



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Utvikling av jordblandinger til regnbed i Drammen

Potteforsøk med periodevis vannmetning og uttørking

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 1 | 2019



Trond Knapp Haraldsen, Marina Gamborg og Eva Vike

Divisjon for miljø og naturressurser, avdeling for grøntanlegg og kretsløpsteknologi

## TITTEL/TITLE

Utvikling av jordblandinger til regnbed i Drammen. Potteforsøk med periodevis vannmetning og uttørring

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Trond Knapp Haraldsen, Marina Gamborg og Eva Vike

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
09.01.2019	5/1/2019	Åpen	10803	19/00056
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02243-5	2464-1162	27		

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Statens vegvesen

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kirstine Laukli

## STIKKORD/KEYWORDS:

Drenerbare porer, kompost, overvintring, tekstur

Air-filled pores, compost, winter survival, texture

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Grøntanlegg og miljøteknologi

Urban greening and environmental engineering

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten omfatter oppfølgingsundersøkelser av et potteforøk med jordblandinger til regnbed, der hovedresultatene er behandlet i en masteroppgave ved NMBU. Overvintringsforsøkene viste at ulike stauder hadde forskjellig overlevelse etter perioder med vannmetning og tørke foregående vekstsesong. Daglilien *Hemerocallis* 'Golden Chimes' overlevde i nesten alle jordblandingene, mens bare 35 % av plantene av *Eurybia divaricata* overlevde vinteren. Storfrytle *Luzula sylvatica* overlevde vinteren, men mange planter var likevel skadet av tilbakefrost og kom ikke i normal vekst gjennom vekstsesongen. Om lag halvparten av plantene av *Amsonia orientalis* overlevde vinteren. I de beste jordblandingene ble det funnet overlevende planter av alle fire staudeslag, mens i den dårligste jordblandingen var det bare så vidt at storfrytle overlevde.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Buskerud

## KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Drammen

## STED/LOKALITET:

Bjørnstjerne Bjørnsons gate

GODKJENT /APPROVED



AVDELINGSLEDER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



PROSJEKTLEDER



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Statens vegvesen etablerer regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen. For å utvikle egnede jordblandinger til dette anlegget har Statens vegvesen finansiert et pottforsøk som er gjennomført av NIBIO i samarbeid med NMBU.

Denne rapporten bygger på masteroppgaven til Marina Gamborg «Virkninger av simulert flom og tørke på stauder i jordblandinger til regnbed». Denne rapporten tar med resultater fra registreringer av overvintrede stauder våren 2018, og det gis en samlet vurdering av jordblandingenes og staudenes egnethet til regnbed.

Ås, 09.01.19

Trond Knapp Haraldsen

# Innhold

1	Innledning.....	5
2	Materiale og metoder .....	7
2.1	Jordblandinger.....	7
2.1.1	Jordkomponenter:.....	7
2.1.2	Jordblandinger med materialer fra Skaaret Landskap AS: .....	8
2.1.3	Jordblandinger med materialer fra Lindum AS: .....	9
2.2	Plantemateriale .....	9
2.3	Etablering og gjennomføring av forsøket .....	10
2.4	Registreringer i forsøket .....	13
2.5	Målinger .....	14
2.5.1	Målinger ved oppstart.....	14
2.6	Jordanalyser.....	16
2.7	Statistikk .....	16
3	Resultater og diskusjon .....	17
3.1	Kornstørrelsesfordeling og fysiske egenskaper .....	17
3.2	Kjemiske egenskaper for jordblandingene .....	19
3.3	Overvintring av staudene .....	19
3.4	Utvikling av <i>Luzula sylvatica</i> etter overvintring .....	22
4	Vurdering og konklusjoner .....	25
	Litteratur .....	26

# 1 Innledning

Klimaendringer som medfører økt nedbørintensitet og flere større nedbørshendelser, har ført til økt fokus på overvannshåndtering i bebygde områder. For å kunne løse problemer knyttet til økte mengder overvann har det blitt utarbeidet en strategi innenfor lokal overvannsdisponering (LOD), kalt treleddstrategien. Denne handler om at alt vann fra mindre nedbørshendelser skal infiltreres. Ved større nedbørepisoder skal vannet forsinkes og fordrøyes, og ved ekstreme regnhendelser skal det sikres trygge flomveier der vannet kan renne til resipient uten å forårsake skader (Norsk Vann 2008).

Ved åpen lokal overvannsdisponering brukes ulike tiltak for å redusere og forsinke avrenning. Regnbed er blant de ulike tiltakene som er med på å håndtere vann i første og andre trinn i treleddstrategien. De anlegges for å ta imot vann fra tette flater som tak, parkeringsareal og veier, og er utformet som en forsenkning i terrenget der vann holdes tilbake på regnbedoverflaten før det infiltrerer ned gjennom ett filtermedium. Et regnbed er ikke en transportvei for overvann (som f. eks. en vadi, en gresskledd forsenkning), har ikke et permanent vannspeil (som en våtmark), og har et rikt vegetativt arts mangfold (Paus & Braskerud 2013). Regnbed bidrar til å regulere kvalitet og mengde vann ved hjelp av kjemiske, biologiske og fysiske egenskaper ved planter, mikrobiell flora og jord. Filtrering, adsorpsjon, sedimentasjon, fordampning, nedbrytning, ionebytting og lagring er blant de prosessene som foregår i et anlegg som regnbed (Prince George's County 2007).

Paus & Braskerud (2013) har utarbeidet forslag til dimensjonering av regnbed for norske forhold. Mesteparten av kunnskapsgrunnlaget for design av regnbed stammer fra områder med annet klima og jordsmonn enn Norge, men det er økende fokus på regnbed i kaldt klima med lite nedbør (Kratzy et al. 2017, Ding et al. 2018). De mest omfattende studiene fra norske regnbed går på hydrologisk funksjon (Muthanna et al. 2008, Paus et al. 2016, Kristvik et al. 2018) og regnbedenes evne til å binde toksiske metaller (Muthanna et al. 2007, Paus et al. 2014).

Selv om regnbed fungerer etter hensikten i forhold til fordrøyning av vann, kan det være utfordrende å få etablert planlagt vegetasjon. Tahvonen (2018) fant at sandbaserte regnbed i Finland hadde forventet tilbakeholdelse av overvann, men feilet som velfungerende vekstmedium. Blanding av stedlig jord, subbus (0-8 mm), sand og kompost hadde vesentlig bedre plantevekst. Løsningen som fungerte best i forhold til overvannshåndteringen var ikke optimal for planteveksten, og mangel på næring var en av årsaken til begrenset vekst.

Overlevelse av planter i regnbed er viktig både i etableringsfasen og over et tidsrom med et akseptabelt vedlikeholdsintervall. Konstruksjonen av jordblandingene til regnbed må derfor både tilpasses ønsket om fordrøyning av overvann og rask drenering, og at plantene overlever både i tørre perioder, perioder med vannmetning og ikke minst overlever vinterforholdene med lite nedbør og snø. Ved valg av planter til et regnbed må en ta hensyn til plantenes toleranse for stort spenn i vanninnhold i jorda samt forurensing. Vegetasjonen i indre del av anlegget skal kunne tåle å stå i vann i to døgn. (København kommune 2009). Typiske planter som passer til regnbed, kan en finne i naturlige miljøer tilknyttet bekker, innsjøer, myr og sump, samt planter fra gressletter som er i stand til å suge til seg store mengder vann. De må også tåle perioder med tørke (Dunnett & Clayden 2007). Valget skal også styres av jordas tekstur og pH (Prince George's County 2007).

Målet for dette prosjektet var å utvikle en anbefalt jordblanding til regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate i Drammen, som har tilstrekkelig infiltrasjons- og vannledningsevne, frigjør raskt tilstrekkelig mengde luftfylte porer etter at vannet trekker ned i jorda og gir grunnlag for god plantevekst. Oppdraget omfattet design av ulike jordblandinger og test av disse ut fra kjemiske- og fysiske egenskaper, samt at vekstforsøk med vekslende mellom vannmetning og tørkeperioder skulle gjennomføres. Hoveddelen av resultatene fra prosjektet er behandlet i masteroppgaven til Gamborg (2018). I denne rapporten beskrives hvilke undersøkelser som er gjennomført, mens hovedvekten er på presentasjon av resultater som ikke er behandlet av Gamborg (2018). Resultater fra Gamborg

(2018) er derfor bare tatt med i denne rapporten når det ble funnet å være nødvendig for å belyse resultater fra oppfølgende undersøkelser.

## 2 Materiale og metoder

Forsøket var lokalisert på Kjerringjordet i Ås (Akershus). Ås ligger i klimasone 3 (Det norske hageselskap u. å.) med normal gjennomsnittlig årstemperatur på 5,3 °C. Gjennomsnittlig temperatur for juli er 16,1 °C og for januar -4,8 °C (Aune 1993). Normal årsnedbør er 785 mm. Nedbørsmengden er lavest i februar med 35 mm og høyest i oktober med 100 mm (Førland 1993).

Tabell 11 viser at gjennomsnittlig temperatur for 2017 lå på 6,4 °C og årsnedbøren var 974 mm (Grinde et al. 2018).

Tabell 1. Månedlig gjennomsnittstemperatur (°C) og nedbørsmengde (mm) for Ås i forsøksperioden (juni-oktober 2017) (Grinde et al. 2018).

Måned	Gjennomsnittstemperatur °C 2017	Nedbør (mm) 2017
Juni	14,5	94,9
Juli	16,1	40,9
August	14,6	133,3
September	11,6	121,5
Oktober	6,7	138,8
Totalt (år)	6,4	973,5

Forsøket skulle danne grunnlag for etablering av regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen. Der er gjennomsnittlig årstemperatur 5,5 °C og normal årsnedbør 830 mm (Målestasjon Drammen-Marienlyst, Aune 1993, Førland 1993).

### 2.1 Jordblandinger

Etter ønske fra Statens Vegvesen har Trond Knapp Haraldsen (NIBIO) komponert oppskrifter til seks ulike jordblandinger fra to produsenter (Skaaret Landskap AS og Lindum AS) med avtagende innhold av finmateriale og økende sandinnhold hvor basisblandingen skulle ligge innenfor spesifikasjonene i prosess 74.44 (Statens vegvesen, 2015). Det var et ønske om å prøve ulike kompostvarianter i stedet for torv. Derfor ble det komponert flere jordblandinger uten torv (Tabell 33 og Tabell 4).

#### 2.1.1 Jordkomponenter:

Tabell 2 viser komponenter fra to leverandører som ble brukt i jordblandinger i forsøket der hver blanding inneholdt komponenter fra bare en produsent.

Tabell 2. Jordkomponenter som ble brukt til jordblandingene.

Produkt	Leverandør
Mellomsand fra Helgelandsmoen	Skaaret Landskap AS
Siltig mellomsand fra Helgelandsmoen	Skaaret Landskap AS
Hestegjødselkompost	Skaaret Landskap AS
Flis/ barkkompost (Follum)	Skaaret Landskap AS
Sphagnumtorv (H3-H5) fra Lamyra	Skaaret Landskap AS
Wigdal sand (mellomsand)	Lindum AS
Eggesand (grovsand)	Lindum AS
Siltig mellomsand*	Lindum AS
Hage/parkkompost vanlig	Lindum AS
Hage/parkkompost sur	Lindum AS
Meitemarkkompost basert på fast biorest av matavfall	Lindum AS

\* Blandinger fra Lindum var komponert ut ifra siltig finsand men det leverte produktet viste seg å være siltig mellomsand.

## 2.1.2 Jordblandinger med materialer fra Skaaret Landskap AS:

Tabell 3. Oppskrifter for jordblandingene med råvarer fra Skaaret landskap AS.

Navn	Innhold
<b>Skaaret regnbed 1 (S1):</b>	8 deler Skaaret basisblanding 1 (av like deler sand og siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.
<b>Skaaret regnbed 2 (S2):</b>	8 deler Skaaret basisblanding 1 (av like deler sand og siltig sand), 2 deler hestegjødselkompost.
<b>Skaaret regnbed 3 (S3):</b>	8 deler Skaaret basisblanding 2 (2 deler sand og 1 del siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.
<b>Skaaret regnbed 4 (S4):</b>	7 deler Skaaret basisblanding 2 (2 deler sand og 1 del siltig sand), 1 del hestegjødselkompost, 1 del flis/barkkompost, 1 del sphagnumtorv.
<b>Skaaret regnbed 5 (S5):</b>	8 deler Skaaret basisblanding 3 (1 del sand og 2 deler siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.
<b>Skaaret regnbed 6 (S6):</b>	7 deler Skaaret basisblanding 3 (1 del sand og 2 deler siltig sand), 2 deler hestegjødselkompost og 1 del sphagnumtorv.



### 2.1.3 Jordblandinger med materialer fra Lindum AS:

Tabell 4. Oppskrifter for jordblandingene med råvarer fra Lindum AS.

Navn	Innhold
Lindum regnbed 1 (L1):	8 deler Lindum basisblanding 1 (2 deler Wigdalsand og 1 del siltig mellomsand), 2 deler vanlig hage/parkkompost.
Lindum regnbed 2 (L2):	8 deler Lindum basisblanding 2 (like deler av Wigdalsand og siltig mellomsand), 2 deler vanlig hage/parkkompost.
Lindum regnbed 3 (L3):	8 deler Lindum basisblanding 3 (1 del av Wigdalsand og 2 deler siltig mellomsand), 2 deler vanlig hage/parkkompost.
Lindum regnbed 4 (L4):	8 deler Lindum basisblanding 4 (2 deler Eggesand og 1 del siltig mellomsand), 2 deler vanlig hage/parkkompost.
Lindum regnbed 5 (L5):	8 deler Lindum basisblanding 5 (like deler Eggesand og siltig mellomsand), 1 del vanlig hage/parkkompost og 1 del sur hage/parkkompost.
Lindum regnbed 6 (L6):	8 deler Lindum basisblanding 6 (1 del Eggesand og 2 deler siltig mellomsand), 1 del vanlig hage/parkkompost og 1 del meitemarkparkkompost.

Komponentene i de ulike jordblandingene ble blandet på følgende måte: For hver jordblanding ble alle jordkomponenter målt opp og lagt i en haug på betonggulv. Haugen ble spadevendt frem og tilbake 5 ganger. Gulvet ble feid mellom hver blanding. Jordblandingene omtales videre i teksten som Skaaret jordblandingene og Lindum jordblandingene, og med koder angitt i Tabell 33 og Tabell 4.

## 2.2 Plantemateriale

Til forsøket ble følgende stauder valgt: *Amsonia orientalis* Decne., *Eurybia divaricata* (L.) G. L. Nesom, *Hemerocallis* 'Golden Chimes' og *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin (Tabell 5). Disse staudene er blant de staudeslagene som skal plantes ut i et regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen.

*Amsonia orientalis* er en flerårig art i gravmyrtfamilien. Arten er viltvoksende i et lite område i Tyrkia og er klassifisert som kritisk truet (The IUCN Red List of Threatened Species 2017). Den vokser på fuktige steder, ofte knyttet til havkyst. Den blir 30-60 cm høy og blomstrer i sitt naturlige habitatområde fra august til oktober (Blamey & Grey-Wilson 1993). Arten kan dyrkes i sol og delvis skygge i de fleste jordtyper (Ballyrobert Gardens u. å., Bourne 2002). *A. orientalis* foretrekker svak basisk moldfattig sandig leire med mye jern og magnesium (Özen, referert i Acemi et al. 2017).

*Eurybia divaricata* er en flerårig plante i kurvplantefamilien med høyde på mellom 30 og 90 cm med lange forgrenede rhizomer som blir forvedet. Den blomstrer sommer og høst. Planten er utbredt naturlig i østlig del av Nord Amerika. Den vokser på tørre til middels fuktige steder i løvskog, blandet skog på hogstfelt og langs veier (Flora of North America, u. å.). Arten foretrekker næringsrik (The Beth Chatto Gardens u. å.), nøytral til svak sur jord (North Creek Nurseries u. å.). *E. divaricata* kan tåle jord med svært lav pH (Greller et al. 1990).

*Hemerocallis* 'Golden Chimes' er en kultivar som ble registrert i 1954. Det er en flerårig plante i aloefamilien som kan bli opp til 1,2 m høy. Denne kultivaren trives i sol og halvskygge og blomstrer i juli-august (National Gardening Association u. å.). *H. 'Golden Chimes'* foretrekker næringsrik, fuktig, men veldrenert jord. Den kan også dyrkes på mager jord eller i jord med mye leire (Royal Horticultural Society u. å.).

*Luzula sylvatica* (storfrytle) er en eviggrønn plante i sivfamilien med høyde på 40-80 cm. Denne arten blomstrer fra mai til juni. *L. sylvatica* finnes naturlig i Norge og trives på fuktig, næringsfattig jord ved kysten, i skog og på lynghei (Mossberg & Stenberg 2012).

Tabell 5. Oversikt over leverandører, formeringsmåte og pottestørrelse ved levering fra planteskole.

Navn:	Leverandør	Formeringsmåte	Pottestørrelse
<b>Amsonia orientalis</b>	Ljono stauder	Vegetativt formert, ukjent om det er en eller flere kloner.	560 ml
<b>Eurybia divaricata</b>	Heidatun Staudgartneri	Vegetativt formert, en klon	560 ml
<b>Hemerocallis 'Golden Chimes'</b>	Ljono stauder	Vegetativt formert, en klon	780 ml
<b>Luzula sylvatica</b>	Ljono stauder	Vegetativt formert, flere kloner	560 ml

## 2.3 Etablering og gjennomføring av forsøket

Oppstartdato for forsøket var den 26 juni 2017. *A. orientalis*, *E. divaricata* og *L. sylvatica* ble plantet i 3,5 l plastpotter og *H. 'Golden Chimes'* i 5 l plastpotter. Grunnen til dette var at plantene av *Hemerocallis* var mye større. Det var 4 gjentak for hver jordblanding og art. Totalt ble det 48 potter av hvert planteslag (4 gjentak x 12 jordblandinger). Torvjorda som plantene kom i ble beholdt under omplanting. Plantene ble satt utendørs under et transparent tak med åpne sider (Figur 1a). På grunn av et lite overskudd i plantemateriale ble det etablert en begrenset kontroll for alle arter med jordblandingene S5 og S6 med 4 gjentak for hver. Grunnen til at disse to blandingene ble valgt var at teksturen i dem tilfredsstilte kravene i prosess 74.44. Under etableringstiden som varte i 5 uker, stod plantene gruppert etter art unntatt kontrollen som stod adskilt. Plantene innenfor arten var randomisert (Figur 1b).



Figur 1a Takkonstruksjonen brukt i forsøket (til venstre) (Foto: E. Vike). Figur 1b Oppstart av forsøket. Plantene er pottet om og plassert under tak (til høyre) (Foto: E. Vike).

Den første måneden utviklet forsøksplantene seg under normalt vanningsregime med optimal volumprosent vann på 30. De ble vannet hver gang volumprosent vann i jorda lå lavere enn 25 i de fleste pottene innenfor arten.

For å gjenskape forholdene i et regnbed ble plantene utsatt for gjentatte flomsimuleringer av ulik grad og perioder med tørke.

**1. flomsimulering:** Den første flomsimuleringen som tilsvarte 50 mm regn, startet 01.08.17 (Figur 2). Pottene fikk tilført vann på toppen av jorda tilsvarende 50 mm regn dvs. 11dl og 16 dl vann til 3,5 l og 5 l pottes henholdsvis. Overskuddsvannet som drenerte fra jorda, fylte de fleste skålene til toppen som tilsvarte ca. 4 cm. Plantene stod i det vannet i 2 døgn. Deretter ble skålene tømt.



Figur 2. Den første flomsimuleringen der det ble tilført vann tilsvarende 50 mm regn

(Foto: M. Gamborg).

**1. tørkeperiode:** Etter første flomsimuleringen ble plantene utsatt for tørkestress hvor volumprosent vann skulle gå ned til 5-10 vol. %. Når de fleste verdiene lå innenfor det ønskede intervallet ble normalt vanningsregime gjenopprettet og brukt frem til neste simulering av flom.

**2. flomsimulering:** Etterfølgende behandling som startet 29.08.17, var simulering av ekstrem flomsituasjon hvor vannivået skulle nå opp til jordoverflaten. Pottene ble satt opp i bøtter som var fylt med 1-1,5 l vann (Figur 3a). Ettersom vannet ble sugd opp i jorda ble det etterfylt med mere vann frem til vannivået hadde nådd opp til jordoverflaten (Figur 3b). Etter et døgn ble pottene flyttet fra bøttene over til skålene hvor de stod i utdrenert vann i ett døgn til. Deretter ble skålene tømt.



Figur 3a. Andre flomsimulering. Plantene står i bøtter fylt med vann (til venstre) (Foto: M. Gamborg). Figur 3b Vannivået når opp til jordoverflaten (til høyre) (Foto: M. Gamborg).

På grunn av lav evapotranspirasjon som følge av lave temperaturer og høy luftfuktighet utover ettersommer og høst, ble det ikke mulig å simulere flere tørkeperioder.

**3. flomsimulering:** Simulering av ekstrem flomsituasjon ble gjentatt i perioden mellom 21.09.17 og 26.09.17, der det ble brukt samme metode som ved 2. flomsimulering.

Hele forsøksperioden stod plantene randomisert innenfor arten. Kontroll-plantene stod adskilt.

Under første flomsimulering ble det observert at noe av jorda ble vasket ut til skålene. Dette ville føre til stort tap av vekstmedium etter flere behandlinger. For å unngå dette, ble det valgt å sette hver potte i en ekstra plastpotte med fiberduk imellom. Det ble brukt undervannsmatte/ kapilærmatte Fibertex PPR 433 Vekt 150 g/m<sup>2</sup>.

Planter av *E. divaricata* som stod ytterst mot vest begynte å vise symptomer på stress (bladene fikk blant annet rød farge). Som tiltak fra midten av august ble det satt opp en leplanting.

Etter første flomsimulering og tørkestress ble det bestemt å vanne plantene først når volumprosent vann lå under 20 og ikke 25.

Forsøket ble avsluttet den 11. oktober 2017. Halvparten av alle plantene skulle overvintre ute til et videre forsøk.

Ved avslutning av forsøket ble overjordisk del høstet fra alle planter av *A. orientalis*, *E. divaricata* og *H. 'Golden Chimes'*. Hos *L. sylvatica* ble overjordisk del høstet bare fra de to gjentakene som ikke skulle til overvintring. Til høsting av røtter ble det tatt ut 2 gjentak fra alle jordblandinger samt 2 gjentak fra jordblandingene S5 og S6 i kontroll.

Røttene til plantene ble vasket grundig. Underjordisk og overjordisk del til hver plante ble lagt i hver sin pose.

Alt høstet materiale ble tørket i tørkeskap ved 85°C i to og et halvt døgn. Deretter ble det tørkede materialet veid.

### **Overvintring**

Pottene som skulle overvintres ble satt ut på karplanteplassen ved Planteskolen, NMBU Ås etter høsting i oktober. Pottene ble satt tett sammen, uten dekke, artsvis, men randomisert innen arten. Antall: 2 gjentak pr. art og jordblanding, samt 2 gjentak av kontrollene (S5 og S6). Det var snødekke store deler av vinteren (Figur 4).



Figur 4. Pottene på ettervinteren/tidlig vår 2018 etter overvintring ute (Foto: E. Vike).

Utover våren ble det vannet ved behov.

Registrering av helhet ble utført 14.mai og 1.juni.

Etter registrering 1. juni ble plantene gjødslet forsiktig med Fullgjødsel (12-4-18), samt en overgjødning kalksalpeter seinere i vekstsesongen.

En siste registrering av utviklingen (helhet) hos *Luzula sylvatica* ble gjennomført i 5.november.

## 2.4 Registreringer i forsøket

Hver gang plantene skulle registreres ble de rangert etter produsent og jordblanding og ble fotografert

Følgene registreringer ble utført (Tabell 6):

**Helhet** ble bedømt etter en skala fra 0 til 9 hvor 0 var en død plante, 1 – så vidt liv, 2 – svært dårlig, 3 – dårlig, lite forbedringspotensial, 4 – dårlig, med forbedringspotensial, 5 – akseptabel plante, 6 – nokså god, 7 – god, 8 – meget god og 9 – svært god frodig og velutviklet plante.

**Bladskade** ble bedømt etter en skala fra 0 til 9 hvor 0 var ingen skader og 9 hvor alle blader var fullstendig skadet/nekrotiske. Denne type registrering omfattet bare abiotiske skader.

**Sykdom og skadedyrangrep** ble bedømt etter en skala fra 0 til 9 hvor 0 var ingen tegn til patogener eller skadedyr og 9 hvor hele planten var svært sterkt angrepet.

**Registrering av synlige røtter i potteshull** ble dømt etter en skala fra 0 til 4 hvor 0 var ingen synlige røtter, 1 – svært få røtter, 2 – noen røtter, 3 – mye røtter, og 4 – svært mye røtter. Dette ble gjort etter simulering av regn på 50 mm hvor plantene etter behandlingen stod i vannfylte skåler. Det var viktig å se om det fantes røtter i bunnen av jordklumpen og eventuelt hvor mye og om det var noen døde røtter.

**Symptomer etter flomsimulering og tørkeperiode** ble bedømt etter en skala fra 0 til 9 hvor 0 var ingen symptomer og 9 var svært sterke symptomer.

**Vurdering av mørke røtter** ble bedømt etter en skala fra 0 til 9 hvor 0 var ingen og 9 var svært mye mørke røtter. Disse registreringer ble gjort ved hjelp av bilder tatt av vaskede røtter.

Tabell 6. Oversikt over registreringer som ble gjort i forsøket.

Periode	Helhets- inntrykk	Blad- skade	Sykdom og skadedyr	Registrering av synlige røtter i pottehull	Symptomer etter simulering av flom/tørke	Vurdering av mørke røtter
Oppstart (periode 1)	*	*				
Etableringsfasen (periode 2)	*	*				
Etter første flomsimulering og tørkeperiode (periode 3)	*	*	*	*	*	*
Etter andre flomsimulering (periode 4)	*	*	*		*	
Etter tredje flomsimulering (periode 5)	*	*	*		*	
Avslutning/ Høsting (periode 6)						*
Etter overvintring (14.5 og 1.6.18 alle, 1.11 <i>L. sylvatica</i> )	*					

## 2.5 Målinger

### 2.5.1 Målinger ved oppstart

Etter at plantene ble pottet ble det registrert antall skudd, og gjennomsnittslengde på de to-tre lengste skuddene. Der det var bare ett skudd ble lengden målt på det ene skuddet.

#### 2.5.1.1 Målinger av relativt klorofyllinnhold

Klorofyllmålinger ble utført ved hjelp av Hansatech CL1 Chlorophyll Content Measurement System. Det ble tatt to målinger av unge blad og to målinger av gamle blad på hver plante hver gang man foretok målinger. Som et ungt blad ble det valgt blader fra de øverste fullt-utviklede blader. Som et gammelt blad ble det valgt blader fra nederste del av planten (Figur 5). Målinger ble tatt på midten av bladplaten. Grove bladnerver ble unngått der det var mulig.



Figur 5. Eksempler på unge blader (oransje pil) og gamle blader (blå pil) som ble brukt til måling av relativt klorofyllinnhold hos: a – *Amsonia orientalis*, b – *Eurybia divaricata*, c – *Hemerocallis* ‘Golden Chimes’, d – *Luzula sylvatica* (Foto: E. Vike).

#### 2.5.1.2 Målinger av vanninnhold i jorda

Målinger ble utført ved hjelp av HH2 Moisture Meter - Readout Unit brukt med SM150T Soil Moisture sensor. Det ble tatt to målinger per potte hver gang man skulle måle. Målingene ble tatt nærmere potteveggen for å unngå torvjorda som fulgte med plantene.

#### 2.5.1.3 Målinger ved avslutning av forsøket

Ved avslutning av forsøket ble antall skudd og skuddlengde for alle planter målt etter samme metodikk som ble brukt i starten. Tørkede overjordiske og underjordiske deler ble veid separat for hver høstet plante. En oversikt over gjennomførte registreringer gjennom forsøksperioden er vist i Tabell 7. Resultatene av disse målingene er behandlet av Gamburg (2018), og ikke tatt med denne rapporten.

Tabell 7. Oversikt over målinger som ble tatt i forsøket.

Periode	Antall skudd	Skudd-høyde	Klorofyll-innhold i unge blad	Klorofyll-innhold i gamle blad	Vann-innhold i jorda	Tørrvekt over-jordisk del	Tørrvekt under-jordisk del
Oppstart (periode 1)	*	*	*	*			
Etableringsfasen (periode 2)			*	*			
Etter første flomsimulering og tørkeperiode (periode 3)			*	*	*		
Etter andre flomsimulering (periode 4)			*	*	*		
Etter tredje flomsimulering (periode 5)			*	*	*		
Avslutning/Høsting (periode 6)	*	*				*	*

## 2.6 Jordanalyser

Jordprøver i sylindre ble tatt fra de ulike jordblandingene på følgende måte: sylindrer med påsatt lokk ble fylt opp med jord. Jorda ble presset godt med fingrene. Overskuddsjord ble fjernet forsiktig med en kniv. Det ble tatt 3 prøver à 100 cm<sup>3</sup> fra hver jordblanding. Vannretensjon ble målt ved 10, 50, 100, 1000 og 15000 hPa ved hjelp av sandboks (Eijkelkamp, 2007) og keramiske plater (Richards 1948).

Det var teknisk umulig å gjennomføre måling av luftvolum. Grunnen til dette var at prøvene var for løse for den type analyse. Derfor ble det valgt å sette porevolum likt vannvolum ved metning.

Prøver av både jordkomponenter og ferdige jordblandinger ble sendt til Eurofins der kornstørrelse- og kjemiske analyser ble kjørt med standard metoder. Det ble tatt analyser for pH, glødetap, fosfor, kalium, magnesium, kalsium og natrium. Kjemiske analyser for organisk materiale inneholdt i tillegg analyser av ammonium og nitrat.

## 2.7 Statistikk

Variansanalyser (PROC GLM) og regresjonsanalyser (PROC REG) ble utført ved hjelp av statistikkprogram i SAS (Statistical analyses system): SAS/STAT 13.1.

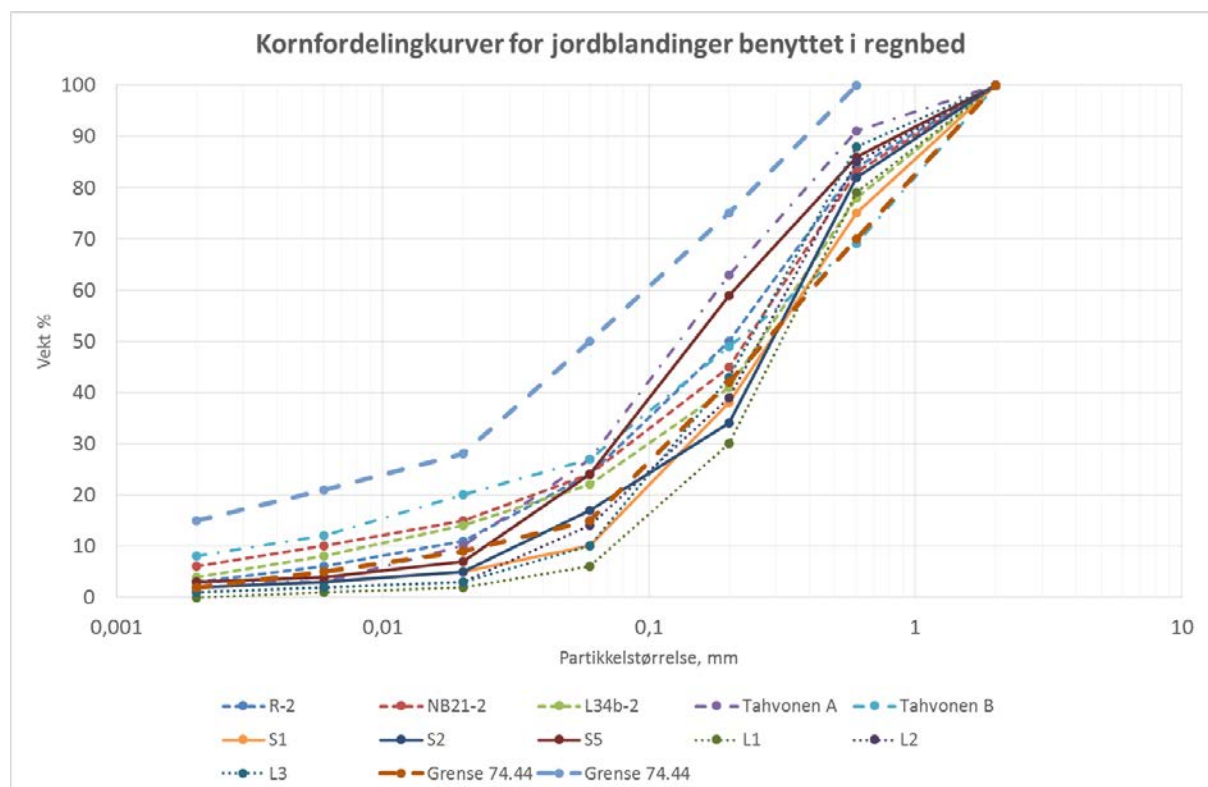


## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Kornstørrelsesfordeling og fysiske egenskaper

Jordblandinger til regnbed skal på den ene sida ha stor vannledningsevne, men samtidig tilstrekkelig vannlagringsevne til at plantene overlever perioder med lite nedbør. I tillegg er vinterforholdene utfordrende i områder med kaldt klima. Vannets tetthet og seighet er størst ved 4 °C, og det kan bli snakk om store vannmengder og delvis frosset jord under perioder med snøsmelting og samtidig nedbør. I tillegg påvirker strøing av veier med sand/grus og bruk av salt egenskapene til regnbed i kalde områder (Kratky et al. 2017).

SVV har stilt spørsmål om beskrivelse av jord ut fra prosess 74.44 også kan nyttes for regnbed. Som vist i Figur 5, ligger kornfordelingskurvene for regnbedene til Paus et al. (2016) og Tahvonen B (Tahvonen 2017) helt innenfor angitt område for tekstur i prosess 74.44. Regnbedblandingene som ble undersøkt av Paus et al. (2016) og Tahvonen (2018) hadde tekstur som siltig mellomssand med varierende grad av sortering, mens blandingene i denne undersøkelsen varierte fra siltig mellomssand til mellomssand. Den store forskjellen på jordblandingene i undersøkelsen til Tahvonen (2018) var sorteringen av sanda. Blandingen Tahvonen A hadde lite leir, fin og middels silt, men en del grovsilt. Hovedfraksjonene var fin og middels sand. Tahvonen B blandingen hadde høyest leirinnhold og innhold av fin og middels silt, og likere fordeling av sandfraksjonene.



Figur 6. Kornfordelingskurver for jordblandinger nytt i regnbed: R-2, NB21-2 og L34b-2 (Paus et al. 2016), Tahvonen A og B (Tahvonen 2017) og S1, S2, S5, L1, L2 og L3 fra denne undersøkelsen.

Av blandingene i denne undersøkelsen var det L 1 som hadde minst finstoff. Blandingene S5 og S6 lignet mest på de regnbedblandingene som var med i undersøkelsen til Paus (2016). Blandingene L3 og S1 hadde likt innhold av finstoff, men litt ulik fordeling av sandfraksjonene (Figur 6).

Tabell 8. Gjennomsnittlig porevolum i vol. % i de ulike jordblandningene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike pF-intervallene hvor -10 hPa tilsvarer porestørrelse 300 µm, -50 hPa – 60 µm, -100 hPa 30 µm, -1000 – 3 µm og -15000 – 0,2 µm. Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved P=0,05.

Jord- blanding	N	Metning		-10 hPa		-50 hPa		-100 hPa		-1000 hPa	
		-10 hPa		-50 hPa		-100 hPa		-1000 hPa		-15000 hPa	
		Vol.%		Vol.%		Vol.%		Vol.%		Vol.%	
S1	3	7,5	ab	17,6	cd	3,7	de	5,3	ab	9,6	cd
S2	3	8,0	ab	17,7	cd	3,9	de	6,3	ab	9,1	cde
S3	3	5,4	b	21,5	a	3,3	e	5,2	ab	6,9	cde
S4	3	6,2	ab	21,4	a	3,5	de	5,6	ab	10,0	bc
S5	3	7,3	ab	14,1	e	4,0	cde	7,0	ab	13,3	ab
S6	3	7,6	ab	15,5	de	4,8	abcde	7,5	a	15,0	A
L1	3	7,2	ab	22,0	a	4,7	bcde	4,3	b	6,1	cde
L2	3	8,6	a	20,5	ab	5,7	abc	4,1	b	5,8	de
L3	3	9,3	a	18,9	bc	6,5	a	5,3	ab	7,4	cde
L4	3	7,5	ab	18,6	bc	3,4	de	5,2	ab	5,3	E
L5	3	7,0	ab	17,1	cd	5,1	abcd	5,7	ab	6,8	cde
L6	3	7,5	ab	16,0	de	6,2	ab	6,5	ab	5,8	de

Jordblandningene som frigjorde størst andel drenerbare porer ved -10 hPa vannpotensial var L2 og L3 blandningene, mens S3 blandingen var signifikant dårligere (Tabell 8). Ved -50 hPa hadde alle jordblandningene frigjort mer enn tilstrekkelig mengde luftfylte porer for normal rotvekst. S2 og S3 blandningene hadde lavest andel drenerbare porer ved -10 hPa, men friga størst andel drenerbare porer ved videre drenering til -50 hPa. Ved vanlig feltkapasitet på -100 hPa (tilsvarende 1 m dreneringsdybde), var andelen drenerbare porer 25,4 % for S5 og høyest for L2 med 34,8 %. L2 hadde minst vannlagringsevne, mens S6 blandingen hadde mer enn dobbelt så stor vannlagringsevne som L2. Siden det ikke var signifikant forskjell i andel drenerbare porer ved -10 kPa mellom L2 med minst vannlagringsevne, og S5 og S6 med størst vannlagringsevne, er det spørsmål om en jordblanding til regnbed med litt finstoff og god sortering av sanda er det beste. Blandingen S5 hadde ganske lik kornfordeling i forhold til blandingen Tahvonen A, som fungerte godt i forhold til å håndtere vannet i regnbed i Finland. Som vekstmedium fungerte imidlertid ikke denne blandingen så bra i følge Tahvonen (2018). Blandingene av mellomsand hadde klart mindre vannlagringsevne enn blandningene av siltig mellomsand, og det store spørsmålet er derfor hvordan stauder vil klare seg i dyrkingsmedier av mellomsand i perioder med lite nedbør som sommeren 2018. I områder med regnrøkt klima (>2000 mm årsnedbør) vil nok regnbed oppbygd med tekstur tilsvarende L2, L3, L4, S1 og S2 blandningene ta unna vannet godt i regnrøke perioder, samtidig som sannsynligheten er mindre for langvarig tørkestress om sommeren.

For regnbed i områder på Østlandet viser de fysiske egenskapene til jordblanding S6 bra balanse mellom luftfylte porer ved høy vannmetning (-10 hPa) og god vannlagringsevne. Teksturen for S6 ligger omtrent på grensa for groveste anbefalt til grøntanlegg i henhold til prosess 74.44. Den har litt mindre av de aller fineste fraksjonene (leir til middels silt), og god balanse mellom fin, middels og grov sand.

## 3.2 Kjemiske egenskaper for jordblandingene

S blandingene hadde pH mellom 6,2 og 6,7, mens L blandingene lå i intervallet 7,6-8,6 (Tabell 9). Alle blandingene inneholdt lave konsentrasjoner av løselig fosfor (P-AL). Blandingene S2 og S6 hadde klart høyere nivå av løselig kalium enn de andre blandingene, og det stemmer godt overens med at disse var tilført største mengde hestegjødselkompost. Generelt var jordblandingene med næringsfattige enn forutsatt, og det var bare blandingen L6 som hadde fosforinnhold som normalt innebærer god P-forsyning til planter. Gamborg (2018) har imidlertid regnet ut at innholdet av mineralsk nitrogen i L6 blandingen tilsvarte hele 26,7 kg N/daa regnet i forhold til innholdet av mineralsk N i meitemarkkomposten. Innholdet av mineralsk N i de øvrige blandingene var lavt, 1 kg N/daa eller mindre.

Tabell 9.1 Verdier for pH, glødetap og innhold av fosfor, kalium, magnesium og kalsium i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Jordblanding	pH	Fosfor (P-AL) [mg/100g]	Kalium (K-AL) [mg/100g]	Magnesium (Mg-AL) [mg/100g]	Kalsium (Ca-AL) [mg/100g]	Glødetap % TS
S1	6,5	2,3	7,9	4,8	49	2,2
S2	6,7	2,7	12	4,5	40	2,0
S3	6,5	2,1	6,3	4,2	46	1,8
S4	6,2	<2,0	7,1	5,2	55	2,8
S5	6,4	2,4	7,5	4,7	46	2,3
S6	6,4	3,2	14	5,7	54	2,4
L1	7,6	4,4	7,4	5,2	89	1,5
L2	7,7	4,2	7,8	5,8	110	1,4
L3	7,7	4,5	7,3	6,3	130	1,6
L4	8,6	4,7	7,5	16	1100	1,3
L5	7,9	4,0	7,4	14	860	1,4
L6	8,3	10	7,2	10	350	2,0

I regnbed er det ikke ønskelig med høye konsentrasjoner av mineralsk N, og spesielt ikke av nitrat-N siden vannmengdene som skal gå gjennom et regnbed forutsettes å gi betydelig risiko for utvasking. Innblanding av kompost i forsøksblandingene ga ikke optimale kjemiske egenskaper. En bør derfor øke kompostmengden til 30 vol. % og i tillegg bruke organisk NPK-gjødsel tilpasset plantenes N-behov. En fornuftig mengde mineralsk eller mineralisert N vil være 5-10 kg N/daa i løpet av vekstsesongen. Matavfallskomposten som ble undersøkt av Bøen & Haraldsen (2011) hadde en mineralisering som frigga mineralsk N i tilstrekkelig mengde til å gi god plantevekst i etableringsåret og noe ettervirkning påfølgende vekstsesong. Komposter med lignende egenskaper vil egne seg godt i jordblandinger til stauder i regnbed. Haraldsen et al. (2011) viste lite N og P tap ved utvasking ved bruk av organiske gjødseltyper sammenlignet med mineralsk NPK-gjødsel og i særlig grad gjødseltyper med mye nitrat-N.

## 3.3 Overvintring av staudene

Når det gjelder vekst og utvikling av staudene gjennom vekstsesongen, er dette beskrevet fullstendig av Gamborg (2018) og gjentas ikke i denne rapporten. Generelt viste målingene gjennom vekstsesongen små forskjeller mellom de ulike jordblandingene på vekst og vitalitet hos staudene. Det var derfor

viktig å få med resultater av overvintring i denne rapporten. Registreringene i mai og juni 2018 viste nemlig betydelig utgang hos enkelte arter (Tabell 10, Figur 7).

Tabell 10. Helhet (skala 0-9) ved to tidspunkt etter overvintring ute hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* dyrket i 12 ulike jordblandinger (KS5 og KS6 er kontroll).

Jord	Gj.t	Ams		Eury		Hem		Luz		Gj.sn
		14/5	1/6	14/5	1/6	14/5	1/6	14/5	1/6	
S1	A	0	2	0	1	8	7	5	3	3.3
	B	0	0	0	1	8	8	5	3	3
S2	A	0	3	0	0	4	7	5	5	3.8
	B	0	0	4	6	4	7	5	3	4.0
S3	A	0	5	3	6	7	7	6	3	5.3
	B	0	4	0	0	6	7	5	3	3.5
S4	A	2	6	1	2	6	7	5	1	4.0
	B	0	0	2	3	6	5	6	3	2.8
S5	A	0	0	1	0	5	8	6	4	3.0
	B	3	5	0	0	6	7	4	3	3.8
S6	A	2	5	0	0	7	8	5	5	4.5
	B	0	0	0	0	5	5	4	4	2.3
L1	A	0	0	0	0	7	8	4	3	2.8
	B	0	0	0	0	8	7	5	3	2.5
L2	A	0	0	0	0	7	7	5	4	2.8
	B	0	3	0	0	5	6	5	3	3.0
L3	A	0	0	0	0	0	0	5	3	0.8
	B	0	0	0	0	0	0	5	3	0.8
L4	A	1	1	4	7	7	8	5	5	5.3
	B	2	5	0	0	3	4	5	4	3.3
L5	A	0	4	0	0	2	5	4	3	3.0
	B	0	4	5	7	0	0	6	6	4.3
L6	A	0	0	0	0	8	7	5	4	2.8
	B	0	0	0	0	8	9	5	4	3.3
Gj.sn.		0.4	2.0	0.8	1.4	5.3	6.0	5.0	3.5	3.2
KS5	A	3	8	0	0	6	7	5	7	5.5
	B	0	5	1	1	8	8	7	8	5.5
KS6	A	3	7	2	5	6	7	7	5	6.0
	B	2	8	0	0	7	7	7	7	5.5
Gj.sn.		2	7	0.8	1.5	6.8	7.3	6.5	6.8	5.6

*Amsonia orientalis*: Bare 50 % av plantene som ble utsatt for oversvømmelse i forsøket, hadde overlevd vinteren. Gjennomsnittlig helhetskarakter var lav, med unntak for kontrollplantene. Alle kontrollplantene hadde overlevd og viste en god utvikling. Det er vanskelig å trekke noen konklusjon om det er forskjell mellom jordblandingene siden det typisk var en plante som overlevde og en plante som døde for mange jordblandinger. Statistiske analyser med bare to gjentak og stor variasjon gir lite grunnlag. Av blandingene som inngikk i forsøket med oversvømmelse og tørke overlevde begge plantene i blandingene S3, L4, L5 og kontrollblandingene.

*Eurybia divaricata* (syn. *Aster div.*): Bare ca. 35 % hadde overlevd vinteren. Det var størst utgang i jordblandingene med materialer fra Lindum (bare to overlevende planter), men det er for få gjentak til å kunne trekke noen sikre konklusjoner her. Kontrollplantene skilte seg ikke nevneverdig ut fra de øvrige.

*Hemerocallis cv.*: Denne stauden har taklet vinteren klart best. Bare 10% har gått ut. Helhetskarakteren for de fleste var god og like god som hos kontrollplantene.

*Luzula sylvatica*: Det ser ikke ut til å være utgang av planter hos denne arten. På vårparten så den ut til å ha overlevd bra, men var preget av tilbakefrysing av/sviskader på mye av bladverket. Det er normalt ikke noe problem for denne arten, siden nytt bladverk vanligvis vokser raskt ut. Det var forventet at det ville skje her også, men ved registrering 1. juni ble det klart at veksten ikke var kommet særlig i gang. Plantene var lysegrønne og sturet fortsatt. Helhetskarakteren ble derfor lavere 1. juni enn tidligere i mai. Kontrollplantene hadde greid seg bedre enn plantene som ble utsatt for oversvømmelse/tørke.



Figur 7. Staudene 1.juni etter overvintring ute. Nærmest *Amsonia orientalis*, deretter *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica*

(Foto: E. Vike).

At kontrollplantene hos *Amsonia* og *Luzula* har en bedre utvikling kan det ha to årsaker. Det ene er at behandlingen med oversvømmelse og tørke i forsøksperioden har svekket plantene slik at de tåler vinterforholdene dårligere enn kontrollplantene som ikke fikk denne behandlingen. En annen årsak kan være at dreneringsforholdene i kontrollpottene har vært bedre i vinter/vår. Plantene i forsøket hadde to potter med duk mellom. Kontrollplantene hadde bare en potte, som sto rett på bakken. Det er en svakhet ved forsøket når vi sammenligner med kontrollplantene her. Vi burde fjernet den andre

potta på alle høsten 2017, slik at vi fikk like forhold og kontakt med bakken. Det er likevel interessant å se forskjellen mellom artene, der *Hemerocallis* er den som har greid seg svært godt (Figur 8).



Figur 8. *Hemerocallis* 'Golden Chimes' etter overvintring ute. De fleste overvintret godt og hadde like god utvikling som kontrollplantene (de fire pottene i midten) (Foto: E. Vike).

Blandingene S2, S3, S4, L4 og L5 hadde brukbar overlevelse av alle fire staudeslag, mens blandingen L3 hadde spesielt dårlig overlevelse der det bare var storfrytle som så vidt overlevde. Gamborg (2018) peker på at blanding L4 hadde svært høy pH (8,6), men ga god vekst av alle fire staudeslag. I overvintringsforsøket har også alle fire staudeslag klart seg i blanding L4. Det har således ikke vært dårligere vekst og overvintring i denne jordblandingen i forhold til jordblandinger med pH innenfor anbefalt nivå. Med unntak av blandingen L6, var det nitrogenbegrenset vekst i alle jordblandingene. Det er ikke påvist noen klare jordegenskaper som tydelig peker seg ut i forhold til overvintringen av staudene.

### 3.4 Utvikling av *Luzula sylvatica* etter overvintring

Som nevnt i kap. 3.3, viste *Luzula sylvatica* dårlig utvikling etter første vårregistrering i mai. Det ble derfor foretatt en helhetsbedømmelse av de overlevende plantene den 5. november 2018 (Tabell 11). Noen av plantene som var i live 1. juni, var det ikke liv i ved registreringen 5. november og flere planter hadde vokst svært dårlig gjennom sommeren. De fineste storfrytleplantene vokste i jordblandingene S2 og S3, og disse hadde kommet i god vekst gjennom veksts sesongen opp mot nivået til

kontrollplantene i S5. I jordblandingene S1, L5 og L6 hadde veksten ikke tatt seg opp gjennom vekstsesongen.

Ved undersøkelsene i november 2018 ble det også foretatt vurdering av røtter og målt sammensynkning av pottes for S5 og S6 fra oversvømmelsespotter og fra kontrollpotter. Målingene viste at jorda i pottene som hadde vært utsatt for gjentatt oversvømmelse og opptørking hadde sunket sammen med i gjennomsnitt 1 cm i forhold til kontrollpottene (Figur 9). Sammensynkningen av jorda i pottene ble funnet for alle fire staudeslagene, og kan ha sammenheng med at jord rant ut på skåla ved den første vannmetningsperioden. Jorda som da rant ut på skålene ble ikke tilbakeført til pottene.

Tabell 11. Helhet (skala 0 til 9) hos *Luzula sylvatica* dyrket i 12 jordblandinger etter overvintring ute Registreringsdato 5. november.

Jord	Gj.tak	Helhet 1.6	Helhet 5.11	Gj. Helhet 5.11
S1	A	3	4	
	B	3	1	2,5
S2	A	5	9	
	B	3	5	7
S3	A	3	6	
	B	3	6	6
S4	A	1	-	
	B	3	5	
S5	A	4	2*	
	B	3	4	3
S6	A	5	4	
	B	4	5	4,5
L1	A	3	5	
	B	3	6	5,5
L2	A	4	-	
	B	3	7	
L3	A	3	4	
	B	3	3	3,5
L4	A	5	3	
	B	4	5	4
L5	A	3	2	
	B	6	3	2,5
L6	A	4	3	
	B	4	2	2,5
KS5	A	7	7	
KS5	B	8	8	7,5
KS6	A	5	1	
KS6	B	7	7	4

\*sterk konkurranse fra hundegrass som hadde etablert seg i potten



Figur 9. *Luzula sylvatica* i blanding S6 1.11.2018, kontrollplanter til venstre og forsøksplanter til høyre (Foto: Trond Knapp Haraldsen).



## 4 Vurdering og konklusjoner

Når en ser resultatene fra masteroppgaven til Gamborg (2018) og oppfølgende resultater i denne rapporten i sammenheng, er det få entydige resultater når det gjelder sammenhengen mellom jordegenskaper og plantevekst. Resultatene fra overvintringsforsøket viser klart at *Hemerocallis cv.* har overvintret godt i alle jordblandingene. *Luzula sylvatica* overlevde vinteren, men viste stor forskjell i evne til å komme i god vekst i påfølgende vekstsesong mellom de forskjellige jordblandingene. Dårligst overlevelse ble funnet for *Eurybia divaricata* og denne hadde spesielt stor utgang i blandingene med jordmaterialer fra Lindum. De plantene som overlevde i disse blandingene ble imidlertid fine.

Ut fra en samlet vurdering av tilvekst og overlevelse av alle de fire staudeslagene, er det blandingene S2 og L4 som peker seg ut. Bortsett fra at det er stor forskjell i pH mellom disse, er de ganske like når det gjelder tekstur og fysiske egenskaper. Begge inneholder 20 vol. % kompost, henholdsvis hestegjødselkompost (S2) og hage/parkkompost (L4). Både jordanalysene og tilveksten indikerte at innblanding av 20 vol. % hestegjødselkompost eller hage/parkkompost ble i minste laget for å gi plantene god næringsforsyning. Økning av kompostmengden til 30 vol. % kan derfor anbefales, evt. kombinert med tilførsel av organisk NPK-gjødsel.

I regnbed er det ofte anbefalt å bruke kompost som jorddekke, og det er også nyttet i regnbedene som er etablert i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate (Figur 10).



Figur 10. Kompostlag som jorddekke i regnbed i Bjørnstjerne Bjørnsonsgate (Foto: Trond Knapp Haraldsen).

Jorddekke med kompost vil beskytte mot ugrasetablering, redusere vanntap ved fordampning og bidra med tilførsel av betydelige mengder makro- og mikronæringsstoffer. Med tanke på den totale tilførselen av næringsstoffer, er det ikke sikkert at det vil være riktig å øke innblandingen av kompost i jordblandingene hvis en også skal bruke kompost som jorddekke. I videre undersøkelser bør en derfor se nærmere på plantenes behov for næringsstoffer i forhold til frigjøring av næringsstoffer fra kompost og organisk gjødsel i jordblandingene og fra jorddekket av kompost.

# Litteratur

- Acemi, A., Duman, Y., Karakuş, Y. Y., Kömpe, Y. Ö. & Özen, F. 2017. Analysis of plant growth and biochemical parameters in *Amsonia orientalis* after in vitro salt stress. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 58(3): 231-239.
- Aune, B. 1993. Temperaturnormaler. Normalperiode 1961-1990. DMNI-Rapport 02/1993 Klima. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2quIOGQ> (lest 20.03.2018).
- Ballyrobert gardens u. å. *Amsonia orientalis*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2vEDx1c> (lest 03.06.2018)
- Blamey, M. & Grey-Wilson, C. 1993. *Mediterranean wild flowers*. London: Harper Collins Publishers.
- Bourne, V. 2002. How to grow: *Amsonia*. *The Telegraph*, 1. juni 2001. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Hj5cOc> (lest 19.04.2018).
- Bøen, A. & Haraldsen, T.K. 2011. Fertilizer effects of increasing loads of composts and biosolids in urban greening. *Urban Forestry & Urban Greening* 10: 231-238.
- Det norske hageselskap. u. å. Klimasonekart. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2F0aZBX> (lest 01.03.2018)
- Ding, B., Rezanezhad, F., Gharedaghloo, B., van Cappellen, P. & Passeport, E. 2018. Bioretention cells under cold climate conditions: Effects of freezing and thawing on water infiltration, soil structure and nutrient removal. *Science of the Total Environment* 649: 749-759.
- Førland, E. J. 1993. Nedbørnormaler. Normalperiode 1961-1990. DMNI-Rapport 39/1993 Klima. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2v87rhC> (lest 20.03.2018).
- Eijkelkamp 2007. Operating instructions. 08.01 Sandbox. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2EIUfIT> (lest 13.04.2018).
- Gamborg, M. 2018. Virkninger av simulert flom og tørke på stauder i jordblandinger til regnbed. Masteroppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Fakultet for landskap og samfunn/Fakultet for biovitenskap.
- Greller, A. M., Locke, D. C., Kilanowski, V. & Lotowycz, G. E. 1990. Changes in vegetation composition and soil acidity between 1922 and 1985 at a site on the North Shore of Long Island, New York. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 117(4): 450-458.
- Grinde, L., Heiberg, H., Kristiansen, S., Mamen, J., Skalaland, R. G., Szewczyk-Bratnicka, H. & Tajet, H. T.T. 2018. Været i Norge. Klimatologisk oversikt. Året 2017. *Met Info* 13/2017. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2v87rhC> (lest 13.04.2018).
- Haraldsen, T.K, Andersen, U., Krogstad, T. & Sørheim, R. 2011. Liquid digestate from anaerobic treatment of source-separated household waste as fertilizer to barley. *Waste Management & Research* 29: 12711276
- Kratky, H., Li, Z., Chen, Y., Wang, C., Li, X. & Yu, T. 2017. A critical review of bioretention research for stormwater management in cold climate and future research recommendations. *Front. Environ. Sci. Eng.* 11 (4): 16. DOI 10.1007/s11783-017-0982-y
- Kristvik, E., Kleiven, G.H., Lohne, J. & Muthanna, T.M. 2018. Assessing the robustness of raigardens under climate change using SDSM and temporal downscaling. *Water Science & Technology* 77 (6): 11. DOI: 10.2166/wst.2018.043
- Mossberg, B. & Stenberg, L. 2012. *Gyldendals store nordiske flora*. Oslo: Gyldendal.
- Muthanna, T.M., Viklander, M., Gjesdahl, N. & Thorolfsson S.T. 2007. Heavy metal removal in cold climate bioretention. *Water, Air, and Soil Pollution* 183: 391-402

- Muthanna, T.M., Viklander, M., Thorolfsson S.T. 2008. Seasonal climatic effects on the hydrology of a rain garden. *Hydrological Processes* 22: 1640-1649
- National Gardening Association u. å. Plants database. Daylily (*Hemerocallis* 'Golden Chimes') in the daylilies database. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2H23kVI> (lest 12.03.2018).
- Norsk Vann 2008. Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Norsk Vann rapport nr. 162 (2008)
- Paus, K.H. & Braskerud, B.C. 2013. Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold. Vann 01-2013. [https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2013\\_872571.pdf](https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2013_872571.pdf)
- Paus, K.H., Morgan, J., Gulliver, J.S. & Hozalski, R.M. 2014a. Effects of bioretention media compost volume fraction on toxic metals removal, hydraulic conductivity, and phosphorous release. *Journal of Environmental Engineering* 140(10), 04014033. DOI 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000846
- Paus, K.H., Morgan, J., Gulliver, J.S., Leiknes, T. & Hozalski, R.M. 2014b. Assessment of the hydraulic and toxic metal removal capacities of bioretention cells after 2 to 8 years service. *Water, Air, and Soil Pollution* 225, 1803. DOI 10.1007/s11270-013-1803-y
- Paus, K.H., Muthanna, T.M. & Braskerud, B.C. 2016. The hydrological performance of bioretention cells in regions with cold climate. *Hydrology Research* 47: 291-304.
- Prince George's County 2007. Bioretention manual. Environmental service division. Department of Environmental Resources. Maryland, USA. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2I0UY4w> (lest 05.04.2018).
- Richards, L.A. 1948. Porous plate apparatus for measuring moisture retention and transmission by soils. *Soil Science*, 66: 105-110.
- Royal Horticultural Society u.å. *Hemerocallis* 'Golden Chimes'. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2HeEnud> (lest 20.04.2018).
- Statens vegvesen 2015. Håndbok R761. Prosesskode 1. Standard beskrivelse for vegkontrakter. Oslo: Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2v7tQeR> (lest 01.03.2018).
- Tahvonen, O. 2018. Adapting bioretention construction detail to local practice in Finland. *Sustainability* 10(2), 276. DOI 10.3390/su10020276
- The Beth Chatto Gardens u.å. *Eurybia divaricata*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Hekb7M> (lest 19.04.2018).
- The IUCN Red List of Threatened Species 2017. *Amsonia orientalis*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2ITrFNZ> (lest 12.04.2018).

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.