



Noregs miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgåve 2023 30 stp**

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

# **Korleis vil auka temperaturar påverke reproduksjonsevna og kjønnsfordelinga til *Dryas octopetala*?**

Live Midthjell Finne

Lektorutdanning i realfag



## Forord

Denne masteroppgåva avsluttar (nesten) lektorutdanninga mi med hovudfag i biologi ved NMBU i Ås. Arbeidet med oppgåva har vore ein utfordrande og spennande prosess, der eg har lært mykje om arbeid i felt, statistiske analysar, og ikkje minst reinrose.

Eg ynskjer å takke rettleiarane mine, Kari Klanderud og Siri Lie Olsen, for veldig god rettleiing, både med oppgåva og i felt. Vidare ynskjer eg å takke forskingsstasjonen på Finse for fine opphald under feltarbeidet, familie, vennar og medstudentar for råd og støtte undervegs. Spesielt takk til Thomas for all hjelp og tolmod med oppgåva, særleg med dei statistiske analysane.

Eg ynskjer også å takke Trond Herfindal, for introduksjon til studiestaden på Sanddalsnuten under ein Biologi 2 ekskursjon ved Voss Gymnas i august 2016, som var inspirasjonen til å velje ei masteroppgåve på Finse.

Norges miljø og biovitenskaplige universitet

Hamar, 13. desember 2023

---

Live Midthjell Finne



## Samandrag

Det er antatt at klimautviklinga fram mot år 2100 vil føre med seg auka temperaturar, meir nedbør og meir snø i høgfjellet. Det er også antatt at alpine plantesamfunn vil oppleve klimaendringane raskare enn det globale gjennomsnittet. I denne studien vart det simulert aukande temperaturar ved bruk av «open top chambers» (OTC) på Sanddalsnuten på Finse, som vart samanlikna med kontrollruter ved same lokasjon, for å undersøke kjønnsfordeling og reproduksjonsevna til *Dryas octopetala* dersom temperaturane stig.

Det vart registrert fleire blomster og knopp i OTC enn i kontroll, noko som kan koma av at når temperaturen aukar får planta lenger vekstsesong grunna tidlegare blomstring om våren. Vidare vart det registrert tre kjønn av blomstrane til *Dryas octopetala*; ho, han og hermafroditt. Dette stemmer overeins med at *Dryas octopetala* er ein gynodioik plante. Kjønnsfordelinga var ikkje påverka av temperatur, men truleg arva av ein nukleær cytoplasmatisk interaksjon.

Det var høgare vekt per frø og fleire frø per blome i OTC enn i kontroll, noko som kan forklarast ved at når vekstsesongen til *Dryas octopetala* vert lenger grunna auka temperaturar, vil planta få lenger tid til å produsere frø, som igjen fører til at det vert tyngre frø og fleire frø per blome. Det var ingen forskjell i frøvekt eller antal frø per blome mellom ho- og hermafrodittblomster. Dette kan skuldast manglande samanheng i frøproduksjonen mellom dei to kjønn, eller at det vart registrert for få hokjønn blomster i forhold til hermafrodittar.

Ut i frå resultatata i denne studien kjem *Dryas octopetala* til å produsere fleire blomster, som vil ha høgare vekt per frø og ha fleire frø per blome dersom temperaturane aukar, som igjen kan føre til at det vil verte hyppigare førekomst av *Dryas octopetala*.



# Innholdsliste

<b>FORORD</b> .....	<b>II</b>
<b>SAMANDRAG</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 INNLEIING</b> .....	<b>1</b>
<b>2 MATERIAL OG METODE</b> .....	<b>2</b>
2.1 STUDIESTAD .....	2
2.2 STUDIEART.....	3
2.3 METODE .....	4
2.3.1 Registrering av blomster .....	4
2.3.2 Hausting, teljing og veking av frø.....	6
2.4 METODE FOR STATISTISK ANALYSE .....	6
<b>3 RESULTAT</b> .....	<b>7</b>
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>10</b>
<b>5 KONKLUSJON</b> .....	<b>13</b>
<b>REFERANSAR</b> .....	<b>14</b>

## 1 Innleiing

Klimarapporten *Klima i Norge 2100* skildrar den antekne klimautviklinga fram mot år 2100 (Hanssen-Bauer mfl., 2015). Hovudfunna i denne rapporten syner at dersom Noreg ikkje klarar å redusere klimagassutsleppa vil årstemperaturen auke med ca. 4,5 °C, årsnedbøren vil auke med rundt 18 %, og det vil verte hyppigare og kraftigare styrtregn. Snøen kan forsvinne heilt i lågtliggande område, mens det kan verte større snømengder i høgfjellet, i tillegg vil det verte færre isbrear (Hanssen-Bauer mfl., 2015). Det er antatt at alpine plantesamfunn som ligg på nordlegare breiddegrader vil oppleve klimaendringar raskare enn det globale gjennomsnittet (Nogués-Bravo mfl., 2007).

Alpine plantar er kjenneteikna ved at dei har høg stresstoleranse, men dårleg evne til å konkurrere (Gya, 2022), samtidig som eit fjellplantesamfunn ofte er artsfattig og ein-sjicka (Karlsen mfl., 2023). Konsekvensar av auka temperaturar i alpine område kan vere at plantane aukar produksjonen av antal blomster, frø og frømasse (Roos mfl., 2023), at dei blomstrar tidlegare enn dei ellers ville gjort, og at dei aukar den vegetative veksten til planta (Fazlioglu & Wan, 2021). Andre konsekvensar av temperaturauke kan vere at planteartanes øvre grense vil flyttast til endå høgare over havet (Karlsen mfl., 2023), noko som kan føre til at meir konkurransesterke artar frå låglandet flyttar seg oppover i fjellet og konkurrerer ut dei alpine artane (Gya, 2022).

*Dryas octopetala* er ei arktisk-alpin plante (Welker mfl., 1997), som i følge Wada, Kudo og Kojima (1999) er ein andromonoø's plante, som består av han- og hermafrodittblomster. Dette står i kontrast til det Molau (1993) og Welker mfl. (1997) har konstatert tidlegare, at *Dryas octopetala* er ein gynodioik plante, bestående av ei blanding av ho-, han- og hermafrodittblomster (Molau, 1993; Welker mfl., 1997). Gynodioike plantar er vanlig i den arktiske floraen (Hermanutz & Innes, 1994), og ein kan anta at dei er utsette for dei globale klimaendringane.

For å undersøke konsekvensane av framtidige klimaendringar har «open top chambers» (OTC), blitt brukt av the International Tundra Experiment (ITEX), i område som består av



lågveksande tundravegetasjon (Hollister mfl., 2023). Bruk av OTC kan bidra til å gi informasjon om korleis eit fjellplantesamfunn kan endre seg dersom temperaturen stig.

Målet med denne studien var å finne ut korleis aukande temperaturar påverka reproduksjonsevna og kjønnsfordelinga til *Dryas octopetala*. For å undersøke dette tok eg i bruk «open top chambers» som eg samanlikna med kontrollruter, som begge har vort etablert på Sanddalsnuten på Finse sidan år 2000 (Klanderud & Totland, 2007). For å finne svar på korleis *Dryas octopetala* reagerer på auka temperaturar stilte eg følgjande spørsmål:

- (1) Vil auka temperaturar føre til fleire blomster hjå *Dryas octopetala*?
- (2) Er det kjønnsfordeling hjå blomstrane til *Dryas octopetala*?
- (3) Er den eventuelle kjønnsfordelinga til blomstrane til *Dryas octopetala* påverka av temperatur?
- (4) Vil høgare temperaturar påverke frøproduksjonen til *Dryas octopetala*?
- (5) Vil hokjønna *Dryas octopetala* ha høgare frøproduksjon enn ein hermafroditt?

## 2 Material og metode

### 2.1 Studiestad

Feltarbeidet vart utført på Sanddalsnuten på Finse (60°36'55"N og 7°31'17"A) som ligg i den nordlege delen av Hardangervidda, i perioden juni til september 2023. Sanddalsnuten ligg utsett til på 1550 m.o.h., med mykje vind og tideleg snøsmelting (Klanderud & Totland, 2004). Gjennomsnittstemperaturen i feltperioden i juni til september låg på 7,7 °C, mens gjennomsnittstemperaturen i 2022 låg på -0,5 °C (Norsk klimaservicesenter, u.å.). Vidare var den gjennomsnittlege nedbøren i feltperioden 134,1 mm, mens den gjennomsnittlege nedbøren frå september 2022 til august 2023 låg på 88,88 mm (Norsk klimaservicesenter, u.å.). Vêrdata er henta frå Finsevatn vêrstasjon (1210 moh.) som ligg 2,57 km i luftlinje frå Sanddalsnuten (Kartverket, u.å.). Berggrunnen består i hovudsak av fyllitt og glimmerskifer (Norges geologiske undersøking, u.å.), der *Dryas octopetala* er den dominerande arten (Olsen & Klanderud, 2014).



*Figur 1 - Studiestaden på Sanddalsnuten i slutten av juni. Syner plasseringa av OTC i terrenget.*

Studiestaden vart etablert i år 2000, og består av 40 «open top chambers», heretter kalla OTC, og 40 kontrollruter (Klanderud & Totland, 2007; Figur 1). OTC-ane er sekskanta og består av polykarbonat, der innsida har ein diameter på 1 meter (Olsen & Klanderud, 2014). Temperaturen inne i kammera måler ca. 1,5 °C meir enn kontrollrutene 5 cm over bakken om sommaren, mens jordtemperaturen er i snitt ca. 1,0 °C høgare enn kontrollrutene (Klanderud & Totland, 2005).

Studiet vart utført i 30 OTC og 30 kontrollruter.

## 2.2 Studieart

*Dryas octopetala*, eller reinrose på norsk, er ein fleirårig krypende og mattedannande busk i rosefamilien, og veks som regel på kalkrike område der snølaget er tynt om vinteren (Welker

mfl., 1997). Blomen består av 8 begerblad og 8 kvite kronblad, og blomsterstengelen er 7-17 mm lang. Vidare har blomen fjørforma griffel som vert 2-3 cm lang i fruktstadiet, spreiar frøa sine ved hjelp av vindspreiing (Lid & Lid, 2013). Blada til *Dryas octopetala* lev som regel i 2 år (Welker mfl., 1997), og planta dannar blomsterknoppar året før dei blomstrar (Kjellberg mfl., 1982).

## 2.3 Metode

### 2.3.1 Registrering av blomster

Blomstrane vart talde og registrert i fire kategoriar; hankjønn blomster, hokjønn blomster, hermafrodittblomster eller knopp (Tabell 1). Registreringa skjedde i slutten av juni til byrjinga av juli, noko som førte til at det kunn var blomster som blomstra i den perioden som vart kjønnsbestemte.

Wada mfl. (1999) definerte *Dryas octopetala* blomster som ikkje inneheldt fruktemne som hanblome, mens resten vart definert som hermafroditt. Med utgangspunkt i denne påstanden vart definisjonen av hankjønn etablert, mens definisjonen av hermafroditt og hokjønn vart etablert ved hjelp av definisjonen til Kamath mfl. (2017) (Tabell 1).

Tabell 1 - Forklaring av dei ulike kategoriane som vart registrert av *Dryas octopetala* på Finse.

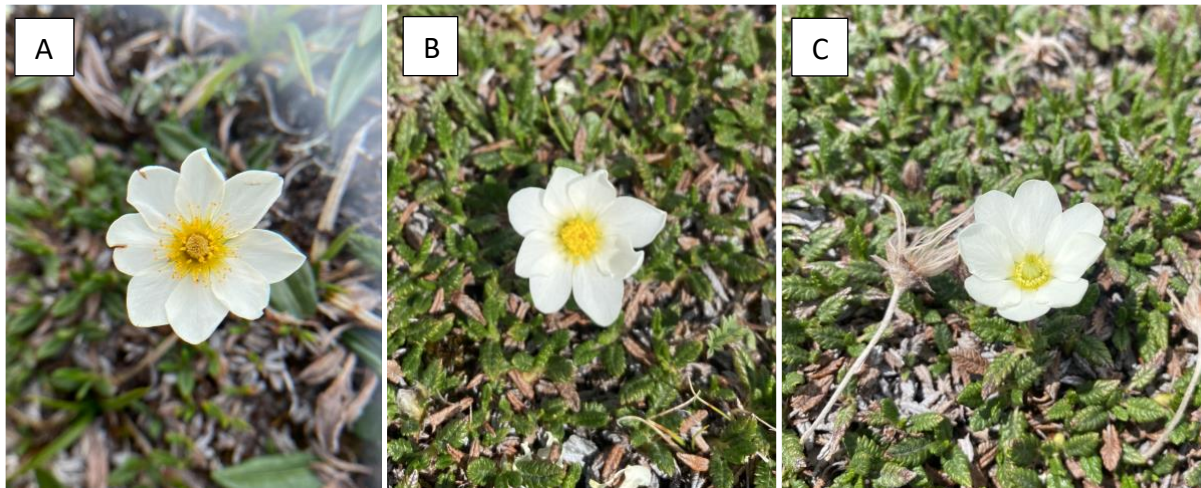
Definisjon av kjønn/kategori	Skildring
Hermafrodittblome (Figur 2A)	Både arr og pollenbererar er tydeleg utvikla.
Hanblome (Figur 2B)	Tydelege pollenbererar, ingen synleg arr.
Hoblome (Figur 2C)	Tydeleg utvikla arr, underutvikla eller ikkje-eksisterande pollenbererar.
Knopp	Dersom knoppen var såpass lukka at ein ikkje kunne sjå pollenberar eller arr.

For å kunne skilje mellom hoblome, hanblome eller hermafrodittblome når frøa skulle haustast, vart blomstrane markert med hyssing når dei vart kjønnsbestemt.

Hermafrodittblomstrane fekk inga merking, hankjønn blomster fekk knutar på tråden, mens hokjønn blomster av *Dryas octopetala* fekk ingen knute på tråden (Figur 3A). På eit fåtal av

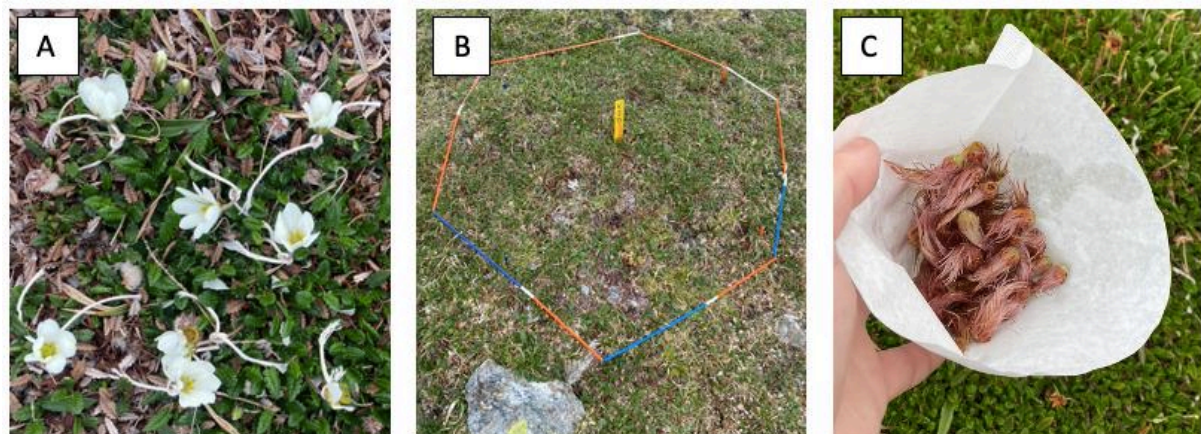


blomstrane hadde larvar spist pollenbererar og arr, slik at blomen ikkje kunne kjønnsidentifiserast. Dette vart registrert som hermafroditblomster, då det var antydingar til både arr og pollenbererar hjå dei aller fleste. Alle blomstrane og knoppene av *Dryas octopetala* som var inne i OTC og kontroll vart registrert.



Figur 2 – (A) hermafroditblome med arr og pollenbererar, (B) hanblome med pollenbererar og (C) hoblome med arr og undertrykte pollenbererar.

I kontrollrutene var det ikkje eit tydeleg avgrensing av området der blomstrane skulle registrerast, så det vart laga ei ramme for å sikre at rett antal blomster vart tatt med, som hadde det same arealet som OTC-ane (Figur 3B).



Figur 3 – (A) markering av hokjønna *Dryas octopetala*, (B) ramme til avgrensing av kontrollruter, og (C) hausting av blomsterhovud med frø i kaffifilter.

### 2.3.2 Hausting, teljing og veging av frø

Når frøa skulle haustast vart blomsterhovudet klipt av og lagt i eit kaffifilter merka med rute-id og kjønn (Figur 3C). Haustinga føregjekk i to omgangar, fyrste gong i byrjinga av august og siste gong i midten av september. Grunnen til at det vart hausta i fleire omgangar var for å sikre at ikkje modne frø skulle fly vekk, med tanke på at *Dryas octopetala* nyttar seg av vindspreiing for å spreie frøa sine.

Etter at innsamlinga av blomsterhovud var gjennomført, vart kaffifiltera med *Dryas octopetala* lagt til lufttørking i romtemperatur i nokre dagar. Når blomsterhovuda var tørre vart dei talde, før frøa frå ein og ein blome vart tatt ut ved hjelp av pinsett og tald for hand, før dei vart overført til ein konvolutt merka med rute-id og kjønn.

Når veginga skulle gjennomførast vart det gjort eit utval av frø for å sikre at vekta ikkje vart påverka av kor langt i utviklinga frøa var komne. Sidan nokre av frøa vart hausta litt for tideleg, vart det plukka ut 50 modne frø frå ho- og hermafrodittblomstrane frå kvar rute som skulle vegast, altså 100 frø frå kvar rute. Ikkje alle ruter hadde modne frø, så der vart det ikkje registrert vekt, dette gjaldt 11 ruter som hovudsakleg var gjaldt hermafrodittfrøa i kontrollrutene. Veginga vart gjennomført ved hjelp av ei Kern PNS presisjonsvekt.

### 2.4 Metode for statistisk analyse

Alle data vart registrert i Excel, før dei vart overførte til programmet Jamovi (The jamovi project, 2022) for vidare analyse. For å teste om auka temperaturar ville føre til fleire blomster hjå *Dryas octopetala* vart det gjennomført ein «Generalized Linear Model» (GLM) med poisson-fordelte data, der antal blomster og knoppar som var registrert vart lagt inn som avhengig variabel, mens behandling (OTC eller kontroll) vart lagt inn som faktor. For å undersøke om kjønnsfordelinga hjå *Dryas octopetala* var påverka av temperatur vart det gjennomført ein GLM med poisson-fordelte data der antal blomster var avhengig variabel, mens behandling og kjønn var faktorar.

For å teste om temperatur påverka frøproduksjonen til *Dryas octopetala* vart det gjennomført ein Independent Samples T-Test i Jamovi der vekt per frø (i gram) og antal frø

(per blome) vart lagt inn som avhengig variabel, mens forklaringsvariabel var behandling (OTC eller kontroll). For å undersøke om hokjønn *Dryas octopetala*-blomster produserte meir frø enn ein hermafroditt vart den same testen gjennomført, med den same avhengige variabelen, mens forklaringsvariabelen var kjønn (ho og hermafroditt).

### 3 Resultat

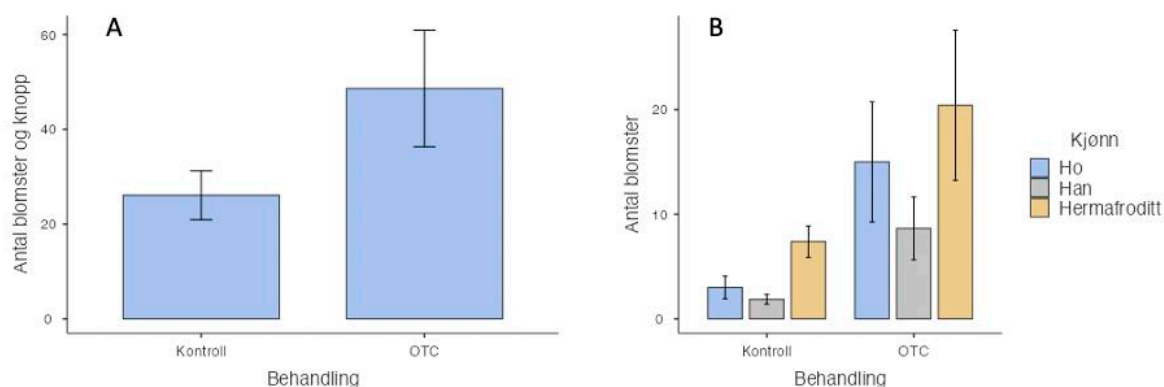
Det vart totalt kjønnsbestemt 890 blomster, fordelt på hermafroditt, hankjønn og hokjønn, mens det vart hausta frø frå 1630 blomster fordelt på OTC og kontroll. Det var signifikant fleire blomstrar og knoppar i OTC enn i kontroll (Tabell 2, Figur 4A). I snitt mellom blomster og knopp var det 51 % blomster i OTC, mens det var 18 % blomster i kontroll.

*Tabell 2 - Generalized linear model (GLM) med poisson-fordelte data. Summen av blomster og knopp som avhengig variabel, og behandling (OTC eller kontroll) som faktor. Statistiske parameter som er inkludert er estimat, standardfeil, z-verdi og p-verdi.*

Namn	Estimat	SE	z	p
Intercept	3,572	0,0222	161,2	<0,001
Behandling (OTC – Kontroll)	0,623	0,0443	14,1	<0,001

Det vart registrert totalt 60 hokjønn blomster, 95 hankjønn blomster og 592 hermafrodittblomster i OTC, mens det vart registrert 12 hokjønn blomster, 13 hankjønn blomster og 118 hermafrodittblomster i kontroll. I snitt per rute var det flest hermafrodittblomster og færrest hanblomster i både OTC og kontroll (Figur 4B), mens totalt sett vart det registrert flest hermafrodittblomster og minst hoblomster i både OTC og kontroll. Det vart registrert svært få hokjønn- og hankjønn blomster av *Dryas octopetala* i forhold til hermafrodittblomster.

Det var signifikant forskjell i antal blomster mellom hankjønn og hokjønn, samt mellom hermafrodittblomster og hoblomster, uavhengig av behandling (Tabell 3). Det tilseier at det totalt sett var fleire hanblomster enn hoblomster, samtidig som det var fleire hermafrodittblomster enn hoblomster.



Figur 4 – Gjennomsnitt og standardfeil av blomster og knopp per rute fordelt på behandling (OTC eller kontroll) (A), og gjennomsnittleg antal blomster per rute av kvart kjønn fordelt på behandling (B), inkludert standardfeil.

Det var ingen signifikant forskjell i antal hanblomster, hoblomster eller hermafrodittblomster mellom OTC og kontroll (Tabell 3), noko som betyr at det ikkje var ein samheng mellom behandling og kjønn. Ein kan sjå ein tendens til at det var fleire hermafrodittblomster og hoblomster i OTC enn i kontroll, sjølv om det ikkje var ein signifikant forskjell (Tabell 3; Figur 4B).

Tabell 3 - Generalized linear model med poisson-fordelte data. Antal blomster som avhengig variabel, behandling og kjønn som faktorar. Behandling betyr om blomen har vakse i OTC eller kontroll, mens kjønn er fordelinga av hoblomster, hanblomster og hermafrodittblomster. Statistiske parameter som er inkludert er estimat, standardfeil, z-verdi og p-verdi.

Namn	Effekt	Estimat	SE	z	p
Intercept	Intercept	1,9327	0,0741	26,068	<0,001
Kjønn 1	Han-Ho	-0,5158	0,2165	-2,383	0,017
Kjønn 2	Hermafrodit-Ho	0,6038	0,1660	3,638	<0,001
Behandling 1 * Kjønn 1	OTC-Kontroll * Han-Ho	-0,0725	0,4330	-0,167	0,867
Behandling 1 * Kjønn 2	OTC-Kontroll * Hermafrodit-Ho	-0,5913	0,3319	-1,782	0,075

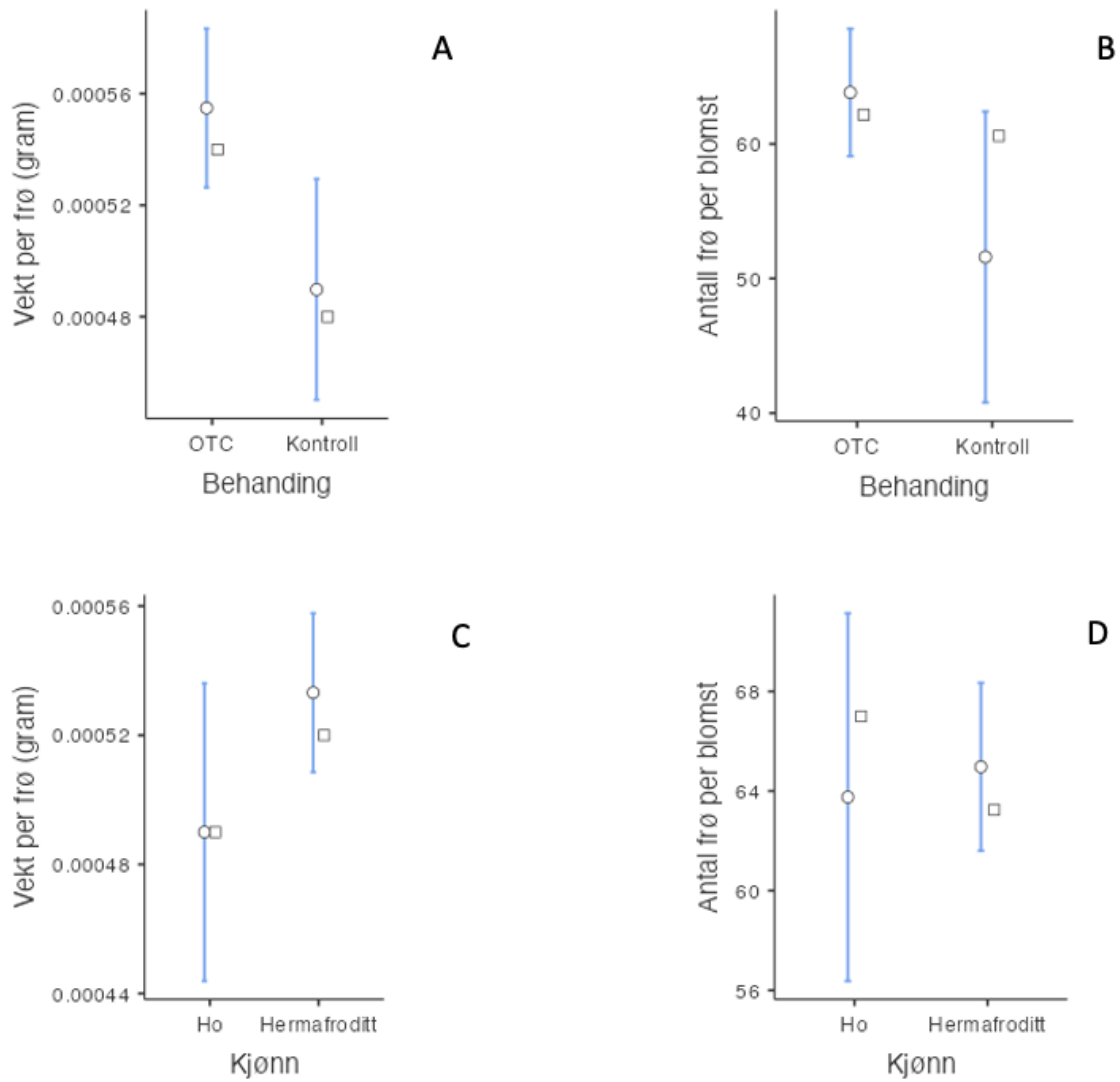
Det var signifikant høgare frøvekt i OTC enn i kontroll (Tabell 4). Gjennomsnittsvekt per frø låg på 0,00054 g i OTC og 0,00049 g i kontroll (Figur 5A). *Dryas octopetala* hadde i snitt 63,8 frø per blome i OTC, og 51,6 frø per blome i kontroll (Figur 5B). Her var det signifikant fleire frø per blome i OTC enn i kontroll (Tabell 4).

Det var ingen signifikant forskjell mellom vekt per frø hjå ho- og hermafrodittblomster eller antal frø per blome (Tabell 4, Figur 5C-D). Det var stor variasjon mellom vekt av frø hjå hermafroditt- og hoblome, der gjennomsnittsvekta hjå ein hermafrodittblome var 0,00053 g, mens den hjå hoblomen ligg på 0,00049 g (Figur 5C). Det var stor variasjon i antal frø, med ein tendens til fleire frø per blome hjå hermafrodittblomstrane i forhold til hoblomstrane (Figur 5D). Ein gjennomsnittleg hermafrodittblome hadde 65,0 frø per blome, mens ein hoblome hadde eit gjennomsnitt på 63,8 frø per blome (Figur 5D).

*Tabell 4 - p-verdiane og t-verdiane for t-testane som vart gjennomført i oppgåva for å teste om det er signifikant forskjell (p-verdi < 0,05) mellom vekta per frø i OTC og kontroll, antal frø per blome i OTC og kontroll, vekta per frø hjå ho- og hermafrodittblomster og antal frø per blome hjå ho- og hermafrodittblomster. T-testane er «Independent sample T-Test».*

Forklaringsvariabel	Responsvariabel	t-verdi	p-verdi
OTC mot kontroll	Vekt per frø i gram	2,60	0,013
OTC mot kontroll	Antal frø per blome	2,03	0,047
Ho mot hermafroditt	Vekt per frø i gram	-1,213	0,231
Ho mot hermafroditt	Antal frø per blome	-0,246	0,806





Figur 5 - Vekt per frø (g) mellom OTC og kontroll (A), antal frø per blome mellom OTC og kontroll (B), vekt per frø (g) mellom ho og hermafroditt (C), og antal frø per blome mellom ho og hermafroditt (D). Figurane inkluderer gjennomsnittet (markert med sirkel), medianen (markert med firkant) og 95% konfidensintervall.

## 4 Diskusjon

Hovudfunna i denne studien var at det vart registrert fleire blomstrar i OTC enn i kontroll, samt at det vart registrert tre forskjellige kjønn på blomstrane: ho, han og hermafroditt. Det var ikkje registrert nokon samanheng mellom temperatur og kjønn på blomster, men det var registrert høgare vekt per frø og høgare antal frø per blome i OTC enn i kontroll.

I denne studien vart det registrert fleire blomster og knoppar av *Dryas octopetala* i OTC enn i kontroll. Tidlegare gjennomførte studium har vist både auke (Welker mfl., 1997) og minske (Robinson mfl., 1998) av førekomsten av *Dryas octopetala*, både når det kjem til vegetativ vekst og i antal blomster, etter simulering av klimaendringar. Det kan vere fleire grunnar til at det vart registrert ei auke, men når temperaturane aukar får planta lenger vekstsesong grunna tidlegare blomstring om våren, som igjen fører til at planta får meir tid til å formeire seg (Welker mfl., 1997). Dette kan stemme med at det var registrert ein større prosentdel blomster enn knoppar i OTC enn i kontroll, som kan indikere at blomstrane blomstrar tidlegare i OTC enn i kontroll. Ut i frå konklusjonen til Welker mfl. (1997) og resultatata i denne studien frå Sanddalsnuten, kan ein konkludere med at dersom temperaturen på Finse aukar, vil det verte produsert fleire blomster av *Dryas octopetala*. Ein må huske på at bruk av OTC ikkje nødvendigvis gir realistiske temperaturendringar, sidan temperaturen i lufta eller jorda kan vere urealistisk høg på dagen, mens den om natta ikkje aukar temperaturen i det heile, men det kan gje ein indikasjon på korleis eit plantesamfunn kan endre seg (Hollister mfl., 2023).

Det vart registrert ho-, han- og hermafrodittblomster av *Dryas octopetala* både i OTC og i kontroll, altså er *Dryas octopetala* ein gynodioik plante, noko som stemmer med det Welker mfl. (1999) og Molau (1993) har stadfesta. Dette står i kontrast til det Wada mfl. (1999) har dokumentert tidlegare, at *Dryas octopetala* er ein andromonoø's plante med han- og hermafrodittblomster.

Det var ikkje registrert ein samanheng mellom behandling og kjønn, altså var ikkje kjønnsfordelinga til *Dryas octopetala* påverka av temperatur. Dette stemmer overeins med tidlegare studium, som syner at i dei fleste gynodioike plantar, er kjønn arva av ein nukleær cytoplasmatisk interaksjon (Ganders, 1978; Kheyr-Pour, 1980; sitert i Delph mfl., 1999). Ved nukleær cytoplasmatisk arv vert det produsert hokjønn når det er eit han-sterilitetsgen i cytoplasmaet, mens det vert produsert hermafrodittar når eit nukleært gjenopprettingsallel samsvarer med det mannlege sterilitetsgenet, eller når cytoplasmaet er han-fertilt (Charlesworth, 1981; Delannay mfl., 1981).

Ein annan grunn til at det ikkje var ein samanheng mellom kjønn og temperatur kan vere at hankjønna *Dryas octopetala* blomster blomstrar seinare enn hermafrodittblomster (Wada, 1999), og når det berre vart kjønnsidentifisert blomster ein gong i slutten av juni så er det ikkje sikkert at dei hankjønna blomstrane hadde blomstra endå. Her burde kjønnsidentifiseringa skjedd i fleire omgangar for å sikre at ein fekk korrekte data, men ein kan anta at resultatata fortsett gir ein indikasjon på kjønnsfordelinga til *Dryas octopetala* dersom temperaturane aukar.

Det var registrert høgare vekt per frø i OTC enn i kontroll. Dette stemmer overeins med resultatata til Kjellberg mfl. (1982), at blomster som er utsett for høgast temperatur har dei tyngste frøa. Det vart også registrert fleire frø per blome i OTC enn i kontroll, noko Welker mfl. (1997) forklarar ved at når ein induserer eit varmare klima får *Dryas octopetala* ein lenger vekstsesong grunna tidlegare blomstring om våren, som igjen fører til lengre reproduktive blomster som igjen har eit større antal frø (Welker mfl., 1997). Dette kan ein samanlikne med resultatata til Fazlioglu & Wan (2021), der dei fant at buskartar gav uttrykk for ein solid positiv respons til simulert oppvarming ved at dei vaks raskare, vart høgare og produserte meir biomasse. Ut i frå dette kan ein konkludere med at dersom temperaturen aukar, vil vekt per frø og antal frø per blome auke for *Dryas octopetala*, altså at reproduksjonsevna aukar, som igjen kan føre til hyppigare førekomst av *Dryas octopetala*.

Det var ingen samanheng mellom frøvekt eller antal frø per blome mellom ho- og hermafrodittblomster, som kan bety at ho- og hermafrodittblomster produserer like tunge og like mange frø. Andre grunnar til at det ikkje var ein samanheng kan vere at det var registrert veldig få hokjønna blomster i forhold til hermafrodittar. Det var og nokre av dei hokjønna blomstrane som vart hausta før dei var heilt modne, som gjorde at det ikkje kunne registrerast vekt på desse, som igjen førte til endå mindre data. Dersom ein samanliknar frøproduksjonen til ho- og hermafrodittblomster til *Dryas octopetala* med *Silene acaulis*, som også er ei arktisk-alpin plante med eit gynodioik avlssystem (Hermanutz & Innes, 1994), har tidlegare forskning vist at hokjønna blomster har både høgare og lågare frøproduksjon enn hermafrodittar (Delph mfl., 1999). I følge Molau mfl. (1989), burde avkom av hoblomster bli favorisert i forhold til hermafrodittar, grunna genetisk variasjon, og for å unngå innavlsdepresjon (Shykoff, 1988).

## 5 Konklusjon

Denne studien hadde som mål å undersøke om aukande temperaturar ville ha effektar på kjønnsfordelinga til *Dryas octopetala*, og om temperaturen påverka reproduksjonsevna. Etter å ha fått stadfesta at det eksisterte tre kjønn av blomstrane til *Dryas octopetala* på Finse; ho, han og hermafroditt, viste det seg at kjønnsfordelinga ikkje var påverka av temperatur.

Det var fleire blomster og knoppar i OTC enn i kontroll, og det var høgast vekt per frø og flest antal frø per blome i OTC. Dette tyder på at dersom temperaturane stig, vil *Dryas octopetala* produsere fleire blomster, som vil ha høgare vekt per frø og ha fleire frø per blome, som igjen kan føre til auka førekomst av *Dryas octopetala*.

## Referansar

- Charlesworth, D. (1981). A further study of the problem of the maintenance of females in Gynodioecious species. *Heredity* 46, 27-39. <https://doi.org/10.1038/hdy.1981.3>
- Delannay, X., Gouyon, P.H. & Valdeyron, G. (1981). Mathematical study of the evolution of gynodioecy with cytoplasmic inheritance under the effect of a nuclear restorer gene. *Genetics* 99, 169-181. <https://doi.org/10.1093/genetics/99.1.169a>
- Delph, L. F., Bailey, M. F., & Marr, D. L. (1999). Seed Provisioning in Gynodioecious *Silene acaulis* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany*, 86(1), 140-144. <https://doi.org/10.2307/2656963>
- Fazlioglu, F. & Wan, J.S.H. (2021). Warming matters: alpine plant responses to experimental warming. *Climatic Change*, 164(3), 56-73. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02996-3>
- Gya, R. (2022). Disentangling effects and context dependencies of climate change on alpine plants. *Bergen open research archive*. <https://bora.uib.no/bora-xmlui/handle/11250/3038854>
- Hassen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2016). *Klima i Norge 2100*. (2387-3027). Norsk klimaservicesenter. <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>
- Hermanutz, L. A. & Innes, D. J. (1994). Gender variation in *Silene acaulis* (Caryophyllaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 191(1/2), 69-81. <http://www.jstor.org/stable/23674570>
- Hollister, R. D., Elphinstone, C., Henry, G. H. R., Bjorkman, A. D., Klanderud, K., Björk, R. G., Björkman, M. P., Bokhorst, S., Carbognani, M., Cooper, E. J., Dorrepaal, E., Elmendorf, S. C., Fetcher, N., Gallois, E. C., Guðmundsson, J., Healy, N. C., Jónsdóttir, I. S., Klarenberg, I. J., Oberbauer, S. T., ... Wookey, P. A. (2023). A review of open top chamber (OTC) performance across the ITEX Network. *Arctic Science*, 9(2), 331-344. <https://doi.org/10.1139/as-2022-0030>
- Kamath, A., Levin, R. A. & Miller, J. S. (2017). Floral size and shape evolution following the transition to gender dimorphism. *American Journal of Botany*, 104(3), 451-460. <https://www.jstor.org/stable/26410940>

- Karlsen, S. R., Wehn, S., Isaksen, K. & Nesje, A. (2023). *Glora Norge 2022: Overvåking av vegetasjon og vekstsesong*. (M-2527, 5-2023). NORCE klima og miljø.  
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/mai-2023/gloria-norge-2022-overvakning-av-vegetasjon-og-vekstsesong/>
- Kartverket (u.å.). Norgeskart. Henta 10. oktober frå:  
[https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=12&lat=6741676.60&lon=91043.75&sok=sanddalsnuten&markerLat=6743345.30135933&markerLon=91305.55564674741&p=searchOptionsPanel&drawing=9RjI53cB\\_DkwYHwMhm1S](https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=12&lat=6741676.60&lon=91043.75&sok=sanddalsnuten&markerLat=6743345.30135933&markerLon=91305.55564674741&p=searchOptionsPanel&drawing=9RjI53cB_DkwYHwMhm1S)
- Kjellberg, B., Karlsson, S. & Kerstensson, I. (1982). Effects of Heliotropic Movements of Flowers of *Dryas octopetala* L. on Gynoecium Temperature and Seed Development. *Oecologia*, 54(1), 10-13. <http://www.jstor.org/stable/4216719>
- Klanderud, K. & Totland, Ø. (2004). Habitat dependent nurse effects of the dwarf-shrub *Dryas octopetala* on alpine and arctic plant community structure. *Ecoscience*, 11(4), 410-420. <http://www.jstor.org/stable/42901642>
- Klanderud, K. & Totland, Ø. (2005). Simulated climate change altered dominance hierarchies and diversity of an alpine biodiversity hotspot. *Ecology*, 86(8), 2047-2054.  
<http://www.jstor.org/stable/3450913>
- Klanderud, K. & Totland, Ø. (2007). The relative role of dispersal and local interactions for alpine plant community diversity under simulated climate warming. *Oikos*, 116(8), 1279-1288. <http://www.jstor.org/stable/40235175>
- Lid, J. & Lid, D.T. (2013). *Norsk flora* (7.utg). Det norske samlaget.
- Molau, U. (1993). Relationships between Flowering Phenology and Life History Strategies in Tundra Plants. *Arctic and Alpine Research*, 25(4), 391-402.  
<https://doi.org/10.2307/1551922>
- Molau, U., Carlsson, M., Dahlberg, A. & Hill, Ö. (1989). Mating system and pollen-mediated gene flow in *Bartsia alpina*. *Oikos*, 55(3), 409-419. <https://doi.org/10.2307/3565602>
- Nogués-Bravo, D., Araújo, M. B., Errea, M. P. & Martínez-Rica, J. P. (2007). Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. *Global Environmental Change*, 17(3-4): 420-428.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.11.007>
- Norges geologiske undersøkelse. (u.å.). Berggrunn – Nasjonal berggrunnsdatabase. Henta 5. september 2023 frå [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)

Norsk klimaservicesenter (u.å.). Observasjoner og værstatistikk. Henta 10. oktober frå:

<https://seklima.met.no>

Olsen, S. L. & Klanderud, K. (2014). Exclusion of herbivores slows down recovery after experimental warming and nutrient addition in an alpine plant community. *Journal of Ecology*, 102(5), 1129-1137. <http://www.jstor.org/stable/24541623>

Robinson, C. H., Wookey, P. A., Lee, J. A., Callaghan, T. V. & Press, M. C. (1998). Plant Community Responses to Simulated Environmental Change at a High Arctic Polar Semi-Desert. *Ecology*, 79(3), 856-866. <https://doi.org/10.2307/176585>

Roos, R. E., Asplund, J., Birkemoe, T., Halbritter, A. H., Olsen, S. L., Vassvik, L., Zuijlen, K. & Klanderud, K. (2023). Three decades of environmental change studies at alpine Finse, Norway: climate trends and responses across ecological scales. *Arctic Science*, 9(2), 430-450. <https://doi.org/10.1139/as-2020-0051>

Shykoff, J. A. (1988). Maintenance of Gynodioecy in *Silene acaulis* (Caryophyllaceae): Stage-Specific Fecundity and Viability Selection. *American Journal of Botany*, 75(6), 844-850. <https://doi.org/10.2307/2444003>

The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>

Wada, N. (1999). Factors affecting the seed-setting success of *Dryas octopetala* in front of Brøggerbreen (Brøgger Glacier) in the High Arctic, Ny-Ålesund, Svalbard. *Polar Research*, 18(2), 261-268. <https://doi.org/10.3402/polar.v18i2.6583>

Wada, N., Kudo, G. & Kojima, S. (1999). Gender variation of *Dryas octopetala* along snowmelt and latitudinal gradients in the Subarctic and the High Arctic. *Polar Bioscience*, 12, 87-99. <https://nopr.repo.nii.ac.jp/records/6134>

Welker, J.M., Molau, U., Parsons, A. N., Robinson, C. H. & Wookey, P. A. (1997). Response of *Dryas octopetala* to ITEX environmental manipulations: a synthesis with circumpolar comparisons. *Global Change Biology*, 3, 61-73. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.1997.gcb143.x>



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway