

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2019 30 stp**

Fakultet for biovitenskap

Restaurering etter rehabilitering av Dam Sønstevatn - Revegetering av et alpint steinbrudd ved innplanting av stedegen vegetasjon og spontan etablering.

Restoration after rehabilitation of Dam Sønstevatn – Revegetation of an alpine quarry by planting indigenous vegetation and by spontaneous establishment.

Vigdis Vilje Skråning

Plantevitenskap



## Sammendrag

Revegeteringsprosessen i et steinbrudd i et alpint miljø ble undersøkt gjennom å vurdere etableringsevnen til utplantede stedeagne arter, og å registrere hvilke arter som spontant etablerte seg i stedeagne masser. Steinbruddet ble drevet for å ta ut plastringsstein for rehabilitering av Dam Sønstevatn ved Imingfjell øst for Hardangervidda, i Buskerud fylke, og skulle tilbakeføres til det naturlige landskapet etter endt drift.

Etter endt anleggsperiode ble lagret jord tilbakelagt i steinbruddet høsten 2013 og stedegent plantemateriale ble oppformert og plantet inn i 2014 og 2015 for å oppnå raskere vegetasjonsetablering. Bedømmelse av helhetsinntrykk og målinger av tilvekst ble utført i 2016 og 2017 på et utvalg arter plassert med ulike eksponering og jordbunnsforhold. I tillegg ble spontant etablerte arter registrert langs transekter i de ulike jordtypene, både planter som spirte fra frøbanken, og småplanter som vokste fra plantedeler i den tilbakelagte jorda.

Arter som var produsert i 10 cm containere: Einer (*Juniperus communis*) og krekling (*Empetrum nigrum*) hadde et meget bra helhetsinntrykk begge årene, men krekling var utsatt for frostørke i de mest eksponerte områdene. Helhetsinntrykket var generelt dårlig i den humusfrie jorda bl.a. fordi enkelte planter av både einer og røsslyng (*Calluna vulgaris*) ble presset opp på grunn av frost. Rotsystemet hos enkelte planter ble også eksponert på grunn av erosjon. Siden den humusfrie jorda også var sterkt eksponert var det vanskelig å skille mellom effekter av eksponering og jordkvalitet. Generelt var helhetsinntrykket til røsslyng noe svakere enn de to andre artene, men var forbedret siste året, som kan tyde på at røsslyng som er oppformert i planteskole trenger mer tid enn einer og krekling til å tilpasse seg forholdene på stedet.

Arter som var produsert i pluggbrett: Smyle (*Deschampsia flexuosa*) og sauesvingel (*Festuca ovina*) etablerte seg bra tross beiteskader, og de hadde et ganske godt helhetsinntrykk begge år. Sauesvingel og Gullris (*Solidago virgaurea*) hadde dårligere utvikling på jord med lavt innhold av humus, mens smyle og Dvergbjørk (*Betula nana*) ble mindre påvirket av humusinnholdet. Det siste året var gullris vanskelig å finne på hele området trolig grunnet beiting, og de som ble funnet var små. Dvergbjørk hadde generelt et svakt helhetsinntrykk begge år, men det var en liten forbedring siste året, det ser likevel ut til at oppformert dvergbjørk ikke så lett etablerer seg ved utplantning. Spontanetablering: Tre år etter at toppjorda ble lagt tilbake ble det funnet 22 arter i det restaurerte steinbruddet. 20 arter var karplanter og 8 arter tilhørte grasfamilien (*Poaceae*), hvorav frøplanter av sauesvingel og

smyle var vanligst. Totalt vokste gras, siv og starr i 87.7% av de totalt 122 rutene. Lignoser ble funnet i 55.7% av rutene, og vanligst var krekling som både vokste fra plantedeler og som spirte fra den humusfrie jorda. Flest arter ble funnet i jord med humus.

## Abstract

The process of revegetation in a quarry in an alpine area, was examined by assessing the ability of planted indigenous species to establish, and to register which species spontaneously established in indigenous soil. The quarry was operated to extract suitable blocks of stone for the rehabilitation of Dam Sønstevatn at Imingfjell east of Hardangervidda, in the county of Buskerud, and was returned to natural landscape after the end of operation.

At the end of the construction period, stored soil was placed back in the quarry in the autumn of 2013, and indigenous plant material was propagated and planted in 2014 and 2015 to achieve faster vegetation establishment. Evaluation of the total impression and the growth measurements was carried out in 2016 and 2017 on a selection of species placed in different soil conditions and different exposures. In addition, the spontaneously established species were recorded along transects in the various soil types, both plants that germinated from the seed bank, and the plants that grew from plant parts in the returned soil.

Species produced in 10 cm containers: Juniper (*Juniperus communis*) and Crowberry (*Empetrum nigrum*) gave generally a very good impression both years, even though the crowberry was exposed to frost drought in the most exposed areas. The overall impression of the plants was generally poorer in the humus-free soil, amongst other things some plants of both juniper and Heather (*Calluna vulgaris*) were pressed up due to frost. Further the root system of some plants was also exposed due to erosion. Since the humus-free soil was also heavily exposed, it was difficult to distinguish between effects of exposure and soil quality. The overall impression of the heather was somewhat weaker than the other two species, but it improved during the last year, which may indicate that heather propagated in greenhouses need more time than juniper and crowberries to adapt to the condition of the site.

Species produced in plug trays: Wavy hairgrass (*Deschampsia flexuosa*) and Sheep fescue (*Fetuca ovina*) established well despite injuries from grazing, and they gave a quite good impression both years. Sheep fescue and European goldenrod (*Solidago virgaurea*) had poorer development in soil with low humus content, while wavy hairgrass and dwarf birch (*Betula nana*) was less affected by the humus content. The last year European goldenrod was difficult to find in the whole area probably due to grazing, and those found were small. Dwarf birch generally gave an overall weak impression both years, there was a slight improvement

during the last year, but it appears that propagated dwarf birch does not easily establish when planted. Spontaneous establishment: Four years after the topsoil was placed back, 22 species were found in the restored quarry. 20 species were vascular plants and 8 species belonged to the grass family (*Poaceae*), of which seedlings of sheep fescue and wavy hairgrass were most common. Grass, rushes (*Juncus*) and sedges (*Carex*) grew in 87.7% of the 122 gridded quadrats. Lignoses were found in 55.7% of the total number of gridded quadrats, and most common was crowberry which grew from the plant parts in the humus rich soil, and which germinated in the soil devoid of humus. Most species were found in soil containing humus.

## Forord

Denne oppgaven ble skrevet ved Fakultet for landskap og samfunn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet i perioden 2018-2019. Oppgaven er en oppfølging av et prosjekt som ble utført av Institutt for plantevitenskap for Skagerak Kraft AS i forbindelse med landskapsinngrepene ved rehabiliteringen av Dam Sønstevatn på Imingfjell. Prosjektleder og hovedveileder tok initiativet til oppgaven.

Feltarbeidet ble utført i et restaurert steinbrudd ved Sønstevatn, sommeren 2016 og 2017. Jeg ønsker å takke hovedveileder førsteamanuensis Per Anker Pedersen og biveileder førsteamanuensis Line Rosef ved NMBU for inspirerende, god, og ikke minst tålmodig veiledning i forbindelse med feltarbeid og påfølgende skriveprosess. Takk også til Ellen Zakariassen, LANDSAM, institutt for landskapsarkitektur, for hjelp med statistiske beregninger.

Takk til mannen min Erik, barna våre Trym og Brage, venner og resten av familien som har vært god støtte og oppmuntret underveis.

Alle bilder er tatt av forfatteren der ikke annet er oppgitt.

Ås, 14 mai 2019

Vigdis Vilje skråning

Institutt for plantevitenskap,  
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

# 1 Innhold

---

2	Innledning.....	7
3	Material og metode .....	11
3.1	Område beskrivelse .....	11
3.2	Nedbør og temperatur .....	12
3.3	Revegetering av området. ....	13
3.4	Registrering av vegetasjon og jordforhold.....	16
3.4.1	Registrering av plantet vegetasjon. ....	16
3.4.2	Registrering av den naturlig etablerte vegetasjonen. ....	20
3.4.3	Registrering av jordforhold. ....	21
3.5	Behandling av data. ....	23
4	Resultater.....	24
4.1	Utviklingen til einer, røsslyng og krekling .....	24
4.1.1	Artsforskjeller.....	24
4.1.2	Betydning av jordforhold. ....	26
4.1.3	Vinterskader på krekling.....	28
4.1.4	Artsforskjeller.....	30
4.1.5	Betydning av jordforhold .....	36
4.2	Naturlig vegetasjonsetablering .....	36
4.3	Resultater av jordanalyser.....	41
5	Diskusjon.....	42
6	Litteratur.....	49



## 2 INNLEDNING

---

Bruk av vannkraft har lange tradisjoner i Norge, og i store deler av landet er det bygd utallige dammer i små og store vassdrag. Det var erfaringene fra bl.a. mølle- gruvedrift og sagbruk som resulterte i magasinerings av vann til produksjon av elektrisitet (Faugli, 2012). De første store kraftutbyggingene startet allerede fra 1900- tallet, men det ble ikke tatt hensyn til miljøet og landskapet. Fra 1950-tallet ble det gjennomført mange store damprosjekter, og tidlig på 60-tallet vokste tanken om å verne naturen. Det ble satt fokus på å redusere omfanget av naturinngrep, og et resultat var at NVE (Norges vassdrags- og energidirektoratet) igangsatte natur- og miljøarbeid (Østhagen & Eie, 2010). Estetisk og økologisk organisering ved damprosjekter har siden den gang vært i utvikling, hvor arbeidsgrunlaget både er naturens, eller landskapets egenverdi i tillegg til bruksinteressen av damanlegget.

Det var konsekvensene av kraftutbygging som var starten på restaurering av natur i Norge. Restaurering er tiltak som utføres samtidig eller i etterkant av store inngrep, og som igangsettes for å hindre at habitater går tapt. Etter et naturinngrep er det et mål å tilbakeføre det påvirkede området til den opprinnelige tilstanden, en aktivitet som benevnes som restaurering (Bradshaw & Chadwick, 1980). Begrepet økologisk restaurering er et helhetlig konsept, hvor alle fasene i rehabiliteringsprosessen tar utgangspunkt i de økologiske forholdene på stedet. Derfor er et tverrfaglig samarbeid en forutsetning for å gjennomføre restaureringen. Ved økologisk restaurering av terrestrisk natur består en del av rehabiliteringsprosessen av en vegetasjonsetablering. Denne fasen benevnes som revegetering (Hagen & Skrindo, 2010).

De første dokumenterte erfaringene med vegetasjonsetablering i Norge konkluderte med at «tilsåing eventuelt tilplanting med furu eller bjørk sammen med forsiktig gjødsling» var anbefalt. På restaurerte tipper i fjellet ble derfor tilsåing av innført plantemateriale en viktig revegeteringspraksis i over 50 år. Dette var en praksis som skulle fremme raskere rekruttering av stedeigne arter, og i tillegg minimere erosjon og tap av fint substrat (Østhagen & Eie, 2010). Når gressarter som ikke hører hjemme i et område blir sådd og etablert, fant Hagen et al. (2014) ut at gresset kan hemme den naturlige tilbakeføringen av stedeigne arter. Dette skyldes konkurranse mellom artene. I følge Rydgren et al (2016) kan i tillegg innsådde gressarter opptre invaderende på omkringliggende vegetasjon. Dette er konkrete årsaker til at det under restaurering av natur foreligger en aktsomhetsplikt med hensyn til forflytning av

arter for å unngå spredning av fremmede arter. Revegeteringsprosessen innebærer ofte store forflytninger av både masse og vegetasjon, avhengig av målsettingen for restaurering. Det kan utgjøre en trussel mot det lokale naturmangfoldet på stedet, grunnet spredning av fremmede arter. Arter er sett på som fremmede når de opptrer utenfor sitt naturlige spredningspotensial, og de er spredt til området bevisst eller ubevisst via menneske. Det er de fremmede og invaderende artene som utgjør en trussel for artsmangfoldet. Spredning og etablering av fremmede invaderende arter kan utgjøre en trussel mot de stedegne artene. (IUCN, 2019). For å regulere en slik uønsket økologisk risiko, ble Forskriften om fremmede organismer i Naturmangfoldloven vedtatt sommeren 2015, og trådte i kraft 1. januar 2016. Rent konkret skal denne forskriften forhindre både innførsel, utsetting og spredning av fremmede organismer (Forskrift om fremmede organismer, 2015). Arter som benyttes i restaurering bør derfor være begrenset til materialet fra det opprinnelige voksestedet. Da er plantene genetisk tilpasset klima, flora og fauna, og det økologiske mangfoldet blir opprettholdt (Mortlock, 2000).

Oppformering og innplanting av lokalt plantemateriale er en av flere revegeteringsmetoder som er med på å opprettholde artsmangfoldet ved tilbakeføring av vegetasjon og plantedekke. Det blir da produsert planter av frø eller stiklinger som oppformerer i veksthus. Hagen (2002) samlet frø fra alpine arter og fant at spiringsevnen lå mellom 60-98% for de fleste artene. Stiklinger ble også studert i samme forsøk, og flere arter hadde god evne til å slå rot. Det viste også at veksttiden i veksthus som var på åtte måneder, representerte mange år på det naturlige voksestedet, noe som kan fremskynde vegetasjonsutviklingen i revegeteringsprosessen. Aradottir (2007) har hatt god erfaring med å bruke og plante oppformerte stedegne arter som selje og bjørk i revegetering. Selje og bjørk er pioner arter, og er derfor raske til å etablere seg etter forstyrrelser, samtidig som de er nøkkelarter i utviklingen av et økosystem. De to artene har blitt benyttet som en formerings -og spredningskilde for å oppnå en raskere revegetering, et konsept som kan gjennomføres både med innplantet og oppformert plantemateriale, og med tilbakelagte torvflak. Denne revegeteringsmetoden ble benyttet i et restaureringsarbeid i Bitdalen, etter rehabilitering av en dam (Pedersen & Rosef, 2010; Rosef et al., 2015) Torvflak ble i denne revegeteringsprosessen sortert og lagret i deponi, og etter gjennomført arbeid av dammen to år senere, ble torv lagt tilbake i forhold til fuktighet og jordbunnsforhold. Torvflakene ble plassert som tuer på området for å fungere som frø og formeringskilder. Revegeteringsarbeidet i Bitdalen ble gjennomført på stedegen jord, en metode hvor opprinnelig vekstjord og undergrunns jord blir benyttet, og gir et godt utgangspunkt i

økologisk restaurering. Sjansen for en reetablering av de lokale artene øker ettersom frøbanken og plantedeler er i jorda. Naturlig revegetering innebærer reetablering ved spontan etablering fra frøbanken i den stedege jorda, i tillegg til at vegetasjon vokser inn fra omkringliggende områder. Naturlig revegetering har gitt gode resultater i flere anlegg (Rosef et al., 2015; Skrindo & Pedersen, 2004) og tilfredsstillende vegetasjonsetablering er oppnådd allerede etter noen sesonger. Revegeteringspotensial for ulike type vekstjord varierer mellom habitater, det skyldes store forskjeller på vanninnhold, frøbank, og mengde organisk materiale i jorda (Skrindo & Pedersen, 2004).

Revegetering etter et inngrep er viktig for å fremme og tilbakeføre artsrikdom spesielt i alpine strøk, hvor vegetasjonen etablerer seg og ofte vokser i tøffe og uforutsigbare miljøforhold (Urbanska & Fattorini, 2000). Fjellplanter er utviklet og tilpasset et værhardt klima med kort vekstsesong, lav gjennomsnittstemperatur, sterk vindpåvirkning og intens solinnstråling. (Billings & Mooney, 1968). Reproduksjon til planter i alpine strøk er basert på både kjønn og ukjønn (vegetativ) formering, og hos artene kan det være stor variasjon på levedyktigheten til frø imellom år (Chambers, 1989). Den korte kjølige vekstsesongen er en av grunnene til at vegetasjon etablerer seg sent i de alpine områdene. En annen grunn er jordsmonnet, hvor enkelte jordtyper er sterkt utsatt for erosjon. I tilfeller hvor vekstjord blir fjernet kan det ta veldig mange år før ny jord blir dannet (Billings, 1973). Det kan derfor ta lang tid før alpine økosystemene naturlig tilbakeføres etter en forstyrrelse (Rydgren et al., 2011). Revegetering er derfor en svært viktig metode i slike lav produktive og sårbare økosystemer.

Det har blitt gjennomført en revegetering av fjellvegetasjon ved Sønstevatn, hvor målet var å tilbakeføre opprinnelig vegetasjon, gjennom innplantet materiale og å tilrettelegge for naturlig gjenvækst (Pedersen, 2015). Revegeteringsarbeidet ble utført i forbindelse med rehabilitering av en dam, et av flere rehabiliteringsprosjekter i Norge som er gjennomført på grunn av nye sikkerhetskrav fra NVE. Skagerak Kraft AS oppgraderte derfor Dam Sønstevatn i 2013-2015 for å kunne håndtere økte nedbørsmengder i fremtiden. Dammen ble bygget i årene 1964 -65, og er en steinfyllingsdam som ligger 1060 moh. Oppgraderingen gikk ut på å plastre med naturstein, og store steinblokker ble stablet på utsiden og innsiden av dammen (Rosvold, 2016; Skagerak Energi, 2010). I denne prosessen ble det etablert et steinbrudd og tilgrensende rigg/deponiområde sør for dammen. Det tilhørende steinbruddet dekker et areal på ca. 3 daa og er plassert under en fjellrygg med sterk helling på sør og vestsiden.



*Figur 2. Lyng- og dvergbjørkvegetasjon ved bruddet.*



*Figur 1. Terrengformingen av steinbruddet tok utgangspunkt i eksisterende terreng og ble plassert i tilknytning til en bratt fjellrygg, og nytt terrenget ble formet ut ifra den naturlige hellingen på stedet (Pedersen, 2012).*

Området for restaurering var svært grunnlendt, og det ble derfor antatt at det ved avdekking av jord i liten grad ville være mulig å ta ut intakte vegetasjonsflak (Pedersen, 2012).

Løsmasser som toppjord, humus og mineraljord, samt naturstein ble deponert hensiktsmessig. Det ble produsert planter fra frø og stiklinger, som ble samlet inn på stedet i 2013. Nytt terreng ble bygget i steinbruddet etter endt anleggsperiode, med sprengstein og jord fra stedet. Steinbruddet ble formet som en videreføring av en markert og bratt fjellrygg som den er tilknyttet til, og de oppformerte plantene ble plantet inn i vekstsesongene 2014 og 2015 (Pedersen, 2015).

Det er begrenset kunnskap om revegetering med innplantet oppformert stedegent plantemateriale, og det er derfor viktig at det blir gjennomført studier for å få økt forståelse rundt tema. I denne oppgaven vil jeg ta for meg resultatet av revegeteringsprosessen som er foregått i steinbruddet ved Sønstevatn dam. Det er utført et mer omfattende arbeid med innplanting i steinbruddet, og denne oppgaven vurderer kun deler av denne revegeteringen. Formålet med dette studiet er å dokumenter potensialet for enkelte plantearter for bruk i revegetering, i tillegg til å vurdere potensialet til den stedegne jorda som vekstjord og kilde for naturlig vegetasjonsetablering. Spørsmål som blir drøftet er:

1. Vil de oppformerte artene som er plantet inn etablere seg i den stedeagne jorda i steinbruddet?

2. Hvilke arter vil naturlig etablere seg i den stedeagne jorda i steinbruddet?

### 3 MATERIAL OG METODE

---

#### 3.1 OMRÅDE BESKRIVELSE

Feltarbeidet ble utført ved Dam Sønstevatn ved Imingfjell. Området ligger på østsiden av Hardangervidda i Buskerud fylke. I følge Puschmann (2005) tilhører området landskapsregion «Låg fjellet i Sør-Norge». Dette er den mest vannrike landskapsregionen. Typisk for denne regionen er fjellområder med betydelige høydeforskjeller, fra små og store daler, til fjell på opptil 1500 meter over havet. Vegetasjonen domineres av spredte områder med fjellskog. I tillegg består de lavalpine sonene av blant annet vierkratt i de fuktigere områdene, og lyng og dvergbjørk på de mer tørrere områdene.



Figur 3. Kartet viser studieområdet steinbruddet (markert i rødt) lokalisert ved Dam Sønstevatn ved Imingfjell i Sør -Norge(Google maps, 2019; Norgeskart, 2019).

Ut ifra kart av (NGU 2016) viser det at berggrunnen i det tilbakeførte steinbruddet hovedsakelig består av gabbro, amfibolitt og tonalitt, med løsmateriale fra tykk morene. I den opprinnelige vegetasjonen dominerte ifølge Pedersen (2012) dvergbjørk og lav på de tørrere områdene, med innslag av lyng som tyttebær, krekling og blåbær. I partiene med noe mer fuktighet, dominerte røsslyng, dvergbjørk og torvmose, med noe vier og einer. Vegetasjonen på de våteste områdene ble dominert av myrull og starr.

### **3.2 NEDBØR OG TEMPERATUR**

En vekstsesong menes her summen av dager hvor døgnmiddeltemperaturen overstiger 5°C fra mai til og med september (Framstad & Norsk institutt for, 2003).

Gjennomsnittstemperaturen i juli 2015 var noe lavere enn normalen. August og september viste derimot til litt høyere verdier, 1-2 C°. Gjennomsnitts temperaturen i den andre vekstsesong 2016, var mai, juni, juli, august og september alle over normalen. I 2017 var mai og september over normalen, mens juni, juli august lå litt under.

Nedbørsgjennomsnittet i vekstsesongen 2015 var i mai og september høyest på 184,8 og 171,7 % av normalen. Lavest var nedbørsgjennomsnittet i juni med 83,4%. I 2016 var gjennomsnittet på 113-125,4% av normalen i mai, juli og august. I Juni og september var det lavest på rundt 71,7-73,2%. Vekstsesong 2017 lå nedbørsmengden for mai, juni, august og september på 119,9-136,7% av normalen, mens juli lå på laveste med 96,4% (Tabell 1)(Yr 2018).

Tabell 1. Viser månedlig gjennomsnittstemperatur sammenlignet med normaltemperatur, og gjennomsnittsnedbør for 2015, 2016 og 2017.

Måned	Gjennomsnittstemperatur ° C			Normalavvik ° C			Nedbør%		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Januar	-4,6	-10,2	-5,4	4,4	-1,2	3,6	183,4	112,5	63,3
Februar	-3,5	-5,8	-5,6	5,4	3,1	3,4	81,3	123,4	97
Mars	-1	-1,4	-2,1	3,7	3,4	2,6	114,9	107,3	86,7
April	1,7	0,7	0,4	2	1,1	0,8	59,7	133,6	122,3
Mai	3,1	6,3	6	-1,8	1,5	1,2	184,8	125,4	126,6
Juni	7,4	10,4	8,8	-1,7	1,3	-0,3	83,4	71,7	128,2
Juli	10,4	11,3	10,7	-0,3	0,5	-0,1	132,9	113	96,4
August	11,7	10,9	10,5	1	0,2	-0,3	114,3	120,1	136,7
September	8	10,5	7,8	1,7	4,2	1,5	171,7	73,2	119,9
Oktober	3	1,4	2,7	0,9	-0,8	0,6	16,6	24,4	134
November	-1,1	-4,1	-3,4	2,7	-0,3	0,5	90,3	133,8	119,8
Desember	-2,4	-2,3	-6,3	5,1	5,1	1,2	132,5	73,2	111,2

### 3.3 REVEGETERING AV OMRÅDET.

Plantematerialet som ble benyttet i oppformering ble samlet inn i august 2013. Stiklinger og frø ble tatt fra mange individer innen hver art, i direkte nærhet av det forstyrrede arealet. De fleste artene som ble produsert fra frø ble priklet i pluggbrett P95 på sommeren 2014.

Stiklinger ble ikke lagret, men stukket umiddelbart i potter med åpning 10 x 10 cm.

Vekstjorda til plantematerialet var gjennomrota, og det var friske røtter i utkanten av rotklumpen. De oppformerte plantene ble plantet inn i juli 2014 og 2015 i ubearbeidet jord i steinbruddet.





*Figur 4. Oppformert plantemateriale.*

*A: Pluggplanter (fra venstre) sauesvingel, gullris og smyle.*

*B: Viser pluggplanter av dvergbjørk.*



*Figur 5. Planter som er dyrket i pottes: (Fra venstre) einer, krekling og røsslyng. Vekstjorda var gjennomrota, og det var en variasjon i utseende på røttene til plantene på bilde som skyldes artsforskjeller.*

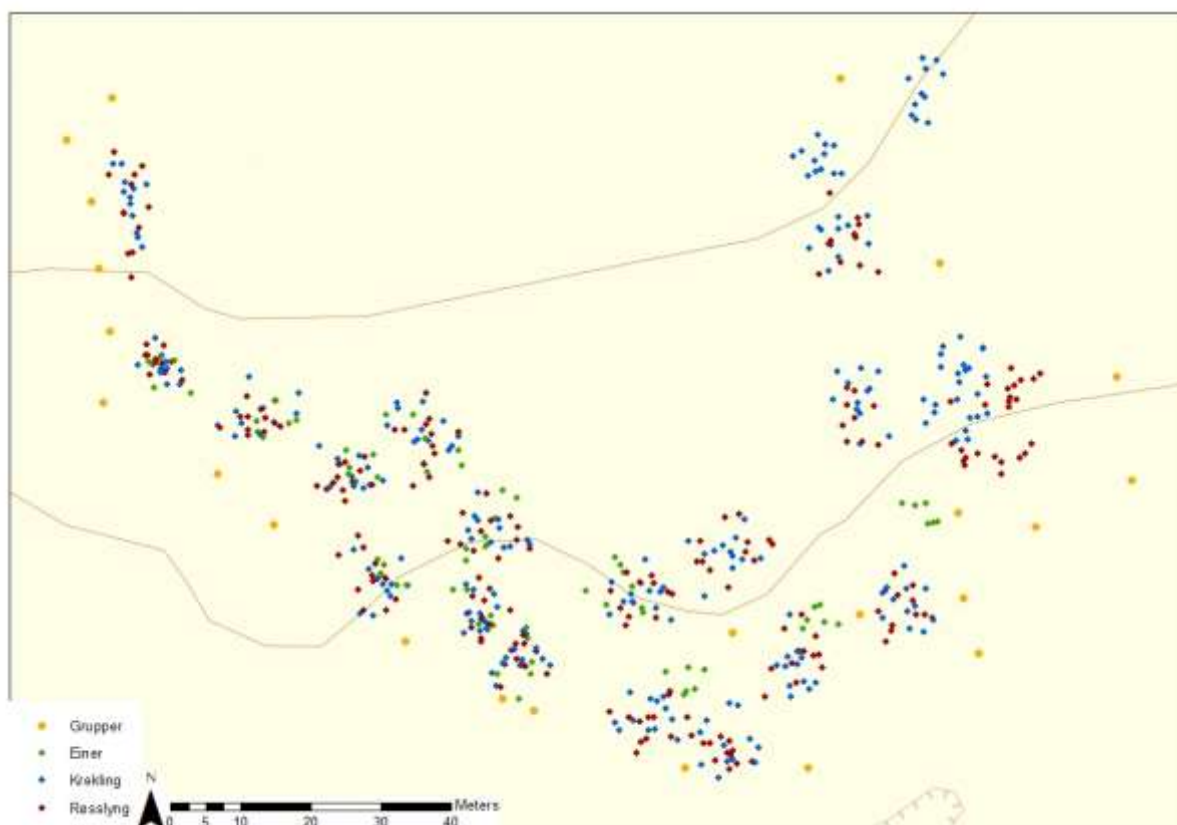


Det oppformerte plantematerialet som ble studert besto både av arter innen gras, lyng, urter og busker. Arter som ble produsert fra frø var smyle, sauesvingel, gullris, og dvergbjørk, og fra stiklinger ble det produsert einer røsslyng og krekling.

Tabell 2. Oversikt over området for plassering, utplantnings tidspunkt, antall grupper og plantearter som ble registrert i vekstsesong 2016 og 2017.

Området for utplantning	Dato for utplantning	Antall grupper	Arter	Antall planter
Langs øvre del av bruddet, og delvis ned i skråningen i vestre del av bruddet.	02.07.2014.	23	Gullris	46
			Smyle	46
			Sauesvingel	184
	22.08.2014	23	dvergbjørk	92
Plantet jevnt fordelt i bruddet.	07.07.2015	19	Krekling	258
			Røsslyng	228
			Einer	23
Plantet ut i de øvre delene av bruddet.	06.08.2015	3	Einer	18
		6		36

I tillegg til plantematerialet som ble studert, var det også plantet inn rabbesiv (*Juncus trifidus*) (60 stk.), sauesvingel (90 stk.) og smyle (50 stk.) i den østre delen av steinbruddet. I den søndre delen, nær opprinnelig terreng, var det plantet inn sauesvingel (95 stk.) i et sammenhengende felt. Langs øvre deler og ned i skråningen vest i steinbruddet var det plantet inn smyle (10 stk.), sauesvingel (48 stk.) og dvergbjørk (48 stk.) I denne delen ble det også sådd sauesvingel og smyle i ruter på ca. 30cm x 40 cm, med en frømengde på 0,5 g frø pr m<sup>2</sup>.



Figur 6. Kart over plasseringen til de 19 gruppene av einer, røsslyng og kreking, og de 23 gruppene av dvergbjørk, gullris, sauesvingel og smyle.

### 3.4 REGISTRERING AV VEGETASJON OG JORDFORHOLD

#### 3.4.1 Registrering av plantet vegetasjon.

Plantenes tilstand og tilvekst ble registrert i vekstsesongene 2016 og 2017. Tilstanden ble vurdert basert på parameter for helhetsinntrykk, og følgende parameter ble registrert:

Helhetsinntrykket

- 0= Død (Figur 7)
- 1= Meget svakt (Figur 8)
- 2= Svakt (Figur 9)
- 3= Ganske bra (Figur 10)
- 4= Meget bra (Figur 11)
- 5= Svært bra (Figur 12)



*Figur 7. Karakter 0 indikerte at individet var dødt.*



*Figur 8. Karakter 1 uttrykte at helhetsinntrykket var meget svakt.*



*Figur 9. Karakter 2 uttrykte at helhetsinntrykket var svakt.*



*Figur 10. Karakter 3 uttrykte at helhetsinntrykket var ganske bra.*



*Figur 11. Karakter 4 utrykte at helhetsinntrykket var meget bra.*



*Figur 12. Karakter 5 utrykte at helhetsinntrykket var svært bra.*

For artene einer, røsslyng og krekling ble det utført to tilstandsregistreringer hvert av årene. En tidlig registrering i juni-juli, og en senere i august, slik at helhetsinntrykket ble notert fire ganger totalt sett. Hver enkelt plante ble lokalisert, merket og registrert på GPS (Global Positioning System).

For gruppene av dvergbjørk, gullris, sauesvingel og smyle ble helhetsinntrykket for hver art kun registrert en gang hver vekstsesong. Denne registreringen ble utført i august-september. For disse gruppene ble sentrum innen den enkelte gruppen merket og registrert på GPS.

*Tabell 3. Tidspunkt for registreringer av helhetsinntrykk som er utført i løpet av de to vekstsesongene.*

Arter	År	Vekstsesong	Dato for registreringer
<b>Krekling, einer, røsslyng</b>	2016	Vår	28.jun
		Høst	18.aug
	2017	Vår	06.jul
		Høst	29.aug
<b>Gullris, smyle, sauesvingel, dvergbjørk</b>	2016	Høst	18.aug
	2017	Høst	07.sep



Misfarging av krekling ble observert tidlig i vekstsesongen i 2017. Symptomene ga en dyp rød farge til plantevevet, og omfanget av misfargingen på de skadde plantene ble notert. Plantene ble kategorisert etter følgende skala:

1=Uskadd (Figur 13).

2=Noe skadd (Figur 14).

3= Mye skadd (Figur 15)



*Figur 13. Karakter 1 uttrykte at planten var uskadd.*



*Figur 14. Karakter 2 uttrykte at planten var noe skadd.*



*Figur 15. Karakter 3 uttrykte at planten var mye skadd.*

Tilveksten ble målt på artene einer, røsslyng og krekling. Hver plante ble målt på slutten av vekstsesongene 2016 og 2017. Fem dominerende skudd ble målt med målebånd. Deretter ble gjennomsnittet beregnet. Dersom planten kun hadde to langskudd, ble de to målt og gjennomsnittet ble rundet ned til hele centimeter.

På slutten av vekstsesong 2017, ble den totale veksten for hver enkelt plante registrert ved å måle diameteren. Det bredeste området på planten ble benyttet, og veksten ble målt i hele centimeter (Figur 16). Det ble tatt mål av høyden til enkelte planter av artene sauesvingel, smyle, gullris og dvergbjørk begge år for å få en representativ størrelse av arten.



*Figur 16. Den totale veksten ble målt.*

### **3.4.2 Registrering av den naturlig etablerte vegetasjonen.**

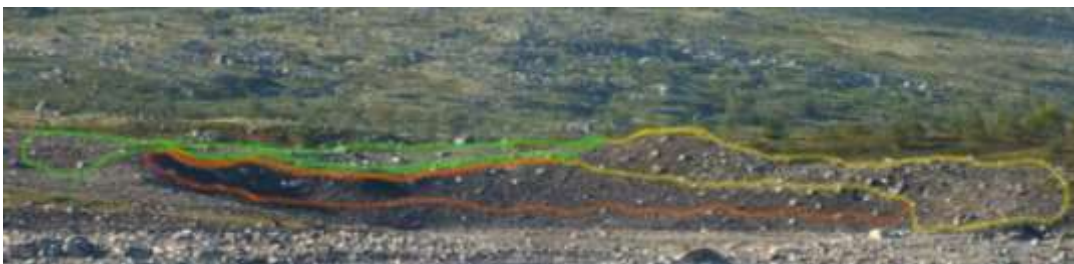
For å kartlegge vegetasjonsdekningen som hadde utviklet seg ved naturlig revegetering, ble artene identifisert og registrert. Det ble opprettet transekter der det ble trukket et målebånd fra plataået, ved eksisterende terreng og ned til bunnen av steinbruddet. Det var i alt ni transekter, og lengden på hvert transekt målte 50 meter. For å bestemme dekning og frekvensen av artene ble det brukt analyserute à 0,5 x 0,5 meter med 16 små ruter, og mellom hver rute var avstanden på ca. 4 meter. For å utføre registreringsarbeidet ble det benyttet GPS for å registrere startposisjon til transektene, et målebånd for å synliggjøre transektet og Norsk flora (Lid et al., 2005) for å identifisere artene.

Innen starrfamilien (*Cyperaceae*) ble det identifisert to arter, frynsestarr (*Carex paupercula*) og seterstarr (*Carex brunnescens*). En del av starrplantene var små frøplanter og vanskelig å identifisere, derfor benevnes alle arter innen denne familien som starr (*Carex*).



Figur 17. I tillegg til den spontant etablerte vegetasjonen, ble også arealet av bar jord og stein registrert.

### 3.4.3 Registrering av jordforhold.



Figur 18 . De tre områdene basert på humus i mineraljorda. Grønt område er humusfattig, gult område er noe humus og rødt område er mye humus.

29 august 2017 ble kvaliteten på den synlige jorda som plantegruppene vokste på vurdert. Basert på disse vurderingene ble bruddet delt inn i områder for å tydeliggjøre samspillet mellom jordforhold og planter. Oppdelingen ble basert på synlige mengder av humus i mineraljorda. I tillegg til at de tre områdene skilte seg fra hverandre i forhold til humusinnhold, var de ulike i forhold til vind- og soleksponering. De midtre og nedre arealene av bruddet var område 1. Her var plantene i mindre grad utsatt for store variasjoner i vindstyrke og solinnstråling, og i vintersesongen kunne snøen bli liggende lengre enn på de to andre områdene. Jorda på dette området var rik på humus. Område 2 var en bratt helling i bruddet, som strakk seg fra platået, og nordover mot vannet. Selve hellingen lå østvendt, og jordforholdene besto av noe humus. Område 3 lå i den sør-vestlige delen av bruddet på platået og sørover. Et areal som lå på nivå med eksisterende terreng, og hvor plantene var eksponert for sterk solinnstråling og vind. Her besto jorda av mineraljord som var svært humusfattig. (Figur 18).

Jorda rundt hver enkelt plante ble også registrert, også den ble bestemt ut ifra innholdet av humus. Fra minimalt med humus til torvbiter av humus.

Humusinnholdet ble kategorisert i forhold til en skala:

1= Humus/organisk jord

2= Mye humus

3= Noe humus

4= Minimalt med humus

Jord som har humusinnhold i kategori 1 kan ha innhold av mineraljord.

For å dokumentere inn mer informasjon om jordforhold ble det tatt jordprøver i august høsten 2016. Syv ulike lokaliteter i bruddet ble plukket ut basert på jordas farge tekstur, og innhold Eurofins Agro testing Norway As.



Tabell 4. Viser hvor de syv jordprøvene er tatt i bruddet og en visuell vurdering av jordtypene på stedet.

Jordprøve	Uttaksområdet i bruddet	Vurdering
1	På platået på nivå med eksisterende terreng. Den søndre delen av bruddet	grov og steinrik, svært humusfattig mineraljord med lite plantedeler.
2	Sørvest i bruddet, øvre del.	Humusfattig mineraljord farget av jernforbindelser med mye synlige planterester i overflata.
3	Fra midtre, vestre del nederst.	En blandingsjord, relativt lite humus, mye synlige planterester noe rød farge.
4	Sørøst for jordart 3, nedre del.	Humusholdig jord med mye planterester, steinfattig, mørkebrun farge med noe rødlig.
5	Nordvestre del av bruddet.	Humusholdig jord med mye planterester, steinfattig, mørkebrun farge.
6	Ytterst på odden, på den nordre delen.	Mineralrik jord med mye stein og grus. Ujevnt fordelt med torv og skrinne steinrik jord.
7	På odden den den nordre delen.	Torv med innslag av mineraljord.

### 3.5 BEHANDLING AV DATA.

Data som ble samlet inn fra området ble ført inn på pc til bearbeiding. Det ble deretter gjennomført statistiske analyser av datamaterialet ved å benytte programmet SAS (Statistical Analysis System) versjon 9.4 hvor arter ble testet opp mot hverandre og ulike miljøvariabler. Microsoft Office Excel 2010 ble benyttet ved fremstilling av tabeller.

## 4 RESULTATER

### 4.1 UTVIKLINGEN TIL EINER, RØSSLYNG OG KREKLING

#### 4.1.1 Artsforskjeller.

Som vist i *Tabell 5* var det signifikante forskjeller i helhetsinntrykk mellom einer, røsslyng og krekling ( $< 0.001$ ) Einer hadde best helhetsinntrykk av de tre artene, mens røsslyng hadde dårligst. Det var lite forskjell på årene for einer og krekling, men hos røsslyng ble det registrert en variasjon mellom 2016 og 2017.

*Tabell 5. Helhetsinntrykk til røsslyng, einer og krekling på de ulike jordarter med ulikt humusinnhold i år 2016 og 2017. Humus / Organisk jord (jord 1), mye humus (jord 2), jord med noe humus (jord 3) og humusfri jord (jord 4). Bokstavene angir statistisk sikker forskjell mellom de ulike områder og arter ( $P$ - verdi  $< 0,001$ ).*

Høst Helhetsinntrykk											
	Jord 1		Jord 2		Jord 3		Jord 4		Gj.snitt 2016	Gj.snitt 2017	Begge år
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017			
Einer	5.0	4.8	4.8	4.9	4.9	4.8	4.4	3.7	4.8	4.6	4.7A
Røsslyng	2.8	3.5	2.8	3.9	2.5	3.5	2.2	2.4	2.5	3.3	2.9C
Krekling	4.1	4.2	4.5	4.4	4.1	4.2	4.1	4.0	4.2	4.2	4.2B
Gj.snitt	3.8	4.0	3.8	4.3	3.5	4.0	3.4	3.3	3.6B	3.9A	
Begge år	3.9BA		4.1A		3.7B		3.4C				

For røsslyng var det et forbedret helhetsinntrykk fra 2016 til 2017. Første året så ikke plantene ut til å trives. Mange røsslyng var litt skrantne, med tørre partier og døde kvister. Året etter var dette bilde noe endret, og en større andel røsslyng hadde flere grønne partier med nye skudd. Helhetsinntrykket for einer var best det første året (Tabell 5). Plantene var da generelt kraftige, friske og grønne. Året etter var helhetsinntrykket noe dårligere, og flere av plantene hadde partier med døde nåler og brune skudd. Krekling hadde ingen forskjell mellom år når vi sammenligner høstregistreringene. Dette til tross for registrerte vinterskader på våren 2017.

Det var signifikante forskjeller i tilvekst mellom artene. Den var best hos einer, og dårligst hos røsslyng. Det var forskjell mellom årene, og for alle tre artene avtok den gjennomsnittlige tilveksten fra 2016 til 2017 (Tabell 6).

*Tabell 6. Tilvekst til røsslyng, einer og krekling på de ulike jordarter i år 2016 og 2017. Bokstavene angir statistisk sikker forskjell mellom de ulike områder og arter (P- verdi < 0,001).*

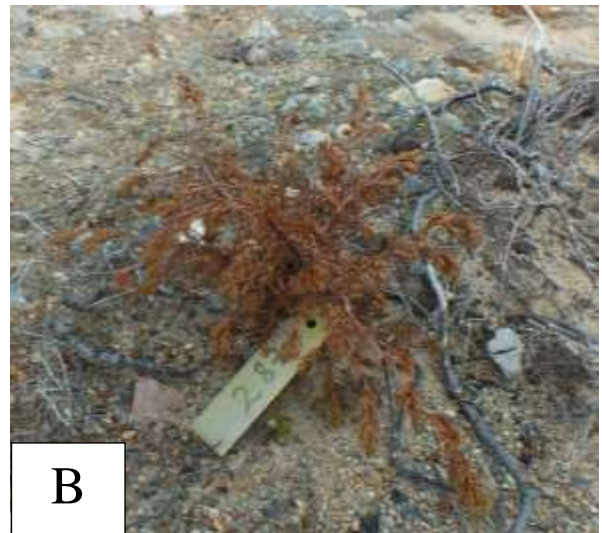
<b>Høst Tilvekst(cm)</b>											
	Jord 1		Jord 2		Jord 3		Jord 4		Gj.snitt 2016	Gj.snitt 2017	Begge år
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017			
Einer	3.5	2.7	2.9	2.7	3.0	2.7	2.4	2.0	2.8	2.5	2.7A
Røsslyng	1.7	1.1	1.9	1.3	1.8	1.3	1.5	0.9	1.7	1.2	1.5C
Krekling	2.6	1.8	3.1	2.2	3.0	2.0	2.7	1.7	2.9	1.9	2.4B
Gj.snitt	2.5	1.7	2.6	1.9	2.5	1.8	2.2	1.5	2.1A	1.7B	
Begge år	2.1A		2.2A		2.1A		1.8B				

Røsslyng hadde lavest tilvekst begge årene, og arten hadde en total gjennomsnittsdiameter på rundt 23 cm. Tilveksten til einer avtok i mindre grad mellom de to årene, enn hos røsslyng og krekling, og av de tre artene hadde einer best vekst den siste sesongen. Enkelte einer var små, og forgreiningen blant plantene varierte. Einer har imidlertid en mer opprett vekstform enn røsslyng og krekling, og totalt sett hadde arten en gjennomsnittsdiameter på rundt 27 cm. Tilveksten avtok mest hos krekling i siste sesong. Planter som i mange tilfeller hadde en kompakt vekstform den første sesongen, fikk etter hvert en mer glissen form, og bredte seg i større grad utover bakken sesongen etter. Gjennomsnittlig diameter for krekling var på ca.28 cm.

#### 4.1.2 Betydning av jordforhold.

Helhetsinntrykket var signifikant dårligere på den humusfrie jorda (jord 4), enn på de andre humusholdige jordtypene (Tabell 5). Best helhetsinntrykk ble registrert på jorda med mye humus (jord 2), men det var ingen statistisk sikker forskjell mellom jordtypen med humus /organiske jord (jord 1), mye humus (jord 2) og jord med noe humus (jord 3).

Einer som sto i den humusfrie jorda (jord 4), var generelt mer pjuskete og småskadet, og det var en betydelig forskjell på helhetsinntrykk for arten mellom de to årene, hvor siste sesong var dårligst (Figur 19).



Figur 19. Einer i den humusfrie jorda på platået som er på nivået med eksisterende terreng, samme individ er avbildet med ett års mellomrom.

A: August 2016.

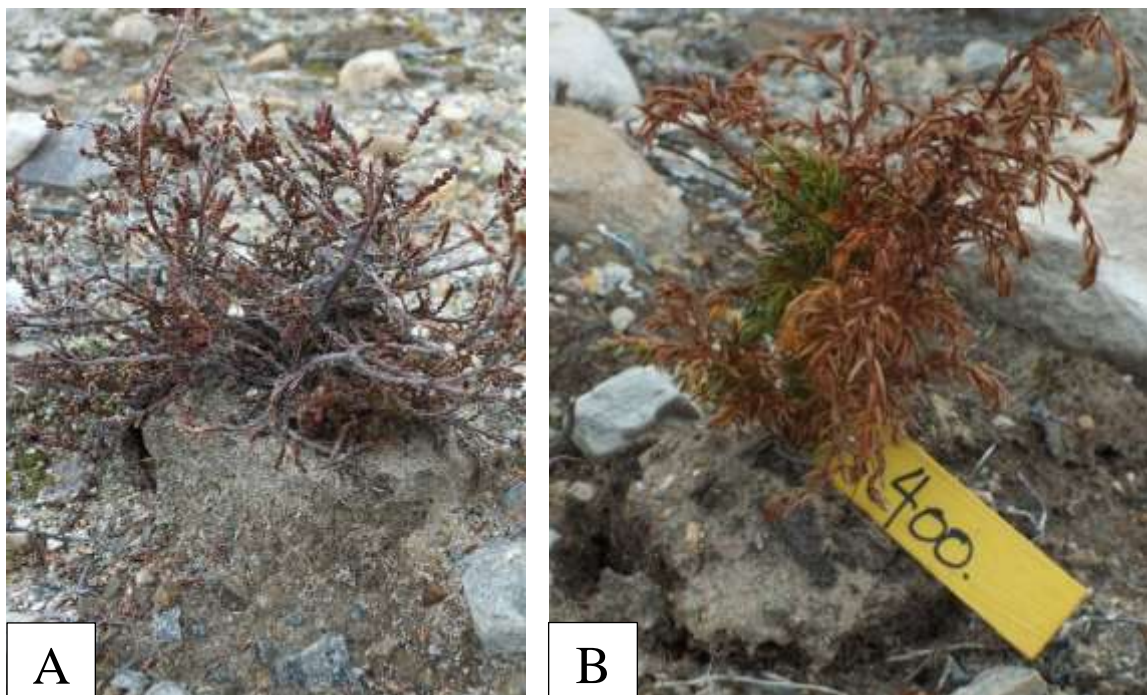
B: August 2017.

Rotklumpen til einer var i enkelte tilfeller presset noe opp av jorda, i den humusfrie jordtypen. I tillegg hadde vann vasket bort noe av vekstjorda, slik at rotklumpen ble ytterligere eksponert (Figur 20B).

(Tabell 5) viser at røsslyng hadde et noe forbedret helhetsinntrykk i den humusfrie jorda (jord 4) i 2017, men også hos røsslyng var rotklumpen eksponert i denne jordtypen (Figur 20A).

Det ble registrert flest døde planter av røsslyng, og de døde plantene ble registrert på alle områdene i steinbruddet. Første sesongen var det 10 døde planter, og året etter var dette antallet økt til 16. Flest døde plantene sto i arealer med den humusfrie jorda (jord 4).

Krekling reagerte mer likt på de fire forskjellige jordtypene (Tabell 5).



*Figur 20. Planter presset litt opp av jorda når de var plantet i humusfri mineraljord (jord 4), på platået. Vannet hadde i tillegg vasket rundt plantene og fjernet jorda slik at vekstjord og røtter ble eksponert. Dette gjorde det vanskeligere for disse plantene å etablere seg. Juni 2016.*

*A: Røsslyng*

*B: Einer*

Tilveksten for artene var signifikant dårligst på den humusfrie jorda (jord 4), men det var variasjon mellom artene. Einer og røsslyng reagerte mer negativt på den humusfrie jorda (jord

4), mens denne jordtypen ikke hadde noe vesentlig betydning for tilveksten hos krekling. For artene avtok tilveksten på alle jordtypene fra 2016 til 2017 (Tabell 6).

#### 4.1.3 Vinterskader på krekling.

Det ble påvist betydelig skader på mange krekling våren 2017. Tilsvarende skader ble også observert flere steder i naturlig bestand. Etter vinteren hadde mange planter større eller mindre partier hvor bladene var dyp brunrøde (Figur 21). Disse misfargede partiene var lokalisert ulike steder på plantene. Enkelte ganger ble misfargingen observert på midtre og øvre delen av planten, mens andre ganger var halve delen av planten skadet. Generelt var det de høyeste plantene, og de øverste delene av plantene som var sterkest skadd.

Skadene etter vinteren varierte med plasseringen til plantene, og det var en signifikant forskjell mellom de tre områdene i steinbruddet (Tabell 7). Flest og størst skader var det på krekling i det mest eksponerte arealet i steinbruddet (område 3). Det var i mindre grad, og i færre tilfeller skader på plantene i den bratte østvendte delen av steinbruddet (område 2). I midtre- og nedre partiet i steinbruddet ble det observert lite vinterskader (område 1). Mange av plantene som tidlig i sesongen ga et dårlig helhetsinntrykk, viste forbedring utover i vekstsesongen. De brune partiene som var godt synlige hos mange planter tidlig i sesong 2017 (Figur 22A), hadde senere i sesongen fått en lysere brun og mindre fremtredende farge. Årsskuddene hadde god vekst og gjorde de skadde bladene mindre dominerende (Figur 22B). For enkelte av plantene som står på plataået, var ikke dette tilfelle. De hadde fremdeles den dype brune fargen, og det var ikke nye skudd i de skadde områdene.

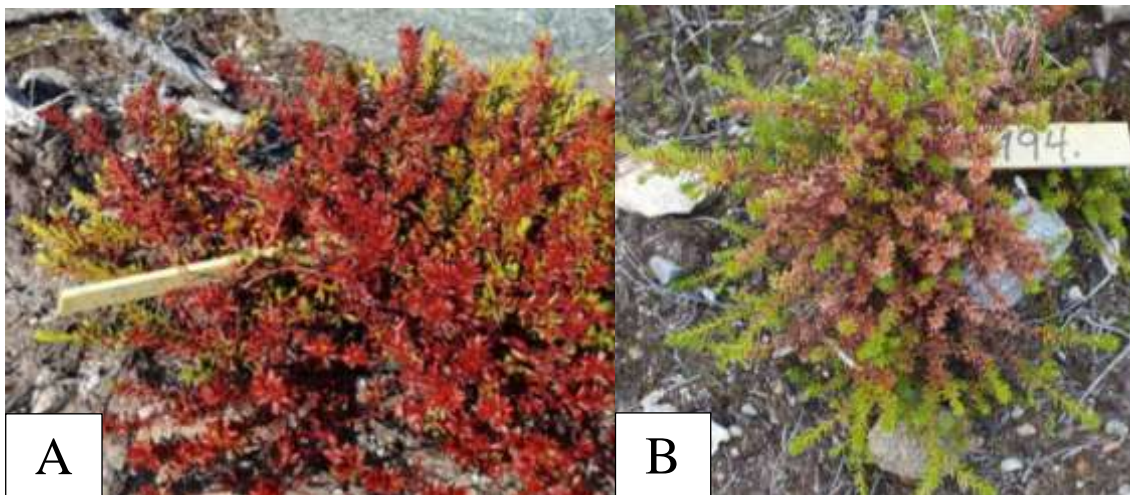
Tabell 7. Skadeomfang på krekling i de tre områdene i bruddet. De ulike bokstavene angir statistisk sikker forskjell mellom de ulike områdene. (P- verdi < 0,001).

Krekling			
Område	Skade	Antall	
På nivå med eksisterende terreng, plataå (3)	2.6A	94	
Bratt østvendt skråning (2)	1.9B	60	
Midtre og nedre del (1)	1.6C	94	





*Figur 21. Skader på krekling etter vinteren 2017 på arealet som ligger på nivå med eksisterende terreng (område 3). Skadene ga vevet på plantene en klar brun mot rødlig farge.*



*Figur 22. Skader på krekling.*

*A: Den tydelige brun mot rødlig fargen som ble observert tidlig i sesongen.*

*B: Skadene på krekling i de fleste områdene var mindre synlige ved slutten av vekstsesongen, på grunn av mer falmet vev og nye skudd.*

#### 4.1.4 Artsforskjeller.

Grasartene hadde best helhetsinntrykk, men det var ingen forskjell av betydning i helhetsinntrykk mellom sauesvingel og smyle ( Tabell 8).



*Figur 23. Sauesvingel hadde generelt et meget bra helhetsinntrykk, og en del individer hadde i 2016 en totalhøyde på ca. 35cm.*



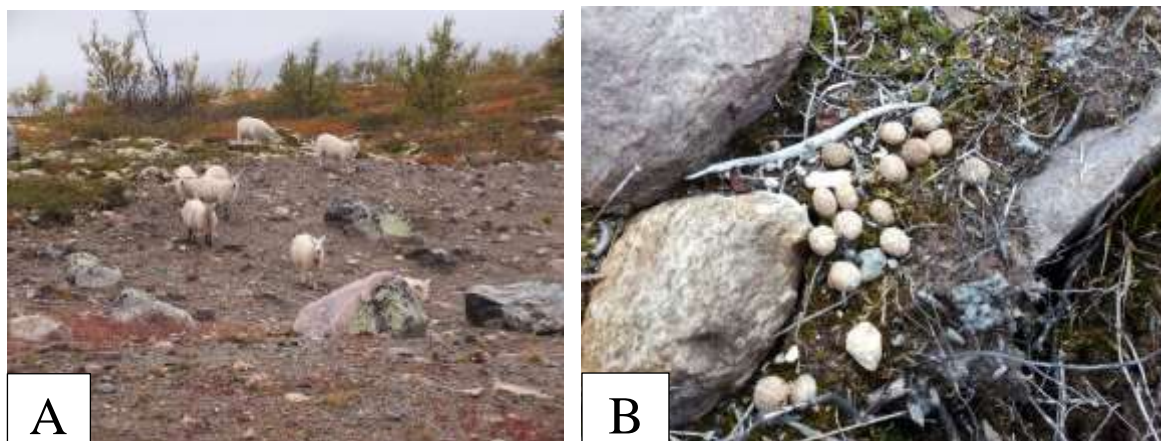


Figur 24. Mange smyle hadde et ganske bra helhetsinntrykk, og enkelte planter hadde et svært bra helhetsinntrykk som individet avbildet i 2016.

Tabell 8. Helhetsinntrykket til de fire artene på jordtyper med ulikt humusinnhold i år 2016 og 2017. Humus / Organisk jord (jord 1), mye humus (jord 2), jord med noe humus (jord 3) og humusfri jord (jord 4). Bokstavene angir statistisk sikker forskjell mellom de ulike områdene (P- verdi <0,001).

<b>Høst</b>											
<b>Helhetsinntrykk, høst</b>											
	Jord 1		Jord 2		Jord 3		Jord 4		Gj.snitt 2016	Gj.snitt 2017	Begge år
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017			
Gullris	3.3	0.8	2.9	0.2	1.9	0.1	1.1	0.0	2.0	0.2	1.1C
Smyle	3.6	3.3	4.1	3.2	2.7	3.9	2.7	3.8	3.2	3.6	3.4A
Sauesvingel	4.4	4.6	4.4	4.6	3.3	3.5	3.2	3.0	3.7	3.7	3.7A
Dvergbjork	2.4	2.5	1.9	2.5	2.1	2.5	1.8	1.9	1.9	2.0	1.9B
Gj.snitt	3.7	3.4	3.5	3.3	2.8	2.6	2.5	2.4	3.0A	2.8A	
Begge år	3.6A		3.4A		2.6B		2.5B				

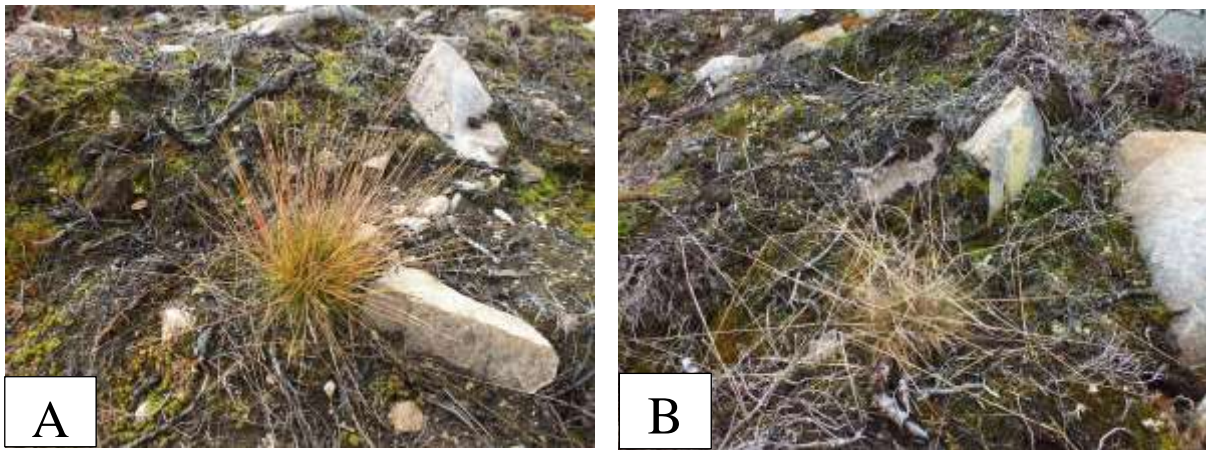
Det var ingen endring i helhetsinntrykket hos sauesvingel mellom de to vekstsesongene. Det til tross for at det var 78% av plantene som hadde beiteskader siste sesong, mens det året før var kun 4% (Tabell 9). Hos enkelte planter var strå beita helt ned, og hos andre var det kun blomsterstanden som var spist. Generelt var bladene på plantene uskadd, og grastuene så ut til å ha etablert seg godt på området. Smyle var den av artene som forbedret helhetsinntrykk gjennom de to sesongene (Tabell 8), selv om størst andel av planter var berørt av beiting det siste året, og 39% hadde større eller mindre skader (Tabell 9). Tross skadene på blomsterstand og strå, hadde tuer av bladverk hos smyle god vekst.



*Figur 25. Dyr og spor av dyr i steinbruddet.*

*A: Sauer ble sett i og ved bruddet ved ulike anledninger, spesielt i 2017. Dette førte til en del sauetråkk i vekstjorda.*

*B: Hareavføring ble også observert.*



Figur 26. Gras som var beitet på i steinbruddet.

A: Hos de fleste grastuene som var beitet på var kun blomsterhodene fjernet.

B: Enkelte planter hadde også større skader hvor både og strå og blad var beitet.

Tabell 9. Antall planter av de fire artene som har beiteskader eller som ikke er gjenfunnet i 2016 og 2017.

	2016		2017		Totalt antall plantet
	Beiteskade	Ikke gjenfunnet	Beiteskade	Ikke gjenfunnet	
<b>Gullris</b>	14	14	2	42	46
<b>Sauesvingel</b>	10	9	143	25	184
<b>Smyle</b>	2	5	18	5	46
<b>Dvergbjørk</b>	6	10	8	40	92

Totalt sett hadde gullris svak vekst og plantene hadde dårligst helhetsinntrykk, betydelig dårligere enn dvergbjørk. Helhetsinntrykk hos dvergbjørk var noe forbedret i 2017 enn i 2016 (Tabell 8), tross at beitetrykket økte noe siste året (Tabell 9).





*Figur 27. Dvergbjørk hadde et svakt helhetsinntrykk i 2016 og 2017.*

For gullris var det stor variasjon på helhetsinntrykket mellom de to årene ( *Tabell 8*). Første året blomstret 10 av de 32 gullrisplanter, og samtlige så ut til å etablere seg. Siste året derimot ble få planter registrert, og alle var små, og med lav vitalitet. To av de gjenlevende gullrisplantene var beitet på. 30 % av utplantet gullris ble ikke funnet igjen første året. Tapet av gullrisplanter økte siste året, og hele 91% plantene ble ikke funnet igjen. Dvergbjørk hadde også et merkbart tap det siste året på 43 % (*Tabell 9*).



*Figur 28. Gullris med god vekst i 2016, men blomsterstanden er beitet.*



*Figur 29. Få gullris ble gjenfunnet i 2017, og de var små.*

#### **4.1.5 Betydning av jordforhold**

Helhetsinntrykket var signifikant dårligst på jord med lite humusinnhold (jord 3) og humusfri jord (jord 4). Grasartene reagerte forskjellig på de ulike jordtypene. Grastuene av sauesvingel var litt mindre på de to jordtypene med lite eller ingen humus (jord 3 og 4). Sauesvingel hadde generelt best helhetsinntrykk siste året, men det var ikke tilfelle på humusfri jord (jord 4). Smyle ble noe mindre påvirket av de ulike jordforholdene enn sauesvingel, men det var en variasjon mellom år. I 2016 hadde smyle et svakt helhetsinntrykk på jord med lavt humusinnhold (jord 3 og 4), mens året etter økte helhetsinntrykket for smyle i denne jordtypen (Tabell 8).

Gullris var tydelig dårligst av de fire artene på den humusfrie jorda (jord 4). Sistes sesong ble det ikke funnet og registrert noen gullrisplanter på denne jordtypen. Dvergbjørk hadde også dårligst helhetsinntrykk på den humusfrie jordtypen (jord 4), men helhetsinntrykket hos dvergbjørk økte på samtlige jordtyper det siste året (Tabell 8).

## **4.2 NATURLIG VEGETASJONSETABLERING**

Tre år etter at toppjorda ble lagt tilbake ble det funnet 22 arter totalt i de 122 rutene. Både planter som hadde spirt opp fra frøbank, og småplanter fra plantedeler ble registrert.

Det var stor variasjon i antall ruter artene ble funnet i. Mose var i flest ruter (98.4%). På jord med noe og mye humus var det mosevekst i samtlige ruter (Tabell 10). Flere steder i bruddet dekket mose jorda med et tynt lag, typisk var dette i den øvre hellingen i bruddet mot vest (Figur 30).





*Figur 30. Den øvre skråningen vest på området var mer mosedekt enn resten av steinbruddet.*

En av artene som ble registrert hyppigst var småsyre (30.3%). Småsyre dominerte (41.9%) og hadde største dekning på den humusfattige jorda (Figur 31), hvor det generelt var færre arter, og lavere dekning av hver art (Tabell 10).



*Figur 31. Viser hvordan småsyre dominerte sammen med gras på det humusfrie området.*

Grass, siv og starr ble funnet oftest og de vokste i 87.7% av de 122 rutene. Starr (*Cyperaceae*) var representert i 23.7% av rutene. Starr dominerte på alle tre jordtypene, og flest ble funnet i ruter på den humusrike jorda (33.3%). Det ble funnet flest arter innen grasfamilien (*Poaceae*), hvor sauesvingel (16.4%), sølvbunke (12.3%), smyle (10.7%) og engkvein (9.8%) ble funnet i flest ruter. Grasartene dominerte på alle de tre jordtypene. Det var allikevel flest sauesvingeler, smyle og sølvbunke på den humusrike jorda (andel på jordtypen rundt 20 %). Av gras var det flest sauesvingel på den humusfattige jordtypen (18.6%) (Tabell 10). Av sivfamilien (*Juncaceae*) ble det funnet to arter, rabbesiv og seterfrytle. De ble funnet i henholdsvis 1 og 8 ruter. Det var flest seterfrytle på den humusfattige jorda (9.3%) (Tabell 10).

Lignoser var representert i 55.7% av rutene, og det ble funnet flest krekling (18.9%). Krekling ble funnet i flest ruter på jord med noe humus (17 %) (Tabell 10). På den humusfrie jorda ble det også registrert flere små frøplanter av arten (Figur 32).



Figur 32. Viser frøplante av krekling i den humusfrie jorda, hvor den står beskyttet i ly av en stein.



Det var i tillegg en større andel blåbær (9.0%). Flest ble funnet på humusrik jord (20%) (Tabell 10) og flere små blåbærplanter som vokste fra plantedeler ble registrert her. Frøplanter ble også funnet, men de var svært små, og vanskelige å få øye på (Figur 33). Engsvingel, engrapp og fjellkvein ble kun funnet i en rute hver. 95.1% av rutene besto av åpen jord.



*Figur 33. Frøplante av blåbær funnet i jord med humus.*



*Figur 34. Frøplanter av røsslyng ble funnet i jord med humus (Tabell 10).*

Tabell 10. Viser antall ruter hver enkelt art ble funnet i på området, og antall ruter hver art ble funnet i på hver av de tre jordtypene. Den viser også gjennomsnittlig prosentandel for hver art på området, og på de tre jordtypene.

Art		Prosent andel av art funnet i de 122 rutene	Jordtype					
			Prosent andel av art i rutene på jordtype	Gj.snitt prosent i rutene den finnes	Prosent andel av art i rutene på jordtype	Gj.snitt prosent i rutene den finnes	Prosent andel av art i rutene på jordtype	Gj.snitt prosent i rutene den finnes
Latinske navn	Norske navn		Mye humus		Noe humus		Minimalt med humus	
<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein	9.8	6.7	1.3	8.3	2.2	8.3	3.2
<i>Agrostis mertensii</i>	Fjellkvein	0.8	0.0	0.0	2.1	1.0	0.0	0.0
<i>Betula nana</i>	Dvergbjørk	5.7	3.3	1.0	10.4	24.1	2.3	0.1
<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng	2.5	3.3	0.1	4.2	0.6	0.0	0.0
<i>Carex</i>	Starr spp	23.8	33.3	1.3	29.2	2.3	16.3	1.7
<i>Deschampsia caespitosa</i>	sølvbunke	12.3	10.0	2.5	18.6	0.2	7.0	0.5
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Smyle	10.7	10.0	1.0	20.8	2.1	0.0	0.0
<i>Empetrum nigrum</i>	Krekling	18.9	20.0	1.6	23.9	17.0	11.6	0.1
<i>Festuca ovina</i>	Sauesvingel	16.4	10.0	1.0	18.8	0.9	18.6	2.2
<i>Festuca pratensis</i>	Engsvingel	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.0
<i>Festuca rubra</i>	Rødsvingel	4.1	3.3	1.0	6.3	1.6	2.3	2.0
<i>Juncus trifidus</i>	Rabbesiv	0.8	0.0	0.0	2.1	0.5	0.0	0.0
<i>Luzula multiflora</i>	Seterfrytle	6.6	6.7	0.6	4.2	0.2	9.3	0.6
<i>Poa pratensis</i>	Engrapp	0.8	0.0	0.0	4.2	0.3	0.0	0.0
<i>Rubus chamaemorus</i>	Molte	1.6	3.3	0.2	2.1	2.0	0.0	0.0
<i>Rumex acetocella</i>	Småsyre	30.3	23.3	2.4	24.5	4.0	41.9	5.6
<i>Salix</i>	Vier	5.7	10.0	0.5	1.0	0.8	0.0	0.0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær	9.0	20.0	2.3	1.0	4.3	0.0	0.0
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Blokkebær	4.9	6.7	0.3	8.3	1.8	0.0	0.0
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær	7.4	10.0	2.7	12.5	2.2	0.0	0.0
	Mose	98.4	100.0	18.9	100.0	12.5	95.3	5.4
	Lav	13.9	16.7	1.8	16.7	25.8	9.3	0.8
	Åpen jord	95.1	96.6	73.2	91.7	81.8	95.5	81.5
	Stein	37.7	43.3	15.7	22.7	11.4	52.2	28.7
	Totalt antall ruter	122	30		48		44	

### 4.3 RESULTATER AV JORDANALYSER.

Seks av jordprøvene ble klassifisert som siltig finsand, mens prøve nummer 1 skilte seg ut og ble klassifisert som siltig mellomsand. Jordprøve 1 representerer den humusfrie jorda (jord 4). Dette er en svært humusfattig mineraljord med lite plantedeler, og hadde lavest moldinnhold og høyest pH verdi (Tabell 11).

Jordprøvene hadde generelt et lavt innhold av plantetilgjengelig fosfor, kalium og kalsium. Jordprøve nummer 7 skilte seg ut og hadde høyere andel av plantetilgjengelige næringsstoffer og mold, i tillegg til en lavere pH verdi (Tabell 11).

Tabell 11. Analyseresultater av jordprøver tatt i steinbruddet.

Prøve- nummer	Område- nummer	Jordart	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Glødetap	Mold
			mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	% TS	%
1	3	Siltig mellomsand	5.9	<2	4	4	12	<4	2.0	1.0
2	2	Siltig finsand	5.4	<2	4	2	23	<5	10.2	9.2
3	1	Siltig finsand	5.2	<2	2	1	9	<4	7.4	6.4
4	1	Siltig finsand	5.2	<2	4	3	19	<5	11.5	10.5
5	2	Siltig finsand	5.2	<2	4	2	16	<5	9.5	8.5
6	2	Siltig finsand	5.5	<2	3	1	10	<4	2.6	1.6
7	2	Siltig finsand	4.7	3	17	10	47	<6	19.1	18.1

## 5 DISKUSJON.

---

Av de tre stiklingsformerte artene hadde einer og krekling et meget bra helhetsinntrykk begge årene. Vinterskader hos planter som sto på den mest eksponerte delen i bruddet, reduserte imidlertid vekst og helhetsinntrykk noe for de to artene den siste vekstsesongen. For å spare på ressursene, beholder mange alpine arter de grønne bladene om vinteren, en tilpasning som kan gi ulemper som skader under ulike klimatiske forhold (Billings & Mooney, 1968).

Krekling som var mest utsatt for skader sto på plataået (område 3), og øverst i skråningen på området (område 2). Vinteren 2017 var det lite nedbør (Tabell 1) og det kan ha ført til at enkelte områder var snøfattige. Under slike forhold er planter mer utsatt for sterk solinnstråling og vind, særlig sent på vinteren og tidlig vår. Bladene varmes opp og transpirerer, men på grunn av tele i jorda, og frost i stammen blir vanntransporten forsinket. Planten blir da utsatt for frostdørke, hvor greiner, års og -fjorårsskudd dør (Venn, 2019), og vind kan ytterligere forsterke skaden. Krekling hadde symptomer som stemte med skader av denne typen, og har mest sannsynlig vært rammet av frostdørke. En annen faktor som kan ha bidratt med at helhetsinntrykket ikke økte siste året, var at krekling endret morfologi/form i registreringsperioden. Vekstformen var kompakt etter å ha blitt oppformert i veksthus, mens den i feltet utviklet en noe mer bakkenær form, og bredte seg utover jorda. Dette kan ha påvirket den subjektive vurdering av krekling under registrering negativt.

Einer som var plantet i den humusfrie jorda på plataået ga et svakt helhetsinntrykk. Einer vokser naturlig i tørr skog, hei og beitemark (Lid et al. 2005), og etter forstyrrelser kan einer naturlig etablere seg i svært krevende habitater hvor det er lav fuktighet og lite næring (Baig, 1992). Enkelte rotklumper hos einer var presset opp på grunn av oppfrysing, og røttene var eksponert. Frost kan skape en aktivitet i jorda, som hindrer planter i å etablere seg (Roach & Marchand, 1984). Dette kan være tilfellet for plantene på plataået. Når jorda har god vannledningsevne kan det ved frost føre til telehiv i rotsonen, og ifølge Pedersen (2015) har vekst av iskrystaller i øvre jordlag løftet rotklumpene opp av bakken. Røttene vil da stå eksponert til, og kan tørke ut og dø på grunn av vind og solpåvirkning. Plantene blir også stående dårligere forankret. I følge Bergsten et al. (2001) kan et tynnere snødekke og fravær av humuslag være en medvirkende årsak til økt telehiv, fordi det beskyttende laget er med på å avdempe temperatursvingningene av jordoverflaten. Naturlig etablerte einer ble ikke funnet. Einer som var innplantet i bruddet var nok litt unge for å reprodusere. I Grubb et al. (1999)

fant de at 2 år gamle frøplanter først begynte å produsere bær fem år etter utplantning. Så innplantede einer var foreløpig ikke en spredningskilde i dette tilfelle. Det kan være det lå frø i frøbanken som er lagret fra før, og som er spredt med fugl. Spredningsenheten til einer er en saftig bærkongle (Lid et al., 2005), og akkumuleres på steder hvor fugl oppholder seg. I restaureringsområdet var det tilbakeført steinblokker, som ifølge García (2001) nettopp er et sted som fugl benytter. Slike blokker kan derfor fremme frøspredning, samtidig som det danner beskyttede habitater for frøplanter. Tross potensielle vokseplasser ble det altså ikke funnet einer, og en grunn kan være at frøplanter ikke hadde rukket å vokse. García (2001) fant at 75-80% av frøplanter dør det første året.

Røsslyng ga et generelt svakt helhetsinntrykk det første året i den humusfrie jorda på plataået. Naturlig vokser røsslyng på base- og næringsfattig sandjord (Lid et al., 2005), som tilsier at røsslyng kan etablere seg på det humusfrie arealet. I følge Watson et al (1966) og Hancock (2008) er imidlertid røsslyng svært sårbar for lav luftfuktighet kombinert med lave temperaturer, tele i jorda og lite snødekke. Dette forklarer mest sannsynlig hvorfor flertallet av de døde røsslyngplantene ble registrert på plataået som kan ha hatt disse forholdene. Hos enkelte av de døde plantene var rotklumpen presset opp eller ut av jorda på grunn av telehiv, og andre planter var bare visnet ned. Av de tre artene var det flest røsslyng som var døde etter utplantning. På hele område så røsslyng ut til å være noe utsatt for uttørking det første året. Det kan skyldes at selv planter som hadde bedre vekstforhold ble rammet av tørke. Slike skader på bladene kan da hemme røsslyngplantenes evne til å regulere vanntap (Davies et al., 2010). Tross en litt dårligere start, var helhetsinntrykket til røsslyng ganske bra siste året. En utvikling som kan være et resultat av at røsslyng som er oppformert i en planteskole, trenger mer tid til å tilpasse seg forholdene på stedet enn de andre artene.

Av de innplantede artene som var oppformert fra frø, hadde sauesvingel og smyle et godt helhetsinntrykk begge vekstsesongene. Det var lite tap av grasplanter. Gras så ut til å overleve godt etter innplantning, noe som stemmer med funn i Fattorini (2001). Beitetrykket økte siste sesong, men dette førte ikke til at helhetsinntrykket ble dårligere. Selve tuene så ut til å etablere seg godt, og mye av bladverket var intakt. Stråene til sauesvingel vokser tidlig i sesongen, og visner raskere, de blir da mindre beitet på (Rekdal, 2001). Det var stor variasjon mellom beitetrykket på hver enkelt tue, og det var flere sauetråkk rundt enkelte tuer, kanskje skyldtes det at sauene var litt selektive. Sauesvingel kan vokse godt i skrin jord (Lid et al. 2005), allikevel var det en variasjon i tilstand på de ulike jordtypene, hvor helhetsinntrykket var klart lavest på den humusfrie jorda. I et forsøk hvor bl.a. sauesvingel var sådd inn,

etablerte frøplantene seg raskere i humusrik jord (Rydgren et al., 2017). Sauesvingel kan nok derfor vokse i næringsfattig jord, men utviklingen kan gå raskere dersom det er tilgang på mer organisk jord.

Smyle bar preg av noe beiting, men ifølge Scurfield (1954) kan et lavt beitetrykk øke blomstringsevnen. Smyle er vanlig på tørr, mager og mer steinete jord (Lid et al. 2005), og den vokste nokså likt i de ulike jordtypene. Smyle hadde et forbedret helhetsinntrykk i jord med lite humus (jord 3) og humusfri jord (jord 4) gjennom de to årene. Den ser derfor ut til å kunne utnytte den skrinne jorda på området bedre enn sauesvingel. Fattorini (2001) fant at smyle som er plantet inn og benyttet i revegetering har fremmet etablering av andre arter, fordi tuene til dette grasnet danner en beskyttende vokseplass, og derfor fremmer økt vegetasjon. En egenskap som kan tas med i betraktning når det skal velges ut arter innen revegetering. Denne effekten var foreløpig ikke synlig i steinbruddet.

Helhetsinntrykket til dvergbjørk og gullris var svakt, og det var et tap av planter særlig siste sesong. Ifølge Pedersen (2015) hadde gullris i 2015 med unntak vokst lite, og det kan se ut som helhetsinntrykket til gullris ble dårligere med årene. Begge artene var noe beitet på, men beiting påvirket nok i liten grad dvergbjørk, som ikke er en typisk beiteplante for sau (Kausrud et al., 2006). Det store tapet av gullris kan delvis skyldes beiting av sau (Rekdal 2001), og kan påvirke høyden til gullris negativt (Evju et al., 2006). Mange gullris og dvergbjørk var plassert i de øvre delene av bruddet hvor jorda var humusfattig. Dvergbjørk hadde ikke så ulik tilstand på de ulike jordtypene, og på samtlige typer vekstjord økte helhetsinntrykket til dvergbjørk det siste året. Det kan tyde på at dvergbjørk trenger tid til å etablere seg. Den vokser typisk på fuktig, sur og næringsfattig jord (Lid et al., 2005) (Hanson, 1951). Gullris hadde klart dårligere helhetsinntrykk på den humusfattige jorda på plataet, og jordforholdene ser ut til å ha hatt en betydning for gullris som trives i sure, og tørre områder (Lid et al. 2005), men mindre betydning for dvergbjørk. Det er nesten ingen høy vegetasjon som modifierer forholdene på de alpine voksestedene, så sol og vind påvirker i større grad jord og plantedeler. Dette medfører at effekten av mikrotopografi er betydelig for fjellplantene. Det kan være stor variasjon på to vokseplasser som ligger ovenfor hverandre både i vindeksponering, solinnstråling, og jordtemperatur. Disse variasjonene kan f.eks. dannes av stein, torvhauger eller fordypninger i terrenget. Slike ulike vokseplasser kan bestemme graden av snødekke og beskyttelse for plantene (Billings & Mooney, 1968) Det kan ha hatt en betydning for de oppformerte plantene av dvergbjørk og gullris. Gullris vokser gjerne i mer beskyttede områder, skråning eller søkk hvor det er snødekke (Carlsson et al.,



1999), og den eksponerte vokseplassen kan ha ført til dårligere etablering av arten. Det samme gjelder muligens for dvergbjørk, som ser ut til å kreve et tynt men stabilt snødekke, slik at planten kan tåle lave temperaturer og uttørking på grunn av vind (Jonasson, 1981; Thorsteinsson & Arnalds, 1992). Det var ingen funn av naturlig etablerte gullris. Ingen innplantet gullris blomstret det siste året, og det senket spredningsevnen til arten på området. Det var allikevel forventet at frø spirte fra den lagrede frøbanken. Frø fra gullris er store (Welling et al., 2004), og fordelingen er at frøplanter blir bedre i stand til å tåle utfordringer som tørke, fysiske skader, konkurranse og skygge. Dette er egenskaper som kan være fordelaktige på habitater med tettere vegetasjon (Westoby et al., 1996). Det kan derfor være mulig at gullris krever mer vegetasjon for å rekruttere frøplanter i steinbruddet.

Alle artene som ble registrert vokste enten naturlig fra frøbanken, eller fra plantedelene i den stedege jorda. De kan også være spredt fra de innplantede artene på området, og fra de omkringliggende plantene. En mulig spredningsvei var også gjennom de beitende dyra i området. Gruppene av arter som var benyttet til innplanting i bruddet dannet ifølge Aradóttir (2007) «øyer» i omgivelsene, en formeringskilde som kan ha gitt artene et fortrinn i å kolonisere steinbruddet. Av de 22 artene som naturlig vokste i den stedege jorda, var 20 arter karplanter. 8 arter var grasarter, og denne gruppen samt starr dominerte på hele det registrerte området. Seterfrytle var en av artene som også koloniserte i humusfattig mineraljord. Graminoider så derfor ut til å være raskest til å kolonisere området, dette stemmer med funn i Capers & Taylor (2014).

Sauesvingel var den grasarten som ble funnet i flest ruter (16,4%). Arten har spirt opp fra den lokale frøbanken, og i tillegg er den nok spredt og spirte fra frø fra innplantet materiale. I følge Pedersen (2015) hadde en stor andel (ca. 2/3) av plantet sauesvingel utviklet blomsterstand i 2015, og dersom frø modnet samme år førte det til spredning i steinbruddet allerede året etter utplanting. I et forsøk utført på graminoider som vokste alpint, spirte 40-60% av sauevingelfrøene. Arten ser derfor ut til å ha en god spireevne (Bu et al., 2008). Dette er også en art som har blitt sådd inn ved restaurering i Norge med gode resultater, og den ble derfor benyttet i vegetasjonstiltak på tipper både på lavlandet og i alpine strøk (Rydgren et al., 2016). At sauesvingel er en av artene som har spredt seg mest, er nok derfor ikke helt uventet. I bruddet vokste sauesvingel på samtlige jordtyper, og det så ut til at arten også lett kan spire i næringsfattig jord.

Smyle var også en vanlig grasart (10,7%). På området spirte og vokste småplanter av smyle hovedsakelig i den humusrike jorda, og ifølge Rydgren & Hestmark (1997) fra frø som er

lagret i det helt øvre jordlaget. Sommeren er kort på fjellet og plantene er tilpasset til å blomstre raskt etter snøsmelting, slik at det er tid til frøsetting og spredning (Billings, 1974), men i 2015 observerte Pedersen (2015) at få innplantet smyle hadde utviklet blomsterstand. I registreringen 2016 var det lite beiteskader og en større andel blomstring, men det er ingen garanti til økt spredning, for ifølge Fattorini (2001) kan smyle blomstre rikelig, men det er ikke hvert år at frøene blir ferdig utviklet. Dette skyldes at arten blomstrer sent, og frøene klarer ikke å modnes før den korte vekstsesongen er over. Etersom smyle var vanlig i steinbruddet har nok i dette tilfellet en del frø rukket å modne, eller frø har spirt fra jorda som har vært lagret.

Starr slekta var representert på alle jordtypene og områdene, og var effektiv på å kolonisere. I frøbank studier er det funnet at frø av mange planter innen starrslekta kan lagres i jorda i lengre tid (Schütz, 2000). Det kan være at denne egenskapen førte til at så mange frøplanter spirte fra jorda som har vært lagret. En art som ble funnet var frynsestarr (*Carex paupercula Michx*). Den var plantet inn, og det kan ha vært en spredningskilde. I et transplanteringsforsøk med frynsestarr, klarte den ikke å konkurrere med grasarter som sauesvingel (Cranston & Valentine, 1983). Slik konkurranse ble ikke observert i bruddet, men kan være tilfelle når vegetasjonen øker, og konkurransen mellom arten blir større.

Flest seterfrytle ble funnet på den humusfrie jorda. Dette er en art som er vanlig på heier på fjellet, og på snøleier hvor det er tidlig tørt (Lid et al., 2005). Frø har nok ligget i frøbanken i den lagrede jorda, og det har nok vært spredning fra vegetasjonen rundt.

Sølvbunke er en art som er vanlig på næringsrik beitemark i fjellet, og blir her godt beitet av bl.a. sau (Rekdal, 2001). Etersom dette gras er knyttet til husdyr kan den registrerte andelen av småplanter skyldes at den var innført av sau. Formering skjer kun via frø og spredning kan muligens ha forekommet fra omkringliggende områder.

Engkvein var også godt representert på det registrerte området. Den vokser i hele landet og kan vokse opp til 1340 moh. Engkvein er en av artene som har blitt sådd inn ved restaurering i fjellområder (Rydgren et al., 2016). Arten kan ha blitt sådd inn langs med veikanter i området på midten av 1960-tallet. Frø fra engsvingel kan ha ligget i frøbanken, eller den er spredd inn fra omkringliggende områder. I tillegg er engkvein også et beitegras (Rekdal 2001), og arten kan ha spredd seg inn i bruddet via sau. Den hadde nokså lik vekst på de ulike jordtypene og områdene, og har evnen til å håndtere de ulike jordforholdene.

Småsyre var klart en dominerende art særlig på deler av den humusfattig jorda (41,9%). Arten trives på åpen jord (Lid et al.2005) med god lystilgang, hvor vekstjorda er sandholdig, sur og næringsfattig. Typiske vokseplasser er både i dyrka og udyrka mark samt langs veien, og arten er sett på som ugras i eng og beite. Den spres via formeringsrøtter og frø (Sjursen, 2013). Småsyre kan altså være innført i bruddet via dyra. Under anleggsperioden når bruddet ble satt i stand, kan veien ha vært en spredningskorridor. Særlig uasfalterte veier gir ifølge Clifford (1959) planter en mulighet for spredning av frø. Frøene kan da ha blitt med maskinene, ved at jord som inneholdt formeringsenheter festet seg til dekk på kjøretøy. Det gjelder nok også andre arter. Småsyre har derfor etablert seg i steinbruddet, og hatt gode vekstvilkår nå i starten av vegetasjonsetableringen, men kan bli utkonkurrert når vegetasjonen blir tettere.

Størst andel naturlig etablert krekling ble funnet i jord med godt innhold av humus. Plantene vokste her fra plantedeler, som er den viktigste formerings metoden for krekling (Bell & Tallis, 1973). I alpine strøk er også frøbanken til denne arten viktig konstaterer Vieno et al. (1993), og det stemmer overens med våre funn. Det så ut til at frøspredning av krekling var betydningsfull på de humusfattige områdene. Observasjoner som også er gjort på gamle tipper i Norge, hvor det var tydelig at frø fra krekling spirte, og at frøplanter etablerte seg på humusfattig og åpen jord (Rydgren et al., 2016). Det så ut til at den lite næringskrevende arten spirte og rotet seg godt i bruddet, og ifølge Hagen (2002) har stikling av krekling en god evne til å danne røtter. Krekling var plantet inn, og mange planter hadde rikelig med bær som kan ha blitt spredt med dyr.

Røsslyng var også plantet inn, men det ble bare funnet 2,5% naturlig etablerte planter i rutene. Alle frøplantene spirte fra den lagrede frøbanken i jord med humus. Hos røsslyng varierer den årlige frøproduksjonen, og arten produserer færre frø i høyereliggende strøk enn på lavlandet. Frøene i jorda overlever midlertidig lengre i mer alpine strøk, og mengde frø i frøbanken øker. En større lagringsevne av frø er viktige i disse værharde områdene, fordi mange frøplanter av røsslyng dør første vinteren (Miller & Cummins, 1987). Innplantet røsslyng kan også ha bidratt til å ha økt frøbanken, ettersom en del planter blomstret begge år.

Dvergbjørk spirte i den humusfattige jorda, men hadde flest planter som naturlig vokste i jord med mer humus. Totalt ble det funnet 5.7% i rutene. I dette tilfelle ble det funnet frøplanter av dvergbjørk i den humusfrie jorda på plataet. Dvergbjørk frø har små vinger (De Groot et al., 1997), og de kan være spredt fra den omkringliggende vegetasjonen. Det var få funn på den humusfrie jordtypen, og ifølge Whittaker (1993) krever dvergbjørk en mer utviklet vekstjord

for etablering av frøplanter. I tillegg er det også viktig med et beskyttet mikroklima for at frøplantene skal overleve. Det ble ikke registrert blomstring på innplantet dvergbjørk, men disse plantene kan bidra til spredning senere i vegeteringsprosessen.

Blåbær vokste typisk fra plantedeler, jordstengler, på den humusrike jordtypen. Det ble også registrert frøplanter. Arten produserer frø som spres som bær, og kan da typisk bli spredt med fugler. Den vegetative reproduksjonen er allikevel viktigst (Ritchie, 1956). Blåbær produserer ikke en omfattende frøbank, og når frøene skal utvikle seg trenger de fuktige vokseplasser med mer organisk innhold (Eriksson & Fröborg, 1996). Overlevelsen av frø og frøplanter er også mer avhengige av et skjermet sted å vokse, slike steder kan være mer tilgjengelige i jord med humus (Rydgren et al., 2011). Det er nok grunnen til at arten ikke ble funnet på den humusfrie jorda på plataet. Flere arter etablerte seg ikke naturlig på den humusfrie jorda. Blokkebær, molte, røsslyng, tyttebær, vier, engrapp, fjellkvein, rabbesiv ble alle funnet i en humusholdig jordtype.

På jord med humus var det størst andel mose, og mest fremtredende var moseveksten i den øvre hellingen vest i bruddet. At område skilte seg ut ved å ha økt mosevekst kan skyldes ulike jordforhold, ved at det ved restaurering hadde blitt lagt ut jord som skilte seg fra de andre jordartene på stedet. Det ble tatt en jordprøve (5) (Tabell 11) i overgangen mellom det godt mosebelagte området og området nedenfor, som antyder at denne jordtypen ikke skilte seg noe vesentlig fra de nærliggende jordtypene. Denne øvre delen kan derfor ha blitt lagt ut før i vekstsesongen. Det ble også registrert lav på alle jordtypene i steinbruddet, og størstedelen vokste på jord med mer humusinnhold. Bar jord og stein utgjorde fremdeles en større andel av steinbruddet.

## 6 LITTERATUR

---

- Aradottir, A. L. (2007). 2.1 Restoration of birch and willow woodland on eroded areas. *Effects of afforestation on ecosystems, landscape and rural development*: 67.
- Baig, M. N. (1992). Natural Revegetation of Coal Mine Spoils in the Rocky Mountains of Alberta and Its Significance for Species Selection in Land Restoration. *Mountain Research and Development*, 12 (3): 285-300. doi: 10.2307/3673671.
- Bell, J. N. B. & Tallis, J. H. (1973). *Empetrum Nigrum* L. *Journal of Ecology*, 61 (1): 289-305. doi: 10.2307/2258934.
- Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. & Löfvenius, M. O. (2001). Frost heaving in a boreal soil in relation to soil scarification and snow cover. *Canadian Journal of Forest Research*, 31 (6): 1084-1092.
- Billings, W. (1973). Arctic and alpine vegetations: similarities, differences, and susceptibility to disturbance. *BioScience*, 23 (12): 697-704.
- Billings, W. D. & Mooney, H. A. (1968). THE ECOLOGY OF ARCTIC AND ALPINE PLANTS. *Biological Reviews*, 43 (4): 481-529. doi: 10.1111/j.1469-185X.1968.tb00968.x.
- Billings, W. D. (1974). Adaptations and Origins of Alpine Plants. *Arctic and Alpine Research*, 6 (2): 129-142. doi: 10.1080/00040851.1974.12003769.
- Bradshaw, A. D. & Chadwick, M. J. (1980). *The restoration of land: the ecology and reclamation of derelict and degraded land*: Univ of California Press.
- Bu, H., Ren, Q., Xu, X., Liu, K., Jia, P., Wen, S., Sun, D. & Du, G. (2008). Seed germinating characteristics of 54 gramineous species in the alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau. *Frontiers of Biology in China*, 3 (2): 187-193.
- Capers, R. S. & Taylor, D. W. (2014). *Slow Recovery In A Mount Washington, New Hampshire, Alpine Plant Community Four Years After Disturbance*, b. 116: SPIE.
- Carlsson, B. A., Karlsson, P. S. & Svensson, B. M. (1999). Alpine and subalpine vegetation. *Acta Phytogeographica Suecica*, 84: 75-90.
- Chambers, J. C. (1989). Seed Viability of Alpine Species: Variability within and among Years. *Journal of Range Management*, 42 (4): 304-308. doi: 10.2307/3899499.
- Clifford, H. T. (1959). Seed Dispersal by Motor Vehicles. *Journal of Ecology*, 47 (2): 311-315. doi: 10.2307/2257368.

- Cranston, D. M. & Valentine, D. H. (1983). Transplant experiments on rare plant species from Upper Teesdale. *Biological Conservation*, 26 (2): 175-191. doi: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(83\)90065-4](https://doi.org/10.1016/0006-3207(83)90065-4).
- Davies, G., Legg, C., O'Hara, R., MacDonald, A. & Smith, A. (2010). Winter desiccation and rapid changes in the live fuel moisture content of *Calluna vulgaris*. *Plant Ecology & Diversity*, 3 (3): 289-299.
- De Groot, W., Thomas, P. & Wein, R. W. (1997). *Betula nana* L. and *Betula glandulosa* Michx. *Journal of Ecology*, 85 (2): 241-264.
- Eriksson, O. & Fröberg, H. (1996). " Windows of opportunity" for recruitment in long-lived clonal plants: experimental studies of seedling establishment in *Vaccinium* shrubs. *Canadian Journal of Botany*, 74 (9): 1369-1374.
- Evju, M., Mysterud, A., Austrheim, G. & økland, R. H. (2006). Selecting herb species and traits as indicators of sheep grazing pressure in a Norwegian alpine habitat. *Écoscience*, 13 (4): 459-468. doi: 10.2980/1195-6860(2006)13[459:SHSATA]2.0.CO;2.
- Fattorini, M. (2001). Establishment of transplants on machine-graded ski runs above timberline in the Swiss Alps. *Restoration Ecology*, 9 (2): 119-126.
- Faugli, P. E. (2012). *Glimt fra NVEs historie*. Vann- og energiforvaltning: NVE( Vann og energi forvaltning). Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/om-nve/vassdrags-og-energihistorie/fullforte-prosjekter/vann-og-energiforvaltning-glimt-fra-nves-historie/> (lest 15.03.2019).
- Forskrift om fremmede organismer. (2015). *Forskrift om fremmede arter av 19 juni 2015 nr.716*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>.
- Framstad, E. & Norsk institutt for, n. (2003). *Natur i endring : terrestrisk naturovervåking 1990-2002*. NINA temahefte (trykt utg.), b. 24. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning.
- García, D. (2001). Effects of seed dispersal on *Juniperus communis* recruitment on a Mediterranean mountain. *Journal of Vegetation Science*, 12 (6): 839-848. doi: 10.2307/3236872.
- Google maps. (2019). Google. Tilgjengelig fra: <https://www.google.com/maps/place/S%C3%B8nstevatn/@60.1300434,6.2611534,7z/data=!4m5!3m4!1s0x463f76d194ee84c3:0x1e23f8a2cbd9f3e8!8m2!3d60.2232103!4d8.5313836> (lest 24.04.2019).
- Grubb, P. J., Kollmann, J. & Lee, W. G. (1999). A Garden Experiment on Susceptibility to Rabbit-Grazing, Sapling Growth Rates, and Age at First Reproduction for Eleven European Woody Species. *Plant Biology*, 1 (2): 226-234. doi: 10.1111/j.1438-8677.1999.tb00248.x.
- Hagen, D. (2002). Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential. *Polar Research*, 21 (1): 37-47.



- Hagen, D. & Skrindo, A. (red.). (2010). *Håndbok i økologisk restaurering .Forebygging og rehabilitering av naturskader på vegetasjon og terreng.*: Forsvarsbygg.
- Hagen, D., Hansen, T.-I., Graae, B. J. & Rydgren, K. (2014). To seed or not to seed in alpine restoration: introduced grass species outcompete rather than facilitate native species. *Ecological Engineering*, 64: 255-261.
- Hancock, M. H. (2008). An exceptional *Calluna vulgaris* winter die-back event, Abernethy Forest, Scottish Highlands. *Plant Ecology & Diversity*, 1 (1): 89-103. doi: 10.1080/17550870802260772.
- Hanson, H. C. (1951). Characteristics of Some Grassland, Marsh, and Other Plant Communities in Western Alaska. *Ecological Monographs*, 21 (4): 317-378. doi: 10.2307/1948654.
- IUCN. (2019). *Invasive alien species*. Tilgjengelig fra: <https://www.iucn.org/regions/europe/our-work/invasive-alien-species> (lest 27.03.2019).
- Jonasson, S. (1981). Plant communities and species distribution of low alpine *Betula nana* heaths in Northernmost Sweden. *Vegetatio*, 44 (1): 51-64. doi: 10.1007/bf00119804.
- Kausrud, K., Mysterud, A., Rekdal, Y., Holand, Ø. & Austrheim, G. (2006). Density-dependent foraging behaviour of sheep on alpine pastures: effects of scale. *Journal of Zoology*, 270 (1): 63-71. doi: 10.1111/j.1469-7998.2006.00118.x.
- Lid, J., Lid, D. T., Elven, R. & Alm, T. (2005). *Norsk flora*. 7. utg. redaktør: Reidar Elven. utg. Oslo: Samlaget.
- Miller, G. R. & Cummins, R. P. (1987). Role of Buried Viable Seeds in the Recolonization of Disturbed Ground by Heather (*Calluna Vulgaris* [L.] Hull) In the Cairngorm Mountains, Scotland, U.K. *Arctic and Alpine Research*, 19 (4): 396-401. doi: 10.1080/00040851.1987.12002620.
- Mortlock, B. W. (2000). Local seed for revegetation. *Ecological management & restoration*, 1 (2): 93-101.
- Norgeskart*. (2019). Kartverket. Tilgjengelig fra: [https://www.norgeskart.no/?\\_ga=2.157038395.1891737290.1556022741-677358620.1555512302#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=9&lat=6693942.88&lon=142946.22&markerLat=6693942.878761374&markerLon=142946.22338837065&panel=searchOptionsPanel&sok=s%C3%B8nstevatn](https://www.norgeskart.no/?_ga=2.157038395.1891737290.1556022741-677358620.1555512302#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=9&lat=6693942.88&lon=142946.22&markerLat=6693942.878761374&markerLon=142946.22338837065&panel=searchOptionsPanel&sok=s%C3%B8nstevatn) (lest 24.04.2019).
- Pedersen, P. A. & Rosef, L. (2010). Økologisk restaurering etter naturinngrep. Metoder for vegetasjonsetablering etterutbygging av kraft- og veganlegg. I: Hagen, D. & Skrindo, A. (red.) b. Temahefte 42 *Restaurering av natur i Norge. Et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet*, s. s.109. Norsk institutt for naturforskning (NINA).

- Pedersen, P. A. (2012). *Rehabilitering av dam Sønstevatn, momenter vedrørende arealbruk og restaureringstiltak etter inngrep i landskapet*: Institutt for plantevitenskap, Norges miljø-og biovitenskapelige universitet. Upublisert manuskript.
- Pedersen, P. A. (2015). *Revegetering ved sønstevatn- planting av stedegne planter og kort beskrivelse av spontan vegetasjonsetablering.*: Institutt for plantevitenskap, Norges miljø-og biovitenskapelige universitet. Upublisert manuskript.
- Puschmann, O. (2005). *Nasjonalt referansesystem for landskap : beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner*. NIJOS-rapport (trykt utg.), b. 10/2005. Ås: NIJOS, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Rekdal, Y. (2001). Husdyrbeite i fjellet Vegetasjonstypar og beiteverdi *Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Ås* 7(01): 49.
- Ritchie, J. C. (1956). *Vaccinium Myrtillus L. Journal of Ecology*, 44 (1): 291-299. doi: 10.2307/2257181.
- Roach, D. A. & Marchand, P. J. (1984). Recovery of alpine disturbances: early growth and survival in populations of the native species, *Arenaria groenlandica*, *Juncus trifidus*, and *Potentilla tridentata*. *Arctic and Alpine Research*, 16 (1): 37-43.
- Rosef, L., Pedersen, P. A., In't Veld, S. H., Skrindo, A., Søreide, A. & Aarbakk, J. (2015). *Restaureringsarbeidet etter rehabilitering av Bitdalen dam, Vinje, Telemark*, . Rapport fra NMBU. Ås.
- Rosvold, K. A. (2016). Sønstevatn dam. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/S%C3%B8nstevatn\\_dam](https://snl.no/S%C3%B8nstevatn_dam) (lest 25.03.2019).
- Rydgren, K. & Hestmark, G. (1997). The soil propagule bank in a boreal old-growth spruce forest: changes with depth and relationship to aboveground vegetation. *Canadian Journal of Botany*, 75 (1): 121-128. doi: 10.1139/b97-014.
- Rydgren, K., Halvorsen, R., Odland, A. & Skjerdal, G. (2011). Restoration of alpine spoil heaps: Successional rates predict vegetation recovery in 50 years. *Ecological Engineering*, 37 (2): 294-301. doi: 10.1016/j.ecoleng.2010.11.022.
- Rydgren, K., Auestad, I., Hamre, L. N., Hagen, D., Rosef, L. & Skjerdal, G. (2016). Long-term persistence of seeded grass species: an unwanted side effect of ecological restoration. *Environmental Science and Pollution Research*, 23 (14): 13591-13597. doi: 10.1007/s11356-015-4161-z.
- Rydgren, K., Hagen, D., Rosef, L., Pedersen, B. & Aradottir, A. L. (2017). Designing seed mixtures for restoration on alpine soils: who should your neighbours be? *Applied Vegetation Science*, 20 (3): 317-326. doi: 10.1111/avsc.12308.
- Schütz, W. (2000). Ecology of seed dormancy and germination in sedges (*Carex*). *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 3 (1): 67-89.
- Scurfield, G. (1954). *Deschampsia Flexuosa (L.) Trin. Journal of Ecology*, 42 (1): 225-233. doi: 10.2307/2256995.

- Sjursen, H. (2013). *Småsyre*. NIBIO. Tilgjengelig fra: <https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1346/> (lest 0.2 0.2 2019).
- Skagerak Energi. (2010). *Større damutbedringer*. Tilgjengelig fra: [http://www.skageraknaturgass.no/eway/default.aspx?pid=300&trg=MainRight\\_9146&MainArea\\_8872=9146:0:&MainRight\\_9146=9216:0:10,4127](http://www.skageraknaturgass.no/eway/default.aspx?pid=300&trg=MainRight_9146&MainArea_8872=9146:0:&MainRight_9146=9216:0:10,4127) (lest 05.05.2019).
- Skrindo, A. B. & Pedersen, P. A. (2004). Natural revegetation of indigenous roadside vegetation by propagules from topsoil. *Urban forestry & urban greening*, 3 (1): 29-37.
- Thorsteinsson, I. & Arnalds, O. (1992). The vegetation and soils of the Thingvallavatn area. *Oikos*: 105-116.
- Urbanska, K. M. & Fattorini, M. (2000). Seed Rain in High-Altitude Restoration Plots in Switzerland. *Restoration Ecology*, 8 (1): 74-79.
- Venn, K. (2019). *Frosttørke*. Rapport fra NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi). Tilgjengelig fra: <https://skogskader.nibio.no/skader/19> (lest 5.3.2019).
- Vieno, M., Komulainen, M. & Neuvonen, S. (1993). Seed bank composition in a subarctic pine–birch forest in Finnish Lapland: natural variation and the effect of simulated acid rain. *Canadian Journal of Botany*, 71 (3): 379-384. doi: 10.1139/b93-042.
- Watson, A., Miller, G. & Green, F. H. W. (1966). *Winter browning of Heather (Calluna vulgaris) and other moorland plants*, b. 40.
- Welling, P., Tolvanen, A. & Laine, K. (2004). The alpine soil seed bank in relation to field seedlings and standing vegetation in subarctic Finland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36 (2): 229-238.
- Westoby, M., Leishman, M. & Lord, J. (1996). Comparative ecology of seed size and dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351 (1345): 1309-1318.
- Whittaker, R. J. (1993). Plant Population Patterns in a Glacier Foreland Succession: Pioneer Herbs and Later-Colonizing Shrubs. *Ecography*, 16 (2): 117-136.
- Østhagen, H. & Eie, J. A. (2010). Fra grønne flater til økologisk restaurering: Fortid, nåtid og framtid. I: Hagen, D. & Skrindo, A. B. (red.) b. Temahefte 42 *Restaurering av natur i Norge. Et innblikk i fagfeltet, fagmiljøer og pågående aktivitet*, s. s109: Norsk institutt for naturforskning (NINA).



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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway