

Lokalitetsbetinget proveniensanbefaling for sitkagran

Proveniensoprindelses betydning for etableringssucces af sitkagran i Midtjylland

A provenance recommendation for sitka spruce, based on a specific location.

The importance of provenance origin when successfully cultivating sitka spruce in Midtjylland

Opgavetype: Bachelor projektopgave

Uddannelse: Skov og landskabsingeniør, Sling 23

Forfatter: Emil Friis Neidhardt, xfs301

Vejleder: Ulrik Kragh Hansen

Afleveringsdato: 15.06.2023



Resume

Dette bachelorprojekt omhandler en problemstilling om valg af proveniens til dyrkning af sitkagran i Midtjylland. Valget træffes typisk på baggrund af vaner, holdninger eller mavefornemmelse. Problemet opstår fordi der plantes på en lokalitet, som anses for at være frostudsat, hvilket er en af de største trusler mod sitka i ungdommen. Projektet har undersøgt fire midtjyske plantager, hvor der siden 2015 er blevet etableret dansk forædlet plantemateriale af sitkagran. Provenienserne er hhv. forædlet til at have stor vækstenergi og til at være mere tålsom over for frost. Undersøgelsen er baseret på højdemålinger og registreringer af frostskeer i en lang række prøveflader, hvor resultaterne efterfølgende er analyseret ved at sammenholde målingerne med temperaturdata.

Resultaterne fra bachelorprojektet viser, at der er færre frostskeer hos proveniensen der er forædlet til at være mere frosttolerant. Der er også gennemsnitlig dokumenteret højere planter hos proveniensen, som er forædlet til at have høj vækstenergi. Desuden har undersøgelsen vist, at der er mange variable, som påvirker etableringssuccesen af sitkagran. Og valget af den bedst tilpassede proveniens er således ikke en garanti for, at unge kulturer af sitka succesfuldt etableres.

Abstract

This bachelor project is focusing on a dilemma regarding choice of provenance when cultivating sitka spruce in Midtjylland. This decision is often taken based on habits, private opinions, or gut feelings. The problem originates because Midtjylland as a location is regarded as a region of high risks of negative degrees, which is one of the biggest threats to young plants of sitka spruce. The subject of this project is four plantations in Midtjylland, in which sitka was planted in the years 2015-2020. All the plantations have been using Danish genetically improved provenances, one which focuses on high growth rate and the other one which focuses on resistance to negative degrees. The study of the plantations was based on circular test plots in which measurements of plant heights and number of plants damaged by negative degrees was registered. The results were later analyzed by comparing to temperature data.

The results show that there were fewer damaged plants in the test plots where the resistant provenance was planted and that the average height was greater in the provenance where the focus had been on high growth rate. In addition, the study also showed that the success when cultivating sitka spruce is affected by several different variables and that the most suited provenance not alone can secure success when cultivating sitka spruce.

Forord

Denne bacheloropgave handler om dyrkning af sitkagran i Midtjylland, om kulturetableringssucces og provenienser. Idéen til projektet er inspireret af en samtale med en skovfoged, hvor jeg blev opmærksom på, at der mangler forskning om effekten af frøforædlingsarbejdet med sitkagran. Formålet med undersøgelsen har således været at bidrage med et evidensbaseret beslutningsgrundlag til valget af lokalitetstilpassede provenienser.

I forbindelse med udarbejdelsen af dette bachelorprojekt skal jeg huske at sige mange tak for hjælp og sparring til; Thomas Steen Mikkelsen, Jan Furer Madsen, Bent Jensen, Jon Kehlet Hansen og Thomas Toftgaard.

Indhold

Resume	1
Abstract.....	1
Forord	2
Indledning.....	4
Portræt af sitkagran	6
Provenienser	7
Problemformulering	8
Afgrænsning.....	9
Metode	10
Videnskabsteori	10
Fremgangsmåden for dataindsamling til dette bachelorprojekt.....	11
Teori	13
Teorier om vækstvilkår	13
Teorier om træarten, sitkagran.....	14
Hovedtekst.....	17
Første afsnit	17
Analyse af vækstvilkår	17
Andet afsnit	22
Analyse af højdetilvækst.....	22
Tredje afsnit	25
Analyse af skader	25
Diskussion	29
Konklusion	31
Refleksion	33
Perspektivering	35
Litteraturliste	36
Bilag	38

Indledning

I indledningen til dette bachelorprojekt, vil der kort blive redegjort for nogle emner, der er vurderet centrale for opgaven.

Klimaforandringer

Klimaforandringer, klimakrise og klimatilpasning, er ord der ofte går igen i debatten om skovbrug. DMI (Dansk Meteorologisk Institut) varsler om et vådere Danmark, hvor der med undtagelse af sommermånederne vil falde mere nedbør end i dag. Det danske sommervejr vil være præget af længere perioder med tørke og dermed færre perioder med nedbør. Mængden af nedbør forventes dog at forblive på samme niveau, hvilket betyder at den vil falde i få, men kraftige regnskyl. Dette vil i stigende grad minde om et sommerklima, der i dag ses i de sydeuropæiske lande (DMI's hjemmeside, 2023).

Dette vil skabe udfordringer i landbruget, hvor afgrøderne er afhængige af at der hverken falder for meget eller for lidt nedbør, men også hvornår nedbøren falder. Problemet er mindre i skovbruget, fordi rødderne fra de fleste træarter er mere dybtgående end ved landbrugsafgrøder, hvilket giver træer en bedre evne til at optage og udnytte en større mængde nedbør. Træer har også på grund af deres størrelse, mulighed for at lagre større mængder nedbør end landbrugsafgrøder, hvilket betyder at skov er med til at reducere udvaskning af regnvand til grundvandet. På sandede jorde er der risiko for, at der opstår en udtørring af jordbunden, da jordbundens opmagasineringkapacitet af vand er dårligere end lerholdige jorde. Særligt i kombination med afdrifter af bevoksninger, hvor træernes evne til at opfange og lagre nedbør fjernes, vil risikoen for udtørring øges (Dansk Skovforening, sep. 2020: 262-263).

En anden potentiel udfordring ved klimaforandringerne er temperaturstigninger. De fleste træers udspring er afhængig af to faktorer nemlig længden på nætterne, hvilket sikrer at træerne ikke springer ud, hvis der en sjælden gang skulle være lunt i januar og februar måned og den anden faktor er temperaturen. Derfor antages det at stigende globale temperaturer er med til at rykke træernes udspring til tidligere på året. Foråret er kendt for at vejret er omskifteligt, hvor vinden kan slå om og bringe kold luft fra nord ned over Danmark, hvilket giver pludselige skyfrie nætter med frostgrader. Derfor er der en bekymring blandt nogle i skovbruget om at stigende temperaturer, der fremrykker træernes udspring kan resultere i flere frostskafer (Dansk Skovforening, sep. 2020: 270-271).

CO₂ & fotosyntese

Den proces som gør træer til et oplagt værktøj i kampen mod klimakrisen, er fotosyntesen, som ved hjælp af energi fra solens stråler omdanner CO₂ fra luften og vand til organisk kulstof og ilt. Lidt forsimplet vist med formlen $CO_2 + H_2O + \text{sollys} = C_6H_{12}O_6 + O_2$ (Lassen, 2017: 48-49). Det er her centralt at forstå at mængden af CO₂ i jordklodens kulstofkredsløb er konstant, uanset om vi mennesker brænder olie af eller ej. Det som ændres på, er mængde af CO₂ i de fire kulstofpuljer i atmosfæren, undergrunden, den organiske og i verdenshavene. Når jordens

temperatur stiger som følge af drivhuseffekten, er det fordi mængden af CO_2 i atmosfæren stiger, men samtidig reduceres mængden af CO_2 i undergrunden (Træ.dk, 2023).

CO_2 i atmosfæren bidrager til drivhuseffekten der holder på varmestråling fra solen, ligesom et drivhus, hvilket er vigtigt fordi det holder planetens temperatur på et niveau, hvor liv kan trives. Uden drivhuseffekt vil varme fra solen og jordens indre forsvinde ud i universet og jorden ville blive iskold. CO_2 er således med til at beskytte liv på jorden, men når andelen af gassen øges, øges også den isolerende effekt, hvilket varmer planeten op (Madsen, E. M., et al., (2019): 104-105).

Klodens underjordiske kulstofpulje som består af kul, olie og gas, er dannet af døde dyr og planter gennem millioner af år. Når dette lager brændes af for at producere energi, reduceres den underjordiske CO_2 pulje og andelen af CO_2 i atmosfæren vokser, og resultatet bliver en øget drivhuseffekt (Madsen, E. M., et al., (2019): 19-29).

Den tredje CO_2 pulje findes i det organisk lagrede kulstof fra planter på jorden. Dette produceres som nævnt, blandt andet af træer, i den kemiske proces fotosyntese. Fotosyntesen kan således reducere den CO_2 pulje, som vi har i jordens atmosfære og øge andelen af organisk lagret kulstof i form af træ. Dette lager bevares indtil træet senere brændes eller rådner, hvorefter den samme mængde CO_2 som har været bundet, vil blive frigivet til atmosfæren (Madsen, E. M., et al., (2019): 19-29).

Den sidste kulstofpulje er verdenshavene, denne vil ikke blive beskrevet i dette bachelorprojekt, da det er uden for projektets fokusområde.

Motivation for valg af emnet

Min motivation for at lave et bachelorprojekt der omhandler klimaproblematikken, er ønsket om at etableringssuccesen ved skovrejsninger øges og dermed optaget af CO_2 fra atmosfæren, samt at skovenes sundhed fremmes ved at reducere antallet af skader. For på den måde at forbedre tømme kvaliteten og i sidste ende øge substitutionseffekten af klimatunge materialer fra byggeindustrien.

For at optage mest mulig CO_2 fra atmosfæren er det en god idé at plante nåletræer frem for løvtræer. Tilvæksten er typisk højere hos nåletræsarterne og jf. afsnittet om fotosyntese betyder dette at optaget af CO_2 også højere. Nåletræ er som regel også løvtræerne overlejen med hensyn til form og derfor er det muligt at opnå en højere udnyttelse når træet skal saves på savværkerne (Møller, 1977: 400-409).

Skov har typisk en lang levetid og det er derfor vigtigt at plante robuste skove, der kan modstå forskellige dyrkningsudfordringer, som fremtidens klimaforandringer kan bringe. Om det er hyppigheden af storm, tørke eller insektangreb, så er et godt redskab at plante flere forskellige træarter, der hver sine styrker og svagheder. På den måde vil skovene ikke gå helt tabt, hvis den et år rammes af en katastrofe. Eksemplet på hvad der kan ske når man ikke spreder risikoen, er episoden i Harzen, hvor opformering af typografbiller resulterede i enorme arealer med rødgran, gik ud (Skovdyrkernes hjemmeside, 2023).

En artikel fra Dansk Skovforenings fagblad Skoven, indeholder en figur over forskellige træarters forventede respons på klimaforandringerne.

Figuren er lavet på baggrund af årringsanalyser af en række forskellige træarter. Analysen af den målte årringsbredde sammenholdes med klimadata fra de enkelte år, for at kunne sige noget om hvordan de forskellige træarter vil reagere på fremtidens varmere klima. Det fremgår, at træarten sitkagran ikke vil være betydeligt påvirket af klimaforandringerne, hvilket blandt andet er årsagen til at dette bachelorprojekt omhandler denne træart, som anses for et muligt supplement til de fremtidige danske skove (Dansk Skovforening, jan. 2020: 14-17).

Portræt af sitkagran

Sitkagran (*Picea sitchensis*) er et nåletræ, som stammer fra den nordamerikanske vestkyst. Arten har sit primære udbredelsesområde i et omkring 45 km bredt bælte langs Stillehavet, fra Alaska i nord til Californien i syd. Denne udbredelse er også årsag til, at sitkagran er tilpasset et maritimt klima med milde vintre og kølige somre, og tåler en vis saltpåvirkning. Naturligt vokser arten enten i rene bestande, eller i blanding med Thuja, Tsuga, og Douglas. Sitka tåler ikke skygge og er dermed mere en lysttræart med pioneregenskaber, end eksempelvis rødgran som arten ofte sammenlignes med (Møller, 1977: 129-136).

Træet har en kegleformet krone, nålene er stedsegrønne mellem halvanden og to cm lange, har to striber på over og underside og stikker meget. Barken er gråbrun og har på unge træer harpiksblerer, mens den på ældre træer sidder i flager og næsten ligner skæl. Koglerne hænger nedad og er omkring 7 cm lange (Træ.dk, 2023).

Den litteratur der findes om udspring, stammer fra en Ph.d. udgivet i 1996. Udspringet hos sitka, hvor plantematerialet stammede fra artens nordlige udbredelsesområde, var i gang omkring 20.-29. maj (Nielsen, 1996: s. 200). På baggrund af samtaler med planteskoler, kan jeg tilføje at sitka typisk springer ud omkring d. 10. maj i dag og at årsskuddene afmodnes i sidste halvdel af september.

Med hensyn til vækstkrav, så regnes sitkagran for at være nøjsom og trives fint på de fleste jordbunde fra de tørre til de mere våde. Det er dog vigtigt at planterne har adgang til vand i vækstsæsonen og derfor bør man holde sig fra at plante sitka på lokaliteter, hvor der er risiko for at opstå vandmangel hen over sommeren. Sitka stiller heller ikke store krav til tilgængeligheden af næringsstoffer, hvilket gør at sitka vokser godt på et bredt spektrum af jordbundstyper fra næringsrige til fattige, se (bilag 1, krav til voksested).

Den væsentligste udfordring ved dyrkning af sitkagran er frostskafer i kulturfasen, men sitkabevoksninger svækkes også af tørke, der gør dem modtagelige overfor angreb fra skadevoldere som sitkalus, og barkbillen "micans". Dette bachelorprojekt vil fokusere på frostskafer i kulturfasen. Frostgrader i foråret kan skade sitkagran på to måder. Den ene måde er, hvis der opstår frostgrader efter knoppens udspring, hvilket svider den nyudsprungne knop der ender med at visne. Den anden måde er, hvis der inden udspring er en periode med mildt vejr, der aktiverer kambiet i knopperne, og at perioden efterfølges af en kuldeperiode. Frostskafer i efteråret sker typisk fordi sitka har tendens til at sætte Sankt Hans-skud, der ikke når at afmodne inden den første efterårsfrost (Møller, 1977: 129-136).

Der er over 42.000 ha sitkabevoksninger i Danmark, hvilket gør arten til den næstmest plantede nåletræart herhjemme. Omkring tre fjerdedele af bevoksningerne ligger i Midt- og Nordjylland, hvor vækstvilkårene typisk favoriserer dyrkning af nåletræ over løvtræ. Arealet med sitka har generelt været stigende siden årtusindeskiftet, modsat rødgran der er jævnt dalende. Dette skyldes sandsynligvis, at sitka skades mindre af vildtet og den øgede produktion arten har på de fleste jordbunde (Larsen, 2023: 11-12).

Provenienser

I dansk skovbrug plantes der primært sitka af danske provenienser produceret i frøplantager. Provenienserne er delt op i to forskellige oprindelser, den nordlige Queen Charlotte Island, som er kendetegnet ved at være mere tolerant over for frost og den mere sydlige Washington oprindelse, der er kendetegnet med god vækstenergi (Skov-info, 1996: 28-29).

Frøplantager kan anlægges på baggrund af særligt udvalgte individer, der opformeres som stiklinger og plantes i plantager med frøproduktion til formål, sådanne kaldes klon-frøplantager. En anden type frøplantager etableres ved at udplante plantemateriale høstet fra forskellige udvalgte individer i én plantage, her er der en bredere genetiskvariation. Begge typer af frøplantage tyndes løbende, så det kun er de træer med ønskede egenskaber der er tilbage og som der kommer til at bliver høstet frø på. Plantemateriale fra danske frøplantager anses for at være af høj genetisk kvalitet, særligt de provenienser der er "afprøvet" i forsøg der kan dokumentere forbedringer i plantematerialet (Skov-info, 1996: 1-9).

To af de mest benyttede provenienser i Danmark de sidste 10 år er statens Bærmose Skov FP256 og Hedeselskabets C.E. Flensborg FP625.

Statens FP256 Bærmose Skov, er en klonfrøplantage, baseret på stiklinger fra de bedste individer fra den kårede bevoksning F405 Rønhede i Vendsyssel og har oprindelse i Queen Charlotte Island. Frøplantagen blev anlagt i 1992 med 233 klon planter, hvorfra der efter flere selektive tyndinger i 2007 stod de bedste 56 stk. tilbage. Der er tyndet for egenskaber som stammerethed og reduceret snoet vækst, for at forbedre tømmerkvaliteten. Desuden er der tyndet for sent udspring, der skal øge proveniensen frosttolerance. Proveniensen er egnet til produktion af høj kvalitet tømmer og er særligt egnet til udsatte lokaliteter. Frømaterialet er afprøvet i et klonforsøg, som dokumenterer en genetisk forbedring sammenlignet med udgangsmaterialet, Rønhede (Frøkildebeskrivelse FP256, 2007).

Hedeselskabets frøplantage C.E. Flensborg FP625, er baseret på udvalgt plantemateriale fra de kårede danske frøavlsbevoksninger, Frijsenborg, Mailgård, Sostrup, Lindenberg, samt Silkeborg og Linå Vesterskov skovdistrikt. Oprindelsen af plantematerialet menes at være fra staten Washington i USA.

I frøplantagens første tynding omkring alderen 16-18 år, har man taget de ringeste individer ud, vurderet på baggrund af højdetilvækst og stammeform. Plantematerialet er afprøvet i et afkomsforsøg, der har været grundlaget for de efterfølgende genetiske tyndinger. I tyndingerne har udvalgsriterierne været vækstenergi og kvalitet i form af stammeform grenkvalitet, samt sundhed (Frøbeskrivelse FP625, 2007).

Problemformulering

Problembeskrivelse

Valg af proveniens er muligvis den vigtigste skovdyrkningsmæssige beslutning i en bevoksning og når først planterne er plantet, kan denne beslutningen ikke gøres om. I Danmark er der store forskelle i mikroklima og vækstvilkår, hvilket gør det vigtigt at vælge en proveniens der er tilpasset den lokalitet, hvor der plantes (Skov-info, 1996: s. 1). Til trods for dette foretages valg af proveniens ofte på baggrund af 1) vaner/holdninger og 2) tilgængelighed af plantemateriale (Dansk Skovforening, jan. 2023: s.31).

Problemformulering

Hvilke skovdyrkningsmæssige gevinster, i form af øget højdetilvækst og reduceret antal frostskafer, er der ved brug af forædlet dansk plantemateriale, med oprindelse i hhv. Washington og Queen Charlotte i kulturetableringsfasen for sitkagran, på en frostudsat lokalitet og hvad betyder dette for skovdyrkerens valg af proveniens?

Underspørgsmål:

- 1) Hvordan er sammenligningsgrundlaget mht. vækstvilkårene jordbund, temperatur og kulturmåde, blandt 15 bevoksninger med sitkagran, i fire Midtjyske plantager?
- 2) Kan der på baggrund af prøveflademålinger fra fire Midtjyske plantager, erkendes en større højdetilvækst, i bevoksninger med proveniensen C.E. Flensborg FP625, sammenlignet med Bærmose Skov FP256?
- 3) I hvilket omfang er det muligt at dokumentere et reduceret antal frostskafer i bevoksninger med proveniensen Bærmose Skov FP256, sammenlignet med bevoksninger af proveniensen C.E. Flensborg FP625? Og i hvilke af de undersøgte år kan dette dokumenteres?

Afgrænsning

Dette bachelorprojekts emne er afgrænset på flere områder, for opgavens overskuelighed og for at holde en rød tråd fra indledning til konklusion.

Som tidligere beskrevet er der flere trusler der kan skade sitkagran. Bachelorprojekt er afgrænset til primært at fokusere på frostskaeder i kulturetableringsfasen, fordi dette er en af de største trusler mod unge sitka planter. Afgrænsningen er også valgt af praktiske årsager, da projektet sandsynligvis ville blive generelt og ukonkret, hvis det skulle rumme samtlige dyrkningsudfordringer og trusler. Under feltarbejdet er der registreret dyrkningsudfordringer, i form af vildtskaeder og konkurrence fra græsser, disse udfordringer kan have indvirkning på omfanget af frostskaeder og er derfor inddraget i opgaven i et vist omfang.

Fordi projektets formål er at undersøge omfanget af frostskaeder i sitka på frostudsatte lokaliteter, er undersøgelsesområdet afgrænset til at være ca. 20 km. radius omkring Herning. Denne afgrænsning bør sikre, at der er et sammenligneligt klima i alle de undersøgte plantager og at jordbunden er nogenlunde ens. Der er forsøgt udvalgt bevoksninger i de fire plantager, så hver proveniens er repræsenteret på de jordbundstyper, der findes inden for undersøgelsesområdet. Grunden til at der er valgt en frostudsat lokalitet, som bør være et udfordrende vækstvilkår for sitkagran er, at der er potentiale for at forbedre dyrkningen af sitka på sådanne lokaliteter.

Projektet er afgrænset til kun at undersøge provenienserne fra frøplantagerne C.E. Flensborg FP625 og Bærmose Skov FP256, fordi de er blandt de mest plantede i Danmark. De er interessante at sammenligne, fordi der i forædlingsarbejdet er lagt vægt på forskellige egenskaber, som burde være mulige at teste i de Midtjyske plantager. Hos proveniensen FP625 er egenskaberne som nævnt vækstenergi og træ kvalitet, mens den anden proveniens FP256, er udvalgt på egenskaber der fremmer planternes tolerance over for frost og træ kvalitet. Begge egner sig til tømmerproduktion og derfor er det interessant at undersøge de to andre egenskaber, vækstenergi og frosttolerance.

Derfor vil jeg i en feltundersøgelse måle højder på alle planter, for at undersøge om der er forskelle i vækstenergi og jeg vil registrere antal frostskaeder for at se om der er færre skader fra frostvejr hos én af provenienserne. Projektet er således afgrænset til at undersøge disse egenskaber og vil ikke gå i dybden med stammerethed, finkvistethed, grenvinkler og andre egenskaber der relaterer sig til træ kvalitet og som typisk ikke er målbare i unge kulturer.

Forædlingsarbejde er en kontinuerlig størrelse, hvor næste generation sandsynligvis overgår forgængerer og hvor provenienser der bruges i dag, også vil blive optimeret yderligere inden for de kommende år. Det interval af år som undersøges, er valgt på baggrund af en bevoksningsliste fra HedeDanmark, hvor udvalgskriteriet har været at begge provenienser skulle være repræsenteret, inden for ca. 20 km radius omkring Herning. Afgrænsningen er derfor sat fra 2015, som er det år hvorfra det ikke har været muligt at finde ældre bevoksninger, hvor både FP256 og FP625 er plantet i Hernings umiddelbare nærhed. Den øvre grænse på 2020 er sat, fordi begge provenienser ikke har været repræsenteret inden for projektområdet derefter.

Metode

Dette afsnit indeholder først en kort beskrivelse af videnskabelige metoder og hvilken metode denne opgave er gør brug af. Dertil kommer en beskrivelse af fremgangsmåden for dataindsamling i forbindelse med projektet og en vurdering af kvaliteten af den indsamlede empiri.

Videnskabsteori

Den videnskabelige metode er et værktøj, som kan bruges til at undersøge en problemstilling. De forskellige fag humaniora, samfundsfag og naturvidenskab, undersøger forskellige emner, hvilket også er grunden til at der findes flere videnskabelige metoder.

Hver metode er gode til at undersøge, eller stille skarpt på emner inden for deres fagområde. Det handler altså om at vælge den metode, som er bedst til at undersøge en given problemstilling. Analogien her er, at hvis man skal slå søm i så bør man vælge en hammer frem for en fukssvans, fordi den vil være det korrekte værktøj til denne type opgave.

Samtidig er det vigtigt at være bevidst om, at når man vælger en bestemt metode, så vælges der også en bestemt vinkel, som undersøgelsen stiller skarpt på problemstillingen med, samtidig med at de andre vinkler fravælges (Videnskab.dk, 2023).

Metoderne opdeles i den humanistiske metode, den naturvidenskabelige metode og den samfundsvidenskabelige metode, hver metode er kort beskrevet nedenfor.

1) Den humanistiske metode egner sig til at undersøge det subjektive, typisk tager metoden afsæt i meninger og holdninger, hvilket kan være tekstanalyse eller vurdering af om en sang er god. Metoden er centreret omkring mennesker, der er individuelle væsener, hvis holdninger kan fortolkes og analyseres.

2) Den naturvidenskabelige metode bruges til at undersøge en objektiv virkelighed, med afsæt i det rationelle og baserer sig på empiri der kan måles, vejes og observeres. Resultaterne er generelle og kan genskabel, hvilket gør at de kan bruges til at lave prognoser. Et eksempel på hvor den naturvidenskabelige metode er velegnet kan være, hvis man skal undersøge en træarts respons i tilvækst, som følge af forskellige tyndingsstyrker.

3) Den samfundsvidenskabelige metode har typisk fokus på overordnede strukturer, sammenhænge eller forskelle i samfundet. Områder hvor samfundsvidenskabelig metode er velegnet er inden for store emner f.eks. økonomi, folkesundhed eller politik (Rienecker & Jørgensen, 2017: 183-217).

Det er som udgangspunkt opgavens problemformulering, der er afgørende for metodevalget (Andersen, 2019: 15-40). Dette bachelorprojekts problemformulering handler om, hvorvidt der mellem to genetiske varianter af sitkagran i kulturetableringsfasen, kan registreres forskelle i højdevæksten og i omfanget af skader der primært er forårsaget af frostvejr. Den naturvidenskabelige metode er vurderet velegnet til undersøgelsen, fordi det i undersøgelsen er relevant at måle og dokumentere højder, samt antal skader i en række bevoksninger med sitka. Fordi den type skader der undersøges, blandt andet forårsages af frostvejr, vurderes det også at være relevant at undersøge temperaturmålinger.

I forbindelse med opgavens indsamling af empiri, har jeg arbejdet deduktivt, hvilket vil sige at dataindsamlingen har været planlagt ud fra et forsøg om at be- eller afkræfte min hypotese om, at der i kulturstadiet vil være færre frostskaeder i plantematerialet FP256 og at planterne vil være højere i FP625.

Fremgangsmåden for dataindsamling til dette bachelorprojekt

For at afgrænse projektområdet har jeg i dialog med en lokal skovfoged, forhørt mig om mulighederne for at undersøge sitkabevoksninger inden for hans geografiske ansvarsområde. Derefter kontaktede jeg HedeDanmarks ansvarlige inden for registrering og opmåling af bevoksninger og fik tilsendt en bevoksningsliste med data fra alle plantninger i Midt- og Vestjylland siden år 2000, samt skovkort fra plantagerne.

Bevoksningslisten hører under datatypen sekundære data, og dataet er kvantitative, fordi det ikke er mig, som har produceret det, og fordi listen indeholder tal og målbare oplysninger som anlægsår, afdeling, litra, areal og proveniens. Data af denne type kaldes procesdata, fordi det stammer fra HedeDanmarks løbende registrering af hvad virksomheden planter (Andersen, 2019: 171-188).

Der har kun været enkelte afvigelser fra hvad der var opgjort på listen og det der faktisk stod i plantagerne, derfor vurderes data fra bevoksningslisten at være validt. Det vurderes også, at skovfogederne der har udarbejdet bevoksningslisten, er pålidelige fordi det antages at listen ikke er afhængig af de individuelle skovfogeder, men at bevoksningslisten havde været tilsvarende, hvis den var udarbejdet af andre skovfogeder (Heldbjerg, 2006: 9-26).

Ved at analysere bevoksningslisten var det muligt at indsnævre opgavens projektområde til fire plantager omkring Herning. Inden for de fire plantager var det muligt at undersøge projektets to provenienser plantet samme år, gennem en periode på seks år, under forholdsvis ens vækstbetingelser.

I forbindelse med feltundersøgelsen til dette projekt, kørte jeg en tur til det Midtjyske for at indsamle empiri. Jeg havde på forhånd besluttet hvilke bevoksninger der var relevante at undersøge, på baggrund af analysen af bevoksningslisten, og jeg kendte lokaliteterne fra skovkortene. Den type af data som jeg har fået ud af feltundersøgelsen, kaldes primær ikke-stimulidata, fordi jeg selv har produceret dataet og fordi dataet er indsamlet på baggrund af observationer uden min påvirkning. Empiri fra feltundersøgelsen er også kvantitativt, fordi jeg måler højder og tæller antal skader, som noteres i kategorier. Jeg har f.eks. målt, hvor mange frostskafer der er i Birkebæk Plantage afd. 29, i stedet for at vurdere, hvor omfattende hver skade var, eller hvilken plante der var mest skadet (Andersen, 2019: 171-188).

I felten var fremgangsmåden at udlægge to til tre prøveflader i hver bevoksning, afhængig af bevoksningens størrelse. Prøvefladerne var cirkler med en radius på fem meter og blev placeret så de var repræsentative for bevoksningen. Inden for hver prøveflade målt højder på alle planter med et stadie, som er en tre meter lang lineal. I tilfælde hvor planterne var højere end tre meter, målte jeg tre meter til en knop på træet og derefter til toppen med stadiet i strakt arm. Pålideligheden af stadiet som måleinstrument, kan for målingerne af planter højere end tre meter, ikke vurderes mere præcist end at jeg måtte runde op eller ned til nærmeste fem cm, fordi de ældste planter typisk var mellem fire og fem meter høje. På nær disse målinger, må det antages at højdemålingerne har været udført objektivt og at en anden ville få samme resultater, hvis undersøgelsen skulle gøres efter (Heldbjerg, 2006: 9-26).

Jeg vil vurdere prøvefladerne har høj validitet internt, fordi jeg ved optælling af min feltdata gennemsnitligt har målt højder på 26 planter pr. prøveflade, svarende til 67 stk. pr. bevoksning. Omregnet til andel af bevoksningernes stamtal, viser at jeg har foretaget målinger på omkring to procent af alle planter, se udregning (*bilag 2.1, prøveflade andel af stamtal*). Det har været en styrke at have minimum to prøveflader pr. bevoksning, fordi det har gjort det muligt at repræsentere en større del af bevoksningerne.

Mht. validitet eksternt, kan variationer i topografi, jordbund, mikroklima og konkurrence påvirke resultatet. Under ens vækstvilkår vil jeg vurdere, at undersøgelsens resultater vil være lignende i andre midtjyske plantager. Man kan diskutere om selve undersøgelsesgrundlag er tilstrækkeligt stort til at være repræsentativ for hele Midtjylland. Skemaet (*bilag 2.2, undersøgelsesgrundlaget i forhold til Midtjylland*), er et forsøg på at vise, at jeg kun har målt på et lille udsnit af alle planter der findes i det midtjyske. Hvis man kun sammenligner plantager med ens vækstbetingelser, er vil min undersøgelse være mere retvisende over for disse plantager (Heldbjerg, 2006: 9-26).

Der blev registreret antal frostskafer, bidskafer, tveger, samt planteafgang i prøvefladerne. Årsagen til skaden er forsøgt bedst mulig estimeret i felten, samt hvilket år den indtraf. Dette er ikke noget jeg som studerende har meget erfaring med, derfor kan der være noget usikkerhed om en død top fra en plante er resultatet af en frostskafe eller en tørkeskafe, hvilket påvirker dataets validitet. Alderen på skaden er vurderet på baggrund af hvilken grankrans der var beskadiget, hvilket bør være en er pålidelig metode til bestemmelse af skadens alder, fordi planternes vækst hvert år svarer til en ny grenkrans kan man således tælle baglæns og estimere alderen. I forhold til objektiviteten i registreringen af skader, havde jeg valgt ikke at medbringe en oversigt over bevoksningernes proveniens i felten. På den måde vidste jeg ikke, om jeg registrerede i en bevoksning af robust proveniens eller ej. Resultatet burde derfor ikke være farvet af mit ønske om at påvise en bestemt hypotese om, at der vil være færre skader i en robust proveniens (Heldbjerg, 2006: 9-26).

For at undersøge om der er en sammenhæng mellem vurderingen af skaderne fra felten og de faktiske vejrforhold der har været i den undersøgte periode, har jeg fra DMI's hjemmeside hentet temperaturmålinger fra Herning. Data hentet fra DMI's hjemmeside er sekundære data, fordi jeg ikke selv har produceret det. Det må antages at data fra DMI er af høj validitet, i forhold til at sige noget om de fire undersøgte plantager, særlig fordi målingerne jeg har benyttet stammer fra en målestation ved Herning. For at tage højde for variationer i mikroklima har jeg analyseret potentiel frostrisiko ved at se på temperaturer under fem grader. DMI er den største udbyder af data fra vejrmaalinger i det omfang og med den præcision, hvilket betyder at dataet er det mest pålidelige der findes.

Teori

Her fremstilles de teorier, som er vurderet relevante for analysearbejdet af metodeafsnittets fremførte dataindsamling. Teorierne vil i dette afsnit kort blive redegjort for og hvorfor de er relevante for dette bachelorprojekt.

Teorier om vækstvilkår

Temperatur i Midtjylland

Klimaet er mere kontinentalt præget inde centralt i landsdele som Midtjylland, sammenlignet med områder langs kysterne. Et kontinentalt klima er typisk præget af større udsving i minimums- og maksimumstemperaturer, hvor den største årsag til dette er afstanden til havet, som lagrer varme hen over sommerhalvåret og afgiver varme hen over vinterhalvåret. Desuden ligger Midtjylland i en dansk sammenhæng, relativt højt over havets overflader, hvilket bidrager til at den årlige gennemsnitstemperatur er omkring én grad lavere end landsgennemsnittet (Møller, 1977: 302-305).

Temperaturmålingerne fra DMI stammer fra en målestation nær Herning og bør derfor vise lavere gennemsnitstemperaturer end landsgennemsnittet, se (*bilag 3, sammenligning af Herning og Danmarks gennemsnitstemperaturer*). Det antages at en lavere gennemsnitstemperatur er et udtryk for, at der er større risiko for frostgrader.

Teorien om et kontinentalt præget klima med større temperaturekstremere i Midtjylland og dermed en højere risiko for frostvejr end resten af landet, betyder at Midtjylland umiddelbart ikke er en oplagt plantningslokalitet for sitka, som tidligere beskrevet stammer fra et maritimt klima, langs den Nordamerikanske vestkyst.

Betydningen af Topografien for frostrisiko

Mikroklimaet i skoven er ikke ens uanset hvor man befinder sig, derfor er vigtigt når man planter at vide hvordan f.eks. terrænets topografi påvirker bevoksningens mikroklima.

Det er vigtigt at vide at varm luft stiger til vejrs, mens kold luft er tungere og synker til bunds. Dette betyder, at der typisk er koldere i lavninger, fordi den kolde tunge luft siver ned og samles.

Det er også vigtigt at være opmærksom på, at der er en større omrøring af luftlag når man kommer op i høje med trækronerne, sammenlignet med ved jordoverfladen. Derfor er der en mindre sammenblanding af varm og kold luft i lavninger, hvor det blæser mindre. Dette er med til at holde temperaturen lav og øger dermed risikoen for frostgrader i lavninger (Lassen, 2017: 59-60).

Teorien om at der er en større frostrisiko i lavninger, vil muligvis i forbindelse med feltundersøgelsen kunne dokumenteres i form af højere grad af frostskafer på lokaliteter med lavtliggende terræn, eller som dokumentation af få frostskafer på skrånende terræn, hvor den kolde luft burde kunne løbe af.

Græsdække og des betydning for frostrisikoen

En faktor der kan påvirke mikroklimaet i en bevoksning, er jordbunden mulighed for at optage og afgive varme. I en renholdt kultur eller på en bar mark, har jordbunden evnen til at optage varme fra solen i løbet af dagen og afgive den igen i løbet af natten, hvor temperaturen ellers ville falde. Et tæt dække af græs, virker dog isolerende og hæmmer jordbundens mulighed for at optage varme i løbet af dagen, samtidig med at varmeudstrålingen fra jorden bremses om natten. Varmeudstråling fra jorden er central, når man vil forsøge at reducere frostrisikoen, fordi den er med til at omrører den kolde luft der lægger sig om natten, mens solen er borte. Målet med en renholdelse er derfor blandt andet at fremme jordbundens evne til at optage og afgive varme, for at reducerer faldet i temperatur natten over. En måde at holde på noget af jordbundens varmeudstråling er ved at plante under en skærm af ammetræer, der lokalt skaber en drivhuseffekt, som hindrer udstrålingen til atmosfæren og dermed bidrager til at temperaturen holdes over frysepunktet. Konkurrencen fra græsarter vil også være mindre i skyggen af en skærm ammetræer (Møller, 1977: 324-332).

Teorien om højere frostrisiko på lokaliteter, hvor jordbundens evne til at optage og afgive varme er hæmmet, anses som relevant, fordi projektets fokus er at undersøge frostrisiko i forskellige bevoksninger. Teorien forventes at kunne bruges til at forklare observationer fra feltundersøgelsen, hvor græsvækst bør have betydning for, hvor frostudsat en bevoksningen er og i sidste end hvor mange frostskaeder der dokumenteres.

[Teorier om træarten, sitkagran](#)

Sitkagrans tilvækstpotentiale i Midtjylland

I en artikel "Nåletræsserien fra 1965" bragt i fagbladet Skoven, omhandler en undersøgelse der havde til formål at sammenligne tilvæksten hos 10 nåletræsarter og to løvtræsarter, på 13 forskellige lokaliteter i landet. Lokaliteten "1009" ligger i Midtjylland og formodes at være sammenlignelig med de fire plantager fra dette bachelorprojekt (Dansk Skovforening, aug. 2019: 274-276).

Resultaterne fra denne forsøgslokalitet er interessante, da de er et udtryk for tilvækstpotentialet for sitkagran i Midtjylland. Resultatet af forsøget viser, at sitka klarer sig næstbedst på denne lokalitet, hvilket må betyde at man ud fra et tilvækstkriterium, godt kan retfærdiggøre dyrkning af sitka i Midtjylland.

Da forsøget er omkring 60 år gammelt, vil flere af bevoksningerne sandsynligvis være i en begyndende sammenbrudsfase i dag. Dette anses ikke som et tegn på, at sitka ikke er en egnet træart på lokaliteten, fordi den normale omdriftsalder hos sitkagran typisk er mellem 40 og 50 år. Denne teori er mest relevant, som et argument for at sitkagran godt kan have sin ret i midtjysk skovdyrkning.

Sitkagran som frostudsat træart

En af de største udfordringer med dyrkning af sitkagran er frost i kulturfasen, særligt sen forårsfrost i maj eller tidlig efterårsfrost i september. Som tidligere beskrevet i portrættet af sitka, kan knopperne både skades af frostgrader inden og efter udspring, hvilket typisk ligger omkring midten af maj. Sitka har på grund af sin tendens til at danne Sankt Hans-skud, en øger risikoen for at skuddene ikke kan nå at afmodnes, inden den første efterårsfrost indtræffer.

Årsagen til artens ringe tilpasning til frost, skal findes i dens oprindelige udbredelsesområde langs den Nordamerikanske vestkyst, hvor klimaet er udpræget maritimt, med meget nedbør og relativt få døgn med frost. Dette kan minde om Danmark på flere punkter med hensyn til nedbør i vækstsæsonen og længden af frostfri periode (Møller, 1977: 129-136).

Teorien siger, at sitka er en træart der overvejende er tilpasset et mildt kystnært klima, hvor risikoen for pludselige temperaturfald og minusgrader i foråret og efteråret er lav. Derfor antages det at lokaliteten i Midtjylland, der har et mere kontinentalt klima, med større udsving i temperatur i forår og efterår, er en uegnet lokalitet.

Målet med feltundersøgelse er, at målingerne hos FP256 der oprindeligt er fra den nordlige ende af artens udbredelsesområde, afspejler en højere grad af tilpasning til et koldere klima med større frostrisiko, og derfor har færre frostskader end proveniensen FP625 der har en mere sydlig oprindelse. Det forventes at der er frostskader i begge provenienser, fordi arten er plantet på en frostudsat lokalitet, hvilket den teoretisk ikke burde være tilpasset.

Proveniensvalg med to strategier

Frømateriale fra danske frøplantager bør prioriteres over direkte importeret plantematerialer, fordi de danske provenienser er mere tilpassede danske forhold. Ofte er danske provenienserne afprøvede i forsøg, hvilket dokumenterer en bedre tilpasning end direkte import. Fælles for de danske forædlingsprogrammer er, at udvalgsriterierne har prioriteret egenskaber der skal forbedre vedkvaliteten og planternes sundhed.

De danske provenienser af sitkagran kan derudover opdeles i to strategier, som man kan vælge mellem. Det afgørende for om man bør vælge den ene over den anden, er overvejende hvor frostudsat plantningslokaliteten er. På de mindre frostudsatte lokaliteter anbefales danske provenienser af Washington oprindelse, mens man på de mere frostudsatte lokaliteter må favorisere danske provenienser af Queen Charlotte Island oprindelse (Hansen, dec. 2009).

Frøplantagen C.E. Flensborg FP625 producerer sitkafrø til forstlig brug. Plantematerialet som frøplantagen er baseret på, stammer oprindeligt fra Washington og er således en proveniens der egner sig til de mindre, frostudsatte lokaliteter. Egenskaber der er udvalgt efter i plantagen er, høj vækstenergi, ret stammeform og reducere tendensen til tvegedannelse, grene der er mere finkvistede og mere horisontale grenvinkler, samt plantesundhed. Proveniensen har sammenlignet med frøbevoksningen F235c Haurum, der også er af Washington oprindelse, opnået en volumen gevinst på 24% over 50 år (Frøkildebeskrivelse FP625, 2007).

Klonfrøplantagen Bærmose Skove FP256 producerer også sitkafrø der er egnede til forstlig brug. Oprindelsen af plantematerialet er Queen Charlotte Island, hvilket betyder at frø fra FP256 er den robuste strategi og bør være mere egnet på frostudsatte lokaliteter. I klonfrøplantagen er selekteret efter egenskaberne, tolerance over for frost ved at favorisere planter med sent udspring, samt kvalitetsegenskaber som stammerethed og mindre fiberhældning i veddet, hvilket modvirker snoet vækst og øger det savede tømmeres styrkeegenskaber (Frøkildebeskrivelse FP256, 2007).

Det er relevant at inddrage denne teori om de to forskellige strategier man kan vælge mellem, når man vælger proveniens i sitkagran, fordi dette bachelorprojekts primære fokus er at undersøge om der på en frostudsat lokalitet kan dokumenteres en større højdevækst i FP625 og et lavere antal frostskaeder i FP256.

Hovedtekst

Dette analyseafsnit er opbygget omkring opgavens tre underspørgsmål, som vil blive behandlet én efter én, i hvert deres delanalyseafsnit. Indledningsvis vil hver delanalyse gentage det dertilhørende underspørgsmål, for at tydeliggøre delanalysens fokus. Hver delanalyse vil blive afsluttet med en delkonklusion på det tilhørende underspørgsmål.

Første afsnit

“Hvordan er sammenligningsgrundlaget mht. vækstvilkårene jordbund, temperatur og kulturmåde, blandt 15 bevoksninger med sitkagran, i fire midtjyske plantager?”

Analyse af vækstvilkår

Jordbund

Med afsæt i jordartskort (*bilag 4.1, oversigtskort & tegnforklaring, samt bilag 4.2, jordartskort*) kan man se, at der inden for plantagerne overvejende er jordbundstyper bestående af sand og grus. Der er også flyvesand, dette stammer sandsynligvis fra opdyrkning af heden der har blotlagt sandjord, som derefter er blevet båret af vinden indlands, hvor sandet typisk samler sig i fugtige lavninger. I de sydlige plantager Birkebæk og Fjelsevang er området relativt kuperet og er en del af de midt- og vestjyske bakkeøer, der er dannet under den næstsidste istid Saale, den primære jordbundstype smeltevandssand og grus.

I de lavest liggende områder omkring Birkebæk Plantage, er jorden primært bestående af hummus der dannes under iltfrie forhold. Disse ferskvandsdannelser ligger dog ikke ved nogle af prøvefladerne og vil derfor ikke blive behandlet videre. Nord for Herning i plantagerne Munklinde og Gedhus er jorden bestående af ekstramarginale aflejringer, afsat under sidste istid Weichsel. Størstedelen af jordbunden er sand, som er afsat på de store smeltevandssletter der lå vest for israndslinjen (Jensen, 2017: 363-396 & Møller, 1977: 249-259).

For at imødekomme forskelle i jordbund mellem plantagerne syd for Herning og plantagerne nord for, er projektet planlagt så provenienserne FP625 og FP256 er repræsenteret og anlagt samme år. Der sammenlignes altså Gedhus med Munklinde, og Fjelsevang med Birkebæk. Dog har det ikke været muligt at sammenligne begge provenienser i hhv. Gedhus, eller Munklinde, hvilket kunne have været mere retvisende, da bevoksningernes vækstbetingelserne i så fald ville være mere ens. Hvis det skulle være muligt at registrere forskelle mellem nogle af plantagerne på baggrund af jordbund, så ville de blive opdelt i nord med Gedhus og Munklinde, og syd med Birkebæk og Fjelsevang, se (*bilag 5, bevoksningsliste*).

På grund af jordbundens sammensætning af sand og grus vil der være tendens til at næringsstofferne udvaskes, hvilket også er årsag til at det antages at jorden er relativt næringsfattig. Dette afspejles i træartsvalget i det midtjyske, hvor nøjsomme nåletræer favoriseres (Larsen, 2023: 11-12), sandsynligvis på grund af produktionsinteresser, fordi nåletræ præsterer bedre på de næringsfattige jorder og derfor er at foretrække over løvtræ. En anden påvirkning af sandede jorde er at nedsivningen af regn sker relativt hurtigt. Jorden har derfor en ringe evne til at lagre vinterhalvårets nedbør, som derfor nedsiver og bliver utilgængelig for planterne i vækstsæsonen fra maj til

september. Dette kan resultere i vandmangel, hvilket har en negativ effekt på sitkagran, der ligesom de fleste andre træarter, har det største behov for vand i vækstsæsonen.

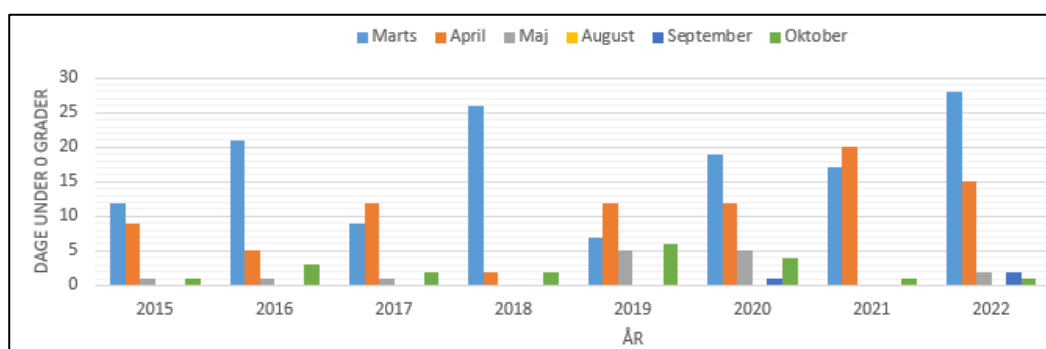
Jordartskort fra GEUS er generelt en pålidelig datakilde, men kortet vil sandsynligvis ikke være detaljeret nok til, at kunne bestemme jordart i plantagerne med 100% præcision. Det ville være en mere præcis metode at benytte sig af jordspyd, eller at grave huller i felten for at undersøge de nøjagtige jordbundsforhold i prøvefladerne. Generelt er jordbundstyperne i alle fire plantager lette jorder, bestående af grove partikler som sand eller grus, hvilket gør projektets fire plantager mere sammenlignelige med hinanden, end med en østdansk jord med lerindhold.

Delkonklusion

Forskellene i jordbundsforholdene i de fire plantager, bør ikke have betydelige forskelle i om dyrkning af sitkagran påvirkes negativt. Heller ikke mellem de to plantager nord for Herning, hvor jordbunden primært består af sand og de to i syd, som består af sand med en indblanding af grus. Sitka er som beskrevet i det indledende afsnit, en nøjsom træart der trives på et bredt udsnit af jordbundstyper. Arten må derfor ud fra jordbundstype vurderes at være lige egnet i alle fire plantager også i fremtiden. Kombinationen af færre dage med nedbør i sommermånederne og jordbundens ringe evne til at lagre vand fra vinterhalvåret til vækstperioden, kan have betydning for dyrkning af sitka på de lokaliteter, som er behandlet i dette projekt. Derfor kan der i et fremtidigt klima med øget tørkerisiko, være en øget risiko for vandmangel og sitka bør således inden for projektområdet fortrinsvis plantes, hvor risikoen for vandmangel er mindst mulig.

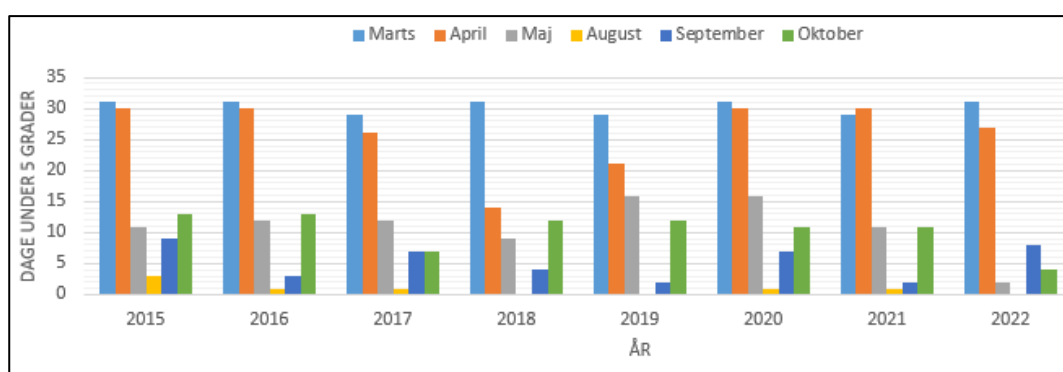
Klima

Fordi projektområdet er afgrænset til ca. 20 km radius omkring Herning, forventes der ikke at være store klimatiske forskelle mellem de fire plantager, men der er sandsynligvis forskelle i mikroklima, forårsaget af eksempelvis topografiske forskelle. Temperaturmålinger fra Herning i perioden 2015-2022 viser, at der er stor risiko for frostgrader i marts og at risikoen for frost i april varierer meget fra to til 20 døgn. Maj måned har haft to år helt uden minusgrader, men der var i 2019 og 2020 fem dage med frost. Risikoen for frostgrader i august er meget lille, der har ikke været nogle år i den undersøgte periode med temperaturer under nul grader, og det er også sjældent i september, hvor der kun har været registreret frost 2020 og 2022. Oktober begynder temperaturen at falde og der har hvert år i perioden 2015-2022, været mellem ét og seks døgn med minusgrader.



Figur 1: Søjlediagrammet viser temperaturmålinger fra perioden 2015-2022. Diagrammet viser antallet af dage, hvor temperaturen er registreret til at være under nul grader, fordelt på de undersøgte måneder.

Potentiel frostrisiko på udsatte lokaliteter kan variere fra den gennemsnitlige temperatur, hvilket der er forsøgt taget højde for, ved at inkludere temperaturmålinger under fem grader. Det er vurderet, at en grænse på fem grader er passende til at vise temperaturforskelle mellem f.eks. en lavning og det omkringliggende areal, fordi det vurderes at variationen ikke overstiger fem grader, men at den potentielt godt kunne være mere end f.eks. tre grader. Næsten alle dage i marts og størstedelen af april, er der således risiko for frost på særligt udsatte lokaliteter. Der har alle år i perioden 2015-2022 været minimum to døgn i maj, hvor temperaturen var mindre end fem grader. Risikoen for, at udsatte lokaliteter har oplevet frost i august er lille, men der har dog været fem ud af 8 år med én til tre dage med temperaturer under fem grader. I september har der været mellem to og ni døgn, hvor temperaturen er faldet til mindre end fem grader. Oktober minder om maj, hvor der alle år er potentiel frostrisiko i minimum fire døgn for perioden.



Figur 2: Søjlediagrammet viser temperaturmålinger fra perioden 2015-2022. Diagrammet viser antallet af dage, hvor temperaturen er registreret til at være under fem grader, fordelt på de undersøgte måneder.

Risikoen for frost i de fire plantager er potentielt til stede hver anden dag i løbet af marts, hvor der er under nul grader, mens det nærmest er hver dag i samme måned, hvor der er under fem grader. I april måned er det omkring hver tredje dag, hvor temperaturen er under nul grader og omkring 85% af dagene, hvor den er under fem. Det viser, at som foråret skrider frem bliver det også varmere og risikoen for frostgrader reduceres.

Det samme gør sig gældende for maj måned, hvor der er en meget lille chance for at temperaturen er under frysepunktet, men på udsatte lokaliteter er det stadig omkring hver tredje dag, hvor målingerne er under fem grader og dermed er der potentiale for frost. På trods af flere dage med lave temperaturer i marts og april, burde risikoen for frostskader i plantagerne dog være beskeden, da sitka typisk først har sit udspring i maj måned.

August er den af de undersøgte måneder, hvor der er lavest frostrisiko. Her vil der kun på de mest frostudsatte lokaliteter, være en lille risiko for at planterne skades. Der er i september lidt større risiko for, at temperaturen kommer ned under fem grader, men det er sjældent, at der er minusgrader. På de mest udsatte lokaliteter, hvor planternes årsskud potentielt ikke afmodnes i tide, vil der være fare for, at årsskuddene skades. Oktober er den sidste undersøgte måned, fordi det formodes at årsskuddene herefter er ved at være afmodnet og derfor er mindre modtagelige over for frostgrader.

Det har betydning hvornår på måneden, at temperaturen falder til under nul grader. Når det er forårsfrost, så er minusgrader efter planternes udspring, der som tidligere nævnt er i løbet af maj, problematisk. I årene 2017, 2019 og 2020 har der været frost omkring d. 10. maj, hvilket kan være et problem da sitka, normalt starter skudstrækning heromkring. I disse år kan det være en fordel med en proveniens, der er forædlet til at have et senere udspring, som FP256, fordi proveniensen muligvis undgår de sidste frostperioder, der ofte ligger i midten af maj.

Årsskuddene på planterne vil typisk være færdige med at afmodne sidst i september, hvilket betyder, at der i årene 2017, 2020 og 2022 er en risiko for, at de lave temperaturer i disse år kan have forårsaget frostskafer på planterne. Der er altså en større risiko for, at der opstår frost i det tidlige forår marts og april, samt det sene efterår oktober. Truslen for, at planterne frostskafer i disse måneder er dog mindre, fordi planterne typisk ikke er sprunget ud i det tidlige forår og fordi årsskuddene typisk er afmodnet ved udgangen af september.

Den væsentligste trussel for sitkagran på lokaliteterne, må derfor antages at være måneder fra maj til midt september, hvor planterne er i gang med vækstperioden og derfor vil være mest følsomme overfor lave temperaturer. Der kan være unøjagtigheder ved at basere denne analyse på temperaturmålinger fra én målestation nær Herning, der givetvis ikke måler den faktiske temperatur i de fire plantager, som projektet undersøger. Der er forsøgt kompenseret for dette ved at analysere døgn med temperaturen er under fem grader, med formålet at tage højde for den variation i temperatur, der kan opstå ved forskelligt mikroklima i plantagerne.

Delkonklusion

På trods af usikkerhed ift. lokalt mikroklima og dermed sammenligningsgrundlaget mellem de fire plantager antages det, at temperaturmålingerne fra DMI er retvisende og gældende for alle plantager. Der er således høj risiko for frostgrader i alle fire plantager i det tidlige forår og i det sene efterår, særligt i månederne marts, april og oktober. Da sitkagran typisk har sit udspring i maj og er afmodnet ved udgangen af september, anses risikoen for frostskafer noget mindre. På baggrund af femgraders analysen er der gode indikationer for, at risikoen for frostskafer øges væsentlig ved at plante på særligt frostudsatte lokaliteter, hvilket derfor bør undgås. Det virker sandsynligt, at risikoen for frostskafer kan reduceres ved at vælge en proveniens med senere udspring, men at et senere udspring ikke kan veje op for en u hensigtsmæssig plantelokalitet.

Kulturmodel

På baggrund af samtaler med skovfogeder der har de fire undersøgte plantager som ansvarsområder. Har jeg fået oplyst, at der har været foretaget nærmest ens kulturetableringsmodel i Gedhus Plantage, Birkebæk Plantage og Fjølstervang, det antages derfor at Munklinde har benyttet en tilsvarende kulturetableringsmodel.

Efter skovning af forrige bevoksninger, har toppene ligget og tørret på arealerne til året efter. I begyndelsen af etableringsåret er toppene blevet flishugget omkring februar måned. Arealet er i begyndelsen af foråret blevet jordbearbejdet med en höglægger, som en rillebearbejdning, herefter er der blevet plantet med dækrodsplanter. Der har ikke været renholdt i nogle af kulturerne og der har heller ikke været hegnet. En undtagelse i Munklinde er bevoksningen i afdeling 6 litra c, hvor

der er plantet i huller, under en skærm af lærk. På baggrund af en analyse af luftfoto fra 2012-2022 på arealinformation.dk, tyder det på at skærmen ikke er i gang med at blive afviklet. Indtrykket i felten var også at kronedækket var omkring 90%.

Der er særligt to grunde, hvorpå Gedhus Plantage adskiller sig fra de andre plantager. Den første er, at der var et tæt græstæppe af bølget bunke, hvilket måske ikke er så overraskende, når der ikke har været foretaget nogen renholdelse. Men der har ligeledes ikke været foretaget renholdelse af bevoksningerne i Fjeldstervang og Birkebæk, og her lader det ikke til at være samme problem med ukrudt. Bevoksningerne har været genkultiveret efter afdrift med samme interval, så arealerne i Gedhus adskiller sig ikke fra Birkebæk ved at have ligget brak. Det kan tænkes, at årsagen måske er forskelle i vækstvilkårene mellem plantagerne i nord og syd, at der er forskelle i den frøpulje som ligger i jorden, eller at den forrige bevoksning i Gedhus Plantage har været åbnet mere op inden afdrift.

Det andet område hvorpå Gedhus Plantage adskiller sig fra de andre plantager, er omfanget af bidskader på planterne. I nogle prøveflader fra bevoksningerne i Gedhus, var det næsten hver tredje plante som er eller tidligere har været bidt af vildt, dette har været langt mindre udpræget i de tre andre plantager. Under feltgennemgangen er der set op til flere skydetårne i Gedhus Plantage og man kunne tænke sig, at der er en stor jagtinteresse i området, som tilgodeses ved ikke at hegne bevoksninger.

I forhold til kulturmåde er der særligt to bevoksninger som adskiller sig fra resten, den første er bevoksningen fra 2018 i Munklinde afd. 6 litra c, som er etableret under en skærm af lærk, dette er den bevoksning som har haft den højeste planteafgang. Skærmen burde virke beskyttende mod frostgrader, hvilket er en god ting, men dyrkning af kulturer under skærm øger samtidig konkurrencen om basale vækstvilkår, som sollys, vand og næring. Sitkagran tåler ikke meget skygge og under feltgennemgangen vurderedes krondækningsgraden til omkring 90%. Derfor antages det, at den væsentligste årsag til den høje planteafgang, er på grund af skygge fra lærkeskærmen.

Den anden bevoksning er fra Birkebæk afd. 51 litra f, der på baggrund af observationer fra feltundersøgelsen er vurderet til, at være etableret ved selvforyngelse. Vurderingen bygger på, at det ikke var muligt at erkende rækker mellem planterne og på grund af planternes store variation i højde. De to bevoksningers placering fremgår på (*bilag 4.3, topografisk kort*).

Ved at undlade renholdelsen af sin kulturer, sparer man udgiften til fjernelse af uønsket plantevækst. Risikoen for, at ukrudt og græsser, som bølget bunke overtager arealet øges dog, hvilket ender med at øge frostrisikoen på arealet. Der er i Gedhus plantet proveniens Bærmosse Skov FP256, hvilket rejser spørgsmålet om man kan vælge en robust proveniens og sparer renholdelsesudgiften. Fordi der plantes en træart, som er frostfølsom og fordi et højt græsdække vil øge risikoen for frost og gøre lokaliteten mere udsat, kan dette virke usikkert. På sigt skal bevoksningen nok vokse over frostzonen og slutte sig, hvilket vil skygge græsset bort, men planterne vil højst sandsynlig være nogle flere år om dette, sammenlignet med en bevoksning der renholdes.

I forhold til den anden udfordring med vildtskader i Gedhus Plantage, kan det nok godt til en vis grad, være økonomisk fordelagtigt at undlade hegning af kulturer. Så længe indtægterne fra jagtlejen er højere end det økonomiske tab, der potentielt følger med en bevoksning der bides

meget. Et alternativ til hegning kunne være at smøre planterne med Trico, hvilket måske allerede har været forsøgt. Om der bør sættes hegn i Gedhus Plantage, kommer an på, hvad ejer/ejerne af plantagen har som natursyn. Om det er vigtigere med jagt og naturoplevelser, end at træproduktionen forvaltes optimalt.

Tabet ved at få flere frostskafer og vildtskafer, skal måske vejes op imod den sparede udgift fra renholdelse og beskyttelse af sine kulturer i de første år efter etablering. Det kan godt være, at det godt kan svare sig at acceptere skaderne, fordi der gennem senere tyndinger nok skal kunne findes tilstrækkelig med træer af fin kvalitet.

Delkonklusion

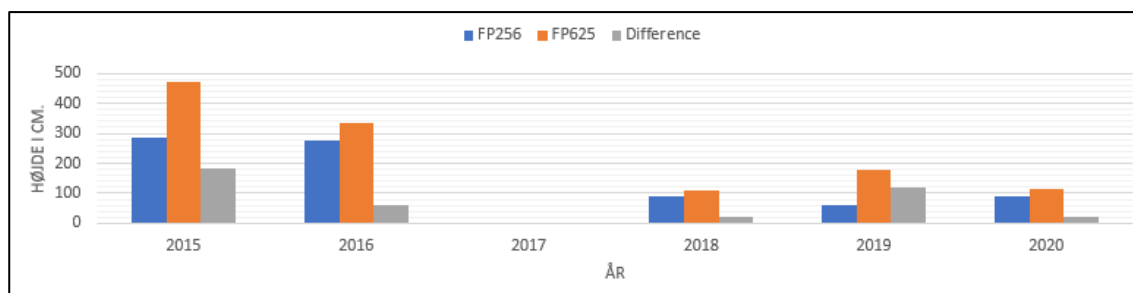
På baggrund af denne analyse må det konkluderes, at forholdene med hensyn til kulturetabling overordnet har været ens i de fire plantager. De væsentligste afvigelser observeret ved feltgennemgangen, er mellem Gedhus Plantage og de resterende plantager, mht. vildtskafer og mængden af græsarten bølget bunke. På lokaliteter med højt vildttryk bør man overveje at bruge midlet Trico, eller at hegne sine nye kulturer, hvis man ønsker at forbedre kvaliteten af sin fremtidige bevoksning, fordi hegnet vil give planterne en chance for at vokse over bidhøjde så topskuddet ikke bliver æd. Det tyder på, at man ikke alene kan undgå frostskafer ved at vælge en robust proveniens, hvis den plantes på særligt, udsatte lokaliteter, som f.eks. steder med en tæt græsvækst.

Andet afsnit

“Kan der på baggrund af prøveflademålinger fra fire Midtjyske plantager, erkendes en større højdetilvækst, i bevoksninger med proveniensen C.E. Flensborg FP625, sammenlignet med Bærmose Skov FP256?”

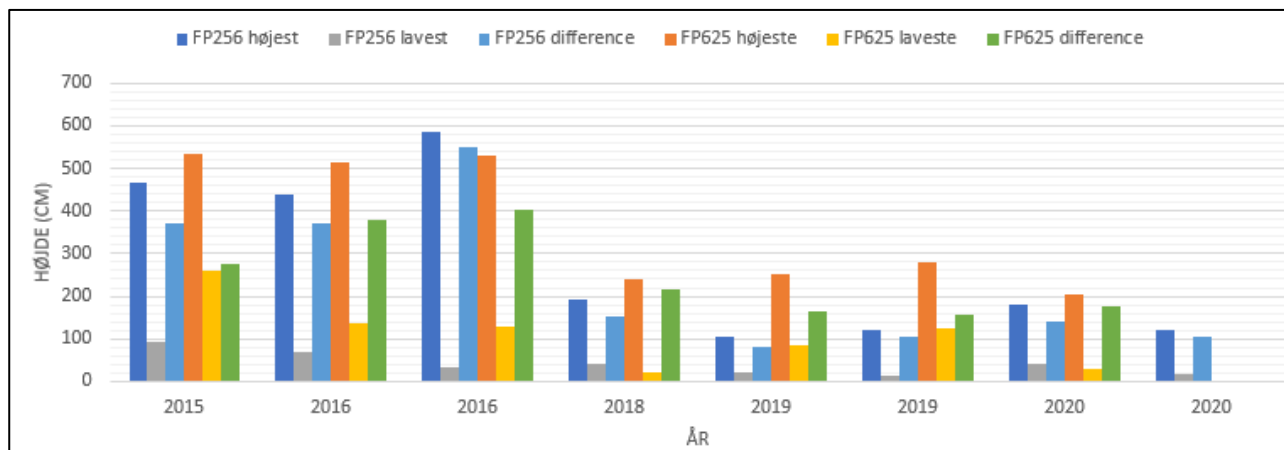
Analyse af højdetilvækst

Som det fremgår af figur 3, kan man se, at proveniensen FP625 for alle de undersøgte år, har haft en større højdetilvækst end den sammenlignede FP256. De højder som indgår i figuren, er baseret på middelhøjden fra alle prøvefladerne, i hver af bevoksningerne. De år hvor der er to bevoksning repræsenteret er højden et gennemsnit af dem. Diagrammet viser også forskellen mellem de to proveniencers højde, hvor differencens størrelse, med undtagelse af 2019, er stigende med bevoksningernes alder.



Figur 3: Figuren viser den gennemsnitlige højde i cm. for hver proveniens og forskellen mellem dem, fordelt over de undersøgte år 2015-2020, med undtagelse af 2017.

Figuren 4 viser den højeste og laveste målte plante for hver bevoksning. 2016 er det eneste år, hvorfra den øvre højdemåling fra proveniensen FP256 er større end for FP625. Der er for 2015 og 2016 også den største difference mellem højeste og laveste måling i FP256, mens det for de resterende år er bevoksninger med proveniensen FP625, der har de størst målte højdeforskelle.



Figur 4: Diagrammet viser den højeste og laveste målte plante i hver bevoksning og forskellen mellem højeste og laveste plante. Der er f.eks. målt i fire bevoksninger fra 2016, to med hver proveniens og derfor fremgår året to gange.

Som nævnt er tallene benyttet til figur 3, et gennemsnit af de bevoksninger der har været for hvert år, hvilket betyder, at FP625 gennemsnitligt for alle målte år er højere end FP256. Figur 4 viser hver bevoksnings højdeekstremer, hvorfra man kan se, at proveniensen FP256 i den ene 2016 bevoksning, faktisk er højere end den sammenlignede FP625. Tallene fra 2015 viser af FP625 er mere vækstkraftig, hvilket man kunne forestille sig. Også blandt de yngste bevoksninger er FP625 den proveniens med mest vækstenergi.

Som det fremgår af figur 4, er den højeste målte plante i den ene bevoksning fra 2016, fra en bevoksning med plantematerialet FP256. Fra denne bevoksning er der dog en stor difference mellem højeste og laveste plante, hvilket kan være fordi der har været forskel på hvor godt de forskellige planter er kommet fra start. Bevoksningen hvor proveniensen FP256 har den højest målte plante ligger i afd. 12 litra a, i Fjeldstervang. Terrænet er skrånende mod sydvest, hvilket gør at der er en høj solindstråling og noget topografisk forskel der giver varierende vækstvilkår mellem bevoksnings nordligste og sydligste planter se (bilag 4.3, topografisk kort). De to bevoksninger fra 2016 med proveniensen FP625, har ikke betydelige forskelle mht. topografi, hvilket kan betyde, at der er mere ens vækstbetingelserne. Dette passer meget fint med, at målingerne af de højeste og laveste planter ligger ret tæt på hinanden.

Et år som springer lidt i øjnene når man ser på figur 3 og 4 er, at højdetilvæksten i 2018 lader til at være bagefter højderne fra de efterfølgende år. Højden er faktisk mindre i bevoksninger med FP625 fra 2018 end højden fra bevoksninger anlagt i 2019 og på niveau med bevoksninger fra 2020. Én årsag til dette kan være tørken i 2018, der kan have virket hæmmende på de nye kulturers mulighed for god etablering. Selvom denne tendens i højdetilvæksten, ikke er den samme for bevoksninger med proveniensen FP256, syntes 2018 bevoksningerne ikke at være betydelig foran i højdetilvækst.

Bevoksningerne med FP256 fra 2019 ligger i Gedhus Plantage, hvor de højeste planter er omkring samme højde, som de mindste jævnaldrende planter af FP625 der står i Munklinde. Det formodes, at det er de tidligere beskrevne vækstbetingelser, som højt vildttryk og konkurrence med græsser i Gedhus der er årsag til dette. Jordbunden i de to plantager burde være ens og fordi der ikke er nogle væsentlige topografiske forskelle. Højderne fra FP256 bevoksninger anlagt i 2020 i Birkebæk Plantage, er højere end bevoksninger fra Gedhus med samme proveniens anlagt året forinden, dette er endnu et tegn på at planterne i Gedhus ikke vokser optimalt.

2018 Bevoksningen med proveniensen FP625 er fra Munklinde afd. 6 litra c, det er bevoksningen under en skærm af lærketræer. Denne bevoksning er lavere end bevoksningerne af samme proveniens fra 2019 og er kun omkring 35 cm højere end bevoksningen med FP625 fra 2020. Det tidligere beskrevne tørkeår 2018 antages at være en af hovedårsagerne til den lavere vækst i bevoksningen, men det antages også at konkurrence om lys, vand og næringsstoffer har spillet ind og hæmmet vækstpotentiallet hos sitkagranerne. Tanken om en større konkurrence mellem lærkeskærm og sitkakultur understøttes muligvis også ved, at denne bevoksning har haft den højeste planteafgang, hvilket kan være et resultat af konkurrencen mod lærkeskærmen.

Selvom sitka er nøjsom og vokser fint på et bredt udsnit af jordbundstyper så lader det til, at jordbunden har betydning ift. højdetilvæksten. Ud fra tendenslinjen på (*bilag 6.1, tendenslinjer højder provenienser*) kan man se at bevoksningerne fra 2018 og 2019 af plantematerialet FP256 er lavere end hvad tendenslinjens, på baggrund af data fra de andre år, siger højden burde være. For proveniensen FP625 kan man se, at det nærmest kun er tørkeåret 2018, som har haft en lavere vækst en man kunne have forventet, dette er sandsynligvis på grund af de tidligere beskrevne vækstbetingelser.

Tørken i 2018 har haft en betydning for højdevæksten, men det kan være svært at vurdere hvor stor betydningen har været, på baggrund af højdemålingerne fra feltundersøgelsen. Tørken burde have påvirket alle bevoksningerne, men det er vanskeligt at vurdere påvirkningen af de dengang unge kulturer anlagt i 2015 og 2016, fordi jeg ikke har haft en reference bevoksning at måle på. Det antages at den reduceret højdevækst i 2018, er resultatet af en kombination af tørken og de tidligere nævnte vækststudfordringer, der har gjort det svært for planterne at komme godt fra start.

Delkonklusion

Der kan ud fra figur 3 konkluderes, at proveniensen FP625, inden for de fire plantager er den proveniens der gennemsnitligt er mest vækstkraftig. Den genetiske variation der er mellem provenienserne FP625 med mere vækstenergi og den robuste FP256, påvirkes desuden af en række faktorer som topografi, jordbund, konkurrence fra træer og græsser, samt vildttryk. Det er på baggrund af højdemålingerne ikke til at sige, om der er en sammenhæng mellem proveniens og størrelsen af højdedifferencen. Derfor antages det, at den vigtigste årsag til variation i højde internt i bevoksningerne, er om planterne efter plantning er kommer godt i gang med at vokse.

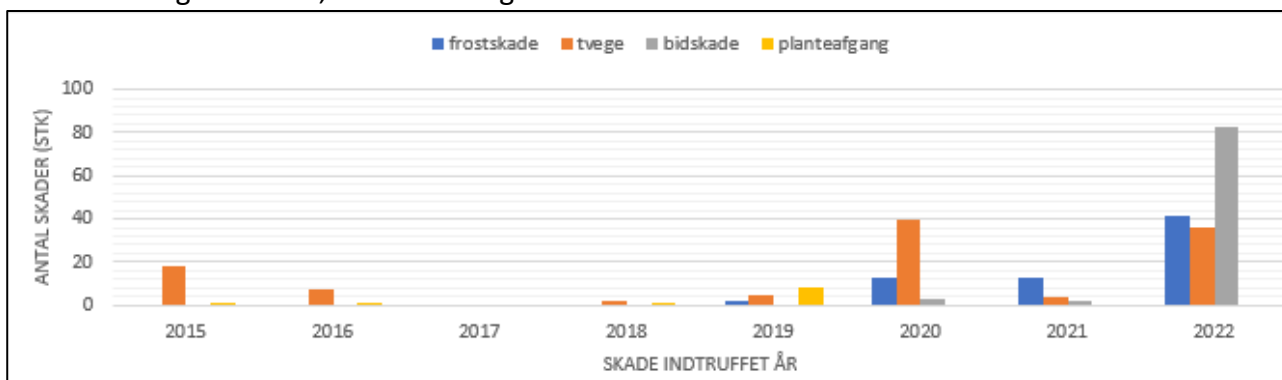
Tredje afsnit

“I hvilket omfang er det muligt at dokumentere et reduceret antal frostskafer i bevoksninger med proveniensen Bærmose Skov FP256, sammenlignet med bevoksninger af proveniensen C.E. Flensborg FP625? og i hvilke af de undersøgte år kan dette dokumenteres?”

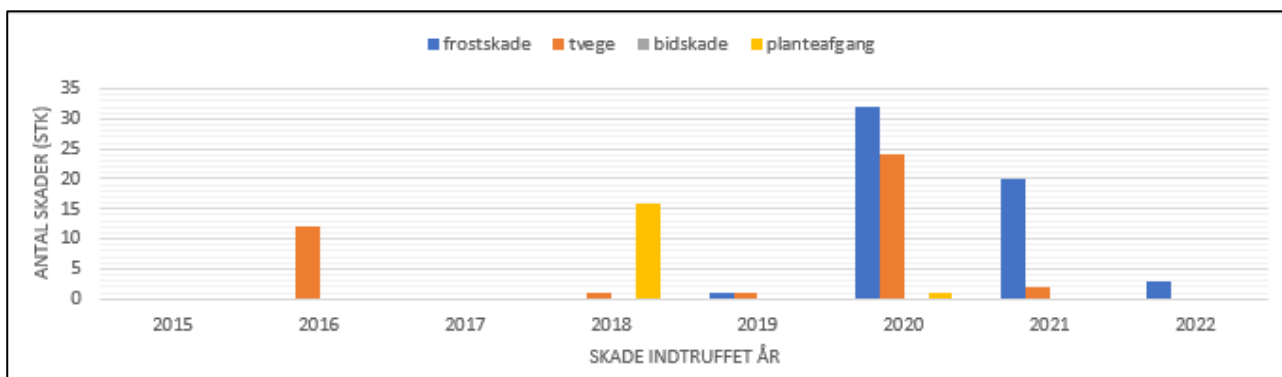
Analyse af skader

Beskrivelse af resultaterne fra målingerne indsamlet via feltundersøgelsen, er illustreret i søjlediagrammerne figur 5 og 6. Som man kan se på figurerne, er det antal skader som er dokumenteret på feltgennemgangen, opgjort i stk. og fordelt ud på de år som det år, hvor skaden er estimeret at være indtruffet.

F.eks. viser figur 6, at der samlet for proveniensen FP625 er registreret 32 frostskafer, hvor skaden er indtruffet i 2020. De registrerede frostskafer stammer fra alle bevoksninger med proveniensen FP625, der har fået en frostskafe i 2020. Figurerne er derfor et udtryk for at der i 2020 var mange frostskafer og viser ikke, at bevoksningen med FP625 der er etableret i 2020 har haft 32 skader.



Figur 5: skader FP256, viser de typer af skader der er registreret under feltundersøgelsen og fordelingen af hvilke år skaderne er estimeret til at være indtruffet.



Figur 6: skader FP625, viser også de typer af skader der er registreret under feltundersøgelsen og fordelingen af hvilke år skaderne er estimeret til at være indtruffet.

Se eventuelt også (*bilag 7, skader fordelt på bevoksninger*), der viser antallet af skader omregnet til antal skader pr. ha og som procentdel af bevoksningen pr. ha.

Figur 5 viser, at den type skader der, er observeret flest af er bidskader fra vildt, disse skader er primært dokumenteret fra vækstsæson 2022. Den type skade som er næstflest af, er frostskaeder fra samme år. På både figur 5 og 6, kan man for årene 2015 og 2016 se, at der er registreret et antal tveger, der er vurderet til at stamme fra samme år som kulturerne er plantet.

Den gule søjle viser planteafgang f.eks. er der for 2018 bevoksningen med FP625, dokumenteret 16 døde planter. Tallet er en sum af planteafgang i perioden fra 2018 og til i dag, fordi det er svært at bedømme hvilket år planten er gået ud, er det samlede antal noteret ved det år bevoksningen er etableret. Det år som stikker mest ud i figur 5 for bevoksninger med proveniensen FP256 er 2022. Der både er registreret et højt antal frostskaeder, bidskader og tveger, hvoraf størstedelen af registreringerne stammer fra Gedhus Plantage. Hos proveniensen FP625 er det særligt årene 2020 og 2021 der har mange frostskaeder.

For at undersøge om der er en sammenhæng mellem de år, hvor skaderne i bevoksningerne er indtruffet og temperaturmålingerne fra DMI, sammenholdes figur 1 og figur 2 fra første analyseafsnit om klima, med figur 5 og 6 fra dette afsnit. Temperaturmålingerne viser at årene 2019 og 2020 har været de koldeste i maj måned, hvilket er den måned, sitka springer ud. På baggrund af samtaler med en planteskole har jeg lært, at provenienser af Washington oprindelse har et udspring omkring d. 10. maj. Dette kan variere med nogle dage fra år til år, på grund af forskelle i temperaturer i marts og april, da mildt vejr i de første forårsmåneder kan få planterne til at springe ud før tid og omvendt ved et koldt forår. I 2019 og 2020 har der været frostgrader omkring d. 15. maj, hvor proveniensen FP625 antages at være i gang med at springe ud.

Proveniensen FP256 har et forsinket udspring og derfor vurderes det, at udspringet for denne proveniens begynder omkring 10-14 dage senere end FP625. Denne vurdering er til dels baseret på viden om, at provenienser med oprindelse i Queen Charlotte har et senere udspring end oprindelse af Washington. Dertil siger frøkildebeskrivelsen at FP256, gennem forædlingsarbejdet har opnået et 10% senere udspring sammenlignet med udgangsmaterialet, som også er Queen Charlotte. Det senere udspring hos bevoksninger med proveniensen FP256 bør være årsagen, til at de ikke rammes lige så hårdt af frost, fordi det er sjældent, at der er frostgrader i sidste halvdel af maj måned. Mine resultater fra feltundersøgelsen understøtter dette, hvor man på figur 5 og 6 kan se, at antallet af frostskaeder for 2020 og 2021 er højest hos proveniensen FP625.

Skader fra lave efterårstemperaturer, vil først være synlige i den efterfølgende vækstsæson. Jf. figur 1 kan man se, at de år hvor der har været flest dage i maj måned med frostgrader er 2019 og 2020. Det er også i disse år, at der er flest dage med frostgrader i det tidlige efterår. Der var frostgrader i 2019 i begyndelsen af oktober, hvilket kan være risikofyldt mht. frostskaeder på planter der har sat, Sank Hans-skud som ikke er helt afmodnet. 2020 var der temperaturer omkring frysepunktet fra d. 10.-20. september, hvilket sandsynligvis er en bidragende faktor til de frostskaeder, som er registreret i år 2021 i figur 5 og 6.

Sammenhængen mellem de registrerede lave temperaturer fra figur 1 og de registrerede skader i figur 5 og 6, synes at understøtte hypotesen om, at sitka er særlig frostudsat i det sene forår efter udspring i maj og i det tidlige efterår, inden årsskuddene er afmodnet omkring udgangen af september.

Når man sammenligner antallet af frostskafer med figur 2, ser man, at størstedelen af dagene i marts og april måned har temperaturer under fem grader, hvilket ikke afspejler sig i fordelingen af antallet af skader. Derfor antages det, at det særligt er maj måned hvor der er risiko for, at planterne får forårsfrostskafer. Figur 2 viser også en relativt jævn fordeling af potentielle dage med frostgrader i perioden 2015-2022, hvilket tyder på, at det er de to år 2019 og 2020, hvor temperaturen var under nul grader, der er årsagen til det øgede antal skader i 2020 og 2021.

Ser man på figur 5 og 6 for 2022 adskiller året sig ved, at det er den robuste proveniens FP256, som i størst omfang er skadet af frost- og bidskafer, samt tvegedannelse. Der er i Gedhus Plantage kun plantet proveniens FP256 og denne plantage viste sig at have en stor udfordring med højt vildttryk og et tæt græstæppe, hvilket antages at være afgørende for det høje antal registrerede skader.

Planteafgang i proveniens FP625 stammer primært fra én bevoksning, den førnævnte 2018 bevoksning, som er etableret under en skærm af lærk. Derfor tænkes det at antallet af planteafgang, hænger sammen med den øgede konkurrence for lys, vand og næring mellem overstanderne af lærk og de plantede sitkagraner i bunden. Da der ikke er registreret tilsvarende planteafgang i andre bevoksninger, eller fra andre år, vurderes det derfor ikke at være resultatet af frostskafer eller tørken i 2018.

Ligesom det er vanskeligt at vurdere alder for planteafgang, kan det være svært at bestemme hvad årsagen har været til tvegedannelse ved plantning. Tveger fra plantning har været erkendt i begge provenienser og primært i bevoksninger fra årene 2015, 2016 og 2020. Bevoksningerne fra 2015 og 2016 er ældre, hvilket gør det vanskeligt at vurdere årsagen til, at planterne tveger. For bevoksninger der dannede en tvege i 2020, er resultatet af en kombination af bidskafer i Gedhus Plantage og frostskafer generelt blandt de undersøgte plantager. Planterne tveget typisk, fordi den oprindelige top beskadiges eller dør, f.eks. hvis endeknoppen frostskafer eller ædes af vildt.

Figur 6 viser at der i årene 2020 og 2021, er den største sammenhæng mellem lave temperaturer og antallet af frostskafer i maj måned, hvilket tolkes som at dette er den vigtigste måned at undgå lave temperaturer mht. at undgå frostskafer i sitkagran. Det samme er tilfældet for FP256, men i et mindre omfang, hvilket kan være på grund af en større frosttolerance. Der er færre skader i 2019, som også var et år med lave temperaturer i maj måned, hvilket måske kan forklares ved, at frostgraderne i maj kom i begyndelsen af måneden i 2019, mens frostgraderne i maj 2020 kom senere på måneden, og derfor efter planterne var sprunget ud. Det kan også tyde på, at efterårsfrost spiller en rolle, fordi der netop er flest frostskafer registreret i 2020 og 2021. Efterårsfrostskafer vil som tidligere nævnt, først vil være synlige det efterfølgende år og derfor passer dateringen af frostskafer med, at der i 2019 og 2020 var flest dage med frost omkring oktober måned.

Se (*bilag 7.1-7.2, skader fordelt på bevoksninger*) bilaget viser, at bevoksninger anlagt i årene 2018 og 2019 har mange skader. Det formodes at hovedårsagerne til dette er, at bevoksningerne med FP256 anlagt disse år ligger i Gedhus Plantage, der tidligere beskrevet har udfordringer med konkurrence med græs og et højt vildttryk. Det år med flest dokumenterede frostskafer i proveniens FP256 er i 2022, hvoraf størstedelen af disse skader også stammer fra Gedhus Plantage, hvilket igen tyder på at plantagen er særligt frostudsat.

Delkonklusion

Frostgrader i sidste halvdel af maj måned er det farligste tidspunkt mht. forårsfrostrisikoen, her tyder det på, at risikoen kan reduceres ved at vælge plantematerialet FP256, som har et senere udspring end FP625. Undersøgelsen har vist, at der er færre frostskader hos proveniensen FP256, sammenlignet med FP625 i de frostramte år 2020 og 2021, undtagelsen er 2022, hvor der er flere frostskader i FP256. Årsagen til afvigelsen antages at være den tætte græsvegetation i Gedhus Plantage.

Det tyder også på, at efterårsfrost har betydning for om planterne viser tegn på skader i den efterfølgende vækstsæson, særligt for proveniensen FP625, der muligvis har større tendens til at sætte Sankt Hans-skud. Dette syntes bekræftet gennem sammenligningen af temperaturmålinger omkring start oktober måned i årene 2019 og 2020 og antallet af frostskader dateret til 2020 og 2021. Omfanget lader til at kunne reduceres med valg af proveniensen FP256, sandsynligvis fordi planterne af denne proveniens afmodnes tidligere end FP625.

Diskussion

Præsentation af diskussionsemner

Diskussionen tager udgangspunkt i spørgsmålet "Bør der i valget af proveniens lægges større vægt på planternes genetiske egenskaber frem for mavefornemmelse, eller er god etableringssucces i større grad afhængig af kulturmåde?". Dette spørgsmål vil blive behandlet ved først at fremstille argumenter for at vælge den robuste proveniens Bærrose Skov FP256 og efterfølgende argumenter imod, eller argumenter for at vælge C.E. Flensborg FP625. Afslutningsvist vil resultatet af diskussionen blive fremstillet.

Argumenter for proveniens FP256

Resultaterne fra analysen viser, at der for proveniens FP256 generelt er fundet et lavere antal frostskafer, med undtagelse af bevoksningerne fra Gedhus Plantage, som på grund af et tæt græsdække vurderes at være en særlig udsat frostlokalitet. På lokaliteter i eksempelvis Birkebæk Plantage, hvor begge provenienser er repræsenteret under mere ens vækstvilkår og hvor sammenligningsgrundlaget bedre, tyder det på at den robuste FP256 i mindre grad er skadet af frost.

Valget af proveniens FP256 udelukker ikke brugen af "god" kulturmåde, f.eks. ved at gentilplantes kort tid efter afdrift af den forrige bevoksning for at undgå, at græsser overtager arealet eller, at kulturen renholdes de første år, igen for at undgå konkurrencen fra græs og ukrudt. Ved at vælge FP256 og samtidig sikre kulturen de bedste forudsætninger for at komme i gang, øges etableringssuccesen kun yderligere.

Valget af FP256 kan i nogle tilfælde være et valg af en langsommere voksende plante, men til gengæld vil der være større sandsynlighed for, at planternes gennemsnitlige kvalitet forbedres, som en følge af færre frostskafer, der ellers kan kvalitetsnedsætte tømmeret. Der er dog under feltundersøgelsen observeret kulturer med FP256, som var FP625 tilsvarende i forhold til højdevækst, så det er ikke en selvfølge, at det robuste plantemateriale altid vokser langsommere end FP625.

Argumenter imod FP256, eller for FP625

Der er observeret et stort antal skader i bevoksninger fra Gedhus Plantage, faktisk er det bevoksninger herfra som enkeltvis har det højeste antal frostskafer. Som tidligere beskrevet anses bevoksningerne i Gedhus, som særligt frostudsatte grundet høj græsvækst. Dette problem har ikke været observeret i bevoksninger med proveniens FP625, hvilket der ift. kulturmodellen kan være flere årsager til. Det kan tyde på, at der er en bedre kulturetableringssucces ved at benytte proveniens FP625 med højere vækstenergi, som måske hurtigere vokser over græsset og dermed ikke er i lige så stor konkurrence.

Blandt undersøgelsens ældre bevoksninger er proveniens FP625 kommet rigtig fint, hvilket viser at denne proveniens godt kan være det korrekte valg af plantemateriale i det midtjyske. Det kan

være svært at spå om den fremtidige kvalitet af disse bevoksninger, men det er min vurdering fra feltundersøgelsen, at der var rigelig med sunde planter til, at man gennem sin udtynding kan sikre en tilstrækkelig mængde godt kvalitetstræ og, at FP625 derfor godt kan producere kvalitetstømmer på trods af et højere antal frostskafer. Den højere vækstenergi hos FP625 kan muligvis også resultere i en kortere omdriftsalder sammenlignet med FP256, hvilket vil være forbedrende mht. økonomien.

Den højere vækstenergi hos FP625 kan også være en årsag til, at planter af denne proveniens er færre år om at vokse ud af frostzonen, derfor kan man godt sige, at proveniensen har lavere risiko for at få frostskafer, selvom plantematerialet ikke er udvalgt efter at være frosttolerant.

Prognoserne for Danmarks fremtidige klima tyder ikke på, at frost skulle blive en betydelig større udfordring, hvilket ikke favoriserer plantematerialet FP256, der er forædlet til at være mere frosttolerant. Udsigterne til mere tørke i vækstperioden og hyppigere insektangreb, ser dog ud til at blive stigende udfordringer. Dette er ikke noget som hverken FP625 eller FP256 er forædlet at kunne tolerere, hvilket kan betyde, at sitka i fremtiden ikke vil være det oplagte træartsvalg, men også at betydningen af om der vælges proveniensen FP256 eller FP625 er mindre.

Resultat af diskussionen

Det er muligt at opnå færre frostskafer ved at benytte FP256, men dette afhænger i høj grad af den kulturmodel der bruges. Det var bevoksninger med proveniensen FP256 der var topscorer både mht. at få mange frostskafer, som i Gedhus Plantage, og som i de fleste andre bevoksninger havde færre frostskafer end proveniensen FP625.

Begge provenienser bør kunne etableres på lokaliteter, der ikke er særligt udsatte. Kvaliteten af tømmeret kan i det omfang det ikke er muligt at tynde sig ud af, påvirkes negativt af frostskafer. Man kan forsøge et reduceret omfanget af frostskafer ved at vælge proveniensen FP256, som har et senere udspring, men det kan også være en strategi at vælge proveniensen FP625, som hurtigere vokser ud af frostzonen.

Det fremtidige klima i Danmark vil sandsynligvis i højere grad være præget af tørke, eller hyppigere insektangreb end frostgrader i maj og september. Hvilket kan betyde, at forædlet plantemateriale udvalgt efter frosttolerance ikke vil være afgørende for om bevoksningernes succesfuldt etableres. Dette kan derfor betyde at valget mellem de to provenienser er mindre vigtigt end det tidligere har været.

Konklusion

Gennem dette bachelorprojekt har jeg taget afsæt i problemstillingen om, at valget mellem provenienser hos sitkagran, ofte foretages ud fra en vurdering baseret på holdninger, plantetilgængelighed, eller vaner og ikke på baggrund af et evidensbaseret grundlag. Derfor har projektet undersøgt hvordan to af de mest normale provenienser af sitkagran klarer sig i forhold til hinanden, under sammenlignelige forhold i fire plantager i Midtjylland.

Formålet med projektet er at komme med svar til problemformuleringen:

”Hvilke skovdyrkningsmæssige gevinster, i form af øget højdetilvækst og reduceret antal frostska­der, er der ved brug af forædlet dansk plantemateriale, med oprindelse i hhv. Washington og Queen Charlotte i kulturetableringsfasen for sitkagran, på en frostudsat lokalitet og hvad betyder dette for skovdyrkerens valg af proveniens?”.

For at undersøge min problemformulering har jeg foretaget feltmålinger i bevoksninger med provenienser af hhv. Queen Charlotte og Washington oprindelse i fire Midtjyske plantager. Målingerne havde fokus på højde tilvækst og antal frostska­der mellem de to provenienser. Resultaterne af undersøgelsen viser, at der er forskelle i højdetilvækst og omfanget af frostska­der mellem det undersøgte plantemateriale.

For at kunne analysere den empiri jeg indsamlede i plantagerne, har jeg anvendt relevante teorier om sitkagran og forædling af provenienser, samt vækstvilkår. I forbindelse med udarbejdelsen af denne analyse har jeg fundet tre centrale pointer:

- 1) Sammenligningsgrundlaget mellem de fire plantagers jordbundsforhold, kan deles op i plantagerne nord for Herning, som er rent sand og syd for Herning, der er sand blandet med grus. Temperaturerne i plantagerne bør være sammenlignelige, da de geografisk ligger relativt tæt, men variationer i mikroklima er ikke til at undgå. Kulturetableringsmåden har været sammenlignelig i plantagerne, men der er forskelle i vildttryk og konkurrence fra græsser, der adskiller Gedhus Plantage fra de resterende plantager.
- 2) Det er muligt at måle forskelle i højdetilvækst mellem de undersøgte provenienser der viser, at C.E. Flensborg FP625 har mere vækstenergi end Bærmose Skov FP256.
- 3) Der er dokumentere færre frostska­der i bevoksninger med proveniensen Bærmose Skov FP256, sammenlignet med C.E. Flensborg FP625 i årene 2020 og 2021, som har været frostramte i sidste halvdel af maj måned og i det tidlige oktober. Der er dokumenteret flere frostska­der i Bærmose Skove FP256 i året 2022, årsagen formodes at være, at bevoksningen er mere frostudsatte end den sammenlignede proveniens C.E. Flensborg FP625.

På baggrund af de tre pointerne må det konkluderes, at man på en frostudsat lokalitet i Midtjylland kan opnå en gevinst mht. højdetilvækst ved at vælge plantematerialet C.E. Flensborg FP625. Det er også muligt at reducere antallet af frostska­der ved at benytte proveniensen Bærmose Skov FP256.

For skovdyrkeren i Midtjylland betyder dette, at proveniensvalget må være en afvejning af ønsket om højere vækst eller færre frostska­der. Afvejningen bør træffes på baggrund af kendskab til

lokalitetens vækstvilkår, som mikroklima, vildt- og græstryk, samt et kvalitetsønske til det træ man vil producere.

Formålet med projektet har været at undersøge om der findes et videnskabeligt argument, for valget mellem de to provenienser på frostudsatte lokaliteter. Der er blevet påvist en sammenhæng mellem færre frostskaeder ved brug af proveniensen FP256 og mere vækstenergi hos proveniensen FP625, men der kan ikke svares entydigt ja eller nej, til om den ene proveniens altid er at foretrække i Midtjylland, fordi svaret afhænger af mange variable der varierer fra lokalitet til lokalitet.

Refleksion

Opdagelser og undren under opgaveskrivning

Efter jeg har været på min feltundersøgelse i de fire plantager, har jeg overvejet om min afgrænsning har været for bred og om projektet havde været mere specifikt, hvis jeg kun havde undersøgt plantagerne syd for Herning. Så ville jeg ikke have haft afvigelserne i jordbundsforhold og vækstbetingelser som konkurrence fra lærk og bøget bunke, vildttrykket havde også været mindre afgørende. På den måde ville jeg have kunne fokusere på temperaturmålingerne og omfanget af frostskeer, hvilket er opgavens primære vinkel. Omvendt havde det også gavnet projektet, hvis jeg havde zoomet ud og haft en bredere arealafgrænsning, da det i så fald ville være muligt at indsamle data fra flere år og dermed have et større datasæt at analysere på og konkludere ud fra.

Under selve feltundersøgelsen opdagede jeg også, at min dataindsamling kunne have været forberedt bedre, fordi jeg undervejs i felten opdagede flere relevante ting at dokumentere, så som vildtskeer og kulturernes vækstbetingelser i form af konkurrence med græsser og træer. Dette havde jeg ikke overvejet inden feltarbejdet og jeg måtte derfor løbende begynde at dokumentere ting, som jeg ikke havde forberedt. Dette har betydet, at jeg i de sidst undersøgte bevoksninger har været grundigere i min dokumentation, end jeg begyndte med at være. Jeg havde også af praktiske årsager valgt at lave min feltundersøgelse i påskeferien, men er senere begyndt at tænke, at det havde været en god idé at lave undersøgelsen i maj måned, da jeg på den måde også havde haft mulighed for at observere om bevoksningerne med FP625 var sprunget ud og om proveniensens FP256 med senere udspring endnu ikke var. Dette havde kunne bekræfte teorien om, at der er et forsinket udspring i FP256.

En sidste ting som jeg på bagkant af min feltundersøgelse har tænkt på er, at mit kendskab til hvordan jeg skulle bedømme typen af skade ikke har været tilstrækkelig. Jeg har med min baggrundsviden fra Skovskolen, kunne vurdere om planterne har været skadet, men det har i praksis været svært at vurdere om et topskud var gået ud på grund af tørke, forårsfrost eller efterårsfrost. Det havde også været relevant at være mere sikker i, hvordan skader forårsaget af insekt- og svampeangreb, ville adskille sig fra skader forårsaget af eksempelvis frost. For at øve dette inden min dataindsamling, kunne jeg have lavet en pilotundersøgelse, hvor jeg både kunne øve mig i hvilke elementer der er nødvendige at indsamle data på og hvordan jeg kunne adskille forskellige typer af skader.

Kunne være interessant at arbejde videre med

Hvis jeg skulle arbejde videre med projektet, så syntes jeg det kunne være interessant at dykke ned i eksempelvis én eller to bevoksninger, hvor der er registreret mange skader. Det vil være muligt med en undersøgelse der er så snævert afgrænset at have en meget høj detaljeringsgrad, hvor der laves flere analyser af jordbunden med jordspyd, så de præcise jordbundsforhold kunne klarlægges. Det vil også være spændende at have temperaturmålinger gennem flere år, fra termometre placeret forskellige steder i bevoksningerne for at forsøge at dokumentere variationer i mikroklimaet.

En anden vinkel der kunne være spændende, er at se på projektet i et større perspektiv og lave flere tilsvarende undersøgelser i andre landsdele. På den måde kunne man undersøge om resultaterne

fra det formodede kontinentalt prægede klima i Midtjylland, ville afvige fra f.eks. en lokalitet på Sjælland. Det ville være interessant at kunne understøtte resultaterne ved at kunne vise, at forskellene ift. højdetilvæksten ville være større på lokaliteter der ikke er frostudsatte, eller på mere næringsrige jorde.

Har sitkagran sin ret som fremtidstræ i Danmark?

Efter jeg har arbejdet med dette bachelorprojekt, er jeg også blevet mere i tvivl om, hvorvidt sitkagran har sin ret som fremtidstræ i Danmark. Det er naturligvis en træart, med gode forudsætninger for at producere tømmer, da den vokser hurtigt, stiller små krav til jordbund og producerer forholdsvis ret tømmer. Arten vil sandsynligvis også i fremtiden have sin ret i det vestjyske, hvor der er en større saltpåvirkning end inde i landet, hvilket sitka tåler bedre end sammenlignelige træarter.

Udfordringerne ift. det klima som prognoserne fra blandt andet DMI varsler, tegner dog ikke godt for dyrkning af sitkagran. Et mildere klima vil sandsynligvis føre til en større udfordring med skadevoldere som sitkalus. En anden udfordring der i fremtiden nok vil være større, er tørke i vækstperioden, selvom der samlet set vil komme mere nedbør, så vil den primært falde i vinterhalvåret og den regn som vil komme i løbet af sommeren forudses at falder som få kraftige regnskyl. Dette betyder, at det plantetilgængelige vand i vækstperioden vil være mere sparsomt.

Dette er årsager til, at jeg ikke ser sitka som en erstatning til f.eks. rødgranen der muligvis også vil lide under nogle af de samme udfordringer fra klimaforandringer. Men for at skabe robuste skove så tror jeg, at det er en styrke at have mange forskellige træarter og derfor mener jeg stadig at sitka i fremtiden, kan være et godt supplement til de danske skove. Det er selvfølgelig vigtigt, at arten dyrkes på egnede lokaliteter og eventuelt i blandingsbevoksninger.

Perspektivering

Det virker oplagt at perspektivere de to provenienser FP625 og FP256, som dette bachelorprojekt omhandler, til den næste generation af sitkaprovenienser. Derfor har jeg snakket med Thomas Toftgaard fra HD Seed, for at høre hvilke provenienser der er lige på trapperne. Der er tre provenienser, med forskellige udvalgskriterier som er særligt spændende, de vil i det følgende perspektiveringsafsnit blive beskrevet.

Den første er proveniens hedder FP652, og har sin oprindelse i Washington. Udvalgskriterierne sigter først og fremmest efter god tømmerkvalitet, via kriterierne sundhed, rumvægt, fiberhældning, vækst og stammeform. I den seneste tynding er der blevet tyndet yderligere for sundhed, højde, rethed, grenvinkler, antal grene, samt finkvistethed. Blandt de pludstræer som har indgået i frøplantagen FP652, er afkom fra Vosnæs FP611, hvis primære udvalgskriterie var luseresistens, under hensyn til stammeform og vækstenergi. Dette betyder at FP652 forventes at have en øget tolerance over for sitkalus. Dette er en rigtig god egenskab i fremtidens skovbrug, hvis milde vintre kommer til at øge risikoen for luseangreb. Proveniensen er ikke udvalgt efter at være frosttolerant og bør nok ikke plantes på særlig udsatte frostlokaliteter, men vil sandsynligvis været et godt valg på lokaliteter uden risiko for sen forårsfrost og tidlig efterårsfrost (Toftgaard, 2022: s. 3).

Den anden proveniens er FP654, som kommer til at afløse den ene proveniens fra denne opgave, nemlig FP625. Det er således også en Washington oprindelse og der har ligesom hos sin forgænger haft fokus høj vækstenergi og høj rumvægt af veddet, dette betyder også at FP654 scorer højest mht. vækstenergi. Proveniensen er endnu ikke afprøvet men er vurderet, kvalificeret til forstlig produktion. Se (bilag 8, Overblik HD Seed *Picea sitchensis* (Sitkagran) frøkilder).

Den tredje er proveniens er FP671, er en efterkommer til Bærmose Skov FP256, som er den anden proveniens fra denne opgave. Det primære udvalgskriterium har været at forbedre proveniensens frost- og luseresistens, men også diameter- og højdetilvækst, stammerethed og aksebrug. Klonfrøplantagen er afprøvet og scorer højt på parametrene frost- og luseresistens, samt form. Proveniensen vil sandsynligvis også i fremtiden være at foretrække på de mest frostudsatte lokaliteter (Toftgaard, 2023: s. 3).

Den næste generation af provenienser er opdelt i forskellige udvalgskriterier, hvilket giver skovejterne valgfrihed til at vælge det plantemateriale, der passer til deres behov. Fordi vækstbetingelserne er vidt forskellige rundt omkring i landet og fordi hver skovejter har deres egen målsætning for hvad der er ønskelige egenskaber. Tror jeg det er smartere at satse på flere specialiserede provenienser, end at forsøge at forædle én super proveniens, der skal være lidt god til det hele, men ikke rigtig god på nogle parametre.

Litteraturliste

Litteratur

Andersen, I., (2019), Den skinbarlige virkelighed

HedeDanmark, Skovfrø, (2007), *Picea sitchensis* (Bong. Carr.) Sitkagran, Frøplantage C.E. Flensborg FP.625.

Heldbjerg, G., (2006), Grøftegravning i metodisk perspektiv

Jensen, K. S., & Larsen, G., (2017), Naturen i Danmark, Geologien

Lassen, J. N. & Larsen, J. B., (2017), Danmarks nye Skove

Madsen, E. M., Nielsen, A. T., Madsen, P., Hilbert, P., (2019), Klimaskoven

Møller, C. M., (1977), Vore Skovtræarter og deres dyrkning

Nielsen, U. B., (1996), Genetic Variation in Characters of Importance for Stand Establishment in Sitka Spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.)

Nord-Larsen, T., Johannsen, V. K., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., Bentsen, N. S., & Jørgensen, B. B. (2023). Skovstatistik 2021.

Planteavlstationen, (2007), Frøkilder A-74, Sitkagran (*Picea sitchensis*) Frøplantage, FP256, "Bærmose Skov, Thrige".

Rienecker, L. & Jørgensen, P., S., (2017), Den gode opgave

Skov-info, (1996), Valg af frø- og plantemateriale.

Toftgaard, T., (2022), Frøkatalog 2022

Toftgaard, T., (2023), Frøkatalog 2023

Fagblade og Videnblade

Callesen, I., & Skovsgaard, J. P., (feb. 2002), Sitkagranens krav til voksestedet

Dansk Skovforening. (jan. 2020), Hvordan sikre vi at skovens træarter passer til fremtidens klima?

Dansk Skovforening. (sep. 2020), Den danske sommer bliver mere ekstrem

Dansk Skovforening. (sep. 2020), Flere skader fra forårsfrost som følge af global opvarmning

Hansen, J. K., (dec. 2009), Sitkagran: Det bedste plantemateriale med Plantevalg.dk

Hjemmesider

Arealinformation.dk, besøgt maj 2023 via linket;

<https://arealinformation.miljoportal.dk/html5/index.html?viewer=distribution>

DMI's hjemmeside, prognose for Danmarks klima, besøgt maj 2023 via linket;

<https://www.dmi.dk/nyheder/2020/den-danske-sommer-bliver-mere-ekstrem-mere-torke-og-kraftigere/>

Skovdyrkernes hjemmeside, artikel om typografangreb i Harzen, besøgt maj 2023 via linket;

<https://www.skovdyrkerne.dk/om-os/laes-artikler-fra-skovdyrkeren/singlevisningartiklerfraskovdyrkeren/artikel/tyske-skovejere-maa-saelge-naaletrae-med-tab>

Træ.dk, artikel om kulstofkredsløbet, besøgt maj 2023 via linket;

<https://www.trae.dk/leksikon/kulstofkredsløbet-hvad-betyder-det-for-klimaet/>

Træ.dk, fakta om sitkagran, besøgt maj 2023 via linket;

<https://www.trae.dk/leksikon/sitkagran/>

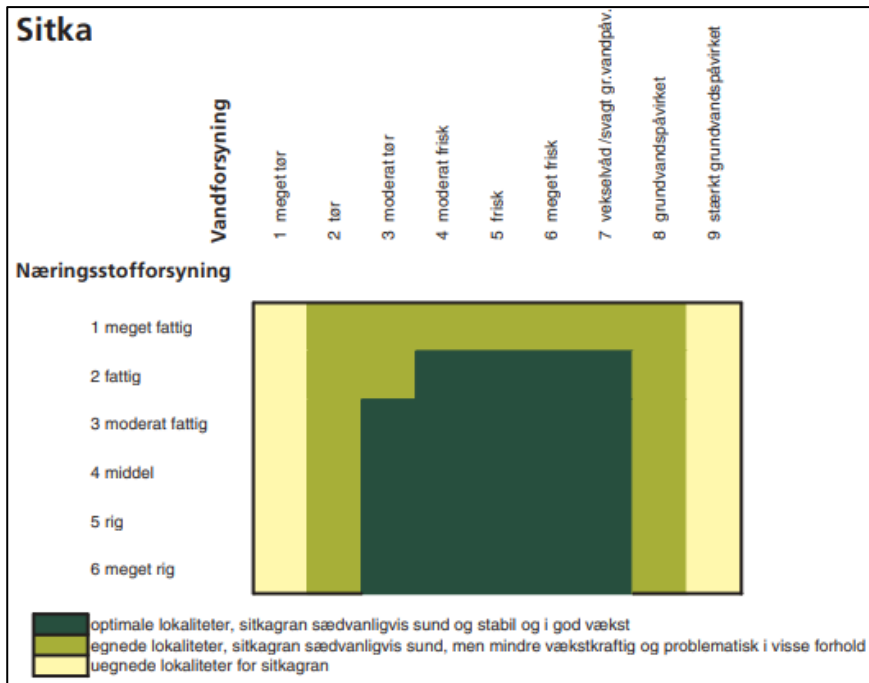
Videnskab.dk, artikel om videnskabelig metode, besøgt maj 2023 via linket;

<https://videnskab.dk/naturvidenskab/hvad-er-videnskabelig-metode/>

Bilag

Bilag 1, krav til voksested

Beskrivelse: Figuren viser, hvilke krav sitka har til jordbund mht. vandforsyning og næringsstofforsyning.



Bilag 2.1, prøveflade andel af stamtal

Beskrivelse: Skema som viser antal målte planter, stamtal og procentdel målte planter af stamtallet, for hver bevoksning. Der er i gennemsnit målt højder på omkring to procent, af alle planter fra de 15 undersøgte bevoksninger.

Bevoksning nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Middel
Målte højder stk.	52	38	63	82	85	68	41	96	62	56	77	84	57	69	85	68
Stamtal stk.	3460	3922	3673	3333	4706	3333	1890	3604	3810	4167	2941	3460	3460	2500	2857	3408
% del	1,5	0,97	1,72	2,46	1,81	2,04	2,17	2,66	1,63	1,34	2,62	2,43	1,65	2,76	2,98	2,05

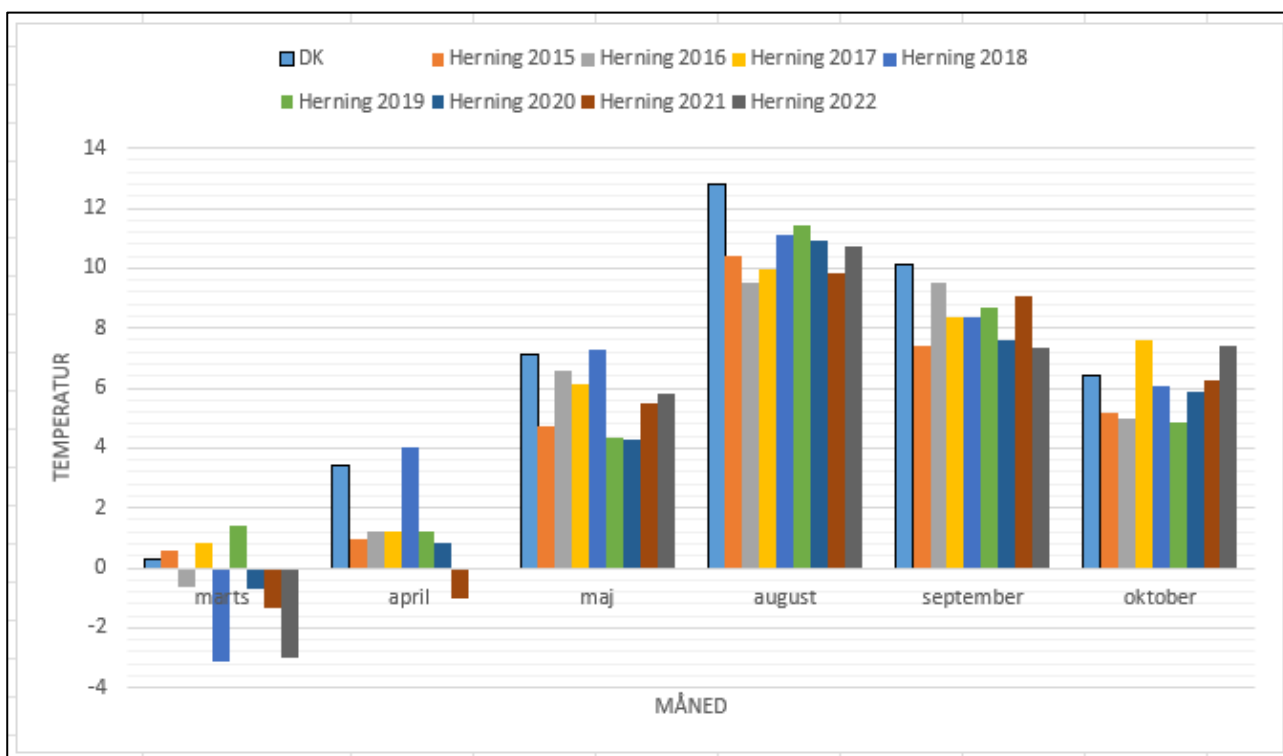
Bilag 2.2, undersøgelsesgrundlaget i forhold til Midtjylland

Beskrivelse: Skema som viser undersøgelsesgrundlaget i forhold til hele Midtjylland. Gns. Stamtal er for de undersøgte bevoksninger og antal ha. med sitka i Midtjylland stammer fra Skovstatistikken. Total målte højder er summen af alle målte plantehøjde fra feltundersøgelsen.

Gns. stamtal pr. ha	3.408
Antal ha. med sitka i Midtjylland	15.078
Stamtal i Midtjylland	51.381.803
Total stamtal i undersøgelsen	51.116
Undersøgelsens %del af Midtjylland, stamtal	0,099
Total målte højder	1.015
Undersøgelsens %del af Midtjylland, højder	0,0020

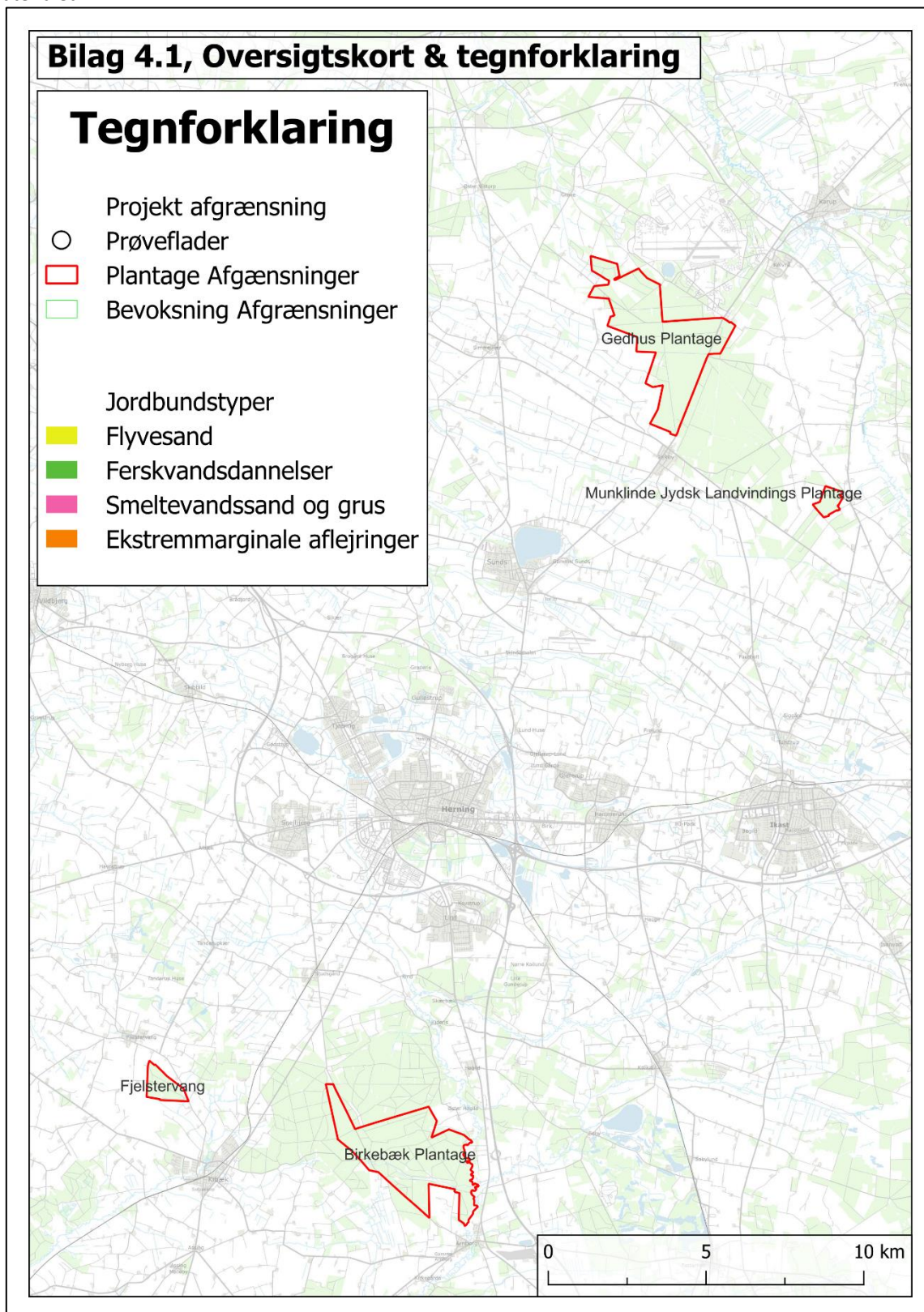
Bilag 3, sammenligning af Herning og Danmarks gennemsnitstemperaturer

Beskrivelse: Danmarks middeltemperaturer stammer fra den seneste klimanormal (1991-2020), som er sammenlignet med hver af de undersøgte års gennemsnitlige månedstemperaturer. Temperaturdata er hentet fra DMI's hjemmeside.



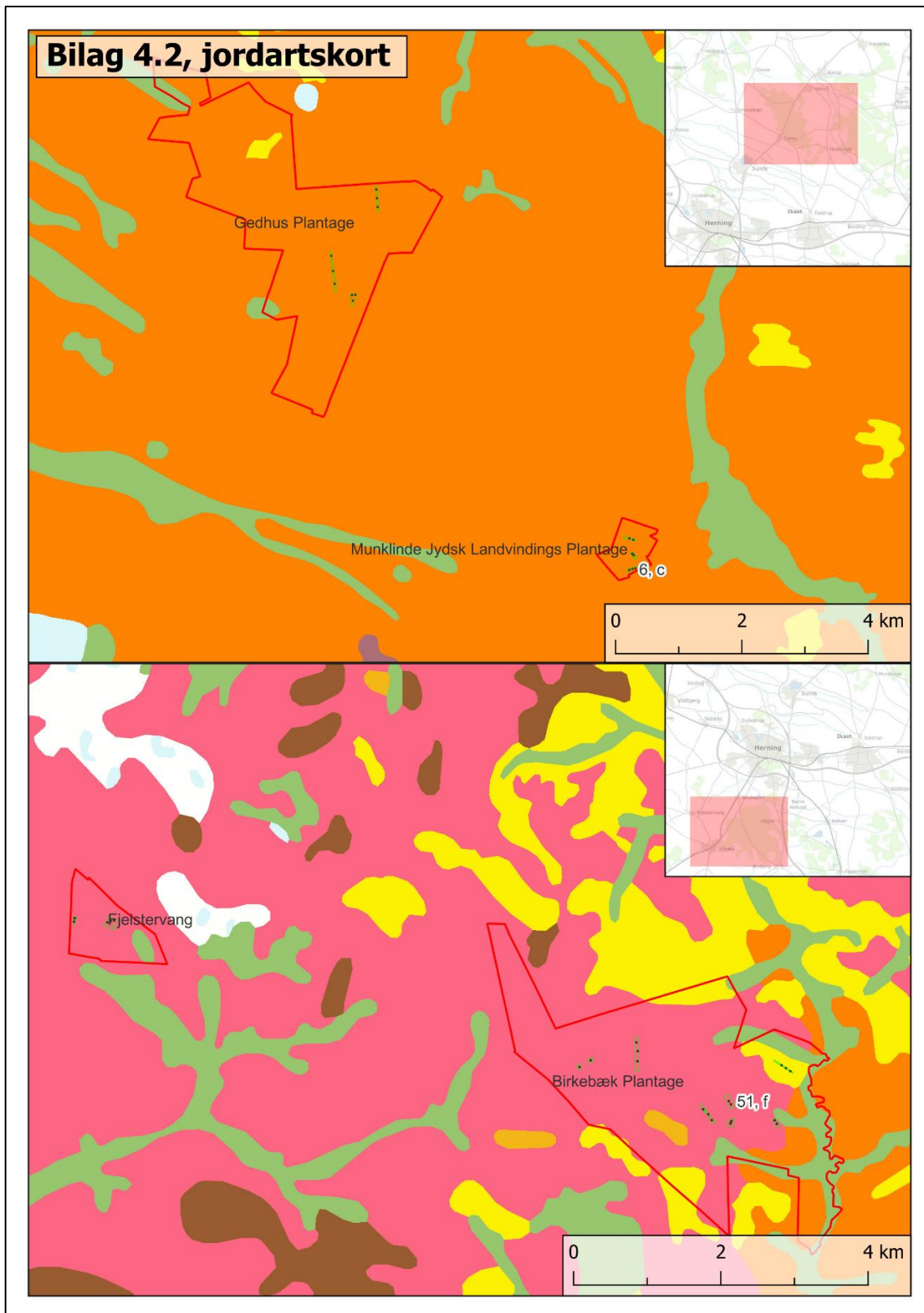
Bilag 4.1, oversigtskort & tegnforklaring

Beskrivelse: Oversigtskort over de fire plantager, som dette bachelorprojekt omhandler, inkl. Tegnforklaring til kortmaterialet.



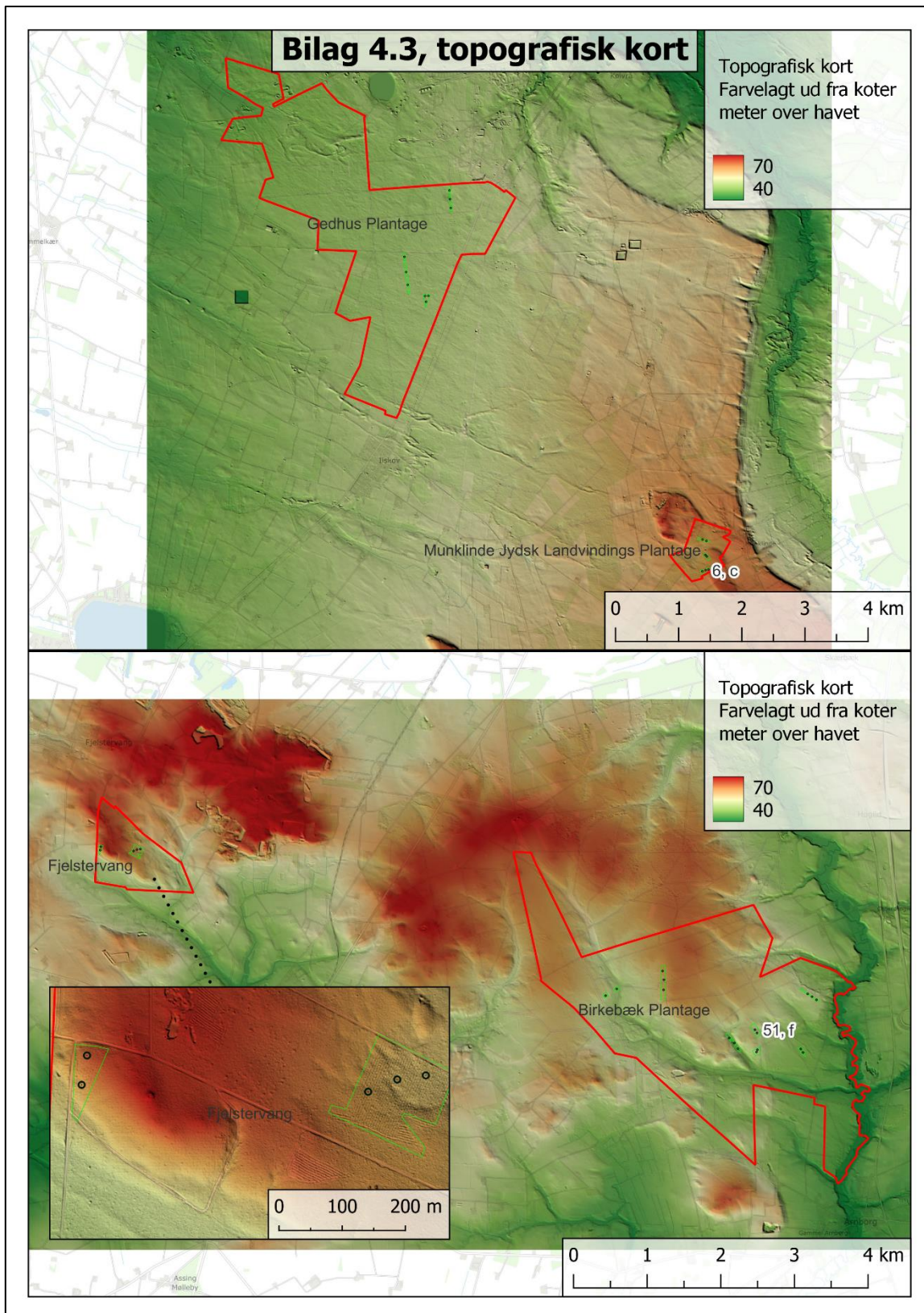
Bilag 4.2, jordartskort

Beskrivelse: Jordartskort lavet med data fra Geus. Kortet viser de fire plantager og lokaliteterne for bevoksningerne, såvel som prøvefladerne. I teksten henvises til afdelingerne 6, c og 51, f, hvis placering også vises med et label.



Bilag 4.3, topografisk kort

Beskrivelse: Kortet viser projektområdets elevation over havets overflade og topografiske forskelle i bevoksningerne. Nærbilledet af Fjølstervang viser bevoksningen omtalt i andet analyseafsnit.



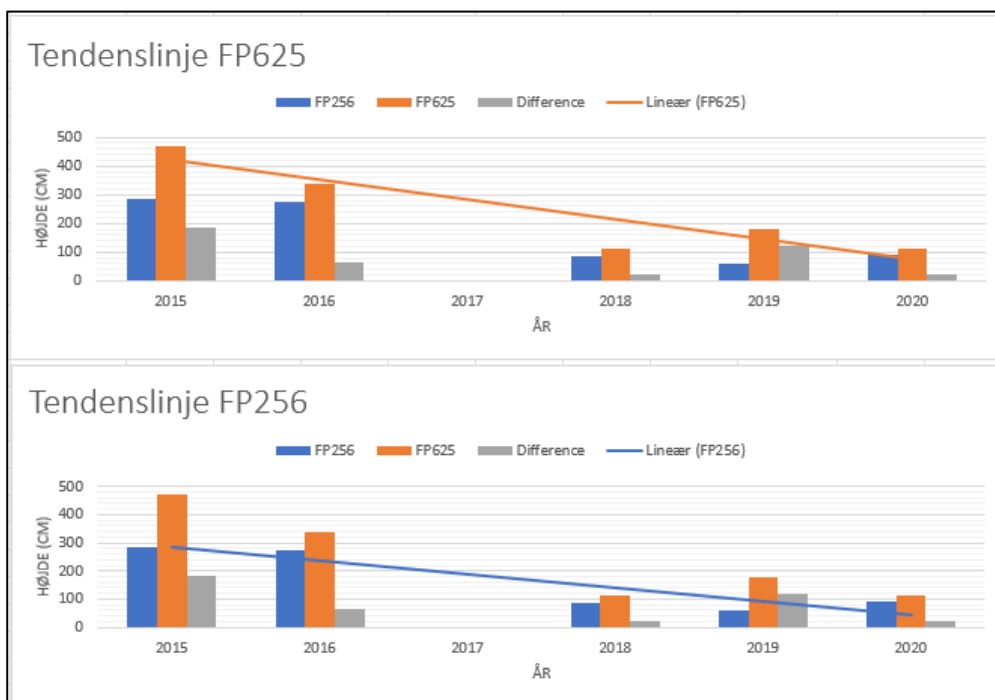
Bilag 5, bevoksningsliste

Beskrivelse: Bevoksningsliste med årstal for anlæg, plantage navn, og provenienser fra de bevoksninger der har indgået i undersøgelsen.

Anlægsår	Plantage navn	Afdeling	Litra	Areal (ha)	Provens
2015	Birkebæk Plantage	45	a	0,82	FP 256
2015	Birkebæk Plantage	70	g	0,46	FP 625
2016	Fjelsestervang	8	a	1,9	FP 256
2016	Fjelsestervang	12	a	0,36	FP 256
2016	Birkebæk Plantage	51	f	1,39	FP 625
2016	Birkebæk Plantage	131	a	2,52	FP 625
2018	Gedhus Plantage	30	c	1,25	FP 256
2018	Munklinde Plantage	6	c	2,04	FP 625
2019	Gedhus Plantage	10	c	1,13	FP 256
2019	Gedhus Plantage	17	d	1,99	FP 256
2019	Munklinde Plantage	1	p	0,55	FP 625
2019	Munklinde Plantage	4	i	0,58	FP 625
2020	Birkebæk Plantage	29	i	0,73	FP 256
2020	Birkebæk Plantage	41	a	1,68	FP 256
2020	Birkebæk Plantage	62	d	0,51	FP 625

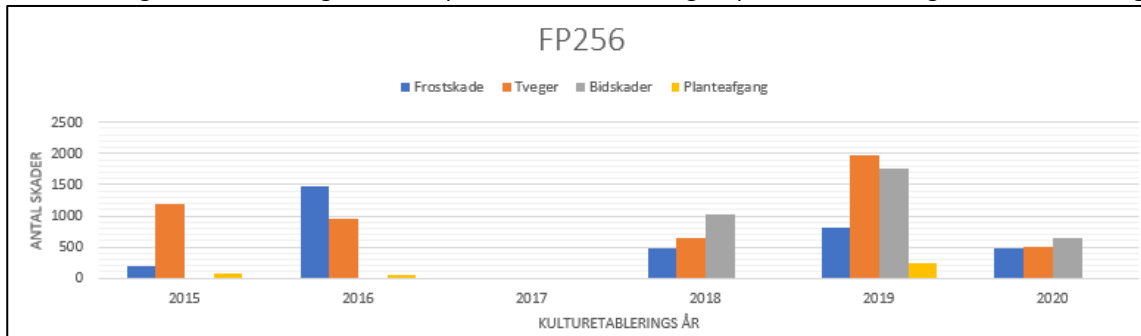
Bilag 6, tendenslinjer højder provenienser

Beskrivelse: I dette diagram er tilføjet en tendenslinje, for hver proveniens til figur 3. Denne tendenslinje viser udviklingen i gennemsnitlige højde, for hver af de to provenienser.

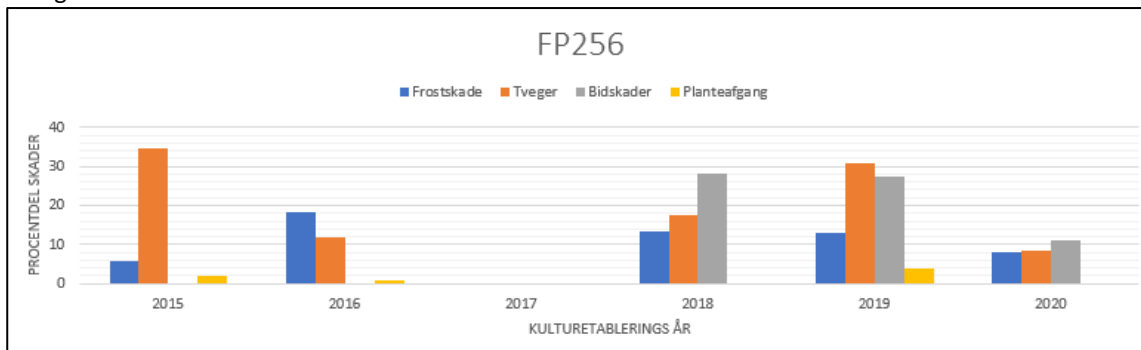


Bilag 7.1-7.4, skader fordelt på bevoksninger

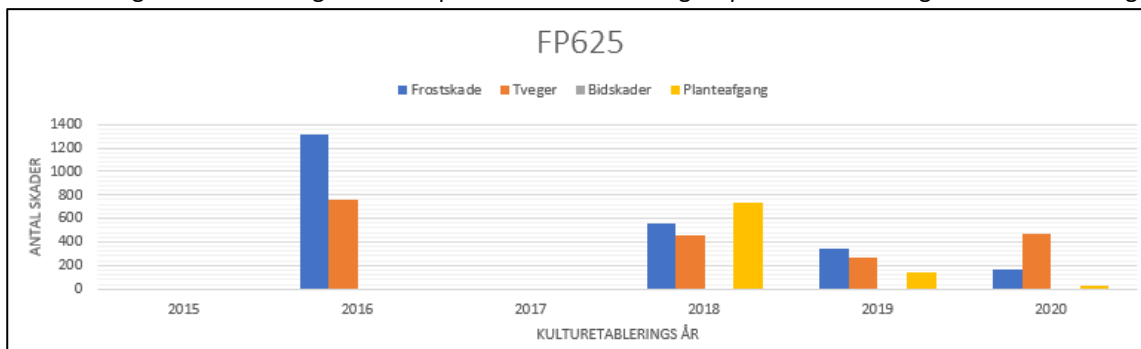
7.1: Fordeling af skader omregnet til stk. pr. ha. vist ud for anlægsår på den bevoksning hvor skaden er registret.



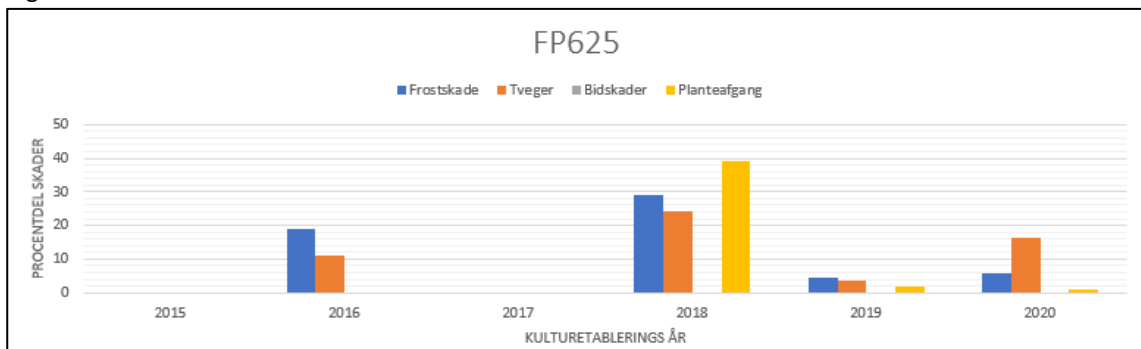
7.2: Fordeling af skader omregnet til procent af stamtallet pr. ha. vist ud for anlægsår på den bevoksning hvor skaden er registret.



7.3 Fordeling af skader omregnet til stk. pr. ha. vist ud for anlægsår på den bevoksning hvor skaden er registret.



7.4 Fordeling af skader omregnet til procent af stamtallet pr. ha. vist ud for anlægsår på den bevoksning hvor skaden er registret.



Bilag 8, overblik HD Seed Picea sitchensis (Sitkagran) frøkilder

Beskrivelse: Dette udklip er fra et dokument med frøkildebeskrivelser fra samtlige sitkaprovenienser, som HD Seed forhandler. Øverste udklip viser blandt andet de tre provenienser fra perspektivering, FP654, FP652, og FP671. Det nederste udklip viser, hvordan HD Seed rangerer provenienserne ud fra egenskaber.

Niveau af genetisk forbedret materiale	Kategori	FP. Nr.	Lokation/skov	Oprindelse	Formål	Genetisk gevinst
1. generation CSO	Kvalificeret	FP.608	C.E. Flensborg DK	Bella Coola British Columbia, CA	Forstlig produktion	Frost tolerance (H), Vind tolerance (H), Vækst (M)
1. generation BSO	Afprøvet	FP.625	C.E. Flensborg DK	Washington, US	Forstlig produktion	Vækst (H), Form (H), Densitet (H)
1. generation CSO	Kvalificeret	FP.630	C.E. Flensborg DK	Cordova, Alaska, US	Landskab	Frost (H)
2. generation CSO	Kvalificeret	FP.654 NY	C.E. Flensborg DK	Washington, US	Forstlig produktion	Vækst (H), Form (H), Densitet (H)
2. generation SSO	Afprøvet	FP.652	C.E. Flensborg DK	Washington, US	Forstlig produktion	Luseresistens (H), Vækst (H), Form (H)
1,5 generation CSO	Afprøvet	FP.671 P	C.E. Flensborg DK	Queen Charlotte Island, CA	Forstlig produktion	Frost (H), Luseresistens (H), Form (H)
1,5 generation BSO	Afprøvet	FP.672 P	C.E. Flensborg DK	Queen Charlotte Island, CA	Forstlig produktion	Frost (H), Vækst (M), Luseresistens (H)
Forest stand	Udvalgt	F.865	Jenssen-Buchske DK	Queen Charlotte Island, CA	Forstlig produktion	Frost (M)

BSO Breeding Seed Orchard
CSO Clonal Seed Orchard
SSO Seedling Seed Orchard
P Pending
H Høj
M Medium
L Lav



Kriterier – valg af proveniens

Vægtning af de forskellige kriterier for de forskellige frøplantager.

For eksempel er FP.654 den bedste i relation til vækst, men har relativ lav tålsomhed for forårsnattefrost.

Vækst/Diameter		Densitet		Stammeform		Frost tolerance		Resistens for sitkalus	
H	FP.654	H	FP.654	H	FP.654	H	FP.630	H	FP.652
H	FP.652	H	FP.652	H	FP.652	H	FP.608	H	FP.671
H	FP.625	H	FP.625	H	FP.671	H	FP.671	H	FP.672
M	FP.671	M	FP.671	M	FP.672	M	FP.672	M	FP.608
M	FP.672	M	FP.672	M	FP.625	M	F.865	M	FP.654
M	F.865	M	FP.608	M	FP.608	M	FP.654	M	FP.625
L	FP.608	L	FP.630	L	FP.630	L	FP.625	L	FP.630
L	FP.630	L	F.865	L	F.865	L	FP.652	L	F.865



H Høj
M Medium
L Lav