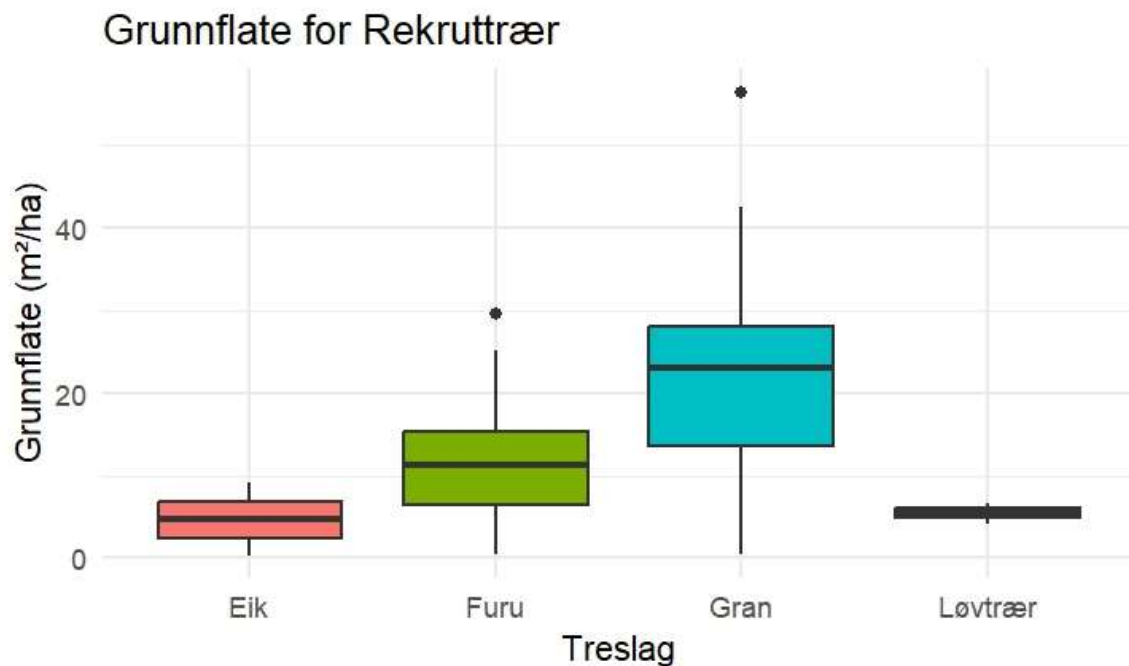


Figur 19 Sammenligning mellom dominerende høyde og treslag for foryngelsen.

Lineær Regresjon av Grunnflate for Rekruttrær og Foryngelse (Naturlig Foryngelse)

Regresjonsanalysen av gran, furu og eik hadde en forklaringsgrad på 0.04 eller 4 % variasjon i grunnflaten. For rekruttrærne sin grunnflate viste at gran hadde en gjennomsnittlig grunnflate på 15.24 m² (dette er den største observerte grunnflaten), furu hadde ei grunnflate på 14.14 m², eika lå på 4.69 m² som var ganske likt løvtrærne sin 3.87 m², trenden viser at gjennomsnittlig grunnflate ligger lavere hos løvtrærne enn hos bartrærne, og at eika har høyere gjennomsnittlig grunnflate enn løvtrærne. Både gran og furu hadde et avvik på 14.3 og 13 m² på grunnflaten, dette er betydelig høyere enn eika og løvtrærne sitt grunnflate som hadde mindre avvik på 4.7 og 1.5 m², se tabell 6 og figur 20.

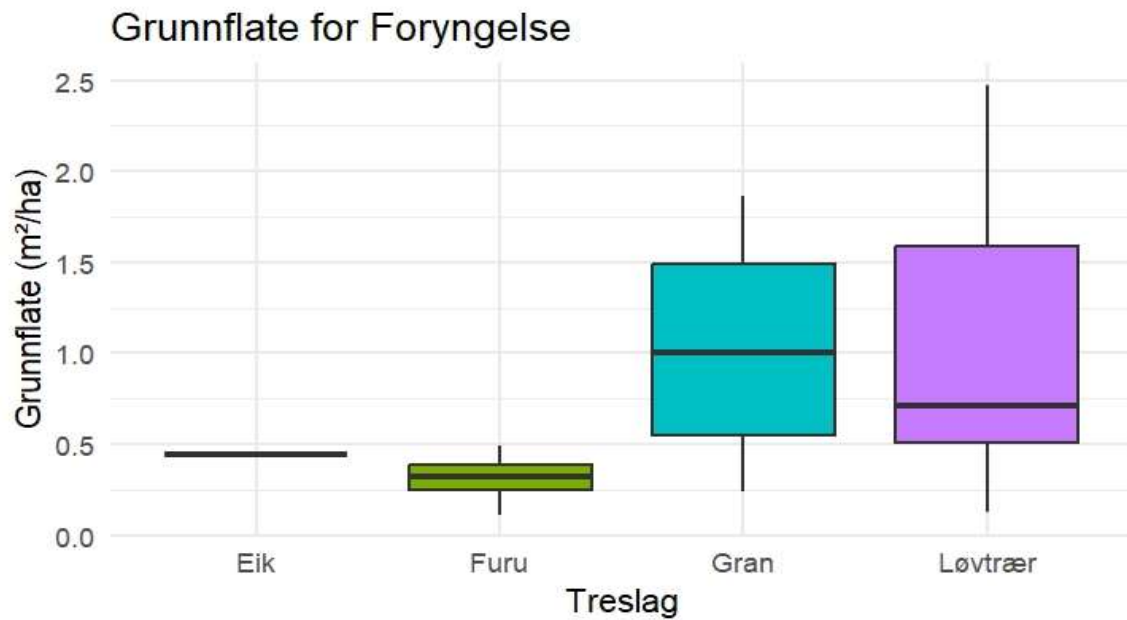
Forklaringsverdi til gran, furu og eik var alle på 4 % (0.04), det vil si at der var lite sammenheng mellom grunnflatene og treslagene, mens løvtrærne hadde en forklaringsfaktor på 37 % (0.37), dette indikerer at der er en sammenheng mellom løvtrærne og grunnflateverdiene. P - verdiene er alle over 0.05 dette indikerer at der ikke er noen sammenheng mellom grunnflata og artsfordelingene. Eik, gran og furu hadde samme P - verdi på 0.35, mens løvtrær hadde en P - verdi på 0.73 som viser at der ikke er noen sammenheng mellom grunnflatene og løvtreslagene.



Figur 20 Sammenligning mellom grunnflate og treslag for rekruttrær.

Den naturlige foryngelsen hadde svært lave gjennomsnittlige grunnflateverdier, det viste seg at furu, eik og gran hadde en gjennomsnittlig grunnflate på 0.08, 0.45 og 0.79 m². Løvtrærne skiller seg ut med høyeste gjennomsnittlige grunnflate på 1.84 m², det betyr at der var mer foryngelse av løvtrær på den totale prøveflaten enn det var av eik eller bartrær til sammen. Når det kommer til standardavvikene så var der ikke noe avvik hos eik og løvtrær. Furu hadde et avvik på 0.03 m² som er et stort avvik fra gjennomsnittet, mens gran hadde et høyt standardavvik på 0.61 som tilsier at der var stort avvik på grunnflaten (tabell 6 og figur 21).

Forklaringsverdien til foryngelsen av bartrær og naturlig foryngelse løvtrær og eik ligger på (0.19) 19 % som er lav sammenheng mellom grunnflatene og artsfordelingen, kun 19 % av variasjonen på grunnflaten kan forklares av treslagene. P - verdien for Naturlig og vanlig foryngelse ligger alle på 0.65 i signifikansverdi, dette betyr at det ikke er noen signifikans mellom grunnflaten og artsfordelingen for prøveflaten.

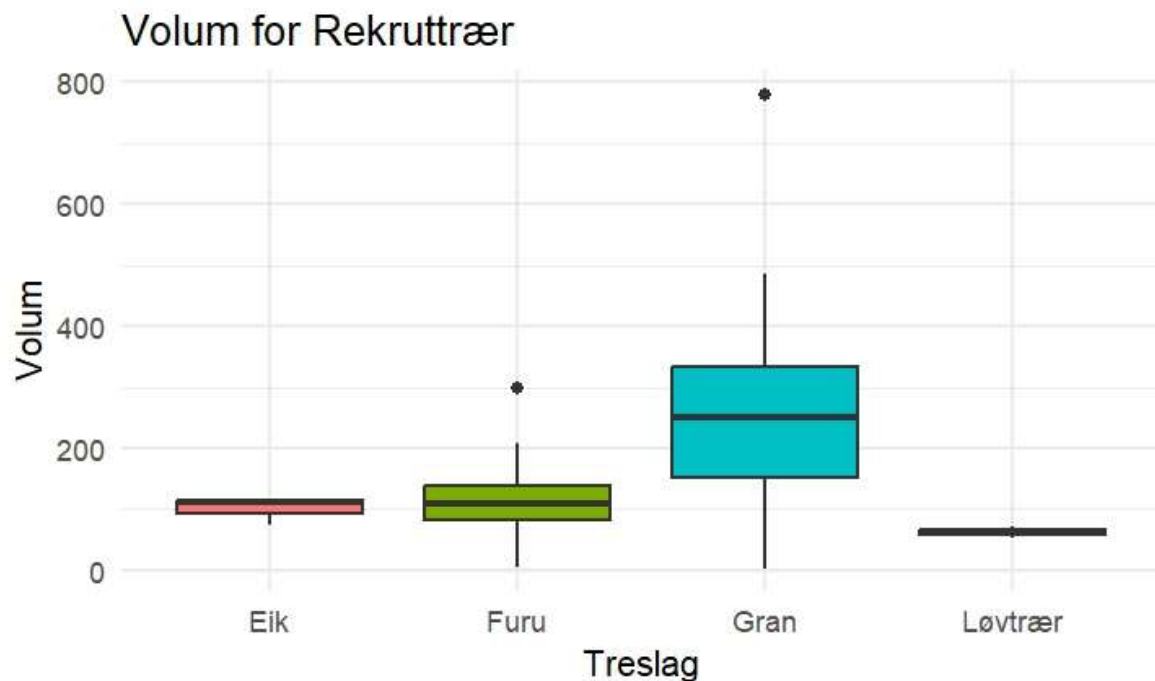


Figur 21 Sammenligning mellom grunnflate og treslag for foryngelsen.

Lineær regresjon av Volum for rekruttrær og foryngelse (Naturlig Foryngelse)

Hos rekruttærne ser man at gran har det største gjennomsnittlige volumet på 207.87 m^3 , mens furu hadde et gjennomsnittlig volum på 126.73 m^3 . Løvtrærne hadde halvparten så mye med 62.22 m^3 . Eika viste seg å ha det minste gjennomsnittlige volumet på den totale prøveflaten med 2.49 m^3 . Når det kom til rekruttærne sitt standardavvik så hadde grana det største standardavviket på 157 m^3 noe som viser stor variasjon på den totale prøveflaten sitt volum. Furu hadde også et høyt avvik på 117 m^3 som viser svært stor forskjell i den totale prøveflaten sin variasjon. Løvtrærne hadde mye lavere avvik på 14.1 m^3 og eika med avvik på 1.74 m^3 (tabell 6 og figur 22).

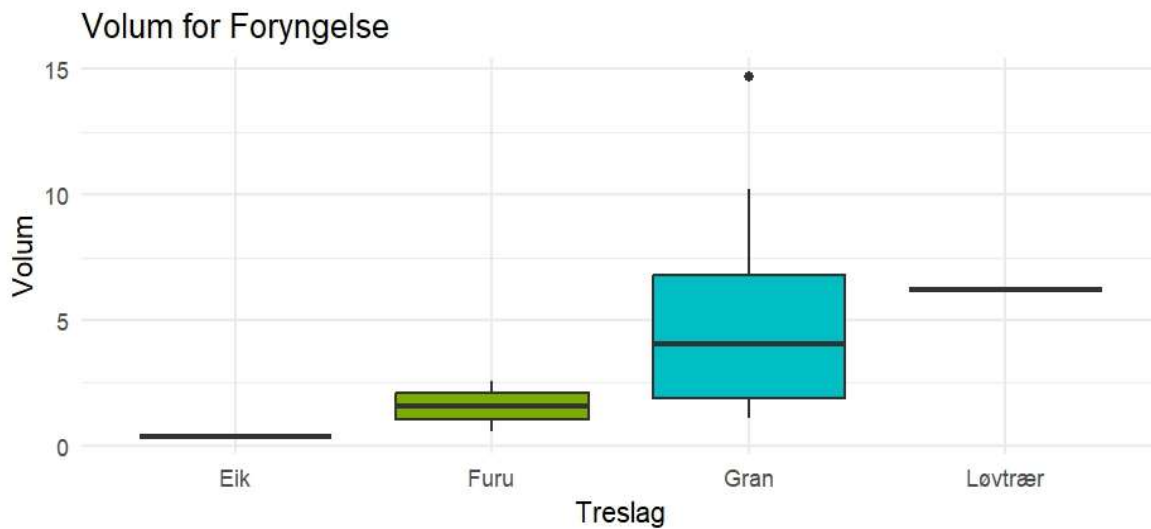
Forklaringsfaktoren (R-square) viser at gran, furu og eik har en faktor på (0.14) 14 % noe som er svak sammenheng i forklaringsgrad mellom volum og art. Hos løvtrær ble forklaringsfaktoren (0.35) 35 % noe som antyder en høyere sammenheng mellom volum og art. For P-verdien så er den lik for gran, furu og eik på 0.26, det vil si at der ikke er noen signifikans mellom volum og art, mens for Løvtrærne ser man et lavere resultat på 0.17 som viser litt mer signifikans, men er fremdeles en signifikans av liten betydning.



Figur 22 Sammenligning mellom volum og treslag for rekruttrær.

Det høyeste volumet for naturlig foryngelsen lå på løvtrær med 6.19 m^3 , mens Gran hadde største gjennomsnittlig volum for bartrær på 4.75 m^3 . Furu hadde et lavt gjennomsnittlig volum på 1.57 m^3 , mens eika hadde et volum på 0.38 m^3 . Både løvtrær og eik hadde ingen variasjon i standardavvikene sine, de var ganske lik i volum. Mens gran hadde et større standardavvik på 3.36 m^3 , mens furu hadde et standardavvik på 1.45 m^3 . Det ser ut som at løvtrærne er den dominerende foryngelse i volum på den totale prøveflaten (se tabell 6 og figur 23).

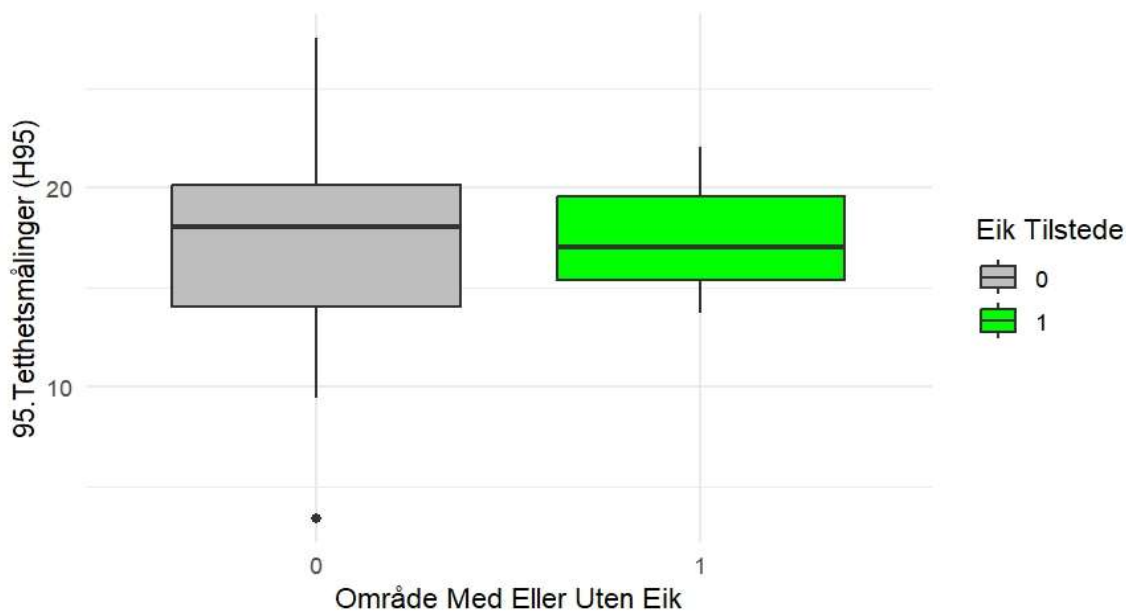
Alle artene observert i foryngelsen hadde en forklaringsfaktor på 12 % (0.12), der er en liten sammenheng mellom volum og treslag. P - verdien hadde en signifikansverdi på 0.77 noe som indikerer at der ikke er noe signifikans mellom volum og treslag.



Figur 23 Sammenligning mellom volum og treslag for foryngelsen.

LIDAR (Light Detection and Ranging- Fjernmåling)

LIDAR ble brukt som et teknisk verktøy i denne studien for å samle nøyaktige høyde – og kroneåpningsdata over et større skogområde. LIDAR gir svært presise 3D-modeller av skogstrukturen, noe som gjorde det mulig å identifisere individuelle eiketrær og evaluere potensialet for naturlig rekruttering. Den høye dataoppløsningen tillot deteksjon av små rekrutteiketrær, mens analyse av kronesjiktet bidro til å kartlegge åpne områder der eiketrærne kunne etablere seg. LIDAR kan utføre analyse av store områder og dette gjør det til et viktig verktøy.



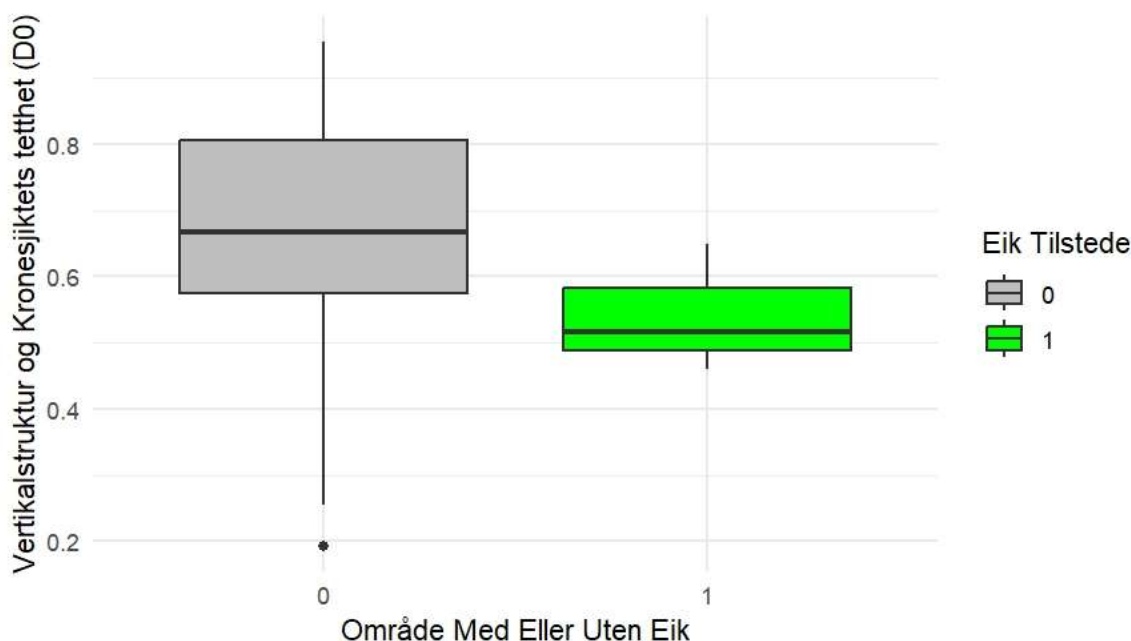
Figur 24 Tetthetsmåling av høydeprosentil av studieområder med (1) og uten eiketrær (0). Viser prosentfordelingen av høydeverdier.

Figur 24 viser at de fleste trærne i studieområdet har en høyde som ligger over 10 % - persentilen. Dette betyr at det er få trær som er svært lave (under 10 % - persentilen). Dette stemmer overens med at de fleste observasjonene er gjort på rekruttrær som oppfyller spesifikke kriterier.

Figuren viser også at høyden til trærne i hele studieområdet hovedsakelig ligger mellom 15 og 20 meter, noe som tilsvarer høydepersentilene 15 % og 20 %. For eiketrærne viser høydepersentilene mindre variasjon sammenlignet med resten av trærne i området. Dette betyr at eikene har mer ensartet høyde og er mindre heterogene enn de andre treslagene, hvor det ble observert større variasjon i høydene.

Eikene foretrekker områder hvor trærne generelt er lavere, med høyder under 20 meter, som tilsvarer under 20 % - persentilen. Dette betyr at eiketrærne ofte finnes i områder med lavere og mer homogene høydefordelinger sammenlignet med resten av treslagene i området.

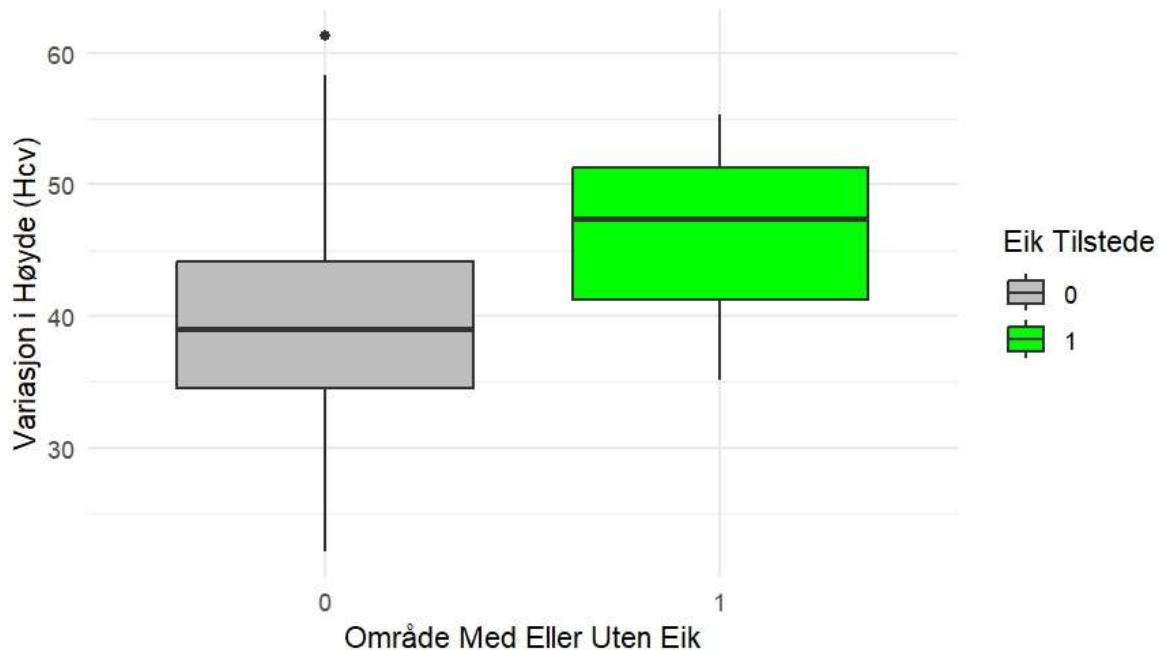
Tetthet og Høydemåling av Rekruttrær Med Fjernmåling



Figur 25 Tetthet i vertikalskogstruktur og kronesjikte for rekruttrær og for eiker på studieområdet. 0 er andre trær mens 1 er eik.

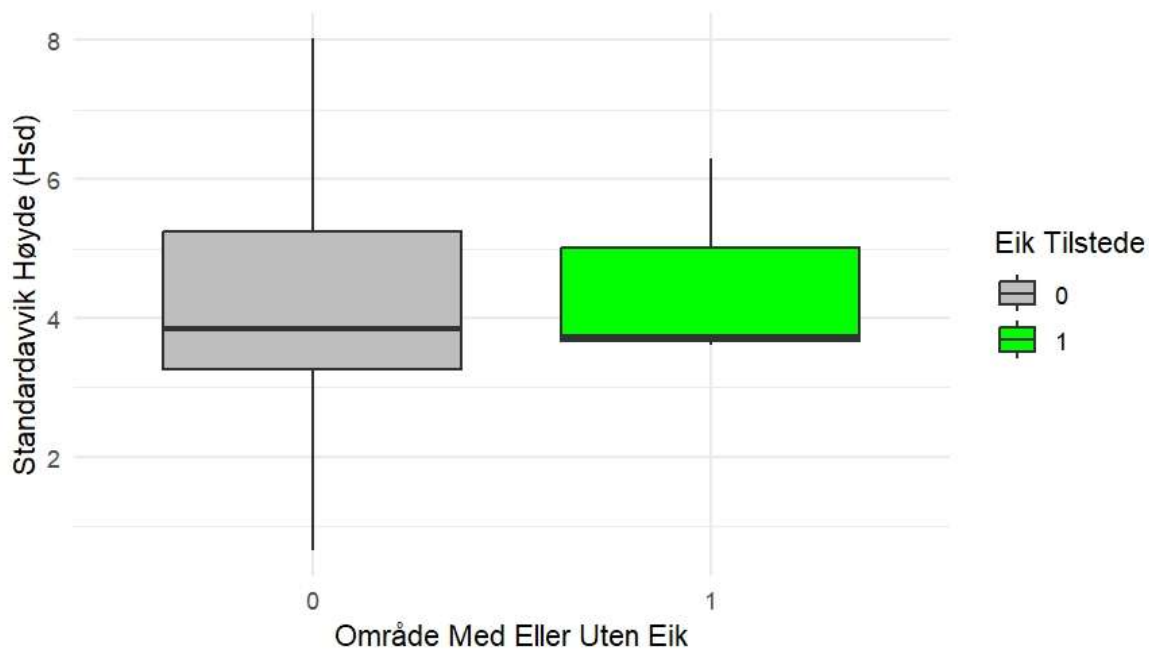
D0 representerer laserpunktene over en minimumshøyde på 1.30 meter i brysthøyde og angir andelen av vegetasjonsstrukturen som ligger over denne høyden, uttrykt i prosent. Figur 25, viser at 65 % av studieområdets rekruttrær ligger i de høyere sjiktene, med en gjennomsnittlig høydeprosent på 65 %. Rekrutteikene derimot har en lavere høydeprosent, med et gjennomsnitt på ca. 50 % i tresjiktet. Rekruttærne i studieområdet viser større variasjon i høyde, med verdier som spenner mellom 58 % til 81 %, noe som tilsvarer toppen av Kronesjiktet. Eikene har mindre variasjon og ligger lavere i høydeprofilen, mellom 48 % til 58 %, som indikerer en lavere preferanse for høyere kronesjikte. Eika foretrekker områder

med lavere bestander eller kronesjikte, som gir bedre lystilgang og mindre konkurranse. Dette samsvarer med eikas krav på naturmiljø. Dette understreker at eika har en gjennomsnittlig høydeprofil på 50 %, som reflekterer eikas tilpasning til lysrike miljøer med mindre konkurransepress.



Figur 26 Viser høydevariasjonskoeffisient for gjennomsnitt og standardavviket i høyde for trær på studieområdet og eiketrærne. Koeffisienten indikerer graden av variasjon i høyde i forhold til gjennomsnittshøyden.

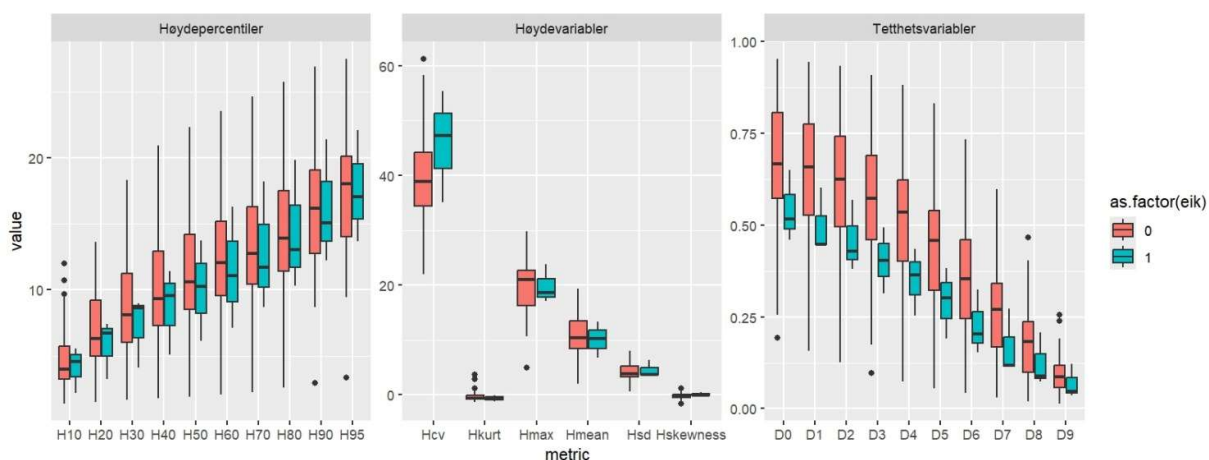
Ifølge høydevariasjonskoeffisienten i figur 26, som viser forholdet mellom standardavvik og gjennomsnitt, er det større variasjon i høyden blant rekrutteikene. Dette kan skyldes det lave antallet trær og at de representerer en enkelt art. For bar- og løvtrærne er antallet trær høyere, noe som bidrar til en lavere prosentandel variasjon i høydene. Bar- og løvtrærne har en variasjonskoeffisient på 38 %, som indikerer en mer homogen populasjon sammenlignet med eika, som har en variasjonskoeffisient på 55 %. Dette viser at eikene har en betydelig mer heterogen høydevariasjon.



Figur 27 Variasjon og standardavvik i høyden (m) til trærne og eikene i studieområdet.

Den gjennomsnittlige høyden for bartrær, løvtrær og eiketrærne i studieområdet er sammenlignbart. Der ble observert større standardavvik i høyden for bartrær og løvtrær sammenlignet med rekrutteikene (se figur 27). Rekrutteikene viser mindre standardavvik og spredning, noe som indikerer at de hovedsakelig befinner seg i områder med mer konsistent høydefordeling med mindre variasjon.

Kartlegging av Åpninger i Kronesjiktet og Mulige Etableringsområder for Eik (*Quercus Sp*)



Figur 28 Her er tre boksplott som viser høydepersentiler, høydevariabler og tetthetsvariabler, som viser en oversikt over de varierte høydeprofilene i studieområdet. Rekruttrær (bar - og løvtrær 0, eiketrær 1).

I figur 28 ser man to fordelinger av høydepersentiler. Denne figuren representerer fordelingen av høydene i studieområdet og hvordan de fordeler seg innenfor studieområdet. Trærne er kategorisert som 0, mens eikene i studieområdet er kategorisert som 1. Tendensen viser at trærne i studieområdet har en jevn økning i høydepersentilen H10 til H95. Prosentandelen og høyden øker i takt gjennom hele området. For eikene ser man en lignende trend, der de følger utviklingen til de andre trærne i høydevekst. Selv om eikene ligger noe lavere enn de andre treslagene i høydepersentilene, viser de en stabil og jevn vekst gjennom studieområdet.

Mens figuren lengst til høyre viser tetthetsvariabler, ser man at prosentandelen for ulike høydenivåer reduseres med økende høydenivå. Det er høyere prosentandel tetthet i de lavere høydenivåene, og tetthet avtar gradvis etter hvert som trærne blir høyere. Eikene ligger betydelig lavere i prosentandel sammenlignet med resten av skogen. Ved de laveste tetthetsnivåene D9 er eikene nesten ikke tilstede, og tettheten for eik er også svært liten.

For høydevariablene kan man se at midterste bilde i figur 28 viser forskjellige høydevariabler for hele studieområdet. De vanligste trærne hadde en høyere maksimumshøyde enn eiketrærne, og høydene deres viste større spredning. Eiketrærne hadde mindre variasjon i høyden og holdt seg relativt ensartet. I tillegg ser man at eiketrærne foretrekker områder med lavere gjennomsnittshøyde sammenlignet med de andre treslagene, noe som tyder på at trærne trives bedre i skoglandskap med mindre trehøyder.

Gjennomsnittshøyden for studieområdet er likt for både eik og andre trær, selv om de andre trærne viser større høydespredning. Eikene ligger noe lavere enn spredningen for de andre trærne, spredningen i høyde er mindre for eika enn de andre trærne, noe som kan skyldes det mindre antallet av eik på den totale prøveflaten sammenlignet med de andre trærne, som inkluderer en blanding av bar – og løvtrær med varierte høyder.

Standardavviket for trærne på studieområdet er mindre enn eiketrærne, som viser større variasjon i høyden (m). Dette betyr at eikene har mer ujevn høydefordeling og variert vekst, mens de andre trærne har jevnere og mer like høyder.

Selv om variasjonskoeffisient til høydefordelingen (Hcv %) av trærne på studieområdet viste seg å være mindre enn høydevariasjonskoeffisienten til eika som er mye høyere, viser begge verdiene å ha store variasjoner innad i bestandet sin trefordeling.

Kurtosis ($Hkurt$) av trærne på studieområdet viser at det for det meste er flat fordeling av trærne på studieområdet og eikene, der er ingen markante toppe for hverken trærne eller eikene på studieområdet, noe som indikerer en homogen fordeling innen bestanden. Når det gjelder skjevheten ($Hskewness$) til trærne og eikene på den totale prøveflaten viser de til å ha lite eller ingen merkverdig skjevhet, noe som også indikerer at man har en ganske jevn fordeling av skogstrærne.

Eiketrærne har en tendens til å ligge lavere i høyden enn de andre trærne i alle sjiktene, dette indikerer at eika har en lavere høydeprofil sammenlignet med resten av bestandet. Den lavere høyden kan forklares med eikas naturlige egenskap som et treslag med biologisk lavere høyde enn bartrær. Dette gjenspeiles i hvordan eika befinner seg i de middels og lavere høydene i de forskjellige tresjiktene.

Det denne trenden viser er at eika foretrekker eller er begrenset til områder med middels skogstruktur. Det kan også tyde på at eika har behov for områder med god lystilgang og at eika foretrekker miljøer hvor det er mindre konkurranse fra høyere treslag. Resultatene understreker eikas preferanse for mindre konkurranse fra andre treslag i tillegg til åpent skoglandskap.

Diskusjon

Mål av Rekruttærne på den totale Prøveflaten

Rekrutteikene hadde en gjennomsnittlig høyde som var betydelig lavere enn studieområdets middelhøyde, noe som kan indikere at eikene trives i lysrike miljøer. Dette kan forklares med eikenes lyskrevende egenskaper, hvor den foretrekker områder med lavere skogdekke eller mindre konkurranse om lys. Lav middeldiameter blant rekrutteikene sammenlignet med gjennomsnittet for resten av prøveflatene støtter dette, da lavere diametere ofte er forbundet med mindre konkurranseintensitet og økt lystilgjengelighet.

Volumet til eika utgjorde en liten andel av den totale prøveflaten sitt totale volum. Dette kan være et resultat av konkurranse fra bartrær som gran og furu, som har raskere vekst og som prioriteres i produksjonsskoger. Samtidig kan menneskelig skjøtsel, som tynning og ungskogpleie være med på å redusere eikas tilstedeværelse, da slike tiltak ofte fokuserer på treslag med høy økonomisk verdi.

Eikenes preferanse er i områder med lavere volum av gran og furu, men med et høyere volum av løvtrær, dette peker til at løvskogmiljøer er viktige for eikas etablering. Slike områder gir ofte bedre lysforhold og mindre konkurranse fra bartrær. Det antyder også at løvskogsområder med lite menneskelig påvirkning kan være viktige for å bevare eik som en del av landskapet.

Studieområdets artssammensetning er dominert av gran og furu, og reflekterer en typisk produksjonsskog, hvor økonomiske hensyn styrer treslagssammensetningen. Selv om PEFC-standarden pålegger gjensetting av trær for å bevare biomangfoldet, er det tydelig at edelløvtrær som eik er underprioritert. For å styrke biomangfoldet og sikre eikas fremtid i skoglandskapet, kan det være nødvendig med målrettede tiltak for å fremme eikenes etablering og vekst. På sikt kan slike tiltak bidra til å skape et mer balansert skogbilde, bedre rustet til å møte klimaendringer og samtidig opprettholde økosystemtjenester og biologisk mangfold som eiketrær tilbyr.

Mål av Foryngelsen på den totale Prøveflaten

Eikeforyngelsen på den totale prøveflaten viser en klar preferanse for områder med høyere lystilgang, noe som understøttes av observasjoner fra prøveflate 40, der eika hadde bedre vekstforhold enn resten av foryngelsen. Den observerte høyden og diameteren til eika tyder på at den kan etablere seg under relativt gode lys – og vekstbetingelser, selv om volumet fremdeles er lavt sammenlignet med andre treslag. Dette kan indikere at konkurranse fra bartrær og manglende tilrettelegging for edellauvtrær som eik påvirker etableringen.

Løvtrær dominerer volumet av foryngelsen på prøveflaten, noe som kan indikere mindre intensiv menneskelig skjøtsel i enkelte områder. Dette åpner for bedre lysforhold som ganger løvtrær og spesielt pionerarter som bjørk og rogn. Eikas lave volum tyder på at det fortsatt er utfordringer forbundet med naturlig rekruttering av arten, mulig relatert til manglende frøtrær, særlig på områder hvor bartrær dominerer.

Variasjonen i volum mellom prøveflatene gjenspeiler forskjeller i skogforvaltning og naturlige forhold. Prøveflater med høy andel gran har preg av produksjonsskog, mens løvdominerte områder kan indikere mindre menneskelig påvirkning eller overgangsskog. Eikenes preferanse for løvdominerte skog reflekterer behov for lys og mindre konkurranse fra bartrær. Dette understreker viktigheten av å legge til rette for større innslag av edelløvtrær i skogforvaltningen.

Artssammensetningen på den totale prøveflaten hvor bartrær utgjør 60 % viser en klar prioritering av økonomisk verdifulle arter. Samtidig fremhever den lave andelen eik behovet for bevaringstiltak for å styrke biomangfoldet. En målrettet innsats for å øke andelen edelløvtrær som eik kan bidra til å balansere skogsøkosystemet og sikre langsiktig bærekraft i området.

Sammenheng Mellom Art og høyde for Rekruttrær og Foryngelse

Analysen viser at gran og eik har hatt et fortrinn i høydevekst blant rekruttærne, noe som indikerer at begge treslagene har hatt gode vekstforhold på prøveflaten. Eikenes relativ høye gjennomsnittshøyde på 17.9 meter tyder på at arten kan konkurrere godt i områder med nok lys og mindre konkurranse fra andre treslag. Dette kan også reflektere lokal tilrettelegging for eikas vekst, selv om dens andel er begrenset i volum.

Foryngelsen viser at løvtrærne dominerer i høydevekst med 7.6 meter, etterfulgt av eika på 7.2 meter. Dette tyder på at områdene med mer lystilgang og mindre konkurransen har favorisert både løvtrærne og eika. Pionerartenes raske etableringsevne i åpne områder forklarer denne dominansen. Eikenes evne til å

konkurrere godt i disse forholdene er et positivt tegn for artens potensial til naturlig foryngelse, gitt at de rette miljøforholdene møtes.

Furua og grana har lavere gjennomsnittlig høyde i foryngelsen, noe som kan være knyttet til metodikken for deres etablering. Grana er avhengig av utplanting noe som forklarer den langsomme veksten i det tidlige stadiet, mens furua i større grad etableres gjennom frøstillingshogst og krever større, skinnere forhold, noe som det er mindre av i studieområdet. Dette viser hvor viktig ulike skogforvaltningspraksis er og hvordan de påvirker høydeveksten for ulike treslag.

Sammenheng Mellom Art og Volum for Rekruttrær og Foryngelse

Den totale prøveflaten viser en relativt jevn fordeling mellom gran og løvtrær, noe som kan reflektere skogbrukspraksiser som balansere produksjon av tømmer og miljøhensyn. Granens dominerende grunnflate på 15.24 m² per hektar viser dens betydelige rolle som produksjonstrær i området. Løvtrærnes grunnflate på 14.14 m² per hektar kan indikere både naturlig regenerering og skogbrukets tilpasning til miljøstandarder som fremmer gjensetting av løvtrær. Eikas grunnflate på 4.69 m² per hektar, som er større enn furua sin på 3.87 m², antyder at det finnes egnede forhold for eikas vekst i enkelte deler av området. Eikenes tilstedeværelse kan være knyttet til gode lysforhold og mindre konkurranse fra andre treslag, noe som gir potensialet for artens videre etablering.

Når det gjelder foryngelsen, dominerte løvtrær med en gjennomsnittlig grunnflate på 1.84 m² per hektar, noe som var dobbelt så mye som granens grunnflate på 0.79 m². Dette viser at løvtrærnes evne til å raskt etablere seg i åpne områder etter hogst, noe som gir dem et konkurransefortrinn i tidlige faser av skogutviklingen. Eikas grunnflate på 0.45 m² i foryngelsen er relativt lav, noe som kan indikere en begrenset tilstedeværelse av rekrutterte eiketrær. Dette kan skyldes mangel på prioritering av eik i skogforvaltningen eller konkurransen fra andre treslag. Furua hadde den laveste grunnflaten i foryngelsen, med kun 0.08 m² per hektar. Dette kan være en konsekvens av furua sin etableringsprosess som ofte krever spesifikke miljøforhold, samt menneskelig påvirkning som prioriterer granplantning og flatehogst.

Samlet sett viser forskjellene i grunnflate hvordan ulike treslag responderer på miljøforhold, konkurranse og skogbrukspraksiser. Eikas tilstedeværelse på prøveflatene gir rom for forbedringer i skogforvaltningen ved å prioritere gjensetting av edelløvtrær for å fremme biologisk mangfold og styrke skoglandskapetets økologiske verdi.

Sammenheng Mellom Art og Grunnflate for Rekruttrær og Foryngelse

Volumfordelingen blant rekruttærne viste en tydelig dominans av bartrær, spesielt gran, som hadde det høyeste volumet. Dette reflekterer prioriteringen av gran i skogbrukspraksis, der tømmerproduksjon er en sentral målsetting. Furu som fulgte etter gran i volum, bekreftet at rollen som et sekundært, men fortsatt økonomisk viktig treslag. Den lavere volumandelen for løvtrær indikerer at disse ofte blir stående igjen i skogen, enten som en del av miljøtiltak eller på grunn av lavere økonomisk verdi. Eikas lave volum understreker at den har en begrenset tilstedeværelse og prioritering i området.

Dette skjevfordelte skogbilde viser potensialet for økt bevaring og prioritering av eik, som kan bidra til å styrke skogens biologiske mangfold. Ved å inkludere tiltak for å fremme eik, kan skogbilde bli mer balansert, samtidig som det tilrettelegges for arter som trives i løvdominerte miljøer. Slike tiltak kan inkludere økt gjensetting av eik og andre edelløvtrær ved hogst, noe som også kan bidra til å oppfylle miljøstandarder og støtte en bærekraftig skogforvaltning.

Avstand fra Menneskelig Aktivitet Basert på Skoggrensa

Eika viser en klar preferanse for lysrike områder, noe som samsvarer med at 47.5 % av prøveflatene ligger innenfor 400 meter fra skoggrensa. Nærheten til menneskelig aktivitet, som hogst, kan ha bidratt til å forbedre vekstforholdene for eik i disse områdene. Samtidig viser eikas lave volum og grunnflate at den har begrenset konkurranseevne i miljøer med høy skogtetthet og mindre lys.

Områder med høyere andel løvtrær har bedre forekomst av eik, sannsynligvis grunnet dens preferanse for åpne skoglandskap med god lystilgang. Eikeobservasjonene på prøveflate 24, 29 og 40 illustrerer denne trenden, da de er lokalisert nært skoggrensa med gunstige vekstforhold. Dette antyder at tiltak som etablering av kantsoner eller andre bevaringstiltak kan fremme naturlig rekruttering av eik.

Gran og furu dominerer landskapet, noe som gjør det viktig å aktivt prioritere gjensetting av eik under ungskogpleie for å styrke dens posisjon i skoglandskapet. Figur 17 viser at eika holder seg i en 300 - meters sone langs skogkanten. Dette indikerer at det er hensiktsmessig å fokusere på denne sonen for å kartlegge og evaluere forekomsten av eik i skoglandskapet. Siden produksjonsskog ofte preges av menneskelig forvaltning som påvirker eikas forekomst negativt, er det avgjørende å aktivt inkludere eik i skogplanlegging. En målrettet kartlegging av 300 - meters sonen kan bidra til å identifisere potensialet for å øke andelen eik i disse områdene. Ved å legge til rette for økt planting og bevaring av eik langs denne sonen kan man fremme biomangfold, beskytte truede arter og styrke skogens evne til å håndtere utfordring som klimaendringer.

LIDAR- Fjernmåling på Studieområdet

H95-persentilen fra LIDAR-data viser at rekruttærne på prøveflatene hovedsakelig befant seg i tresjiktet med høyder mellom 15 og 20 meter. Eiketrærne hadde et lavere gjennomsnitt, med høydepersentiler innenfor samme høydesjikt. Dette tyder på at eik trives best i områder med høyder mellom 16 og 19 meter, som fremstår som det optimale tresjiktet for eiketrær på studieområdet. Høyder utenfor dette sjiktet, enten lavere eller høyere, gir mindre gunstige forhold for eikas rekrutering.

Eikas maksimale høyde på 20 meter markerer en grense der større trær begynner å skygge for eika og begrense tilgangen på lys, som er essensielt for dens vekst og overlevelse. For å fremme eikenes naturlige rekruttering er det derfor hensiktsmessig å fokusere på bestander med middels tetthet og tresjikt i høydeintervallet 15 - 20 meter.

Kronesjiktet (D0) viser at rekruttærne befinner seg i det høyere Kronesjiktet, med en gjennomsnittlig høyde på ca. 65 %. Rekrutteikene derimot, foretrekker middels tetthet i Kronesjiktet, med et gjennomsnitt på rundt 50 %. Eika viser en sterk preferanse for tresjikt som ikke overstiger 60 %, samtidig som den favoriserer etablering i tresjikt med tetthet over 45 %. Dette understreker eikas dominerende preferanse for middels kronesjikte i studieområdet.

En mulig forklaring på dette resultatet kan være påvirkning fra skogskjøtsel, som ungskogpleie og tynning. Disse praksisene fjerner ofte trær uten produksjonsverdi, noe som kan bidra til de skarpe forskjellene i resultatene. Dette kan også forklare hvorfor figur 26 viser en bredere spredning blant rekruttrær av bar - og løvtrær sammenlignet med eiketrærne.

Høydevariasjonskoeffisienten indikerer at rekrutteikene har et høyere gjennomsnitt i høyde sammenlignet med rekruttærne generelt. Samtidig har rekruttærne en bedre spredning i observasjonene, mens rekrutteikene viser mindre spredning, med mesteparten av variasjonen innenfor 52 til 42 %.

Gjennomsnittshøyden for eika er rundt 47 %, noe som er høyere enn for rekruttærne, som har et gjennomsnitt på 38 %. Dette antyder at eikas interne vekstmønstre skiller seg fra rekruttærne i studieområdet, siden eika har en høyere gjennomsnittshøyde, men en smalere variasjon. Likevel ser man at eikepopulasjonen har et større spekter av høyder, noe som kan tyde på at eikene er i ulike vekststadier. Denne variasjonen i vekststadier gir ytterligere innsikt i hvordan eika tilpasser seg miljøforholdene i studieområdet.

Det gjennomsnittlige standardavviket i høyde for rekruttrær på studieområdet var likt for området med og uten eik. Likevel viser grafen at spredningen i standardavviket var større for rekruttrær i området uten eik, mens rekrutteikene hadde et mer konsentrert avvik med mindre variasjon. Dette antyder at

høydefordelingen i området med eik er mer ensartet, mens området uten eik viser større variasjon i høydefordelingen.

Høydepersentilene i figur 29 viser at eika følger rekruttærne i høydeprofil, mens det observeres en økende spredning i eikeobservasjonene med økt høyde. Gjennomsnittshøyden for eika forblir under 20 meter, noe som understreker eikas preferanse for det lavere tresjiktet. Samtidig viser andelen rekrutttrær med ekstreme høydeverdier en økning med høyden, mens eikerekruttene tydelig viser en preferanse for lav til middels høyde. Dette bekrefter eikas tilpasning til skogstrukturer med mindre konkurranse fra høyere trær.

Tetthetsvariablene viser at skogstrukturen til rekruttærne i studieområdet har tettere og høyere vegetasjon med økende høyde. Det er en jevn fordeling av trær i de ulike høydenivåene. Eikerekruttene viste derimot en klar preferanse for områder med lavere tetthet, og andelen reduseres med økende høyde i tresjiktet. Dette understreker eikas store behov for lys, som gjør den sårbar for konkurranse fra andre trær i samme område. Eika trives best i tresjiktet med middels til lav tetthet, noe som gir optimale forhold for vekst uten for mye konkurranse.

Forvaltningsforslag

Eika er sårbar for menneskelig skogforvaltning, og det er derfor viktig å ta hensyn til dette ved å inkludere eiketrær som en del av forvaltningsplanene (allerede i ungskogpleie og tynning bør planlegging av edelløvtrær blir prioritert). Kartlegging av eiketrær i 300 - metersonen rundt skogområder er nødvendig da eikene hovedsakelig er konsentrert her. De er ikke dypere i produksjonsskogen, ettersom disse mangler både frøtrær og naturlig foryngelse. Foryngelsen av eik er sterkt avhengig av tilgjengelig frøtrær, som ofte er mer tilstede i områder nær menneskelig aktivitet. Derfor bør det utarbeides regler for kartlegging, bevaring og vern av eiketrær i dette 300 - metersbeltet. Det er også hensiktsmessig å prioritere dette arbeidet i eikas naturlige utbredelsesområde, som strekker seg langs kysten opp til Møre og Sør- Norge. Eika og andre edelløvtrær bør vektlegges på lik linje med vanlige løvtrær, da de bidrar til et rikere arts mangfold og har en positiv effekt på det lokale miljøet. Bevaring av eik kan også bidra til å beskytte sårbare arter og styrke økosystemene (Thygeson A. , 2010, Thygeson, et al., 2011). Eika kan spille en viktig rolle som en del av skogens kantsoner, særlig i granskoger, der den kan fungere som en vindbuffer, stabilisere jorda og unngå å bli utkonkurrerte (Beck, 2022). Det er hensiktsmessig å sette igjen eiketrær hvor de finnes (og de bør prioriteres fremfor vanlige løvtrær), i områder med få eiker bør man vurdere å la de eikene bli livsløpstrær, mens i områder hvor eik forekommer mer hyppig, eks 300 meter sone kan man vurdere å sette igjen flere trær. Et mål vi bør ha er minst 5 livsløpstrær av eik per hektar for å kunne nå forvaltningsmålene om et økt biomangfold med trær i forskjellige aldersfaser (Mölder, 2019). Samtidig bør det legges til rette for at eik kan vokse fritt i løvskogen. Eikas evne til å tilpasse seg ulike miljøer gjør den også til en ideell kandidat for furuskoger. I furuskoger, hvor konkurransen fra andre arter ofte er mindre, kan eika etableres som en

naturlig del av skogbildet. Kombinasjonen av eik og furu kan ha fordeler, som vist i Sverige, hvor disse artene ofte vokser sammen i robuste økosystemer. Dette kan også være en strategi for å håndtere fremtidige skogbranner, da både eik og furu er tilpasset lignende overlevelsesregimer og kan supplere hverandre godt (Drobyshev, 2008).

Konklusjon

1. Hva viser resultatene om forskjellene i høyde, diameter og volum mellom eiketrær og andre rekrutttrær på prøveflatene?

Forskjellen til den totale prøveflaten sin gjennomsnittlige høyden til rekruttærne (bar- og løvtrær) var 14.9 m, mens standardavviket for rekruttærne sin høyde var på 5.8 m. Eikerekruttene hadde en gjennomsnittshøyde på 8.91 m, med et standardavvik på 3.16 m. Dette indikerer at eikene på prøveflatene har en klar preferanse for det lavere tresjiktet (under 20 meter), mens de andre rekruttærne (bar- og løvtrær) foretrekker høyere tresjikt.

Den gjennomsnittlige diameteren (DBH) for rekruttærne på den totale prøveflaten var 20.3 cm, mens standardavviket til rekruttærne var opp mot 9.49 cm. Eikerekruttene hadde diameter på 11.9 cm, med et standardavvik på 3.8 cm. Eiketrærne viste en preferanse for områder med bestander som hadde lavere diameter.

Volumet til den totale prøveflaten sine rekruttær (bar - og løvtrær) hadde et volum på 189.7 m³, med et standardavvik på 149.7 m³ som totalt sett var mye høyere enn det som ble observert av rekrutteikene som hadde et gjennomsnittlig volum på 2.49 m³. Furu hadde et volum på 126.73 m³ men dette var mye mindre enn det som ble observert i grana på den totale prøveflaten med et volum på 207.87 m³. Rekrutteikene hadde høyere volum på prøveflater dominert av løvtrær, mens barskogene hadde betydelig mindre eikevolum.

2. Hva viser funnene om foryngelse av eik i studieområdet, og hvilke muligheter har rekruttærne for videre vekst og etablering?

Det ble bare observert to eiker på prøveflatene, hvorav en eik fylte kriteriet om å være over 4 cm i diameter. Dette viser at den totale prøveflaten hadde svært lite foryngelse som var over 4 cm. Eikeforyngelsen utgjorde bare 0.65 % av prøveflaten. Eikeforyngelsen som passet kriteriet på den totale prøveflaten, hadde en diameter på 6.9 cm og hadde et volum på 0.38 m³.

Det ble observert mange eiker under 4 cm, men av eiker over 4 cm utgjorde svært liten andel av den totale prøveflaten. Eikeforyngelsen forekom på et åpent område med lite vegetasjon og få bartrær. Det ble

observert få frøtrær på den totale prøveflaten noe som kan forårsake lite foryngelse i området. Konkurransen fra annen vegetasjon og menneskelig skogskjøtsel påvirker også den naturlige foryngelsen på den totale prøveflaten. Man kan ta forhåndsregler for å øke naturlig foryngelse i skogsområdet (spesielt i 300 meter sonen) hvor man aktivt inkluderer eik i skogplaner og skogforvaltning. Man kan styrke naturlig foryngelse av eik med å la eika vokse i løvdominerte miljøer i tillegg kan man la frøtrær stå igjen i skogen, samtidig så kan man la eik være igjen etter ungskepleie. Der er potensialet med aktiv forvaltning å øke andelen eiketrær som befinner seg ikke bare i Asker, men også i andre deler av landet, en aktiv forvaltning vil kunne øke biomangfoldet flere steder, det vil være forebyggende for biomangfoldet og sårbare arter i en usikker fremtid, med ukjente miljøforandringer.

3. Hvordan påvirker avstanden til menneskelig aktivitet eika, hvordan er studieområde sin treslagsfordeling (bar- og løvtrær) samt kroneåpninger rekruttering og vekst av eik?

Avstanden til menneskelig aktivitet har stor betydelig for eikas rekruttering og foryngelse. Eikerekruttene og foryngelsen ble primært funnet på prøveflater som lå mellom 120 og 380 meter fra områder med menneskelig aktivitet. Dette tyder på at nærhet til slike områder fremmer eikas etablering. Inne i produksjonsskogen var forekomsten av eik lavere, sannsynligvis på grunn av begrenset lystilgang og mangel på frøtrær, noe som reduserer naturlig foryngelse. For å styrke eikas tilstedeværelse i skogen vil skogforvaltning være en viktig faktor.

Eika viste en tydelig preferanse for områder med høyere innslag av løvtrær og lavere kronetetthet (45-60%), noe som tilsvarer et middels kronesjikt. Kroneåpninger og god lystilgang var avgjørende for eikas vekst og overlevelse. Studieområdet var dominert av gran og furu, typisk produksjonstrær, med varierende innslag av løvtrær. Edelløvtrær, med unntak av eik, var fraværende i området. Eika forekom hovedsakelig i områder med lavere bartetetthet og høyere andel løvtrær. Dette understreker behovet for en mer variert og inkluderende skogforvaltning som legger til rette for flere treslag, inkludert edelløvtrær.

4. Hvordan skiller volum og grunnflate for rekrutterte eiketrær seg fra andre treslag, og hva sier dette om eikas vekstpotensial og konkurranseevne?

Rekrutteikene skilte seg ut med et lavere gjennomsnittlig volum på 2.49 m^3 på prøveflaten, mens gran dominerte med 207.87 m^3 , og furu med 126.73 m^3 . Eika utgjør en svært liten andel av det totale volumet, noe som indikerer et behov for en mer bevist forvaltning av edelløvtrær, spesielt eik. Løvtrærne hadde generelt lavere volum enn bartrærne, noe som reflekterer skogforvaltningens praksis med å etterlate enkelte løvtrær i henhold til PEFC- skogstandarden.

Rekruttærne som hadde størst grunnflate var gran med 15,24 m², furu som hadde 14.14 m² mens løvtrærne hadde lavere grunnflate enn eiketrærne med 3.87 m², mens eika hadde en grunnflate på 4.69 m². Eika hadde både lav grunnflate og lavt volum, dette begrenser dagens eikepopulasjon med limitert konkurranseevne i dagens produksjonsskog sitt strenge forvaltnings regime.

Eika har best konkurranseevne i områder med redusert kronetetthet, et middels kronesjikte. Eikerekrutter trives bedre i åpne områder som løvskoger hvor det er mer lystilgang. Eika er sårbar for konkurranse fra grantrær, dette betyr at der er behov for tilrettelegging for eik for å oppnå større adel rekruttrær og eikevolum i skoglandskapet.

References

- Andreas, F. (1996). Skogregistrering. *Landbruksbokhandelen*, 1-129.
- Annighöfer, P. B. (2015). Regeneration Patterns of European Oak Species (*Quercus petraea* (matt.) Liebl., *Quercus robur* L) in Dependence of Environment and Neighborhood. *PloS ONE* 10(8): e0134935; DOI:10.1371/journal.pone.0134935, 1-16.
- Beck, B. (2022, November 28). *Natural Resource Stewardship - Iowa State University*. Hentet fra Consider native deciduous trees and shrubs for windbreaks: https://naturalresources.extension.iastate.edu/blog/billy-beck/consider-native-deciduous-trees-and-shrubs-windbreaks?utm_source=chatgpt.com
- Bjørndal, R.-E. (2023). *Brukerinstruks: GNSS mottaker (topcon Legacy E+)*. ÅS: NMBU.
- Bollandsås, O.-M. (2009). Calculating volume on the field plots of the Norwegian National Forest Inventory. *Department of Ecology and Natural Resource Management*, 1-2.
- Bolte, A. H. (2010). Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a southern Swedish spruce-beech forest. *Eur J Forest Res*, 129:261-276 : DOI 10.1007/s10342-009-0323-1.
- Direktoratet for naturforvaltning. (2012). *Handlingsplan for utvalgt naturtype hule eiker: DN-rapport (No. 1)*. OSLO. Trondheim ; <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/publikasjoner-fra-dirnat/dn-rapporter/handlingsplan-for-utvalgt-naturtype-hule-eiker/>: Direktoratet for naturforvaltning . Hentet fra miljodirektoratet.
- Drobyshev, I. N. (2008). Lifespan and mortality of old oaks — combining empirical and modelling approaches to support their management in Southern Sweden. *For. Sci.* 65, 401; <https://annforsi.biomedcentral.com/articles/10.1051/forest:2008012>, 1-12.
- Framstad, E., & Sverdrup - Thygeson, A. (2015). *Økt hogst av skog i Norge - effekter på naturmangfold - NINA Rapport1149*. Oslo, ISBN: 978-82-426-2771-1, S. 1-58: NINA (Norsk institutt for naturforskning).
- Lynch, T., Wittwer, R., & Stevenson, D. o. (2007). A Maximum Size-Density Relationship between Lorey's Mean Height and Trees per Hectare. *Forest Science* 53 (4), 478-485.
- Markaloven. (2009, [LOV-2009-06-05-35].). *Lov om naturområder i Oslo og nærliggende kommuner (markaloven)*. Hentet fra Klima- og miljødepartementet: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-05-35>

- Miljødirektoratet. (2024). *Kartleggingsinstruks: Kartlegging av terrestriske naturtyper etter NiN2*. 1- 411: Miljødirektoratet.
- Mölder, A. S.-R.-V. (2019). Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*, *Q. Petraea*) regeneration. *Forest Ecosystems*, 1-17 :<https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y>.
- Naturmangfoldloven. (2009, LOV-2022-06-17-64). *Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven)*. Hentet fra Klima- og miljødepartementet: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>
- Økseter, R. (2020). *Instruks for bruk av rovere med USB til PC*. Ås: NMBU.
- Ørka, H.-O., & Bollandsås, O.-M. o. (2023). Masteroppgave: identifisering av eik med fjernmåling. *Norges miljø-og biovitenskapelige universitet (NMBU), Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)*, 1-9.
- PEFC Norge. (2022, 06 30). *Norsk PEFC skogstandard 2022*. Hentet fra PEFC N 02:2022 : <https://cdn.pefc.org/pefc.no/media/2023-04/191010dd-81a3-41ec-9aeb-76a67effda24/b877f9c0-47fa-5a50-b9ab-b82536994907.pdf>
- Skoghusholdningsserien. (2017). Skoglig fjärranalys. *SLU*, 1-203.
- Svensson, A., & Dalen, L. S. (2021). Bærekraftig skogbruk i Norge. Norsk institutt for bioøkonomi. *NIBIO*, <https://www.skogbruk.nibio.no/treslagsfordeling>.
- Sveriges Landbruksuniversitet. (2016). *Remote Sensing of Forests ; Institutionen för Skoglig Resurshushåldning*. Sverige: SLU - sveriges landbruksuniversitet: SHR- Ljungbergsfonden ; (Versjon 1. 0).
- Thygeson, A. (2010, 09 27). *Hule, gamle og grove eiker ; Arealer for Rødlistearter - Kartleggig og overvåkning (ARKO)*. Hentet fra NINA; Skoglandskap; Naturhistorisk Museum: <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/prosjektark/2010/Sverdrup-Thygeson%20Hule%20ARKO-faktaark2010.pdf>
- Thygeson, A. S., Bratli, H., Brandrud, T.-E., Endrestøl, A., Evju, M., Hanssen, O., . . . Ødegaard, F. (2011). *Hule eiker – et hotspot-habitat, Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode II*. Oslo , ISBN: 978-82-426-2297-6: Norsk institutt for naturforskning.