



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for landskap og samfunn

Eva Vike

Virkninger av simulert flom og tørke på stauder i jordblandinger til regnbed

Effects of simulated flood and drought on
herbaceous perennials in soil mixtures for rain
gardens

Marina Gamborg

Plantevitenskap

Fakultet for biovitenskap

Fil Lujra

FORORD

Denne oppgaven er utarbeidet som avslutning på et 2-årig masterstudium innen plantevitenskap – studieretning Grøntmiljø ved Institutt for plantevitenskap (IPV) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU).

Forsøket knyttet til denne masteroppgaven inngikk i et prosjekt ved NIBIO «Infiltrasjons- og vekstforsøk med jord til regnbed», finansiert av Statens vegvesen med Kirstine Laukli som kontaktperson.

Jeg vil takke mine veiledere førsteamanuensis Eva Vike (NMBU), professor Trond Børresen (NMBU) og seniorforsker Trond Knapp Haraldsen (NIBIO) for veiledninger, gode råd, hjelp og støtte jeg fikk fra dem. Jeg ønsker også å takke Eva Vike og Ellen Zakariassen for hjelpen knyttet til forsøket og statistikk, Kim Haukeland Paus for illustrasjoner til regnbedprofilet, Kirstine Laukli, professor Jorunn Elisabeth Olsen, professor Tore Krogstad, Per Anker Pedersen, John Andersson og alle de andre som kom med innspill og hjalp meg underveis.

Jeg vil takke familien min for hjelp, støtte og tålmodighet gjennom hele studiet og særlig under skriving av denne masteroppgaven.

Ås, sommeren 2018

Marina Gamborg

SAMMENDRAG

Denne masteroppgaven inngår i et oppdrag fra Statens vegvesen i forbindelse med et veiprojekt i Drammen med et omfattende regnbedsystem. Statens vegvesen ønsket å teste flere jordblandinger som kunne egne seg til bruk i et regnbed. Det ble komponert 6 ulike jordblandinger med materialer fra Skaaret Landskap AS og 6 jordblandinger med materialer fra Lindum AS. Jordblandingene var komponert med økende innhold av finstoff og med ulike typer kompost samt en type torv.

For å kunne teste de ulike jordblandingene ble det i slutten av juni etablert et utendørs pottforsøk under transparent tak, der det ble dyrket fire staudeslag. Følgende stauder var brukt i forsøket: *Amsonia orientalis* Decne., *Eurybia divaricata* (L.) G. L. Nesom, *Hemerocallis* 'Golden Chimes' og *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin. Den første måneden vokste staudene under normalt vanningsregime. Deretter ble plantene utsatt for vekselvis simulering av flom og tørke.

Forsøket har vist at i utgangspunktet ville alle jordblandingene kunne fungere i et regnbed med et unntak av jordblending L6 som inneholdt meitemarkkompost basert på bioest av matavfall. Denne komposten hadde frigjort 26,8 kg/daa nitrogen som var mye større enn anbefalt mengde på 5-10 kg/daa. Planteveksten i de andre jordblandingene var nitrogenbegrenset. Dette gjaldt spesielt jordblandinger med råvarer fra Skaaret Landskap, der hestegjødselkompost og flis/barkkompost hadde betydelig høyere C/N-forhold enn 20 (henholdsvis 44,9 og 61,5).

Planter av *Amsonia orientalis* trivdes omtrent like bra i jordblandingene med materialer fra begge produsentene, men mot slutten av sesongen kom symptomer på nitrogenmangel tydelig frem i Skaaret jordblandingene. *Eurybia divaricata* var betydelig bedre i Lindum jordblandingene. Forskjellen oppstod tidlig i forsøket og økte underveis. Trivsel hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes' var omtrent lik i jordblandingene med materialer fra begge produsentene. Vekst og utvikling av *Luzula sylvatica* var noe bedre i Skaaret jordblandingene sammenliknet med Lindum jordblandingene.

Alle fire staudeslagene i de ulike jordblandingene har vist en god toleranse for vekselvis simulering av flom og tørke. Det var få symptomer på skader. Under den andre flomsimuleringen ble skuddtoppene hos *A. orientalis* slappe og hengende. Symptomene var

ikke varige og ble reparert i løpet av kort tid. Mørk farge på røttene ble observert hos *Eurybia divaricata* og *Luzula sylvatica*.

ABSTRACT

This master thesis is part of an assignment from The Norwegian Public Roads Administration on the occasion of a road construction project in Drammen including a comprehensive rain garden system. The Norwegian Public Roads Administration wanted to test several soil mixtures that could be suitable for use in a rain garden. Six soil mixtures were composed using materials from Skaaret Landskap AS and six soil mixtures with materials from Lindum AS. The soil mixtures were composed with increasing content of fine particles and with dissimilar types of compost in addition to one type of peat.

In order to test the different soil mixtures an outdoor pot experiment, growing three herbaceous perennial species and one cultivar, was established under a transparent roof in the end of June. The following herbaceous perennials were used in the experiment: *Amsonia orientalis* Decne., *Eurybia divaricata* (L.) G. L. Nesom, *Hemerocallis* ‘Golden Chimes’, and *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin. During the first month crops were grown under a normal water regime; thereafter they were exposed to alternate simulations of flooding and drought.

The experiment has shown that all soil mixtures could function well in a rain garden, except soil mixture L6 that contained vermicompost based on a bio rest of food waste. This compost released 26.8 kg/daa of nitrogen, which was much more than the recommended 5-10 kg/daa. The plant growth in the other soil mixtures was limited by nitrogen. This was especially true for soil mixtures with materials from Skaaret Landskap where compost of horse manure and compost of woodchips/bark had a C/N ratio considerable higher than 20 (44.9 and 61.5, respectively).

Plants of *Amsonia orientalis* thrived similarly in the soil mixtures with materials from both suppliers, but to the end of the season the Skaaret soil mixtures showed symptoms of nitrogen deficit. *Eurybia divaricata* was considerable better in the Lindum soil mixtures. The differences occurred early in the experiment and increased over time. Thrive for *Hemerocallis* ‘Golden Chimes’ was equal in soil mixtures with materials from both suppliers. Growth and development of *Luzula sylvatica* was slightly better in the Skaaret soil mixtures compared with the Lindum soil mixtures.

All three herbaceous perennial species and the cultivar in the different soil mixtures have shown to be tolerant for alternate simulations of flood and drought. There were few symptoms of harm. During the second flood simulation the upper part of the shoots of *Amsonia*

orientalis became limp and hanging. The symptoms were not permanent and the plants recovered after a short period of time. Dark color was observed on the roots of *Eurybia divaricata* and *Luzula sylvatica*.

INNHold

FORORD.....	I
SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	V
1 INNLEDNING	1
2 LITTERATUR	3
2.1 Regnbed som tiltak for lokal overvannsdiskonering	3
2.2 Gasser i jord.....	6
2.3 Vann i jord.....	7
2.4 Næringsstoffer	8
2.5 Surhet – pH.....	10
2.6 Kompost.....	11
2.7 Effekter av tørke og vannmetting på plantevekst, tilgjengelighet og opptak av næringsstoffer.	12
2.7.1 Vannmangel i jorda.....	13
2.7.2 Vannmettede forhold i jorda	14
3 MATERIALER OG METODER.....	17
3.1 Jordblandinger	17
3.2 Plantemateriale	20
3.3 Etablering og gjennomføring av forsøket.....	21
3.4 Registreringer i forsøket	24
3.5 Målinger.....	25
3.6 Jordanalyser	27
3.7 Statistikk	28
4 RESULTATER	29
4.1 Vekstmedium.....	29
4.1.1 Kornfordeling.....	29

4.1.2 Vannretensjon	30
4.1.3 Vanninnhold i jorda	33
4.1.4 Kjemiske analyser	34
4.2 Vekst og utvikling hos plantene	37
4.2.1 Helhet	37
4.2.2 Bladskade	40
4.2.3 Sykdom og skadedyr	43
4.2.4 Symptomer etter simulering av flom og tørke	44
4.2.5 Relativt klorofyllinnhold i unge blad	45
4.2.6 Relativt klorofyllinnhold i gamle blad	47
4.2.7 Tilvekst	49
4.2.8 Tørrvekt av overjordisk og underjordisk del, topp/rot-forhold	50
4.2.9 Rotutvikling	53
4.2.10 Forsøk versus kontroll (jordblandinger S5 og S6)	57
5 DISKUSJON	59
6 KONKLUSJON	65
7 LITTERATURLISTE	67
VEDLEGG	i
Vedlegg 1. Spesifikasjoner og analyser for råvarer fra Skaaret Landskap AS	i
Vedlegg 2. Spesifikasjoner og analyser for råvarer fra Lindum AS	iii
Vedlegg 3. Helhet, bladskade og relativt klorofyllinnhold i unge og gamle blad regnet over alle jordblandingene og alle periodene	v
Vedlegg 4. Helhet	vi
Vedlegg 5. Bladskade	viii
Vedlegg 6. Relativt klorofyllinnhold i unge blad	x
Vedlegg 7. Relativt klorofyllinnhold i gamle blad	xii
Vedlegg 8. Temperatur under flomsimuleringene	xv

Vedlegg 9. Bilder fra periode 1 (oppstart).....	xvi
Vedlegg 10. Bilder fra periode 2 (etableringsfasen).....	xviii
Vedlegg 11. Bilder fra periode 3 (etter første flomsimulering og tørkeperiode)	xxii
Vedlegg 12. Bilder fra periode 4 (etter andre flomsimulering)	xxvi
Vedlegg 13. Bilder fra periode 5 (etter tredje flomsimulering).....	xxx
Vedlegg 14. Bilder av røtter ved avslutning av forsøket.	xxxiv

1 INNLEDNING

Økende urbanisering og klimaendringer byr på mange utfordringer. Siste FN rapport viser til store klimatiske endringer i det 21. århundre. På midlere breddegrader forventes det en øking i gjennomsnittlig årstemperatur, nedbørsmengde og antall ekstreme nedbørshendelser (Stocker et al. 2013).

Ifølge Hanssen-Bauer et al. (2015) vil gjennomsnittlig nedbørsmengde i Norge øke med 5 til 30 prosent mot slutten av århundret. Prosentøkningen vil i størst grad være avhengig av mengde klimagassutslipp og tilfeldig variasjon. De siste 30 årene har årlig nedbørsmengde økt omtrent etter den høyeste fremskrivningen. Prognosene sier at nedbørsmengden vil øke i høst-, vår- og spesielt vinterperioden.

Basert på analyser for perioden 1930-2004 kan en se tendenser til lengre perioder med lite nedbør i sommermånedene på Østlandet. Prognosen for Østlandet sier at nedbørsmengden vil kunne øke med 40-50 prosent om vinteren dersom klimagassutslippene forblir slik de er i dag (Hanssen-Bauer et al. 2015).

Urbaniseringen øker og nærmest halvparten av jordas befolkning bor i byer (FN-sambandet u. å.). Norge er ikke et unntak i denne utviklingen, og ifølge Thorsnæs og Solerød (u.å.) har befolkningen i byene økt jevnlig i perioden fra 1845 til 2005. Vi bor stadig tettere. De siste tallene fra SSB (Statistisk Sentralbyrå) for året 2016 viser at befolkningen i tettstedene har økt med 1,3% (Statistisk sentralbyrå 2017).

Økt urbanisering fører til utbygging og utvidelse av geografiske grenser til tettstedene. Med mye tette, ugjennomtrengelige flater i byer skapes det forstyrrelser i hydrologiske prosesser. I motsetning til natur- og naturlige områder der nedbørsvannet infiltreres, renner det av på overflaten i byer og danner store mengder overvann på kort tid. Ved kraftige nedbørhendelser skaper overvannet problemer i form av oversvømmelser og flom som igjen fører til helsemessige, miljømessige og materielle skader.

I løpet av de siste årene har det vært flere ekstreme nedbørhendelser i Skandinavia. De største var i København i 2011 da det kom 150 mm nedbør i løpet av to timer og i Malmö med sine 122 mm på seks timer i 2014 (Langeland 2017). I Norge har det også vært flere ekstreme nedbørhendelser. På Blindern i Oslo kom det 46,1 mm på en time i 2014 (Langeland 2017), 5.

juli 2009 regnet det 90 mm på under 2 timer i Drammen (Laukli 2017) og i Asker 6. august 2016 kom det 54,7 mm på 2 timer (Rommetveit 2016).

For å kunne løse problemer knyttet til økte mengder overvann har det blitt utarbeidet en ny strategi innenfor lokal overvannsdiskonering (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. Ved åpen lokal overvannsdiskonering 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.

Denne oppgaven er en del av et oppdrag fra Statens vegvesen som er knyttet til lokal overvannshåndtering i Bjørnstjerne Bjørnsons gate i Drammen. Der ble det valgt å sette fokus på infiltrering og fordrøying ved hjelp av regnbed beplantet med stauder og gresskledde forsengkninger.

Dette temaet er fortsatt nytt i Norge og det finnes lite forskning knyttet til regnbed og generelt åpne LOD for norske forhold. Ifølge Paus og Braskerud (2013) mangler det kunnskap om kriterier for sammensetning av jord som fungerer optimalt både som filtermateriale og vekstmedium.

Hensikten med oppgaven er å finne frem til hvilke jordblandinger som egner seg både som et element innenfor håndtering av overvann og som et fungerende vekstmedium for stauder. Det vil si jordblandinger som har høy permeabilitet og tilfredsstillende vannlagringsevne, samt at innhold av nødvendige næringsstoffer samsvarer med plantenes behov.

2 LITTERATUR

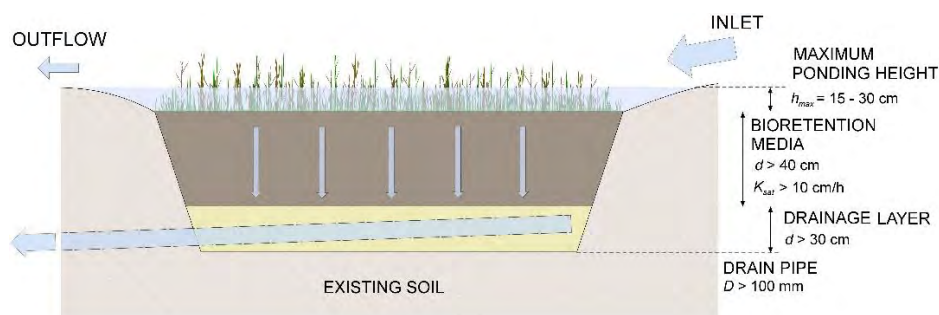
2.1 Regnbed som tiltak for lokal overvannsdiskonering

Bruk av bioretensjon for håndtering av overvann startet i Prince George's Country, Maryland (USA) i industriområder, der plassen var begrenset, og tradisjonelle måter for rensing av overvann var for dyrt (Beier 1995).

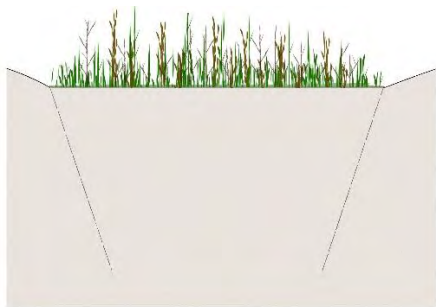
Regnbed er et tiltak innenfor lokal overvannsdiskonering, der hovedhensikten er å infiltrere og fordrøye overvann. På denne måten er slike anlegg med på å redusere skadelige oversvømmelser. De anlegges for å ta imot vann fra tette flater som tak og vei. Regnbed bidrar til å regulere kvalitet og mengde 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).

Et regnbed fremstår som et forsenket terreng med tett vegetasjon, gjerne stedege, der regnvannet ledes til anlegget gjennom sluk, rør, renne eller gresskledd forsenkning. Det finnes to typer regnbed: de som er konstruert som et rent organisk filter og de der vannet innfiltrerer i grunnen og er med på å opprettholde grunnvannstanden i tillegg til rensesfunksjonen. Den første typen brukes der grunnmassene har liten infiltrasjonsevne. Her blir vannet ledet bort ved hjelp av drensrør. Den andre typen er brukt der grunnforholdene muliggjør vanntransport ned til grunnvannsspeil (Commonwealth of Massachusetts 2008).

Leirholdige stedege masser er uegnet for infiltrasjon, og som det er vist i Figur 1 må filter- og drenslaget etableres, og vannet må alltid dreneres bort. Stedege masser kan brukes der infiltrasjonskapasiteten er tilstrekkelig, det vil si høyere enn 0,1 m/t (Figur 2) (Paus & Braskerud 2013).



Figur 1 Oppbygning av et regnbed i leirjord. Stedege jord skiftes ut med egnet filtermedium og drenering legges i bunnen (Paus & Braskerud 2013).



Figur 2 Regnbed der filtermaterialet er stedege masser (Paus & Braskerud 2013).

Arealet til et regnbed bestemmes av nedbørmengden (Paus & Braskerud 2013) og kan være fra 5 til 10% av nedbørsfeltets areal (Minnesota Pollution Control Agency 2018). Som et alternativ kan det brukes en formel for å dimensjonere regnbed (Formel 1).

$$A_{\text{regnbed}} = A_{\text{felt}} * c * P / (h_{\text{maks}} + K_h * t_r)$$

Formel 1 Beregning av overflateareal til et regnbed der A_{regnbed} er overflateareal til regnbedet [m^2], A_{felt} er overflateareal til nedbørsfeltet [m^2], c er gjennomsnittlig avrenningskoeffisient til nedbørsfeltet [-], P er dimensjonerende nedbørmengde [m], h_{maks} er den maksimale vannhøyden i regnbedet før vannet strømmer i overløp [m], K_h er mettede hydrauliske konduktivitet til filtermediet [m/t] og t_r dimensjonerende varighet på tilrenningen til regnbedet (Paus & Braskerud 2013).

Ved konstruksjon av innløpet er det viktig å tenke på vannhastigheten for å unngå erosjon. Hastigheten kan senkes ved hjelp av stein. Det er en fordel å installere sedimentasjonskammer ved innløpet for å unngå fortetting forårsaket av grus og sand. Overløpet bør konstrueres slik av det kan lede vannet trygt til sikre flomveier (Paus & Braskerud 2013).

Filtermaterialet er et viktig element i et regnbed som bestemmer hele funksjonaliteten til anlegget. Infiltrasjonsskapasiteten under våte forhold er like viktig som evne til å holde på vann når perioder med tørke inntreffer. Dette er viktig for at vegetasjonen skal kunne utvikles normalt og for at overvannet skal bli rensert. Filtermaterialet må ha stor infiltrasjonsskapasitet samt inneholde noe organisk materiale som muliggjør trivsel hos planter og mikrobiell flora (Paus & Braskerud 2013). Organisk materiale og spesielt kompost er med på å styrke aggregatstabiliteten og øke vannlagringsevnen (Martens & Frankenberger 1992). Generelt reduseres infiltrasjonsskapasiteten ved økt mengde tilsatt organisk materiale (Thompson et al. 2008). Jorda i regnbed bør inneholde mellom 1,5 og 3% organisk materiale med et innhold av løselige salter på maksimum 0,05% (500ppm) (Commonwealth of Massachusetts 2008).

Filtermaterialet bør også inneholde noe leire, hovedsakelig for å øke renskapasiteten, men dette må ikke overstige 5% (Commonwealth of Massachusetts 2008). Leire er med på å rense vannet ved å binde til seg tungmetaller (Bradl 2002).

Anbefalinger for jordsammensetting i ulike kilder varierer: for kompost mellom 15 og 50%, for sand mellom 50 og 85% og for toppjord mellom 0 og 30% (Wisconsin Department of Natural Resources 2006, Minnesota Pollution Control Agency 2008, Commonwealth of Massachusetts 2008). Ved bruk av toppjord som en komponent i filtermaterialet er det viktig at den har god struktur og kan innblandes homogent (Paus & Braskerud 2013).

Når det gjelder pH i jorda ligger anbefalte verdier mellom 5,5 og 6,5 som er en optimal pH for mikrobiell aktivitet og adsorpsjon av nitrogen, fosfor og andre forurensende stoffer (Commonwealth of Massachusetts 2008). Dette samsvarer også med pH-intervall for optimal tilgang på plantenæringsstoffer som ligger mellom 5,5 og 7,0 (Weil & Brady 2017).

Materialet for dekking av overflaten i et regnbed kan variere. I USA er det vanlig å bruke fersk flis og bark (Prince George's County 2007). Dekkemateriale kan også være stein som krever lite vedlikehold, men ulempen kan være at jorda under kan bli forsøplet og infiltrasjonen kan stoppe opp (Københavns Kommune 2009).

Regnbed gir oss positive opplevelser av landskapet ved å forskjønne våre omgivelser og gi oss rom for aktiviteter knyttet til vann som for eksempel lek. Denne type anlegg bidrar til biomangfold i bylandskapet (Dunnett & Clayden 2007). Vegetasjonen er et viktig element i et regnbed, hvor plantene i forskjellig grad sikrer opptak og nedbrytning av stoffer i vannet (København kommune 2009). Planter forbedrer strukturen i jordprofilen, og flere studier har vist at planter med godt utviklet rotsystem øker infiltrasjonskapasiteten (Gao-Lin et al. 2016, Lange et al. 2009, Priksat et al. 1994). Vegetasjonen i et regnbed er, som en del av det grønne i tettstedene, med på å redusere urban oppvarming (Bounoua et al. 2015).

Ved valg av planter til et regnbed må man 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 miljø 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). Ifølge en manual fra Melbourne Water Corporation (2013) bør det velges flerårige planter med omfattende rotsystem framfor ettårige.

2.2 Gasser i jord

Innhold av luft i jorda er viktig for planter og organismer. For å opprettholde respirasjonen i jorda kreves det luftutveksling mellom jord og atmosfære. Dette foregår i luftfylte porer som fremstår som et kontinuerlig system med forbindelse ned i undergrunnslagene. Gasser i jorda kan forflytte seg ved diffusjon (konsentrasjonsutjevning) og konveksjon (massestrøm).

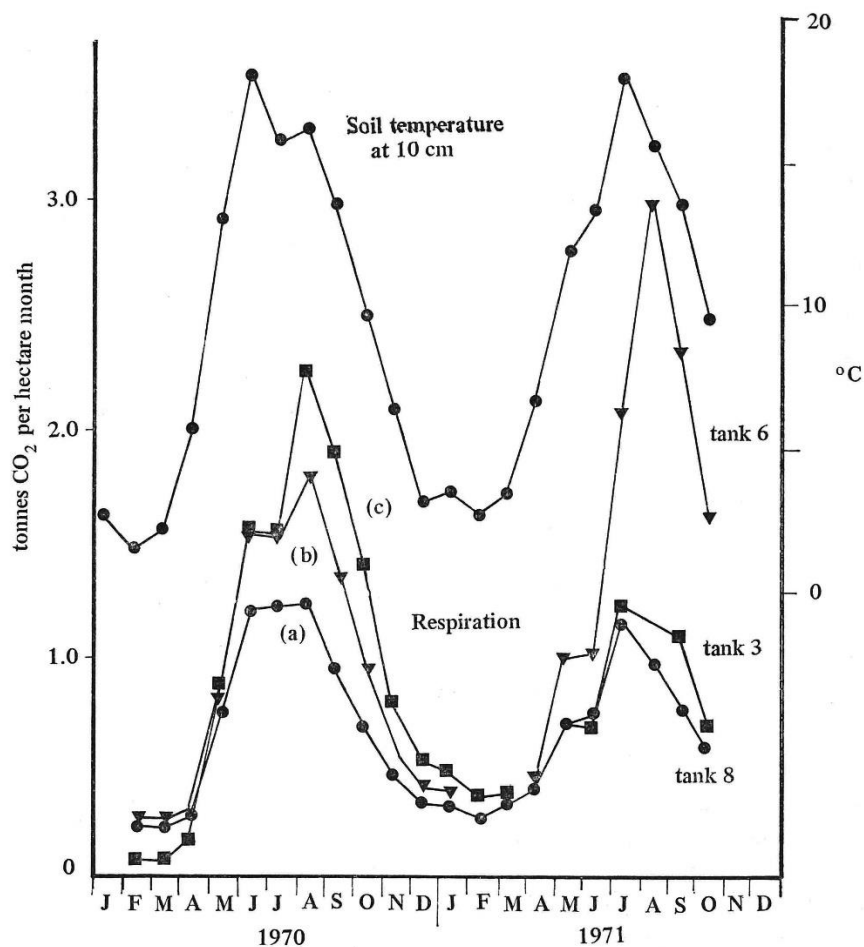
Diffusjon kan foregå både i gassfasen og væskefasen, men går mye saktere i væskefasen. Det er hovedsakelig diffusjon som står for ventilering i jordluften. Derfor er tilstrekkelig luftvolum i jord avgjørende for at ventilasjonen skal være optimal.

Vann og luft fyller porene i jord, og derfor er luftvolumet avhengig av vannvolum. For å kunne sammenlikne ulike jordprøver måles luftvolumet ved et gitt matrikspotensial – 100 hPa (tilsvarende pF₂). Luftvolumet vil være avhengig av både tekstur og struktur i jorda fordi det vil alltid være de store porene som er fylt med luft (Hillel 2004).

I godt drenert jord er innhold av de ulike gassene omtrent likt som i atmosfæren. I dårlig ventilerte jordarter vil produksjon av CO₂ ved nedbrytning øke og føre til sterk reduksjon av O₂ i jorda. Under anaerobe forhold kan det i tillegg oppstå reduserende forhold som kan føre til denitrifikasjon med dannelse av hydrogen sulfat (H₂S), metan (CH₄) og etylen (C₂H₄). Under slike forhold kan mengden oksygen i jorda være nærmest 0 (Hillel 2004).

Jordrespirasjon og ventilasjonsbehov er avhengig av faktorer som temperatur, innhold av vann i jorda, pH, innhold av organisk materiale og innhold av mikrobiell flora. Respirasjonen ved samme temperatur vil være høyere om våren enn om høsten på grunn av ulik aktivitet av mikroorganismer og tilgang på organiske rester om våren (Figur 3) (Currie 1975). Respirasjon er avhengig av vekststadiet plantene befinner seg i og mikrobiell aktivitet (Hillel 2004). Den maksimale mikrobielle aktiviteten finner sted ved vanninnhold mellom 50 og 70% av vannfylte porer (Linn & Doran 1984).

Vannmettede forhold om vinteren gir liten negativ effekt på jordrespirasjon. Dette forklares med at behovet for oksygen er lite, men om dette skulle inntreffe i vekstsesongen ville det raskt føre til anaerobe forhold og skader på planter (Hillel 2004).



Figur 3 Respirasjon i jorda påvirkes av temperatur og sesong (Currie 1975).

2.3 Vann i jord

Mengde vann som dreneres ved trykk mellom 0 og 100 kPa er avhengig av strukturen i jorda (porestørrelse og kapillaritet). Ved høyere trykk der resterende vann stort sett er adsorbent til partikler, er vannretensjonen avhengig av jordtekstur og spesifikk overflate til partiklene. I sandholdig jord er de fleste porene store, og når de er tømt ved et visst sug er det lite vann som holdes igjen i jorda. I leirholdige jordarter er det meste av vannet adsorbent slik at sugøkning resulterer i gradvis nedgang i vanninnhold (Hillel 2004).

Vannledningsevnen i vannmettet jord med stabil struktur er nærmest konstant. Den er påvirket av både struktur og tekstur og er høyest i porøs jord eller i jord med god aggregatdannelse (Hillel 2004). Vanntransport i umettet jord avtar raskt når de største og mest vannledende porene fylles med luft. I jordarter med grov tekstur kan vannet holdes ved kapillære krefter i kontaktpunkter til partikler, som gjør at vannet fordeles i vannlommer uten forbindelse (Hillel 2004).

Flere studier har vist at vannlagringsevnen i jorda øker med tilsatt organisk materiale, spesielt for jordarter med grov tekstur (Khaleel et al. 1981, Martens & Frankenberger 1992).

2.4 Næringsstoffer

Det er 14 ulike grunnstoffer som kalles plantenæringsstoffer da de har en viktig rolle i plantenes vekst og utvikling (Aasen 1997). Av disse er det nitrogen, kalium, fosfor, svovel, kalsium og magnesium som hører til makronæringsstoffene. Plantenes behov for disse grunnstoffene er betydelig større sammenliknet med behovet for mikronæringsstoffer.

Tabell 1 Forhold mellom de ulike plantenæringsstoffene: Kolonne A viser forholdstall for normalt innhold av de ulike næringsstoffene i planter. Kolonne B viser et forhold som er optimalt for plantevekst og er basert på vekstforsøk ved Sveriges Lantbruksuniversitet. Kolonne C viser forholdet når næringsinnholdet er så lavt at plantenes vekst og utvikling hemmes (Kvalbein & Eldhuset 2017).

Element	Vanligste opptaksform	A	B	C
Nitrogen	NH ₄ ⁺ / NO ₃ ⁻	100	100	100
Fosfor	H ₂ (PO ₄) ²⁻	14	14	8
Kalium	K ⁺	70	65	30
Svovel	SO ₄ ²⁻	7	9	5
Kalsium	Ca ²⁺	36	7	4
Magnesium	Mg ²⁺	14	6	4
Bor	BO ³⁻	0,15	0,2	0,04
Jern	Fe ³⁺ / Fe ²⁺	0,8	0,7	0,2
Kobber	Cu ²⁺	0,05	0,03	0,02
Mangan	Mn ²⁺	0,4	0,4	0,06
Molybden	(MoO ₄) ²⁻	0,0007	0,003	**
Sink	Zn ²⁺ / Zn ⁺	0,14	0,06	0,05
Klor	Cl ⁻	0,8	0,03	**
Nikkel	Ni ²⁺	0,0008	**	**
Natrium*	Na ⁺	0,07	***	***
Silisium*	Si (OH) ₄	6	***	***

* Elementer er nyttige men ikke nødvendig for plantenes vekst og utvikling

** Gode data mangler

*** Var ikke testet i vekstforsøk, da stoffene er ikke nødvendige for plantenes vekst og utvikling.

Kolonne B i Tabell 1 viser et forhold som er optimalt for plantevekst og er basert på vekstforsøk ved Sveriges Lantbruksuniversitet. Disse forholdstallene er forskjellige fra

forholdstall for normalt innhold av de ulike næringsstoffene i planter (kolonne A i Tabell 1). Dette kan skyldes luksusopptak av lett tilgjengelige stoffer og mangel på stoffer som det er lite av i naturen (Kvalbein & Eldhuset 2017). Kolonne C i Tabell 1 viser forholdet når næringsinnholdet er så lavt at plantenes vekst og utvikling hemmes. Ifølge minimumsloven som var formulert av Carl Sprengel, blir plantenes vekst og utvikling begrenset av den ressursen som det er minst av på stedet (Weil & Brady 2017). Under nordiske forhold er det oftest nitrogen som er den begrensende ressurs når det gjelder plantenæringsstoffer (Bertills & Näsholm 2000), og ifølge Kvalbein og Eldhuset (2017) er dette den optimale situasjonen da plantenes vekst kan styres uten at det går ut over kvaliteten. Kvaliteten handler om energireserver hos planter. Ved mangel på de ulike næringsstoffene brukes energien til planten på de mest nødvendige prosessene som er respirasjon, opptak og transport av næringsstoffer og vekst. Forsvarsmekanismer, symbiose, lagring av stivelse og andre polysakkarider blir nedprioritert.

Økt mengde nitrogen fører til større behov for andre plantenæringsstoffer og fremmer vegetativ vekst. Cellene som dannes er større, men svakere enn under optimalt opptak. Planter blir mer mottagelig for soppinfeksjoner og skadedyrangrep (Weil & Brady 2017). Når plantene får for mye nitrogen kan avmodningsprosessen bli forsinket, og faren for frostskaader øker hos planter med vekstavslutning som ikke er styrt av daglengden. Flere jordtyper innenfor grøntanlegg som er basert på kompostmateriale kan gi mye vekst ut over høsten (Kvalbein & Eldhuset 2017). Det er imidlertid en forskjell på planter når det gjelder nitrogenbehov mot sesongavslutning. Flere studier har vist at for enkelte barplanter og lyng er det positivt å gjødsle med nitrogen på sensommer/høst for å øke vinterherdigheten (Aronsson 1980, Caporn et al. 1994, Rikala & Tapani 1997). Mens for andre planter, som bakkerapp, kan sen gjødsling svekke frosttoleransen (Malyshev & Hugh 2012).

Mange prosesser slik som fotosyntese, blomstring, fruktdannelse og utvikling av siderøtter er avhengig av tilstrekkelig tilgang på fosfor (Weil og Brady 2017). Planter med underskudd av fosfor hemmes i veksten, stenglene blir gjerne tynne og bladene får mørkegrønn farge. I likhet med nitrogenmangel prioriterer planter med underskudd av fosfor rotvekst framfor skuddvekst dvs. forholdet mellom skudd og rot blir lavt (Aasen 1997). Overskudd av fosfor i jord med høy pH kan være årsak til mangel på mikronæringsstoffer, særlig sink og jern. Symptomer ved fosforoverskudd vises på eldre blad i form av visning av bladspisser og øvre del av bladplaten (Aasen 1997).

Ved svovelmangel blir veksten hemmet, stenglene blir tynne og bladverket får kloroser. Svovel er lite mobilt i planten. Derfor vises mangelsymptomene først på unge blad. Planter som får lite svovel kan bli forsinket i avmodning. Svovelmangel fører til at planter får lavt sukker- og høyt nitrogeninnhold (Weil & Brady 2017).

Ifølge Kvalbein og Eldhuset (2017) bør planter aldri oppleve underskudd av kalium, magnesium, jern eller mangan. Disse næringsstoffene er nødvendige for fotosyntesen, og mangel på disse stoffene vil føre til redusert vekst som følge av mangel på sukker. I tillegg er god tilgang til kalium viktig for planter under ulike stressfaktorer som tørke, frost, skadedyr- og soppangrep, og gir bedre toleranse for disse. Ved mangel på kalium får planter nedsatt vekst og kloroser eller nekroser i bladspisser eller bladrand. Symptomene vises først på gamle blad på grunn av mobiliteten til K^+ i planter (Aasen 1997). Magnesium i plantene er mobilt, og derfor utvikles det først symptomer på eldre blader i form av kloroser mellom nervene når plantene får lite av dette næringsstoffet (Weil & Brady 2017). Magnesiummangel kan også føre til visning av bladspisser, nekroser og tidlig bladfall. Overskudd av magnesium kan hemme opptak av viktige kationer som K^+ og Ca^{2+} (Aasen 1997).

Kalsiummangel er det sjeldent å finne, men kan oppstå på sterk sur jord. Under slike forhold strever planter i tillegg med aluminiumforgiftning. Karakteristiske symptomer på kalsiummangel er blant annet redusert lengde på rotsystemet, unge blader som ikke klarer å brettes ut (Weil & Brady 2017), visne skuddspisser og døde vekstpunkter (Aasen 1997). Overskudd av kalsium kan forårsake mangel på K^+ , Mg^{2+} og en rekke mikronæringsstoffer (Aasen 1997).

2.5 Surhet – pH

I følge Krogstad og Haraldsen (2018) blir plantenes vekst og utvikling påvirket gjennom flere prosesser i jorda som styres av pH. Når pH er lavere enn 6,5 blir aluminium tilgjengelig for planter i form av ulike ladede forbindelser, og hos planter med manglende forsvarsmekanismer mot aluminium vil dette forårsake forgiftning. Aluminiumopptaket hemmer rotvekst og næringsopptak. Mest uheldige virkninger kan observeres i jord med pH nær 5 og lavere. Surhet i jorda påvirker tilgjengelighet av plantenæringsstoffer i stor grad. I sur jord skaper aluminium- og jernoksider overskudd av positive ladninger, som fører til at negativt ladede ioner av fosfor-, svovel- og molybden-forbindelser blir sterkt bundet. Fosforet i jord med lav pH bindes fem ganger sterkere enn i jord med høy pH (Havlin et al. 2014). Leirpartikler, oksider og organisk materiale får overskudd av negative ladninger når pH blir

høyere enn 6,5. Dette fører til binding av kalsium-, magnesium- og kobberkationer og en rekke av mikronæringsstoffer som tas opp i form av kationer, der pH er høyere enn 7,5 (Krogstad & Haraldsen 2018). Når det gjelder nøytral og basisk jord er det Ca^{2+} og Mg^{2+} og i surjord er det Al^{3+} og Na^+ som kan redusere opptak av K^+ . I sandholdige jordarter, der bufferkapasiteten er lav, vil utvasking eller intensiv plantevekst sterkt redusere plantetilgjengelig kalium. Kalking vil kunne øke jordas evne til å holde på K^+ ved å øke pH-avhengig kationbyttekapasitet (Havlin et al. 2014).

Det er forskjell på planter når det gjelder preferanser for pH. Planter som foretrekker lav pH kan vokse i jord med høyere pH om tilgang på mikronæringsstoffer er tilstrekkelig. Vekster som er tilpasset jord med høy pH vil ikke klare å vokse i sur jord på grunn av manglende evne til å avtoksifisere aluminium (Krogstad & Haraldsen 2018).

2.6 Kompost

Barkkompost

Til barkkompost brukes det furu- eller granbark som er et restprodukt i treforedlingsprosessen. Barken komposteres ved aerob nedbrytning. Bark har høyt innhold av karbon i forhold til nitrogen der C/N-forholdet kan være opp til 100/1 (Bioforsk 2009). Godt resultat kan oppnås ved tilsetning av nitrogen, fosfor og kalium til malt bark med fuktighet opp til 75%. Under aerobe forhold vil temperaturen i barken øke til 55-60 °C. Dette muliggjør også kompostering på vinterstid (Devyatlovskaya 2010). Anneser skrev i 2008 (ifølge Brod og Haraldsen 2017) at vannlagringsevnen til barkkompost lå på 40-55% som var lavere enn for torv, og luftkapasiteten var forholdsvis høyere og lå på 35-55%. Innhold av humusdannende stoffer i barkkompost er 20% høyere enn i torv (Devyatlovskaya 2010). I tillegg har denne type kompost en stabil struktur (Brod & Haraldsen 2017).

Nitrogenet i barkkompost frigjøres sakte og har dermed langtidsvirkning (Devyatlovskaya 2010). Barkkompost kan ha høyt innhold av kalium, fosfor og mikronæringsstoffer som tilsettes under komposteringsprosessen (Solbraa 1979a). Manganinnhold kan være så høyt at det kan oppstå skader på planter spesielt under anaerobe forhold (Solbraa 1979b). pH til barkkompost er veldig stabil og ligger mellom 5 og 7 (Brod & Haraldsen 2017).

Hage/ parkavfallskompost

Hage/parkavfallskompost er et resultat av aerobt kompostert avfall fra hage eller park. Dette kan for eksempel være gressklipp, løv, potteplanter og oppkuttete grener og røtter. Denne

komposttypen karakteriseres som mineralblandet mold grunnet relativt stort innhold av mineralmateriale som kommer fra komposterte planterøtter. Dette gjør at den ikke kan ansees som torverstatning, men egner seg godt til anleggsjord. Vannlagringsevnen til hage/parkavfallskompost er 45-55 vol.%, og luftkapasiteten ligger mellom 35 og 40 vol.%. Innhold av næringsstoffer i denne komposten vil variere avhengig av avfallet som blir brukt. Til tross for lavt C/N-forhold er det lite nitrogen som kan bli frigjort. Dette forklares med at lett nedbrytbare forbindelser blir omdannet allerede under komposteringen. pH til hage/parkavfallskompost ligger mellom 7 og 8 og har en god bufferevne (Brod & Haraldsen 2017).

Biorest av matavfall og meitemarkkompostert fast biorest av matavfall

Biorest av matavfall er et avfallsprodukt i biogassproduksjon som separeres i fast og flytende fase. Flytende biorest brukes på samme måte som bløtgjødsel. Fast biorest er spesielt rik på fosfor og er ganske likt avløpsslam når det gjelder både konsistens og innhold. Den komposteres ofte sammen med hage/parkkompost eller behandles av meitemark, grunnet konsistens som gjør det vanskelig å blande den faste bioresten med jord.

Meitemarkkompostert biorest av matavfall har en grynet struktur og har høyere nytteverdi. Denne komposttypen ga mye tilvekst i et forsøk med raigras. Dette tyder på at den har høyt innhold av både nitrogen og fosfor (Brod & Haraldsen 2017).

Hestegjødselkompost

Hestegjødselkompost er en kompostert blanding av hovedsakelig hestegjødsel og flis, men kan også komposteres sammen med halm eller hage/parkavfall. Det er samkompostert materiale som vil påvirke kvaliteten til hestegjødselkompost (Keskinen et al. 2017).

Det er viktig at ferdig kompostert hestegjødselkompost er moden og at C/N-forholdet ligger under 20. Denne type kompost er mer næringsrik enn hage/parkavfallskompost. Forsøk gjennomført av NIBIO har vist at bruk av hestegjødselkompost var vellykket både i anleggsjord og som komponent i blandet dyrkingsmedium (Brod & Haraldsen 2017).

2.7 Effekter av tørke og vannmetting på plantevekst, tilgjengelighet og opptak av næringsstoffer.

Variierende vanninnhold og energitilstand til vann i jorda er viktige faktorer som påvirker plantevekst (Hillel 2004). Rundt 97% av vannet som blir tatt opp av plantene blir tapt via transpirasjon og bare 2% går til celleekspansjon og 1% til andre prosesser hvor fotosyntese tar

den største plassen (Taiz et al. 2015). Vanninnhold i jorda påvirker mineralisering av nitrogen og organisk fosfor (Weil & Brady 2017). Flere studier har vist at tilgjengelighet og opptak av næringsstoffer er påvirket av vanninnhold i jorda.

2.7.1 Vannmangel i jorda

Vannmangel fører til dehydrering av celler og nedgang i turgortrykk. Som et resultat av dette reduseres celleveksten hos planter (Levitt 1980). Ifølge Moolman et al. (1996) førte tørkestress til reduksjon av tørrvekt med 78% hos *Antheophora pubescens*. Vannmangel kan også forårsake økning av ionekonsentrasjonen i planter som igjen kan føre til forgiftning. Nedgang i turgortrykk og akkumulering av Abscisinsyre (ABA) fører til at stomata lukkes. Som følge av dette stopper fotosyntesen opp og gassutvekslingen reduseres. Dette fører til produksjon av frie radikaler i planten som skader blant annet DNA, fotosynteserende pigmenter og cellemembraner (Taiz et al. 2015). Flere studier har vist at planter produserer et aldriingshormon, etylen, som er involvert i abortering av blader under tørkestress (Jordan et al. 1972). Tørkestress førte til økning av etylenkonsentrasjonen i blader hos *Vicia faba* (El-Beltagy & Hall 1974). Produksjon av etylen i blader hos *Medicago sativa* økte ved moderat tørkestress, mens under sterkt tørkestress ble det produsert lite eller ikke noe etylen (Irigoyen et al. 1992).

Plantenes toleranse for tørke varierer mellom arter og genotyper. Faktorer som kan påvirke tørketoleranse er blant annet rotstørrelse, kontroll av vanntap via stomata, toleranse for dehydrering og plantenes evne til å lagre vann i ulike planteorganer (Kozlowski et al. 1991).

Lavt vanninnhold i jorda påvirker tilgjengelighet og plantenes opptak av næringsstoffer. Ifølge He og Dijkstra (2014) virket tørke positivt på plantetilgjengelig nitrogen i jorda (summen av NH_4^+ og NO_3^-) og den økte med mer enn 12 %. Plantetilgjengelig fosfor ble redusert med mer enn 80% under tørke (He & Dijkstra 2014). Når det gjelder kalium transporteres kalium i jorda mye saktere under tørre forhold. Dette forklares med at vannfilmen rundt jordpartikler blir tynnere og henger mindre sammen (Havlin et al. 2014).

Ifølge Nahar og Gretzmacher (2002) blir konsentrasjonen av nitrogen og kalium i plantevevet betydelig lavere under tørkestress. Kalium er et viktig stoff for planter under tørkestress. Dette skyldes den viktige funksjonen kalium har i fiksering av CO_2 i fotosyntesen (Halvin et al. 2014). Det var observert noe nedgang i konsentrasjon av fosfor, kalsium og magnesium i plantevevet under tørkestress, mens svovelopptaket var lite påvirket av det (Nahar & Gretzmacher 2002).

2.7.2 Vannmettede forhold i jorda

Ved vannmetning i jorda faller oksygenivået dramatisk i rotsonen som fører til nedsatt respirasjon i røttene. Konsentrasjonen av oksygen i luften er 200 000 ppm, mens i vannet er den under 10 ppm (Taiz et al. 2015). Når dette er oppbrukt vil anoksi inntreffe. Som følge av dette vil aerob respirasjonen gå over til anaerob (Levitt 1980) og gjærepresesser blir satt i gang. Dette kan blant annet føre til dannelse av etanol som kan forårsake etanolforgiftning. Anaerobe forhold kan føre til nedgang i proteinsyntese og celledød i løpet av timer eller dager avhengig av tilpasningsmekanismer hos de ulike plantene (Taiz et al. 2015). Toleranse for vannmettede forhold i jorda varierer fra art til art og mellom ulike genotyper. De ulike forsvarsmekanismene er blant annet evnen til å overføre oksygen fra skudd til rot og ut i jorda for å oksidere reduserte jordkomponenter, dannelse av luftganger (aerenkym), lenticeller og adventive røtter (Kozlowski et al. 1991).

Planter responderer på vannmettede forhold i jorda med å redusere permeabiliteten i rota som fører til reduksjon i opptak av vann og næringsstoffer. Reduksjon av vannopptaket kan forårsake dehydrering (Kozlowski 1984). Andre viktige prosesser som foregår i planter under slike forhold er lukking av stomata, reduksjon i fotosynteseaktivitet (Vartapetian & Jackson 1997) og nedbryting av klorofyll (Smethurst & Shabala 2003). Vannmettede forhold i jorda kan føre til vekstreduksjon i overjordisk og underjordisk del hos planter (Wignarajah et al. 1976). Under vannmettede forhold blir vekst av nye røtter sterkt hemmet, og økende aktivitet av soppen *Phytophthora* kan føre til mye rotdød (Kozlowski et al 1991). Dårlig rotvekst gjør også plantene mer tørkeutsatt. I følge Hasnain og Sheikh (1976) har vannmettede forhold i jorda ført til dårlig vekst, gulning av blader, dannelse av svart belegg på røtter og mørke rotspisser hos *Capsicum annum*. Det ble også observert bladfall, epinasti og abortering av frukt hos planter i vannmettet jord, som følge av etylendannelse (Vartapetian & Jackson 1997). Hormonsyntesen forandres hos planter som er utsatt for vannmettede forhold i jorda (Kozlowski et al. 1991). Plantene produserer blant annet aldriingshormonet – etylen (Taiz et al. 2015). Ifølge Kawasae (1974) forårsaket vannmettede forhold i jorda økt etylenproduksjon i *Helianthus annuus*.

Når vannet dreneres bort og oksygenivået øker, kan det i seg selv være en kritisk situasjon for plantene. Under anaerobe forhold hindrer røttene dannelse av frie radikaler. Når oksygenet strømmer raskt inn til jorda blir mye av oksygenet brukt til dannelse av frie radikaler som vil kunne ødelegge rotcellene (Taiz et al. 2015).

Opptak av vann og næringsstoffer under vannmettede forhold i jorda kan påvirkes direkte gjennom reduksjon i rotas permeabilitet (Vartapetian & Jackson 1997) og indirekte gjennom redusert rot-volum og rot-overflate som følge av vannmettede forhold i jorda (Alam 1999). Ifølge Drew og Sisworo (1977) og Steffens et al. (2005) blir plantenes opptak av nitrogen hemmet. Ulike arter reagerer ulikt når det gjelder fosforopptak i vannmettet jord. Noen planter tar opp mer fosfor per rotareal som respons på øking i topp/rot-forhold og større tilgjengelighet av fosfor i vannmettet jord (Rubio et al. 1997). Andre arter får lavere konsentrasjon av fosfor i plantevevet (Pezeshki et al. 1999, Steffens et al. 2005). Innhold av kalium i planter som var utsatt for oversvømmelse i forsøk, var signifikant lavere sammenliknet med planter i kontrollene (Pezeshki et al. 1999, Steffens et al. 2005). Vannmettet jord kan være årsak til dårlig opptak av magnesium og kalsium. For magnesium forklares dette med at toverdige kationer bindes sterkere til kolloidene enn enverdige når vanninnholdet er høyt. Opptak av kalsium hemmes på grunn av dårlig rotvekst under anaerobe forhold (Aasen 1997).

Under vannmettede forhold kan mineralsk nitrogen tapes fra jorda ved fordampning, denitrifikasjon og utvasking (Patrick & Tusneem 1972). Vekselvis aerobe og anaerobe forhold forårsaker større tap av nitrogen i jorda sammenliknet med bare aerobe eller anaerobe forhold. Jo oftere det veksles mellom aerobe og anaerobe forhold jo større er tapet av nitrogen i jorda (Reddy & Patrick 1974). Vannmettede forhold i jorda påvirker positivt innholdet av plantetilgjengelig fosfor. Dette forklares med at Fe^{3+} -P mineraler blir omdannet til mer løselige Fe^{2+} -P mineraler i sur jord, og at Ca-P mineraler blir mer løselige i alkalisk jord. I tillegg fører vannmetning i jorda til økt mineralisering av organisk fosfor. Kalium er det næringsstoffet som responderer mest negativt på anaerobe forhold i jorda når det gjelder tilgjengelighet for planter. Men dette skjer mest på grunn av dårlig rotutvikling ved oksygenmangel. I vannmettet jord under anaerobe forhold akkumuleres det H_2S som gir karakteristisk lukt av «råtne egg». S^{2-} , frigjort fra organisk materiale kan bindes til jern og danne pyritt (FeS_2), men i jordblandinger der den ikke kan bindes til Fe eller andre metaller blir hydrogensulfid fordampet til atmosfæren (Havlin et al. 2014).

3 MATERIALER 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. Nedbørmengden er lavest i februar og høyest i oktober med sine 35 mm og 100 mm henholdsvis (Førland 1993).

Tabell 2 viser at gjennomsnittlig temperatur for 2017 lå på 6,4 °C og årsnedbøren var 974 mm (Grinde et al. 2018).

Tabell 2 Månedlig gjennomsnittstemperatur (°C) og nedbørmengde (mm) for Ås i forsøksperioden (juni-oktober 2017) (Gringe et al. 2018).

Måned	Gjennomsnitts- temperatur °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

3.1 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 4 og Tabell 5).

Jordkomponenter:

Tabell 3 viser komponenter fra to leverandører som ble brukt i jordblandinger i forsøket der hver blanding inneholdt komponenter fra bare en produsent.

Tabell 3 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
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.

Jordblandinger med materialer fra Skaaret Landskap AS:

Tabell 4 Oppskrifter for jordblandingene med råvarer fra Skaaret landskap AS.

Navn	Innhold
Skaaret regnbed 1 (S1):	8 deler Skaaret basisblanding 1 (av like deler sand og siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.
Skaaret regnbed 2 (S2):	8 deler Skaaret basisblanding 1 (av like deler sand og siltig sand), 2 deler hestegjødselkompost.
Skaaret regnbed 3 (S3):	8 deler Skaaret basisblanding 2 (2 deler sand og 1 del siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.

Skaaret regnbed 4 (S4):	7 deler Skaaret basisblanding 2 (2 deler sand og 1 del siltig sand), 1 del hestegjødselkompost, 1 del flis/barkkompost, 1 del sphagnumtorv.
Skaaret regnbed 5 (S5):	8 deler Skaaret basisblanding 3 (1 del sand og 2 deler siltig sand), 1 del hestegjødselkompost og 1 del flis/barkkompost.
Skaaret regnbed 6 (S6):	7 deler Skaaret basisblanding 3 (1 del sand og 2 deler siltig sand), 2 deler hestegjødselkompost og 1 del sphagnumtorv.

Jordblandinger med materialer fra Lindum AS:

Tabell 5 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 4 og Tabell 5.

3.2 Plantemateriale

Til forsøket ble følgende stauder valgt: *Amsonia orientalis* Decne., *Eurybia divaricata* (L.) G. L. Nesom, *Hemerocallis* ‘Golden Chimes’ og *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin. 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 UICN 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 6 Oversikt over leverandører, formeringsmåte og pottestørrelse ved levering fra planteskole.

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

3.3 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. 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 blandningene 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 4 Takkonstruksjonen brukt i forsøket (til venstre) (Foto E. Vike). Figur 5 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. Pottene fikk tilført vann på toppen av jorda tilsvarende 50 mm regn dvs. 11dl og 16dl vann til 3,5l og 5l 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 6 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. Ettersom vannet ble sugd opp i jorda ble det etterfylt med mere vann frem til vannivået hadde nådd opp til jordoverflaten. 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 7 Andre flomsimulering. Plantene står i bøtter fylt med vann (til venstre) (Foto M. Gamborg). Figur 8 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/m².

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.

3.4 Registreringer i forsøket

Hver gang plantene skulle registreres ble de rangert etter produsent og jordblanding og ble fotografert (Vedlegg 9-14).

Følgene registreringer ble utført:

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 7 Oversikt over registreringer som ble gjort i forsøket.

Periode	Helhets- inntrykk	Blad- skade	Sykdom og skadedyr	Registrering av synlige røtter i potteshull	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)						*

3.5 Målinger

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.

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 9). Målinger ble tatt på midten av bladplaten. Grove bladnerver ble unngått der det var mulig.



Figur 9 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).

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 2 målinger per potte hver gang man skulle måle. Målingene ble tatt nærmere potteveggen for å unngå torvjorda som fulgte med plantene.

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.

Tabell 8 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)	*	*				*	*

3.6 Jordanalyser

Jordprøver i sylindrer 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 cm³ 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.

3.7 Statistikk

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

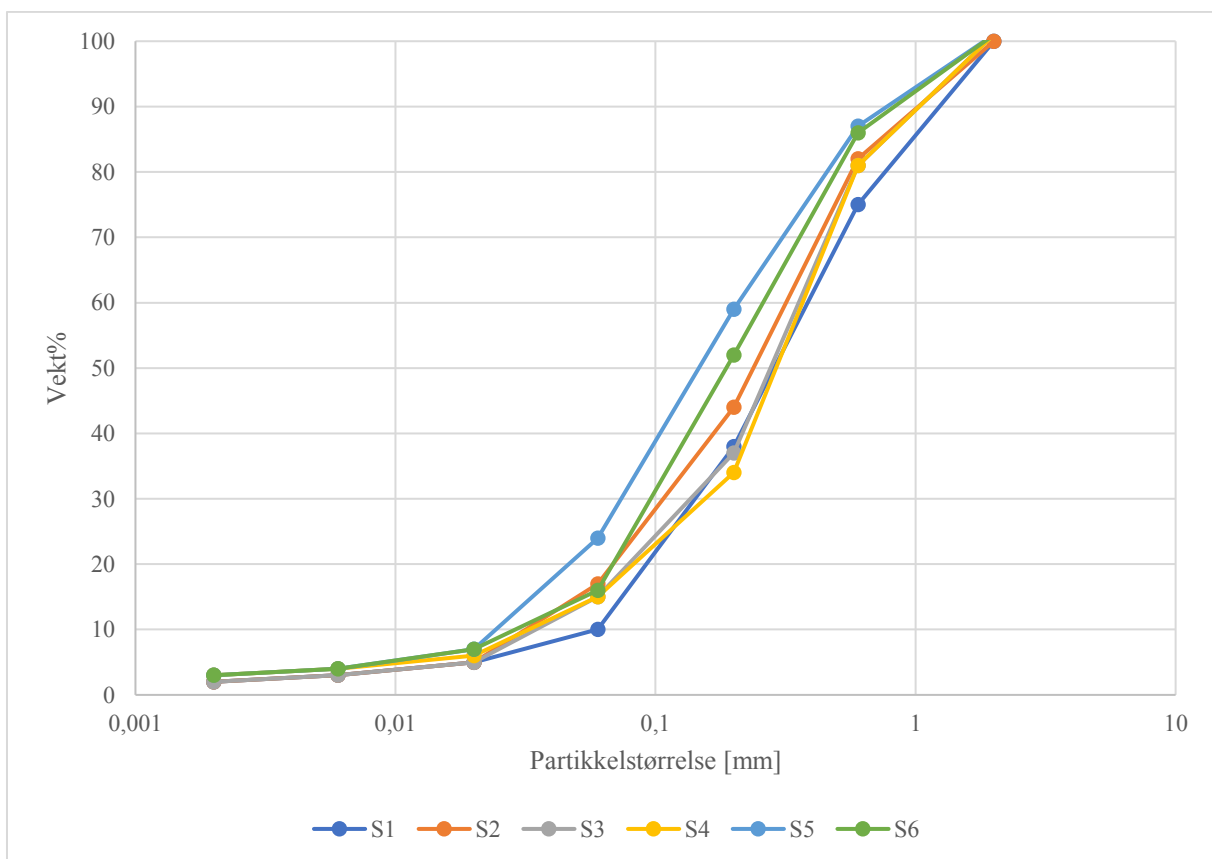
4 RESULTATER

4.1 Vekstmedium

4.1.1 Kornfordeling

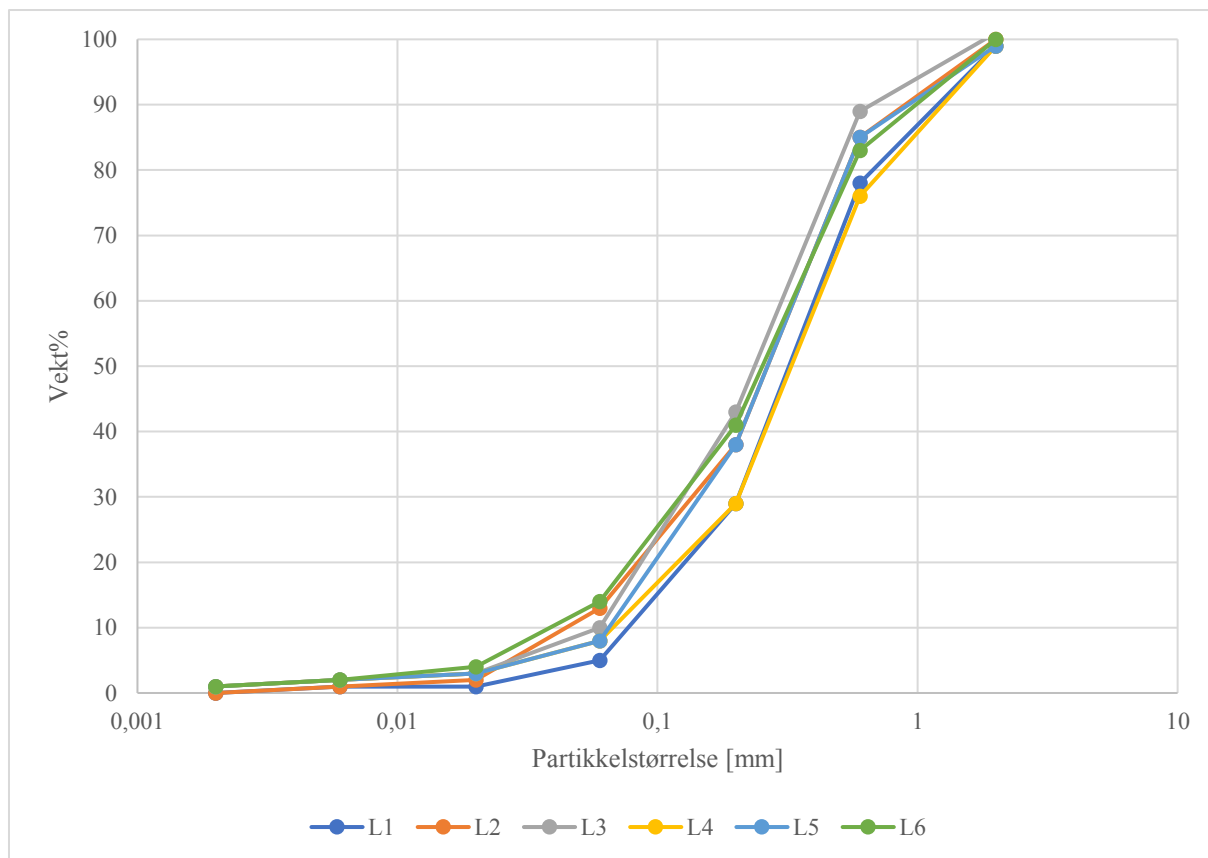
Variasjon mellom de ulike siktekurvene innenfor samme produsent var større for Skaaret jordblandingene enn for Lindum jordblandingene. Jordblandingene med råvarer fra Lindum hadde lavere finstoffinnhold enn jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap. Dominerende kornstørrelse i alle 12 jordblandingene var 0,06 – 0,6 mm.

Alle Skaaret jordblandingene så til å være ganske like opp til kornstørrelse 0,02 mm. Jordblanding S5 hadde høyest finstoffinnhold, mens S1 hadde lavest. Jordblandingene S3 og S4 skilte seg ut ved å ha lavere innhold av partikler i størrelsen 0,06-0,2 mm (Figur 10).



Figur 10 Kornfordelingen i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap.

Opp til kornstørrelse 0,02 mm hadde alle Lindum jordblandingene ganske likt innhold. Jordblandingen som hadde høyest innhold av finstoff var L6. Andel av grovt materiale var høyest i jordblanding L1 (Figur 11).



Figur 11 Kornfordelingen i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum.

4.1.2 Vannretensjon

Tabell 9 viser at vanninnhold i de ulike potensialene var signifikant forskjellig mellom de ulike jordblandingene og varierte mye i intervallene pF1-pF1,7; pF1,7-pF2 og pF3-pF4,2, mens i intervallene <pF1 og pF2-pF3 var variasjonen liten.

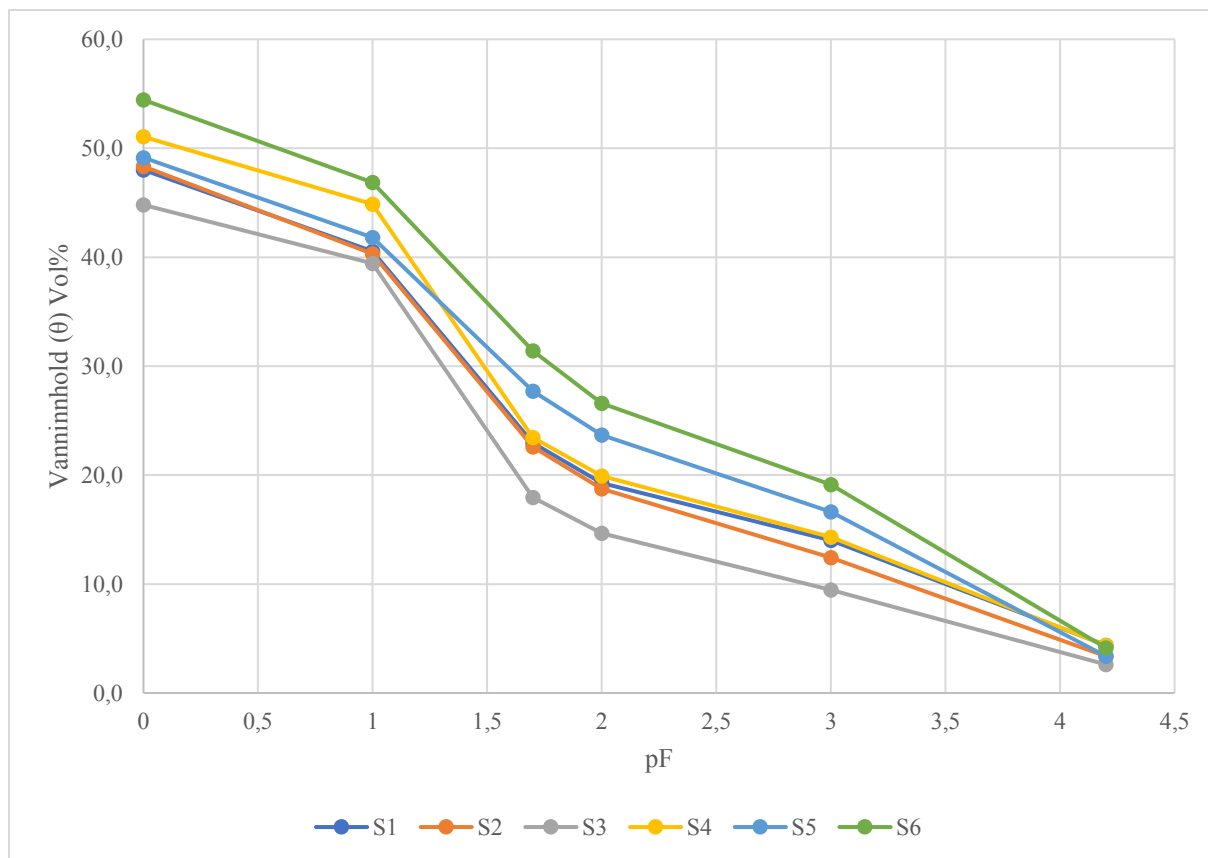
Vanninnholdet i porer større enn 300 μm (<pF1) var signifikant forskjellig mellom jordblandingene S3, der vanninnholdet var lavest (5,4 vol%), og L2 og L3, der innholdet av vann var høyest, henholdsvis 8,6 og 9,3 vol%. Når det gjelder porestørrelse fra 300 til 60 μm (pF1 – pF1,7) var det jordblanding S5 som hadde lavest vanninnhold (14,1 vol%) og L1 (22,0 vol%), S3 (21,5 vol%) og S4 (21,4 vol%) som hadde høyest. Vanninnholdet i porer av størrelse mellom 60 og 30 μm (pF1,7 – pF2) var lavest i jordblanding S3 (3,3 vol%) og høyest i jordblanding L3 (6,5 vol%). Det var tendens til høyere innhold av vann i jordblandinger fra Lindum i dette intervallet. Jordblandingene L2 (4,1 vol%) og L1 (4,3 vol%) hadde lavest vanninnhold og jordblanding S6 (7,5 vol%) hadde høyest vanninnhold mellom potensialer tilsvarende pF2 og pF3 (30-3 μm). Vanninnhold i porer av størrelse mellom 3 og 0,2 μm (pF3-pF4,2) var lavest i jordblanding L4 (5,3 vol %) og høyest i jordblanding S6 (15 vol%). Også jordblanding S5 skilte seg ut ved å ha en høy verdi (13,3 vol%) (Tabell 9).

Tabell 9 Gjennomsnittlig porevolum i vol% i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike pF-intervallene hvor pF1 tilsvarer porestørrelse 300 μm , pF1,7 – 60 μm , pF2 – 30 μm , pF3 – 3 μm og pF4,2 – 0,2 μm . Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	<pF1 [Vol%]	pF1-pF1,7 [Vol%]	pF1,7-pF2 [Vol%]	pF2-pF3 [Vol%]	pF3-pF4,2 [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

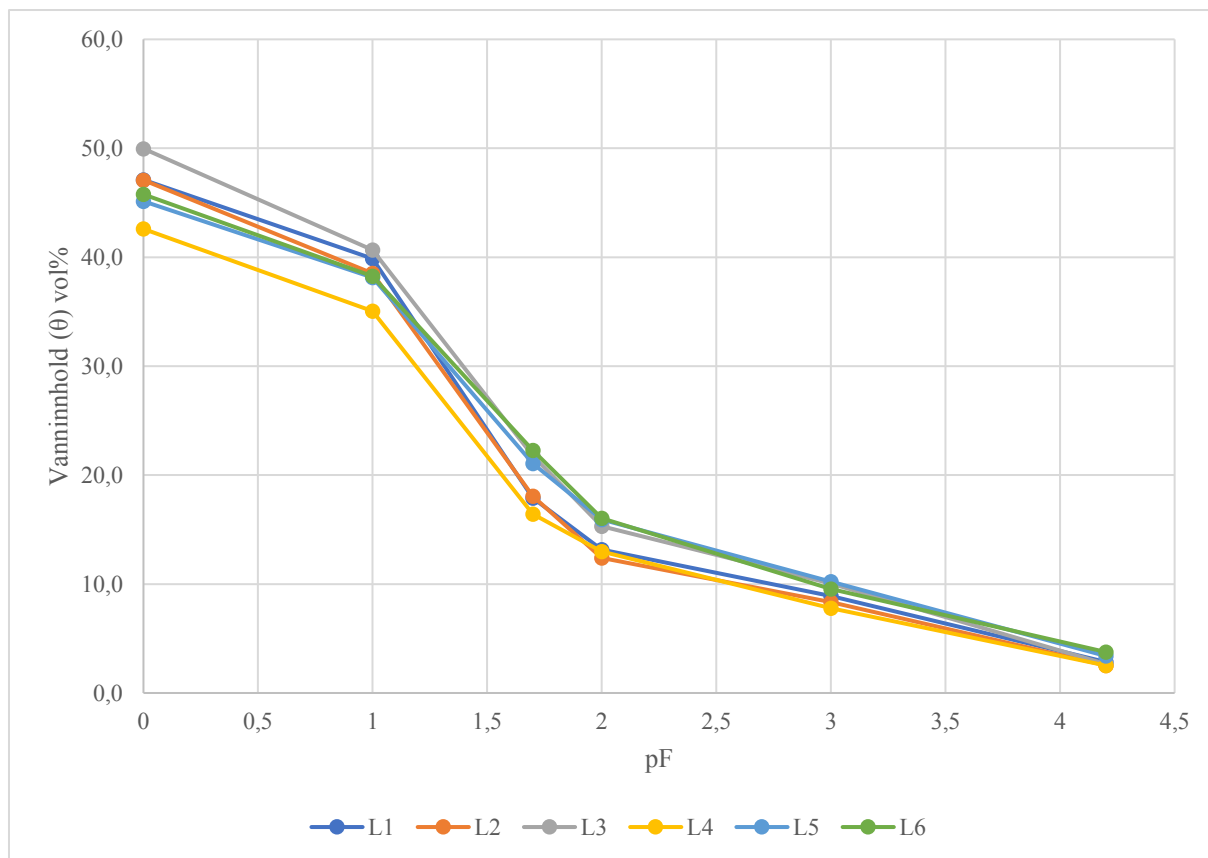
Det var større spredning i vannretensjonskurvene i Skaaret jordblandingene sammenliknet med Lindum jordblandingene. Størst andel av vann var lagret mellom potensialer tilsvarende pF1 og pF1,7. Dette gjaldt begge produsentene (Figur 12 og Figur 13).

Figur 12 viser at innhold av vann mellom metning og potensiale tilsvarende pF1 var ganske likt hos de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap. Jordblandingene S3 og S4 skilte seg ut ved å ha mer vann mellom potensialer tilsvarende pF1 og pF1,7. Det var ganske likt innhold av vann mellom potensialer tilsvarende pF1,7 og pF3 med unntak i jordblandingene S1 og S4 som hadde litt lavere vanninnhold mellom potensialer tilsvarende pF2 og pF3. Høyest innhold av vann mellom potensialer tilsvarende pF3 og pF4,2 hadde jordblanding S6 og der etter S5 og lavest S3. Alle Skaaret jordblandingene hadde lite vann ved potensial pF4,2. Totalt vanninnhold var høyest i jordblanding S6 og lavest i S3.



Figur 12 Vannretensjonen i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap.

Alle Lindum jordblandingene hadde nærmest likt vanninnhold mellom metning og potensial tilsvarende pF1. I intervallet mellom pF1 og pF1,7 var det jordblandingene L1 og L2 som skilte seg ut ved å ha størst og L6 ved å ha lavest vanninnhold. Jordblandingene L3 og L6 hadde høyest vanninnhold mens jordblanding L4 hadde lavest vanninnhold mellom potensialer tilsvarende pF1,7 og pF2. Lindum jordblandingene var ganske like når det gjaldt vanninnhold mellom potensialer tilsvarende pF2 og pF3. Det var liten spredning i vanninnhold i jordblandingene mellom potensialer tilsvarende pF3 og pF4,2. Totalt vanninnhold var høyest i jordblanding L3 og lavest i L4 (Figur 13).



Figur 13 Vannretensjonen i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum.

4.1.3 Vanninnhold i jorda

Tabell 10 viser at under simulering av tørkestress lå gjennomsnittlig volumprosent hos alle jordblandingene mellom 7,8 (L1) og 12,9 (S5 og S6). Generelt var det tendens til høyere verdier i Skaaret jordblandingene sammenliknet med Lindum jordblandingene. De høyeste gjennomsnittlige verdier ble kalkulert i jordblandingene S5 og S6 og de laveste i jordblandingene S1, S2, L1, L2, L3, L5 og L6.

Gjennomsnittlige verdier av vanninnhold i jorda under normalt vanningsregime, beregnet over hele forsøket, varierte mellom 20,2 (L6) og 24,5 (S6). Gjennomsnittlige verdier under normalt vanningsregime var høyest i jordblandingene S4, S5 og S6 og lavest i L1, L4, L5 og L6. Det var en tydelig tendens til høyere verdier i Skaaret jordblandingene sammenliknet med Lindum jordblandingene (Tabell 10).

Tabell 10 Gjennomsnittlig av vanninnhold i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) under simulering av tørke (vol%) og gjennomsnittlig vanninnhold i jordblandingene under normalt vanningsregime (vol%). Verdier med samme bokstav innen kolonner er ikke signifikant forskjellige ved $P=0,05$.

Jordblanding	N	Vanninnhold tørke		N	Vanninnhold under normalt vanningsregime	
		vol%			vol%	
S1	16	8,1	b	64	20,8	bc
S2	16	9,5	b	64	21,7	bc
S3	16	10,1	ab	64	21,0	bc
S4	16	10,5	ab	64	22,1	b
S5	16	12,9	a	64	24,0	a
S6	16	12,9	a	64	24,5	a
L1	16	7,8	b	64	20,4	c
L2	16	8,4	b	64	20,8	bc
L3	16	8,8	b	64	20,7	bc
L4	16	10,6	ab	64	20,4	c
L5	16	9,4	b	64	20,5	c
L6	16	9,0	b	64	20,2	c

4.1.4 Kjemiske analyser

Tabell 11 viser at pH verdiene varierte fra 6,2 i jordblanding S4 til 8,6 i jordblanding L4. Generelt var pH verdiene høyere i Lindum jordblandingene, der pH varierte mellom 7,6 og 8,6, sammenliknet med Skaaret jordblandingene, der pH lå mellom 6,2 og 6,7.

Ifølge veiledning til jordanalyser fra Eurofins (u. å.) kan innholdet av næringsstoffene i de 12 ulike jordblandingene beskrives på følgende måte.

Fosforinnhold i alle blandingene unntatt L6 lå i klasse A og mengden karakteriseres som lite. Jordblanding L6 var godt forsynt med fosfor som tilsvarte klasse C1. Generelt lå alle jordblandinger fra Lindum høyere i fosforinnhold enn fra Skaaret Landskap. Lavest fosforinnhold var målt i jordblanding S4 (Tabell 11).

Tabell 11 viser at Lindum jordblandingene lå jevnt i kaliuminnhold, mens Skaaret jordblandingene hadde større spredning i verdier. Alle jordblandingene unntatt S3 lå innenfor klasse 2 som er middels/optimalt innhold. Jordblanding S3 lå i klasse 1 der kaliuminnholdet ble definert som lite. Jordblandingene S2 og S6 skilte seg ut ved å ha kaliumverdier nærmest den maksimale grense i klasse 2, mens de andre verdiene lå nærmest den minimale grensen.

Innholdet av magnesium i jordblandingene L4, L5 og L6 var meget godt (klasse 4). Alle de andre jordblandingene hadde middels/optimalt innhold av magnesium (klasse 2).

Det var betydelig større mengder av kalsium i Lindum jordblandingene sammenliknet med Skaaret jordblandingene. Innhold av kalsium i jordblandingene S1, S2, S3 og S5 lå i øvre grense til klasse 1. Dette er definert som lite. Jordblandinger S4, S6 og L1 hadde middels/optimalt kalsiuminnhold (klasse 2). Jordblandingene L2 og L3 hadde et godt innhold av kalsium (klasse 3) og innhold av kalsium i jordblandingene L4, L5 og L6 var meget godt (klasse 4). Innhold av natrium i alle jordblandingene var lavere enn 5 mg/100g.

Tabell 11 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

Verdier for glødetap var generelt større i Skaaret jordblandingene og størst i S4. Det laveste glødetapet var i jordblanding L4. Verdiene for alle jordblandingene lå innenfor klasse 1 med moldinnhold lavere enn 3% (Tabell 11).

Tabell 12 viser at innhold av plantetilgjengelig nitrogen i alle jordblandinger unntatt jordblanding L6 er betydelig lavere enn anbefalt for grøntanlegg. Anbefalt mengde nitrogen

ligger mellom 5 og 10 kg/daa (Solfjeld & Solfjeld 2012). Jordblanding L6 har mye høyere innhold av nitrogen i forhold til anbefalt mengde.

Tabell 12 Innhold av ammonium, nitrat og totalt innhold av nitrogen i kg per daa i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L), som var beregnet ut ifra nitrogeninnhold i de ulike kompostene. Dybde av jordlaget i beregningene er 20cm.

Jordblanding	Ammonium -N (2 MKCl) [kg/daa]	Nitrat -N (2 M KCl) [kg/daa]	Totalt [kg/daa]
S1	0,2	0,1	0,3
S2	0,1	0,1	0,2
S3	0,2	0,1	0,3
S4	0,3	0,3	0,6
S5	0,2	0,1	0,3
S6	0,3	0,3	0,6
L1	0,3	0,2	0,5
L2	0,3	0,2	0,5
L3	0,3	0,2	0,5
L4	0,3	0,2	0,5
L5	0,8	0,2	1,0
L6	0,1	26,7	26,8

Av organisk materiale fra Skaaret Landskap var det hestegjødselkompost og flis/barkkompost som hadde betydelig høyere C/N-forhold sammenliknet med maksimalt C/N-forhold for mineralisering av nitrogen, som er lik 20 (Havlin et al 2014). Av organisk materiale fra Lindum var det bare vanlig hage/parkkompost som hadde litt høyere C/N-forhold enn anbefalt (Tabell 13). C/N-forholdet til sphagnumtorv og meitemarkkompost lå godt under 20, mens C/N-forholdet til sur hage/parkkompost lå nærmere den maksimale grensen.

Tabell 13 C/N-forhold i de ulike typer av organisk materiale fra Skaaret Landskap og Lindum.

Organisk materiale fra Skaaret Landskap	C/N-forhold	Kvalitetsklasse	Organisk materiale fra Lindum	C/N-forhold	Kvalitetsklasse
Hestegjødselkompost	44,9	0	Hage/parkkompost (vanlig)	20,3	I
Flis/ barkkompost (Follum)	61,5	0	Hage/parkkompost (sur)	17,8	I
Sphagnumtorv (H3-H5) fra Lamyra	12,8	0	Meitemarkkompost (av bioest av matavfall)	11,9	I

4.2 Vekst og utvikling hos plantene

4.2.1 Helhet

Tabell 14 viser at gjennomsnittlig helhet for plantene dyrket i Skaaret jordblandingene varierte fra 6,5 (S5) til 6,9 (S1 og S2) og i Lindum jordblandingene varierte den mellom 6,9 (L2 og L5) og 7,4 (L6). Det var en tydelig tendens til høyere gjennomsnittlige karakterer hos staudene i Lindum jordblandingene. Gjennomsnittlig helhet for alle arter over alle perioder viste at det var planter i jordblandingene L3, L4 og L6 som fikk høyest gjennomsnittlig karakter og planter som fikk lavest karakter var dyrket i jordblandingene S5 og S6.

Ved oppstart (periode 1) var gjennomsnittlig helhet hos plantene relativt lik i jordblandingene fra begge produsentene, men allerede fra periode 2 var det en tendens til høyere gjennomsnittskarakterer hos planter i Lindum jordblandingene. Gjennomsnittlig helhet falt jevnt mot slutten av forsøket for planter i de fleste jordblandingene. Plantene i jordblanding L6 beholdt ganske høye karakterer under hele forsøksperioden. Gjennomsnittlig helhet for plantene i alle Skaaret jordblandingene, unntatt S1, oppnådde toppverdi i periode 1. Blanding L1 skilte seg ut ved å ha de jevneste gjennomsnittlige karakterene for helhet med noe nedgang i slutten av perioden. Planter i jordblandingene L3 og L6 oppnådde sine høyeste gjennomsnittlige karakterer i periode 3 og 4. Dette var mye senere i forhold til tidspunktet for høyeste karakterer hos plantene i de andre jordblandingene.

Tabell 14 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis* 'Golden Chimes' og *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen og totalt for alle arter regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

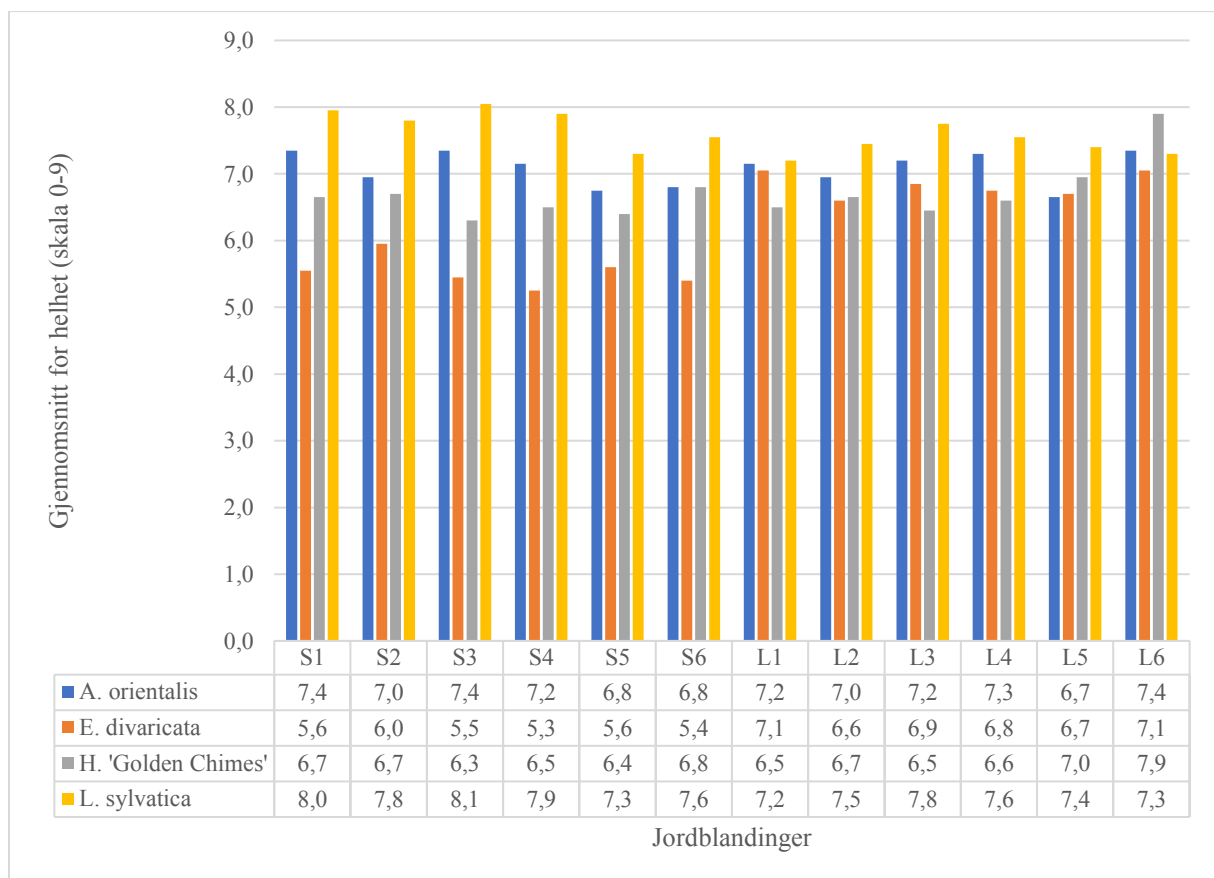
Jordblanding	N	Periode	Periode	Periode	Periode	Periode	Gjennomsnitt
		1	2	3	4	5	
S1	16	7,3	7,4	7,0	6,8	5,9	6,9 bcd
S2	16	7,2	7,1	7,1	6,8	6,1	6,9 bcd
S3	16	7,2	6,9	7,2	6,7	5,9	6,8 bcd
S4	16	7,1	6,9	6,9	6,6	6,0	6,7 bcd
S5	16	7,3	6,8	6,8	6,3	5,5	6,5 d
S6	16	7,2	6,8	6,9	6,4	5,9	6,6 cd
L1	16	7,1	7,1	7,1	7,1	6,5	7,0 bc
L2	16	7,1	6,9	6,9	7,0	6,6	6,9 bc
L3	16	7,1	7,1	7,3	7,3	6,6	7,1 ab
L4	16	7,2	7,4	7,2	7,0	6,5	7,1 ab
L5	16	7,2	7,1	6,9	6,9	6,6	6,9 bc
L6	16	7,1	7,3	7,6	7,8	7,3	7,4 a
Gjennom- snitt		7,2a	7,1ab	7,1ab	6,9b	6,3c	

Det var signifikante forskjeller i helhet mellom de ulike artene. Høyest karakter på 7,6 fikk *Luzula sylvatica*. Karakteren for *Amsonia orientalis* var 7,1 og for *Hemerocallis* 'Golden Chimes' 6,7. *Eurybia divaricata* fikk lavest karakter som var 6,2 (Vedlegg 3; tabell 1).

Figur 14 viser at artene responderte mer ulikt i Skaaret jordblandingene i motsetning til Lindum jordblandingene der gjennomsnittlige karakter for helhet innenfor de ulike artene lå omtrent på samme nivå.

Gjennomsnittskarakterene for *Amsonia orientalis* viste ingen signifikante forskjeller mellom de ulike jordblandingene og helhetskarakterene varierte fra 6,7 (L5) til 7,4 (S1, S3, L6) (Figur 14). Gjennomsnittlig helhet for plantene i Skaaret jordblandingene ble lavere etter periode 3, mens i Lindum jordblandingene falt helhetstallene etter periode 4. I periode 5 ble karakterene mye lavere. Det var tendens til høyere karakterer for Lindum jordblandingene i denne perioden. (Vedlegg 4; tabell 1).

Når det gjelder *Eurybia divaricata* var det forskjell mellom Lindum og Skaaret jordblandingene, der plantene i Lindum jordblandingene hadde høyere karakterer for helhet. Helhetskarakterer for plantene i Skaaret jordblandingene varierte mellom 5,3 (S4) og 5,6 (S1, S5) og i Lindum jordblandingene lå tallene mellom 6,6 (L2) og 7,1 (L1, L6) (Figur 14). Gjennomsnittlig helhet var signifikant høyere hos planter i jordblandinger L6 og L1. Gjennom periodene fra start til slutt utviklet karakterene seg i negativ retning hos plantene i Skaaret jordblandingene, mens for plantene i Lindum jordblandingene har tallene økt (Vedlegg 4; tabell 2).



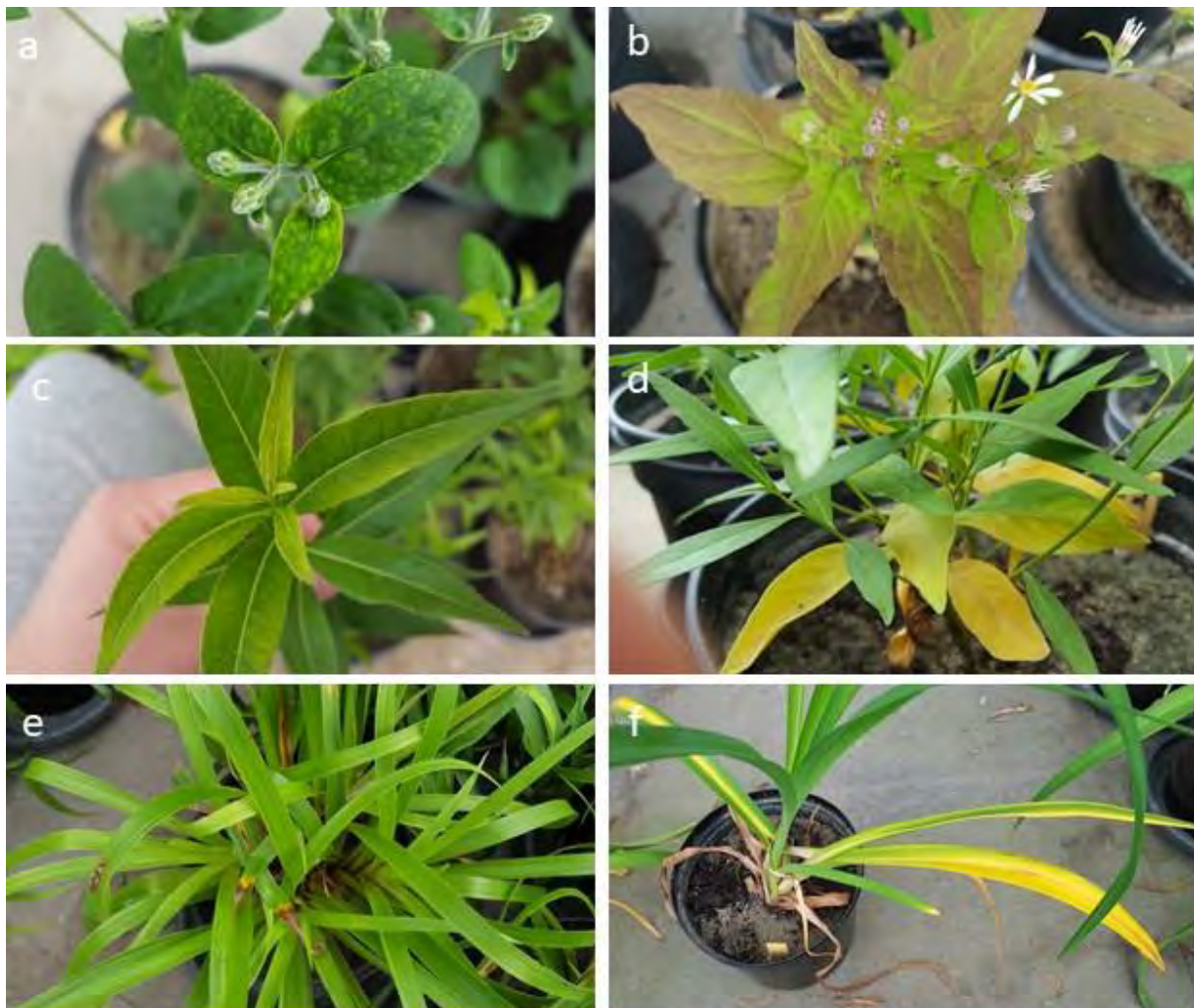
Figur 14 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Tallene for helhet hos *Hemerocallis 'Golden Chimes'* varierte mellom 6,3 (S3) og 7,9 (L6). Den høyeste gjennomsnittskarakteren for helhet som ble kalkulert for planter i jordblanding L6 var signifikant forskjellig fra de andre karakterene. Utenom det var tallene ganske like. Helhet for planter i de fleste jordblandingene gikk ned etter periode 1, med unntak for jordblanding L6 der gjennomsnittlig helhet økte fra periode 1 og nådde et maksimum i periode 4. Gjennomsnittskarakterene for planter i de ulike jordblandingene ble betydelig lavere i periode 5 (Vedlegg 4; tabell 3).

Helhetskarakterer for *Luzula sylvatica* varierte mellom 7,3 (S5) og 8,1 (S3) i Skaaret jordblandingene og mellom 7,2 (L1) og 7,8 (L3) i Lindum jordblandingene. Tallene viste at det generelt var en tendens til høyere gjennomsnittlig helhet hos planter i Skaaret jordblandingene. Jordblanding S4 skilte seg ut ved at plantene i den hadde utviklet seg jevnt i positiv retning over tid. En omvendt situasjon kunne man se i jordblandinger S6 og L1 hvor helhetskarakter falt jevnt over tid (Vedlegg 4; tabell 4).

4.2.2 Bladskade

Det ble observert lite bladskade i forsøket. Dette var for det meste svake kloroser på unge blader, som ble registrert hos alle arter, rødlig farge (hos *E. divaricata*) og kloroser på gamle blader mot slutten av forsøket (Figur 15).



Figur 15 Ulike bladskader på forsøksplantene: a – klorose på unge blad hos *Eurybia divaricata*, b – rødt skjær på blader hos *Eurybia divaricata*, c – klorose på unge blad hos *Amsonia orientalis*, d – klorose på gamle blad hos *Amsonia orientalis*, e – klorose hos *Luzula sylvatica*, f – klorose på gamle blad hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes' (Foto M. Gamborg).

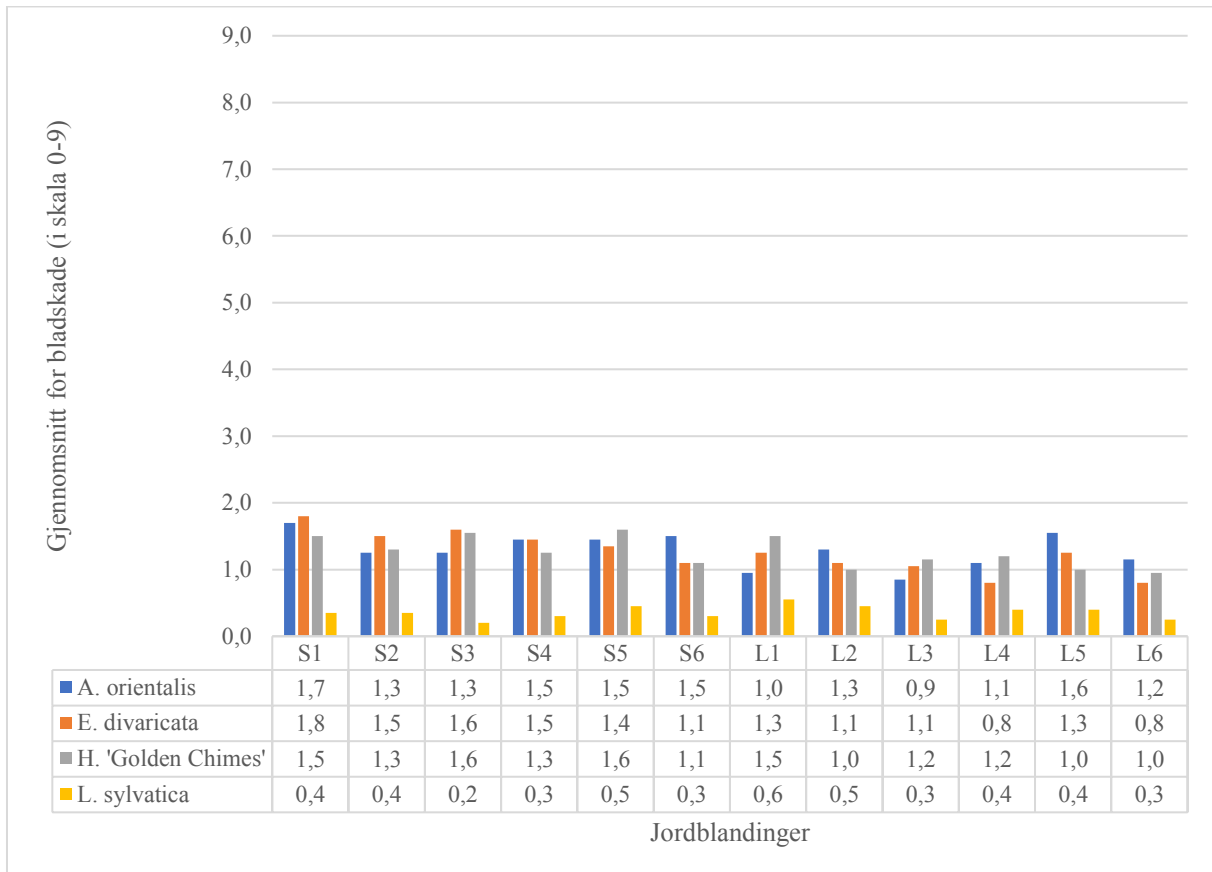
Størst bladskade ble registrert hos plantene i jordblanding S1 hvor karakteren var 1,3 og minst i L6 og L3 med karakter 0,8. Bladskade hos planter dyrket i Skaaret jordblandingene varierte mellom 1,0 (S6) og 1,3 (S1). Karakterer for bladskade hos planter dyrket i Lindum jordblandingene varierte mellom 0,8 (L6, L3) og 1,1 (L1, L5). Man kan se tendens til høyere gjennomsnittstall innenfor Skaaret jordblandingene. Bladskadene økte jevnt med tid.

Tabell 15 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis* 'Golden Chimes' og *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen og totalt for alle arter regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt	
S1	16	0,0	0,9	0,9	1,4	3,5	1,3	a
S2	16	0,0	0,6	0,8	1,3	2,9	1,1	abcd
S3	16	0,0	0,8	1,1	1,1	2,8	1,2	abc
S4	16	0,0	0,5	0,8	1,2	3,1	1,1	abcd
S5	16	0,0	0,9	0,8	1,1	3,3	1,2	ab
S6	16	0,0	0,6	1,0	0,7	2,7	1,0	bcd
L1	16	0,1	1,1	0,7	1,0	2,4	1,1	abcd
L2	16	0,0	1,0	0,7	0,9	2,3	1,0	bcd
L3	16	0,0	0,5	0,6	0,8	2,3	0,8	cd
L4	16	0,1	0,3	0,6	0,9	2,4	0,9	cd
L5	16	0,0	0,9	0,9	1,1	2,4	1,1	abcd
L6	16	0,0	0,4	0,6	0,8	2,1	0,8	d
Gjennom- snitt		0,0d	0,7c	0,8c	1,0b	2,7a		

Amsonia orientalis, *Eurybia divaricata* og *Hemerocallis* 'Golden Chimes' fikk like gjennomsnittlige karakter for bladskade som lå på 1,3. Den laveste gjennomsnittlige karakteren på 0,4 ble kalkulert for *Luzula sylvatica* (Vedlegg 3; tabell 1). Mange planter av *A. orientalis* og *E. divaricata* hadde svake kloroser på unge blad, mens det var bare noen planter som hadde disse symptomene hos *H. 'Golden Chimes'* og *L. sylvatica*. Mot slutten av sesongen fikk de fleste plantene av *A. orientalis*, *E. divaricata* og *H. 'Golden Chimes'* mye klorose i gamle blader.

Gjennomsnittstall for *Amsonia orientalis* viste ingen signifikante forskjeller i bladskade mellom de ulike jordblandingene regnet over alle periodene (Figur 16). Tallene varierte mellom 1,3 (S2, S3) og 1,7(S1) i Skaaret jordblandingene og mellom 0,9 (L3) og 1,6 (L5) i Lindum jordblandingene. Det var en tydelig økning i bladskade i slutten av sesongen (periode 5) (Vedlegg 5; tabell 1).



Figur 16 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Hos *Eurybia divaricata* var det en nokså tydelig tendens til høyere gjennomsnittlig bladskade i Skaaret jordblandingene (Figur 16). Verdiene varierte mellom 1,1 (S6) og 1,8 (S1) i Skaaret jordblandingene og mellom 0,8 (L4, L6) og 1,3 (L1) Lindum jordblandingene (Figur 16). Bladskaden økte jevnt fra periode 1 til 3. I periode 4 ble bladskaden lavere og økte igjen mot slutten av sesongen (Vedlegg 5; tabell 2).

Gjennomsnittskarakterer for bladskade hos *Hemerocallis 'Golden Chimes'* varierte mellom 1,1 (S6) og 1,6 (S3, S5) i Skaaret jordblandingene og mellom 1,0 (L2, L5 og L6) og 1,5 (L1) i Lindum jordblandingene (Figur 16). Laveste gjennomsnittlig karakter for bladskade i

jordblanding L6 (1,0) var signifikant forskjellig fra høyeste karakter i jordblanding S5 (1,6). Bladskadene økte over tid og spesielt mot slutten av sesongen (Vedlegg 5; tabell 3).

Tabell 4 i Vedlegg 5 viser at det var ingen signifikante forskjeller mellom gjennomsnittskarakterer for bladskade for *Luzula sylvatica*. Karakterene i Skaaret jordblandingene varierte mellom 0,2 (S3) og 0,5 (S5) og i Lindum jordblandingene mellom 0,3 (L3, L6) og 0,6 (L1) (Figur 16). Gjennomsnittlig karakter for bladskade for periode 1 og 3 var 0,0. I de andre periodene varierte bladskade ubetydelig mellom 0,5 og 0,7 med størst bladskade i slutten av sesongen (Vedlegg 5; tabell 4).

4.2.3 Sykdom og skadedyr

Generelt var det lite sykdom og skadedyrangrep i forsøket. Det ble registrert noen svake



Figur 17 Ulike symptomer på forsøksplantene knyttet til sykdom og skadedyrangrep: a – skader fra sugende skadedyr på *Luzula sylvatica*, b – soppflekker på *Luzula sylvatica*, c – skjelettering på blader til *Eurybia divaricata*, d – virussykdom hos *Eurybia divaricata*, e – lus på *Amsonia orientalis*, f – svertesopp på *Hemerocallis* 'Golden Chimes' (Foto M. Gamborg).

skader etter sugende skadegjørere på *A. orientalis* og *L. sylvatica*. Noen blader hos *E. divaricata* hadde skader i form av skjelettering og perforering. To planter av *E. divaricata* kom fra planteskolen med mosaikkmønster på blader som antageligvis var en virussykdom. Det ble også observert svakt soppangrep på alle arter. I forsøket var det ingen alvorlige skader knyttet til sykdom og skadedyrangrep.

Det var ingen signifikante forskjeller mellom de ulike jordblandingene regnet for alle arter over alle perioder, men det var en svak tendens til mindre sykdom/skadedyrangrep i Skaaret jordblandingene.

4.2.4 Symptomer etter simulering av flom og tørke

Etter den første flomsimuleringen som tilsvarte 50 mm regn, var det ingen planter som viste symptomer på drukning. Etterfølgende periode med tørke ga heller ingen symptomer. Under den andre flomsimuleringen der vannivået nådde opp til jordoverflaten var det noen planter av *Amsonia orientalis* som viste tegn på skade. Unge skudd hang litt ned og bladene på toppen var slappe (Figur 18). Symptomene forsvant ca. 1 time etter at plantene ble løftet ut av bøttene og satt på skåler. Det var ingen symptomer å se under den tredje flomsimuleringen, som metodemessig var lik den andre flomsimuleringen.



Figur 18 Skadesymptomene hos *Amsonia orientalis* under den andre flomsimuleringen (Foto M. Gamborg).

4.2.5 Relativt klorofyllinnhold i unge blad

Tabell 16 viser at det var signifikante forskjeller mellom jordblandingene når det gjaldt relativt klorofyllinnhold i unge blad regnet over alle arter. Det høyeste gjennomsnittstallet ble kalkulert for jordblanding L6 og lå på 9,6 og det laveste for jordblanding S3 som lå på 8,1. Generelt var det nedgang i klorofyllinnhold fra starten til slutten av sesongen med unntak av periode 4 der det var tendens til høyere verdier sammenliknet med periode 3.

Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad varierte mellom artene og var høyest hos *H. 'Golden Chimes'* (12,3) og lavest hos *E. divaricata* (4,0). Verdien for *A. orientalis* lå på 11,6 og for *L. sylvatica* på 7,3 (Vedlegg 3; tabell 1).

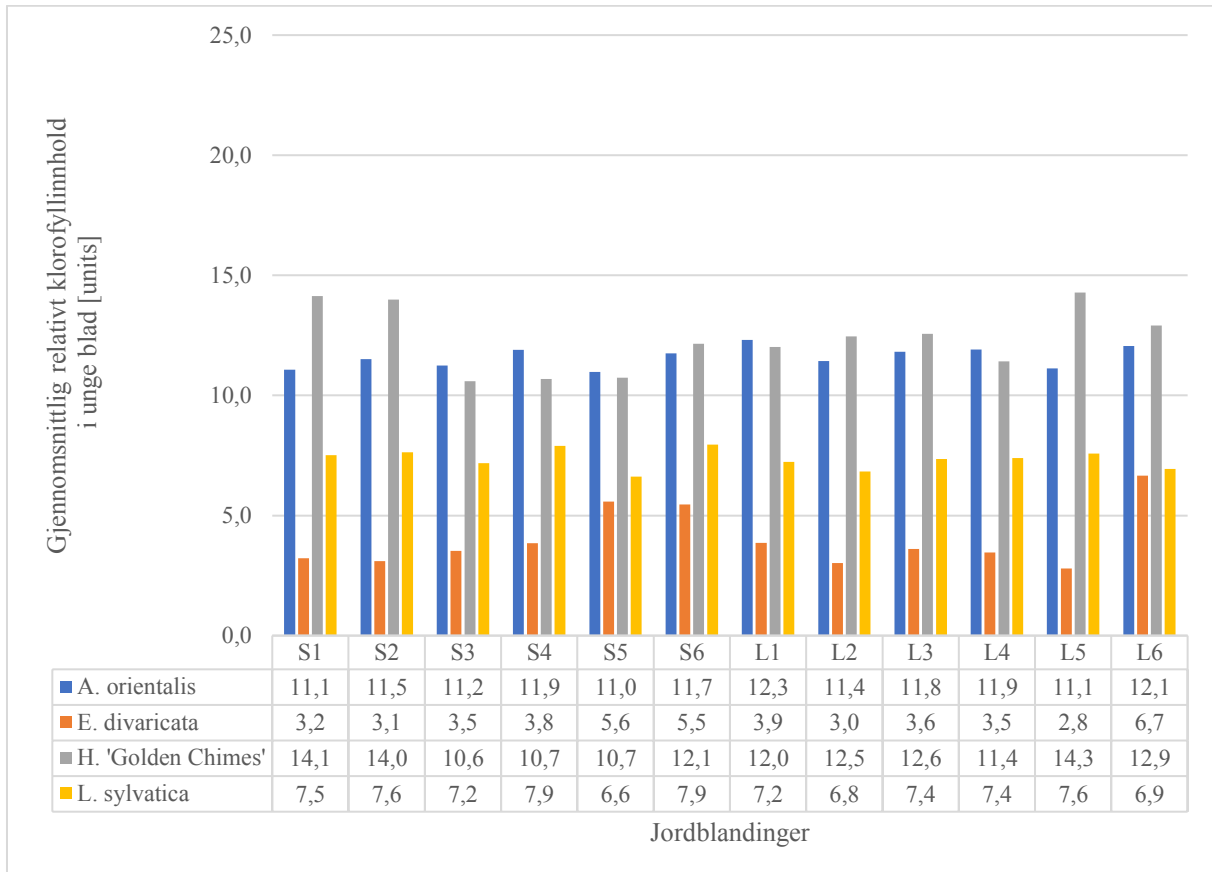
Tabell 16 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad i units hos Amsonia orientalis, Eurybia divaricata, Hemerocallis 'Golden Chimes' og Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen og totalt for alle arter regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt	
S1	16	10,4	10,0	8,5	8,5	7,6	9,0	abc
S2	16	9,9	10,3	8,6	8,7	7,8	9,1	abc
S3	16	9,7	8,6	7,4	8,1	6,8	8,1	c
S4	16	9,9	9,9	7,8	8,1	7,1	8,6	abc
S5	16	10,3	9,6	7,9	7,9	6,7	8,5	abc
S6	16	10,6	10,7	8,6	8,8	7,9	9,3	ab
L1	16	9,1	9,2	8,5	9,3	8,2	8,9	abc
L2	16	9,2	8,5	8,2	9,1	7,2	8,4	bc
L3	16	9,7	8,8	8,2	9,2	8,3	8,8	abc
L4	16	9,8	8,9	8,0	8,4	7,6	8,5	abc
L5	16	9,9	9,1	9,1	9,0	7,6	8,9	abc
L6	16	11,0	10,3	9,3	9,5	8,2	9,6	a
Gjennom- snitt		10,0a	9,5a	8,4b	8,7b	7,6c		

Hos *Amsonia orientalis* var det ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittstall for relativt klorofyllinnhold i unge blad mellom de ulike jordblandingene. Tallene varierte mellom 11,0

(S5) og 12,3 (L1) (Figur 19). Jordblandingene L1 og L3 hvor relativt klorofyllinnhold økte i periode 5 var et unntak fra generell tendens for denne perioden (Vedlegg 6; tabell 1).

Figur 19 og Tabell 2 i Vedlegg 6 viser at gjennomsnittsverdier av relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Eurybia divaricata* var signifikant høyere i jordblanding L6 og lavest i L5 med verdier på henholdsvis 6,7 og 2,8. Klorofyllinnhold falt jevnt fra periode 1 til periode 5.



Figur 19 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

De høyeste gjennomsnittsverdiene for relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Hemerocallis 'Golden Chimes'* var kalkulert i jordblandingene L5, S1 og S2 og lå mellom 14,0 og 14,3. De laveste var beregnet i jordblandingene S3, S4 og S5 og lå mellom 10,6 og 10,7 (Figur 19). Jordblandingene S4, S5 og S6 skilte seg ut ved at klorofyllinnholdet i periode 3 (etter 1. flomsimulering) falt mye og økte igjen i periode 4. Alle verdiene for relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *H. 'Golden Chimes'* ble lavere mot slutten av sesongen (Vedlegg 6; tabell 3).

Gjennomsnittsverdiene for *Luzula sylvatica* viste ingen signifikante forskjeller mellom de ulike jordblandingene. Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold varierte mellom 6,6 (S5) og

7,9 (S4, S6) (Figur 19). Tallene ble lavere i periodene 3 og 4, men gikk noe opp mot slutten av sesongen (periode 5) (Vedlegg 6; tabell 4).

Det var ingen korrelasjon mellom helhet og relativt klorofyllinnhold i unge blad ($R^2= 0,039$).

Det samme gjaldt korrelasjon mellom bladskade og relativt klorofyllinnhold i unge blad ($R^2=0,021$).

4.2.6 Relativt klorofyllinnhold i gamle blad

Tabell 17 viser at gjennomsnittsverdiene for relativt klorofyllinnhold i gamle blad regnet over alle arter og over alle perioder var høyest for plantene i jordblandingen L6 (16,4) og L5 (15,0) og lavest i jordblandinger S1, S2, S4, S5, S6 og L1. Det gjennomsnittlige relative klorofyllinnholdet økte i periode 2 og falt signifikant i etterfølgende perioder. Det er en tydelig tendens til høyere verdier innenfor Lindum jordblandingen sammenliknet med Skaaret jordblandingen når det gjelder gjennomsnittene for periode 5 regnet over alle arter.

Tabell 17 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad i units hos Amsonia orientalis, Eurybia divaricata, Hemerocallis 'Golden Chimes' og Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingen med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen og totalt for alle arter regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

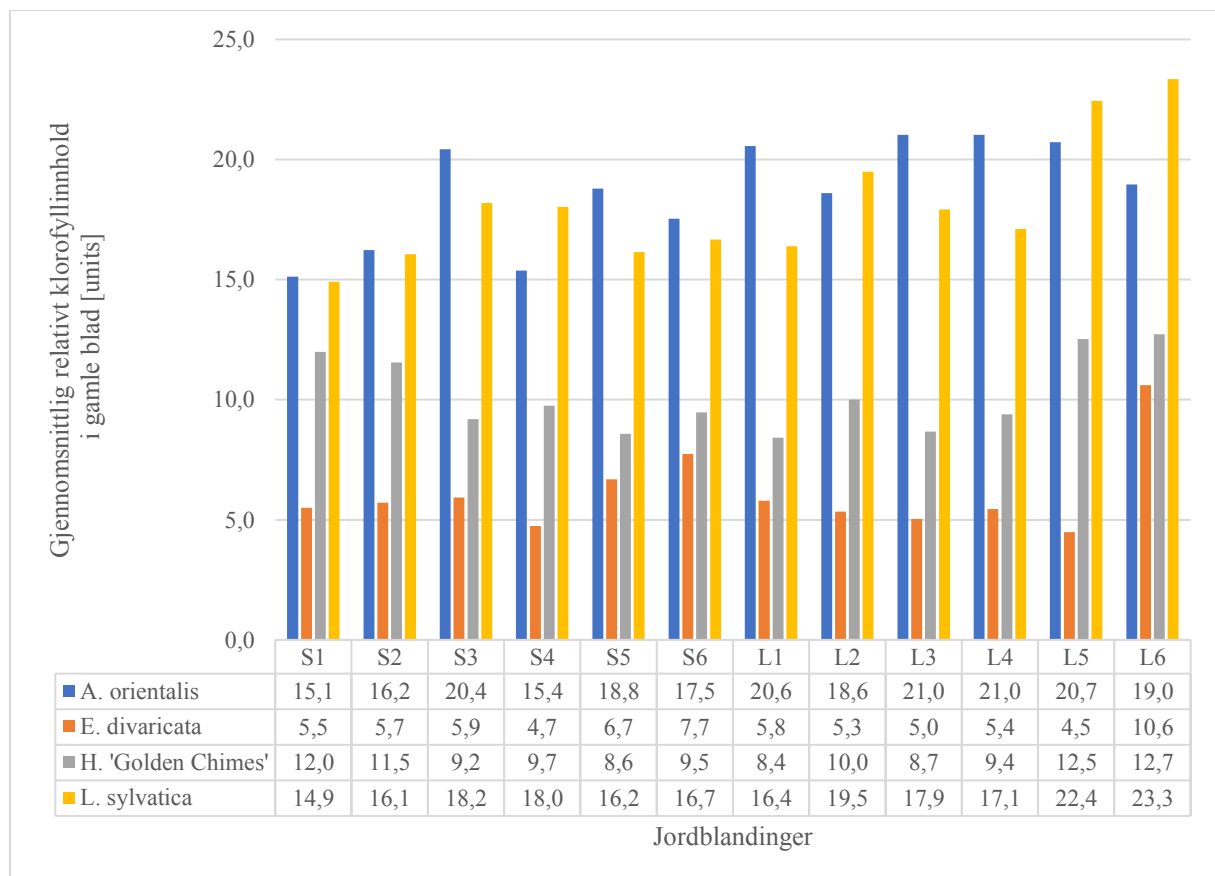
Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt
S1	16	15,0	15,2	15,0	9,7	4,6	11,9 c
S2	16	14,2	17,3	16,1	9,9	4,3	12,4 c
S3	16	16,7	17,6	15,4	12,2	5,2	13,4 bc
S4	16	14,5	16,4	14,1	10,5	4,4	12,0 c
S5	16	15,1	17,5	14,9	10,8	4,5	12,6 c
S6	16	14,5	18,1	14,8	11,7	5,2	12,9 c
L1	16	14,0	18,1	15,0	11,3	5,5	12,8 c
L2	16	15,5	18,9	15,4	11,4	5,6	13,4 bc
L3	16	14,2	19,5	15,0	11,3	5,7	13,2 bc
L4	16	14,1	20,4	14,2	11,6	6,0	13,2 bc
L5	16	17,8	19,7	18,5	13,1	6,1	15,0 ab
L6	16	18,8	21,4	19,0	15,9	6,9	16,4 a
Gjennom- snitt		15,4b	18,3a	15,6b	11,6c	5,3d	

Tabell 1 i Vedlegg 3 viser at gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad var høyest hos *Amsonia orientalis* og *Luzula sylvatica* og lå på henholdsvis 18,7 og 18,1 og lavest hos *Eurybia divaricata* med verdi 6,1. Gjennomsnittlig relativt innhold av klorofyll i gamle blad hos H. 'Golden Chimes' var 10,2.

Figur 20 viser at gjennomsnittstallene for klorofyllinnhold i gamle blad hos *Amsonia orientalis* ikke var signifikant forskjellige mellom de ulike jordblandingene og varierte mellom 15,1 (S1) og 21,0 (L3, L4). Det var tendenser til høyere klorofyllinnhold hos planter i jordblandinger fra Lindum. Maksimale gjennomsnittlige verdier finner vi i periode 2 (30,7). Mot slutten av sesongen ble tallene lavere (3,0 i periode 5) (Vedlegg 7; tabell 1).

Det var signifikant forskjell mellom jordblandingene når det gjaldt gjennomsnittsverdiene for relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Eurybia divaricata*. Den høyeste var kalkulert i jordblanding L6 (10,6) og de laveste i jordblandinger L5 (4,5) og S4 (4,7) (Figur 20).

Verdiene minket jevnt fra periode 2 til 4 og falt mye mot slutten av sesongen (Vedlegg 7; tabell 2).



Figur 20 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes' var gjennomsnittsverdiene for klorofyllinnhold i gamle blad signifikant forskjellige mellom jordblandingene L5 (12,5) og L6 (12,7) der tallene var høyest og jordblandingene S5 (8,6), L1 (8,4) og L3 (8,7) der verdiene var lavest (Figur 20). Verdiene falt fra periode 1 (15,1) til periode 5 (1,3) (Vedlegg 7; tabell 3).

Det var signifikante forskjeller mellom gjennomsnittlige verdier for relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Luzula sylvatica* dyrket i jordblandingene L5 (22,4) og L6 (23,3) der verdiene var høyest, sammenliknet med jordblanding S1 (14,9) der verdien var lavest. Det var tendenser til høyere relativt klorofyllinnhold hos planter i Lindum jordblandingene sammenliknet med Skaaret jordblandingene. Høyest gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad var oppnådd i periode 2 (20,4) og var lavest i periode 5 (15,9) (Vedlegg 7; tabell 4).

Korrelasjonen mellom helhet og relativt klorofyllinnhold i gamle blad viste en viss sammenheng mellom disse ($R^2=0,205$) (Vedlegg 7; figur 1). En noe større sammenheng kan man se mellom relativt klorofyllinnhold og bladskade hvor R^2 ligger på 0,278 (Vedlegg 7; figur 2).

4.2.7 Tilvekst

Tabell 18 viser at det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig tilvekst mellom de ulike jordblandingene regnet over alle arter. Det var tendens til større differanse i skuddhøyde hos planter i jordblandingene S1 (17,4 cm), S2 (16,8 cm), L3 (17,8 cm) og L6 (17,1 cm). Differansen var lavest i jordblandingene S5 (12,4 cm) og S6 (12,1 cm).

Det var ingen signifikante forskjeller hos *Amsonia orientalis* mellom de ulike jordblandingene når det gjaldt gjennomsnittlig tilvekst. Jordblanding S6 skilte seg ut ved å ha lavest verdi for gjennomsnittlig tilvekst som var 15,8 cm. Det var jordblandingene S3, S4 og L3 som hadde høyest gjennomsnittlig tilvekst på ca. 27 cm (Tabell 18).

Hos *Eurybia divaricata* var det heller ikke signifikante forskjeller, men det var tendens til litt bedre tilvekst i Lindum jordblandingene (Tabell 18).

Det var signifikante forskjeller hos *H.* 'Golden Chimes' der høyest gjennomsnittlig tilvekst ble målt i jordblanding L6 (19,0 cm) og lavest i S5 (2,3 cm). Det var også tendens til lavere gjennomsnittlig tilvekst i jordblandingene S3 (6,3 cm) og L4 (6,0 cm) (Tabell 18).

Hos *Luzula sylvatica* var det ingen signifikante forskjeller i tilvekst mellom de ulike jordblandingene, men generelt var det en tendens til bedre tilvekst i Skaaret jordblandingene for denne arten (Tabell 18).

Tabell 18 Gjennomsnittlig differanse mellom skuddhøyde ved avslutning og start [cm] hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L). Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	<i>A. orientalis</i> [cm]	<i>E. divaricata</i> [cm]	<i>H. 'Golden Chimes'</i> [cm]	<i>L. sylvatica</i> [cm]	Gjennom- snitt [cm]
S1	4	26,5 a	21,3 a	14,5 ab	7,5 a	17,4 a
S2	4	25,3 a	23,8 a	11,0 ab	7,0 a	16,8 a
S3	4	27,5 a	22,5 a	6,3 ab	7,0 a	15,8 a
S4	4	27,5 a	10,8 a	10,0 ab	6,8 a	13,8 a
S5	4	24,3 a	19,0 a	2,3 b	4,0 a	12,4 a
S6	4	15,8 a	18,8 a	8,5 ab	5,3 a	12,1 a
L1	4	23,5 a	26,3 a	8,3 ab	3,0 a	15,3 a
L2	4	22,8 a	24,5 a	11,3 ab	4,8 a	15,8 a
L3	4	27,8 a	25,3 a	12,8 ab	5,3 a	17,8 a
L4	4	23,3 a	22,5 a	6,0 ab	4,5 a	14,1 a
L5	4	18,8 a	24,8 a	12,8 ab	3,3 a	14,9 a
L6	4	20,8 a	23,8 a	19,0 a	5,0 a	17,1 a

4.2.8 Tørrvekt av overjordisk og underjordisk del, topp/rot-forhold

Tabell 19 viser at gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del regnet over alle arter varierte signifikant mellom jordblandingene fra 7,8 til 12,1 g. Det var høyest i jordblanding L6 og lavest i jordblandingene S3, S4, S5 og S6. Generelt var det tendens til høyere tørrvekt i Lindum jordblandingene sammenliknet med Skaaret jordblandingene.

Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del hos *Amsonia orientalis* mellom de ulike jordblandingene. Tørrvekten varierte mellom 4,5 g (S5) og 7,9 g (L6). Det var heller ingen tydelige tendenser.

Det var signifikante forskjeller mellom gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del hos *Eurybia divaricata* i de ulike jordblandingene. Lavest gjennomsnittlig tørrvekt for overjordisk

del hadde plantene i jordblandingene S3 og S4 (2,2 g) og høyest i L6 (6,8 g). Det var tendens til høyere verdier i Lindum jordblandingene.

I likhet med resultatene for *E. divaricata* var det jordblandingene S3 (9,1 g) og S4 (9,9 g) som hadde lavest, og L6 (16 g) som hadde høyest gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes'. Det var signifikante forskjeller mellom de ulike jordblandingene når det gjaldt gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del. Det var tendenser til høyere gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del i jordblandinger fra Lindum.

Det var ingen signifikante forskjeller mellom gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del til *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene. Likevel kan man skille ut den laveste tørrvekten i jordblanding S5 (17,1 g) og det høyeste i jordblanding L4 (26,9 g).

Tabell 19 Gjennomsnittlig tørrvekt av overjordisk del i gram hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis* 'Golden Chimes' og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L). Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	<i>A. orien- talis</i> [g]		<i>E. divaricata</i> [g]		<i>H. 'Golden Chimes'</i> [g]		N	<i>L. sylv- tica</i> [g]		Gjennom- snitt [g]	
S1	4	6,8	a	3,0	bc	11,9	ab	2	23,8	a	9,6	ab
S2	4	5,1	a	3,0	bc	12,5	ab	2	26,6	a	9,7	ab
S3	4	6,8	a	2,2	c	9,1	b	2	20,7	a	8,1	b
S4	4	6,5	a	2,2	c	9,9	b	2	24,0	a	8,8	b
S5	4	4,5	a	2,9	bc	11,3	ab	2	17,1	a	7,8	b
S6	4	5,1	a	2,8	bc	10,6	ab	2	20,3	a	8,2	b
L1	4	5,0	a	5,9	ab	10,9	ab	2	25,8	a	9,9	ab
L2	4	5,3	a	4,9	abc	11,8	ab	2	19,5	a	9,1	ab
L3	4	6,2	a	5,1	abc	11,6	ab	2	19,2	a	9,3	ab
L4	4	6,3	a	3,7	abc	11,9	ab	2	26,9	a	10,1	ab
L5	4	4,9	a	4,9	abc	12,4	ab	2	23,1	a	9,7	ab
L6	4	7,9	a	6,8	a	16,0	a	2	23,3	a	12,1	a

Når det gjelder tørrvekt av underjordisk del regnet over alle arter var det ingen signifikante forskjeller mellom de ulike jordblandingene. Tørrvekten var noe høyere i jordblandinger S1, L1, L5 og L6 og lavest i S3, S5 og S6 og varierte mellom 12,2 g og 16,9 g (Tabell 20).

Der var ingen klare forskjeller mellom gjennomsnittlig tørrvekt av underjordisk del i de ulike jordblandinger innenfor hver enkelt art. Men hos *Amsonia orientalis* kan man se at det var noe større vekt av underjordisk del i jordblandinger S1, L3, L4 og L6 og minst var det i jordblending S4. Hos *Eurybia divaricata* var det L2 og L5 som skilte seg ut ved å ha størst vekt av underjordisk del og minst var det i jordblending S4. Gjennomsnittlig tørrvekt av underjordisk del hos *H. 'Golden Chimes'* var noe høyere i jordblandinger S2, L5 og L6 og lavest i S6 og L3. Hos *L. sylvatica* var det i jordblending L1 tørrvekt av underjordisk del hadde størst vekt og minst var i S3, L2 og L6 (Tabell 20).

Tabell 20 Gjennomsnittlig tørrvekt av underjordisk del [g] hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandinger med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Jordblandinger	N	<i>A. orientalis</i> [g]	<i>E. divaricata</i> [g]	<i>H. 'Golden Chimes'</i> [g]	<i>L. sylvatica</i> [g]	Gjennomsnitt [g]
S1	2	13,6	4,9	25,7	18,2	15,6
S2	2	8,5	5,3	31,1	15,0	15,0
S3	2	8,5	4,6	22,4	13,7	12,3
S4	2	7,4	3,8	29,9	16,1	14,3
S5	2	8,2	5,9	27,1	10,5	12,9
S6	2	8,0	4,7	21,3	14,9	12,2
L1	2	8,6	6,4	25,7	26,9	16,9
L2	2	9,8	8,2	23,0	13,6	13,6
L3	2	10,1	6,7	21,4	19,7	14,5
L4	2	10,6	4,9	25,1	16,7	14,3
L5	2	8,3	7,2	31,7	14,8	15,5
L6	2	10,7	6,4	32,3	13,4	15,7

Tabell 21 viser at gjennomsnittlig topp/rot-forhold beregnet over alle arter lå mellom 0,59 og 0,77. Jordblandinger L4 og L6 skilte seg ut ved å ha høyt gjennomsnittlig topp/rot-forhold på henholdsvis 0,71 og 0,77. Det laveste topp/rot-forholdet hadde jordblending L1. Forholdet hos *Amsonia orientalis* varierte mellom 0,50 (S1) og 0,89 (S4). Hos *Eurybia divaricata* var det jordblending S3 som hadde lavest topp/rot-forhold (0,48) og jordblending L6 som hadde høyest topp/rot-forhold (1,06). Det er en tydelig tendens til lavere topp/rot-forhold i Skaaret jordblandinger sammenliknet med Lindum jordblandinger. Når det gjelder *Hemerocallis 'Golden Chimes'* varierte topp/rot-forholdet mellom 0,33 (S4) og 0,54 (L3). Topp/rot-

forholdet hos *Luzula sylvatica* var lavest i jordblanding L1 (0,96) og høyest i jordblanding S2 (1,78).

Tabell 21 Topp/rot-forholdet hos *Amsonia orientalis*, *Eurybia divaricata*, *Hemerocallis 'Golden Chimes'* og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L).

Jordblanding	<i>A. orientalis</i>	<i>E. divaricata</i>	<i>H. 'Golden Chimes'</i>	<i>L. sylvatica</i>	Gjennomsnitt
S1	0,50	0,62	0,46	1,31	0,62
S2	0,60	0,57	0,40	1,78	0,65
S3	0,79	0,48	0,40	1,51	0,66
S4	0,89	0,59	0,33	1,50	0,61
S5	0,54	0,49	0,42	1,63	0,60
S6	0,63	0,59	0,50	1,36	0,67
L1	0,58	0,92	0,42	0,96	0,59
L2	0,54	0,60	0,51	1,43	0,67
L3	0,61	0,75	0,54	0,97	0,64
L4	0,60	0,76	0,48	1,61	0,71
L5	0,59	0,68	0,39	1,56	0,62
L6	0,74	1,06	0,49	1,74	0,77

4.2.9 Rotutvikling

Ved undersøkelse av røttene etter første flomsimulering ble det konstatert at de fleste plantene hadde røtter i bunnen av potten.

Ved avsluttende undersøkelse av jordklumpen ble det observert at noen av pottene med *Eurybia divaricata* og *Luzula sylvatica* hadde vond lukt. Noen av disse hadde i tillegg blålige flekker i jorda. Disse symptomene ble observert i et fåtall potter i jordblandingene S1, S2 og S4 for *E. divaricata* og i jordblandingene L2, L3 og L4 for *L. sylvatica*.

Når vaskede røtter ble undersøkt, viste det seg at deler av røttene til *E. divaricata* og *L. sylvatica* hadde mørk farge. Til tross for den mørke fargen var røttene levende (Figur 25). Kontroll-plantene for de to artene hadde røtter med normal lys farge (Figur 22 og Figur 24). Røttene til *A. orientalis* og *H. 'Golden Chimes'* hadde ingen misfarging og røttene så veldig like ut uansett jordblanding (Figur 21 og Figur 23).



Figur 21 Røttene til *Amsonia orientalis* dyrket i jordblanding S6 (Skaaret Landskap). Røttene til forsøksplantene nederst og røttene til kontroll-plantene øverst (Foto M. Gamborg).



Figur 22 Røttene til *Eurybia divaricata* dyrket i jordblanding S6 (Skaaret Landskap). Røttene til forsøksplantene nederst og røttene til kontroll-plantene øverst (Foto M. Gamborg).



Figur 23 Røttene til Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i ulike jordblandinger med materialer fra Skaaret landskap og Lindum. Bildet viser et tilfeldig utvalg av røtter, da det ikke var noe forskjell mellom forsøksplantene og kontroll-plantene (Foto M. Gamborg).



Figur 24 Røttene til Luzula sylvatica dyrket i jordblending S6 (Skaaret Landskap). Røttene til forsøksplantene nederst og røttene til kontroll-plantene øverst (Foto M. Gamborg).



Figur 25 Røttene til *Luzula sylvatica*. Bildet viser lyse levende rotspisser som vokser fra det mørkfargede rotsystemet (Foto M. Gamborg).

Tabell 22 Gjennomsnittlig karakter for mørke røtter (skala 0-9) hos *Eurybia divaricata* og *Luzula sylvatica* i de ulike jordblandingene med råvarer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L). Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jordblanding	N	<i>E. divaricata</i>	<i>L. sylvatica</i>	Gjennomsnitt
S1	2	2,0 a	7,0 abc	4,5 ab
S2	2	5,0 a	8,0 a	6,5 a
S3	2	2,0 a	5,5 bcd	3,8 b
S4	2	1,5 a	6,0 abcd	3,8 b
S5	2	3,0 a	4,5 d	3,8 b
S6	2	4,0 a	7,5 ab	5,8 ab
L1	2	5,0 a	7,5 ab	6,3 a
L2	2	5,0 a	6,5 abcd	5,8 ab
L3	2	4,0 a	5,0 cd	4,5 ab
L4	2	4,0 a	7,5 ab	5,8 ab
L5	2	4,0 a	6,5 abcd	5,3 ab
L6	2	4,0 a	7,0 abc	5,5 ab

Det var ingen signifikante forskjeller i gjennomsnittskarakter for mørke røtter hos *E. divaricata* i de ulike jordblandinger, mens hos *L. sylvatica* var røttene mørkest i jordblanding S2 og lysest i S5 (Tabell 22).

4.2.10 Forsøk versus kontroll (jordblandinger S5 og S6)

Tabell 23 viser at det generelt var få signifikante forskjeller innenfor de ulike parameterne når forsøksdata sammenliknes med data for kontrollen. Det som skilte seg ut var at ingen av plantene i kontrollen hadde mørke røtter i motsetning til forsøksplantene i begge jordblandinger. I jordblanding S5 var det signifikant forskjell i gjennomsnittskarakterer for sykdom hvor forsøksplantene fikk lavere karakter enn kontrollen. Det var også forskjell på gjennomsnittene for relativt klorofyllinnhold i gamle blad der forsøksplanter fikk høyere verdier (Tabell 23). Det var forskjell på gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad i jordblanding S6 der forsøksplantene hadde en høyere verdi.

Tabell 23 Gjennomsnittstall for de ulike parameterne (helhet, bladskade og sykdom: skala 0-9) innenfor forsøk og kontroll i jordblandinger S5 og S6. Verdier med samme bokstav innen rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Registreringer/ målinger	N	S5 forsøk	S5 kontroll	S6 forsøk	S6 kontroll
Helhet	80	6,5 a	6,5 a	6,6 a	6,5 a
Bladskade	80	1,2 a	1,2 a	1,0 a	1,2 a
Sykdom	48	0,9 b	1,1 a	0,9 a	1,0 a
Relativt klorofyllinnhold i unge blad [units]	80	8,5 a	8,6 a	9,3 a	8,1 b
Relativt klorofyllinnhold i gamle blad [units]	80	12,6 a	11,1 b	12,9 a	11,9 a
Differanse skuddhøyde [cm]	16	12,4 a	10,4 a	12,1 a	12,2 a
Tørrvekt overjordisk del [g]	14	7,8 a	8,3 a	8,2 a	7,4 a
Tørrvekt underjordisk del [g]	8	12,9 a	15,0 a	12,2 a	16,0 a
Mørke røtter	8	1,9 a	0,0 b	2,9 a	0,0 b

5 DISKUSJON

Forsøket viste at det var små forskjeller mellom de ulike jordblandingene. Dette forklares med at alle jordblandinger var komponert slik at de skulle kunne fungere i et regnbed både som infiltrasjons- og vekstmedium. Gjennomsnittlig karakter for helhet for plantene i de ulike jordblandingene varierte mellom 6,5 og 7,4, der gjennomsnittlig helhet i starten av forsøket lå mellom 7,1 og 7,3 og i slutten av forsøket mellom 5,5 og 7,3 (Tabell 14). Gjennomsnittlig karakter for bladskade lå mellom 0,8 og 1,3 med 0,0 – 0,1 i begynnelsen og 2,1-3,5 ved avslutning av forsøket (Tabell 15). Det var lite sykdom og skadedyrangrep i forsøksperioden.

Drenerings- og vannlagringsevnen til de ulike jordblandingene var forskjellig til en viss grad. Størst forskjell kan en se i Skaaret jordblandingene (Figur 12). På grunn av feilleveranse fra Lindum der siltig mellomsand ble levert istedenfor siltig finsand, ble forskjellene mellom Lindum blandinger mindre enn tilsiktet. Siktekurvene (Figur 10 og Figur 11) og vannretensjonskurvene (Figur 12 og Figur 13) viser mye av den samme informasjonen, da det ikke var noe aggregering inn i bildet og moldinnholdet var lavt (Tabell 11). Det var jordblandingene S5 og S6 som hadde størst vannlagringsevne (Tabell 9), som også ble gjenspeilet i gjennomsnittlig vanninnhold målt i forsøket (Tabell 10). Dette kan være positivt for planter under tørkeperioder. Av disse to var det jordblanding S6 som skilte seg ut ved å ha både den største vannlagringsevnen og den største dreneringsevnen (Tabell 9). Denne jordblandingen var laget med kornfordelingskurvene i samsvar med kravene til Statens vegvesen i prosess 74.44 (Statens vegvesen 2015). Jordblandingene L1, L2 og L4 viste seg å ha lavest innhold av plantetilgjengelig vann og det største innholdet av drenerbart vann. Av disse jordblandingene var det jordblanding L2 som hadde den dårligste vannlagringsevnen (Tabell 9). Selv om jordblanding L2 inneholdt mindre plantetilgjengelig vann enn jordblanding L1, var det L1 som hadde lavere gjennomsnittlig vanninnhold målt i forsøket (Tabell 10). Dette kan forklares med at rotveksten i L1 var betydelig bedre hos *L. sylvatica* og noe bedre hos *H. 'Golden Chimes'* sammenliknet med rotveksten hos disse planteslagene i L2 (Tabell 20) og dermed ble vannet fra jorda fjernet fortere der rotveksten var bedre. Gjennomsnittlig vanninnhold i jordblanding L6 var lavest (Tabell 10) også på grunn av bedre rotvekst hos *A. orientalis* og *H. 'Golden Chimes'* (Tabell 20). Man må ta i betraktning at forsøket var gjennomført som pottforsøk der gjennomsnittlig høyde til jordprofilen ikke var høyere enn 20 cm. Dermed var suget ikke mer enn 20 cm (pF1,3). Dette kan blant annet bety

at jordblandingene S5 og S6, som ga dårligere vekst i forsøket på grunn av høyt vanninnhold, vil drenere bedre med et jordprofil som er dypere enn 20 cm.

Det var tydelig i forsøket at systemet var nitrogenbegrenset for alle jordblandinger unntatt jordblanding L6. Anbefalt mengde nitrogen for grøntanlegg er 5-10 kg/daa (Solfjeld & Solfjeld 2012) og alle jordblandinger unntatt L6 inneholdt betydelig mindre mengder nitrogen i starten (Tabell 12). Hestegjødselkompost og flisbarkkompost som inngikk i alle jordblandinger fra Skaaret, var av dårlig kvalitet da C/N-forholdet i disse var henholdsvis 44,9 og 61,5 (Tabell 13), og burde være lavere enn 20. C/N-forhold som er høyere enn 20 fører til immobilisering av nitrogenet framfor frigjøring (Havlin et al. 2014). Mange av staudene fikk klorose i gamle blader. Dette symptomet kan tyde på nitrogenmangel (Aasen 1997).

Planter av *Amsonia orientalis* var veldig like i jordblandingene fra begge produsentene helt frem til etter første flomsimulering og etterfølgende tørkeperiode (periode 3). Deretter fikk plantene i Skaaret jordblandingene lavere karakterer for helhet og høyere karakterer for bladskade sammenliknet med planter i Lindum jordblandingene. Helhetskarakterene til plantene i Lindum jordblandingene fortsatte å øke frem til etter andre flomsimulering (periode 4) (Vedlegg 4; tabell 1; Vedlegg 5; tabell 1). Tydelig nedgang i helhetskarakterer og øking i bladskade hos *A. orientalis* skyldtes økt mengde klorotiske eldre blader i Skaaret jordblandingene. Dette er typisk respons på nitrogenmangel (Aasen 1997). *A. orientalis* som foretrekker sandig leire med lite organisk materiale (Özen, referert i Acemi et al. 2017), er lite nitrogenkrevende og har dermed respondert sent på nitrogenmangel.

Det ble observert gulning i eldre blad hos *Eurybia divaricata* tidlig i forsøket. Plantene hadde mer klorose i eldre blad i Skaaret jordblandingene. Dette ble gjenspeilet i helhetskarakterene (Vedlegg 4; tabell 2) der plantene i Skaaret jordblandingene oppnådde toppkarakter i perioder 1 og 2 (i starten av forsøket før flomsimuleringene) mens planter i Lindum jordblandingene har fått de høyeste karakterene i perioder 4 og 5 (etter andre og tredje flomsimulering). Det samme kan bekreftes ut ifra karakterene for bladskade der det var tendens til høyere bladskade hos planter av *E. divaricata* i Skaaret jordblandingene (Vedlegg 5; tabell 2).

Jordblanding L6 ga signifikant høyere nivå når det gjaldt både relativt klorofyllinnhold i gamle blad og helhetskarakter. Dette skyldes lavt C/N-forhold (Tabell 13) og høyt innhold av mineralsk nitrogen i meitemarkkomposten. Ifølge Brod og Haraldsen (2017) frigjør meitemarkkompost mye nitrogen og kan heller sees på som gjødsel. Når det var brukt 10 vol. % av denne komposten i jordblanding L6, ga det større tilførsel av næringsstoffer enn ønskelig. *E. divaricata* vokser blant annet på hogstflater (Flora of North America, u. å.) der

mye næring frigjøres (Larsson et al 1994). Dette betyr at arten foretrekker næringsrik jord og dermed responderer sterkt på nitrogenmangel. Tendens til lavere topp/rot-forhold hos planter i Skaaret jordblandingene sammenliknet med planter i Lindum jordblandingene (Tabell 21) bekrefter at det var tydelig nitrogenmangel i Skaaret jordblandingene. Ericsson (1995) fant at rotveksten ble favorisert framfor skuddvekst når plantene manglet nitrogen. Overskudd av nitrogen i jordblanding L6 gjenspeiles i topp/rot-forholdet til plantene i denne jordblandingene, der gjennomsnittlig verdi var høyest (Tabell 21) sammenliknet med de andre jordblandingene. Ifølge Kvalbein og Eldhuset (2017) prioriterer planter skuddvekst framfor rotvekst når det er overskudd av nitrogen i jorda.

Klorofyllmålinger for både *A. orientalis* og *E. divaricata* har ikke vist forskjell mellom jordblandingene med råvarer fra Skaaret og fra Lindum. Dette forklares med at målingene gir bare relativt klorofyllinnhold i 2 blader og dermed var det ikke mulig å vise gjennom målinger det totale bildet av klorose hos plantene. Dette viser også den svake korrelasjonen mellom relativt klorofyllinnhold i gamle blad og helhet (Vedlegg 7; figur 1) og korrelasjon mellom relativt klorofyllinnhold i gamle blad og bladskade (Vedlegg 7; figur 2).

Gjennomsnittlige helhetskarakterer og karakterer for bladskade hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes' var ganske like for planter i jordblandingene til begge produsentene (Figur 14). Det som kan vise til nitrogenmangel er karakterer for bladskade i de ulike periodene (Vedlegg 5; tabell 3). Bladskaden økte allerede fra periode 2 (etableringsfasen) hos planter i Skaaret jordblandingene som er tidligere sammenliknet med Lindum jordblandingene der karakterer for bladskade begynte å avta fra periode 3 (etter første flomsimulering og etterfølgende tørkeperiode). Det var også tendens til høyere bladskade hos *H. 'Golden Chimes'* i Skaaret jordblandingene i periodene 2 (etableringsfasen), 4 (etter andre flomsimulering) og 5 (etter tredje flomsimulering). Grunnen til at *H. 'Golden Chimes'* responderte lite på nitrogenmangel er plantenes toleranse for lavt innhold av nitrogen i jorda. Ifølge Royal Horticultural Society (u. å.) tåler *Hemerocallis*-artene å vokse i mager jord. I tillegg skyldtes det at plantene var av betydelig størrelse og godt utviklet når de ble plantet i starten av forsøket. Jordblanding L6 skilte seg ut også her ved at plantene i den hadde signifikant høyere helhetskarakter sammenliknet med plantene i de andre jordblandingene. Plantene i jordblanding L6 hadde høyest verdi for relativt klorofyllinnhold i gamle blad og lavest karakter for bladskade. Dette er en tydelig respons på høyt innhold av nitrogen i jordblanding L6.

Det ble observert lite gulning i bladene til eviggrønne *Luzula sylvatica*. Det var tendens til høyere gjennomsnittlig karakterer for helhet hos planter i Skaaret jordblandingene (Figur 14).

Når det gjaldt klorofyllinnhold i gamle blad var det tendens til høyere verdier i Lindum jordblandningene. Dette kan forklares med høyere innhold av nitrogen i organisk materiale fra Lindum. Relativt klorofyllinnhold i gamle blad var spesielt høyt i jordblanding L6. *L. sylvatica* som foretrekker næringsfattig jord (Mossberg & Stenberg 2012), har i en viss grad respondert negativt i Lindum jordblandningene som hadde høyere innhold av nitrogen i jorda.

Nedgang i gjennomsnittlig helhet og klorofyllinnhold i gamle blad mot slutten av sesongen skyltes også avmodningsprosessen hos *Amsonia orientalis* (Vedlegg 4; tabell 1; Vedlegg 7; tabell 1), *Eurybia divaricata* (Vedlegg 4; tabell 2; Vedlegg 7; tabell 2) og *Hemerocallis* 'Golden Chimes' (Vedlegg 4; tabell 3; Vedlegg 7; tabell 3). Eviggrønne *Luzula sylvatica* viste ikke denne utviklingen (Vedlegg 4; tabell; Vedlegg 7; tabell 4).

Til tross for lavt innhold av fosfor i alle jordblandinger unntatt L6 (Tabell 11) ble det ikke observert noen fosformangelsymptomer hos plantene i forsøket. Plantene viste ingen kaliummangelsymptomer. Alle jordblandinger unntatt S3 hadde tilfredsstillende verdier av kalium (Tabell 11). Det ble ikke påvist noen mangelsymptomer på magnesium da alle jordblandinger inneholdt middels/optimalt eller høyere innhold av magnesium (Tabell 11). Selv om verdiene av kalsium var lavere enn middels/optimalt i jordblandinger S1, S2, S3 og S5 (Tabell 11) var det ikke observert noen mangelsymptomer hos plantene i disse blandningene. Der plantene tross jordas lave innhold av fosfor, kalium eller kalsium ikke viste noe tegn på mangelsymptomer, kan forklares med nitrogenbegrenset vekst. Ifølge Kvalbein og Eldhuset (2017) har planter som opplever nitrogenmangel mindre behov for andre næringsstoffer.

Når det gjelder surhet i jorda hadde alle Skaaret jordblandningene en pH som lå innenfor anbefalte grenser, mens Lindum jordblandningene hadde en pH som var høyere enn anbefalt. Tross for tendens til lavere helhetskarakterer hos *L. sylvatica* i Lindum jordblandningene sammenliknet med Skaaret jordblandningene (Figur 14) skyltes det mest sannsynlig ikke pH da *L. sylvatica* oppnådde nestbest helhetskarakter i jordblanding L4 som hadde den høyeste pH verdien.

Generelt ble det registrert lite sykdom og skadedyrangrep i forsøket. Det ble observert et svakt angrep av svertesopp. Tett plassering førte til høyere fuktighet, og ifølge Agrios (1988) er slike forhold gunstige for trivsel og spredning av sopp. Når plantene fikk større avstand fra hverandre avtok soppveksten.

Plantene så ut til å tåle behandlingen de fikk med vekselvis simulering av flom og tørke. Det ble ikke observert noen skader under den første flomsimuleringen tilsvarende 50 mm regn. Dette kan forklares med at ikke alle porer var fylte med vann. Dette gir grunn til å påstå at planterøttene hadde tilgang til oksygen i den øvre delen av potten.

Under den andre flomsimuleringen, hvor vannivået nådde opp til jordoverflaten, ble det observert symptomer i form av at skuddtoppene ble slappe og hang hos noen planter av *Amsonia orientalis*. Symptomene kom ca. 1 time før plantene skulle tas ut av bøttene med vann. Denne dagen (30.08.2017) steg temperaturen fra 11,7 (kl. 7.00) til 17,6 (kl. 13.00) (Vedlegg 8; tabell 2). Ifølge Currie (1975) øker respirasjonen i jorda ved økende temperatur når planter befinner seg i aktiv vekst. Slike forhold kan raskt føre til forbruk av oksygen der det oppstår akutt anoksi. Tidlig respons på anoksi er reduksjon av vannopptaket gjennom reduksjon av vannpermeabiliteten til røttene (røttenes vannledningsevne) (Birner & Steudle 1997). Reduksjon av vannopptaket forårsaker dehydrering (Kozłowski 1984) der plantene får visning av skudd og blad (Pereira & Kozłowski 1977).

Under den tredje flomsimuleringen som i likhet med den andre var en total metning av jorda, ble det ikke observert noen skader hos plantene. Dette kan blant annet skyldes at temperaturen under den tredje flomsimuleringen var lavere (Vedlegg 8; tabell 3) sammenliknet med temperaturen under andre flomsimuleringen, og at tredje flomsimulering var gjennomført da plantene ikke var i aktiv vekst. Ifølge Currie (1975) er respirasjonen i jorda lavere når vekstsesongen er avsluttet sammenliknet med perioden når plantene er under aktiv vekst selv om temperaturen i jorda er lik.

Simulering av tørkestress ga ingen skader hos plantene i forsøket. Det var ikke et ønske om å utsette plantene for alt for sterkt stress i starten av forsøket da man kunne risikere utgang av planter. Senere i forsøket var det ikke mulig å simulere flere perioder med tørkestress grunnet lav evapotranspirasjon.

Det ble observert svart belegg på røttene til *Eurybia divaricata* (Figur 22) og *Luzula sylvatica* (Figur 24). Dette ble bare funnet på forsøksplanter og ikke på planter i delvis kontroll. Ifølge Hasnain og Sheikh (1976) ble det funnet svart belegg på røtter til *Capsicum annuum* som var utsatt for vannmettede forhold i jorda. Svart belegg kommer fra pyritt (FeS_2) som er et produkt i reaksjonen mellom jern og svovel under anaerobe forhold (Havlin et al 2014). Ellers var røttene fine og man så tydelig lyse rotspisser (Figur 25) noe som kan tyde på at røttene

med svart belegg var levende. Det var ikke noe tydelig mønster i karakterer som ble gitt for mørke røtter med tanke på de ulike jordblandingene.

Til tross for at jordblandingene som hadde kontroll inneholdt mest finstoff (Tabell 9) og kunne sees på som problematiske under flomsimuleringer, har dataene fra kontrollen (Tabell 23) vist at forsøksplantene på ingen måte var dårligere enn plantene i kontrollen.

6 KONKLUSJON

Forsøket har vist at teksturmessig kunne i utgangspunktet alle jordblandinger fungere i et regnbed. Utfordringen var knyttet til innhold av tilgjengelig nitrogen, der alle jordblandingene unntatt L6 hadde betydelig lavere nitrogeninnhold sammenliknet med anbefalte verdier, mens det ble frigjort for mye nitrogen i jordblanding L6. Dette kan forårsake sen avmodning hos planter. I tillegg blir det en stor fare for nitrogenutvasking.

Alle fire artene har vist god toleranse for vekselvis simulering av flom og tørke. Det ble ikke observert noen skader under tørkeperioden. Når det gjelder simulering av flom var det bare *Amsonia orientalis* som viste tegn på skader under den andre flomsimuleringen i form av slappe, hengende skuddtopper. Skadesymptomene var ikke varige og forsvant i løpet av kort tid etter at plantene ble løftet ut av bøttene og satt på skålene.

Hvis man ser bort fra jordblanding L6 var det jordblandingene S1 og L4 og deretter S2 og L3 som har vist den beste balanserte trivselen hos plantene med tanke på alle fire staudeslagene. Jordblanding L4 hadde meget høy pH (8,6) og kan dermed ikke anbefales. Den beste jordblandingen blant Skaaret jordblandingene vil derfor være S1 og blant Lindum jordblandingene er den beste L3.

7 LITTERATURLISTE

- Aasen, I. (1997). *Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyrningar hos kulturplanter. Årsaker – symptom – rådgjerder*. Landbruksforlaget.
- 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.
- Agrios, G. N. (1988). *Plant pathology*. San Giego: Academic press.
- Alam, S. M. (1999). Nutrient uptake by plants under stress conditions. I: Pessaraki, M. (red.) *Handbook of plant and crop stress*, s. 285-313. New York: Marcel Dekker.
- Anneser, K. (2008). *Substratkomponenten Rindenumus*. Informationsdienst Weihenstephan. (Sitert etter Brod, E. & Haraldsen, T. K. 2017).
- Aune, B. (1993). *Klima. Temperaturnormaler. Normalperiode 1961-1990*. Rapport NR. 02/1993. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2quIOGQ> (lest 20.03.2018).
- Aronsson, A. (1980). Frost hardiness in Scots pine (*Pinus silvestris* L.) II. Hardiness during winter and spring in young trees of different mineral nutrient status. *Studia Forestalia Suecica*, 155: 1-27.
- Ballyrobert gardens. (u. å.). *Amsonia orientalis*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2vEDx1c> (lest 03.06.2018)
- Beier, A. (1995). *News-Notes. The condition of the water-related environment. The control of nonpoint sources of water pollution. The ecological management & restoration of watersheds*. Nonpoint Source. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Kp3w3r> (lest 26.03.2018).
- Bertills, U. & Näsholm, T. (2000). Effects of nitrogen deposition on forest ecosystems. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2m4Cu6C> (lest 28.06.2018).
- Bioforsk. (2009). *Kompost*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2rUYO60> (lest 21.05.2018).
- Birner, T. P. & Steudle, E. (1992). Effects of anaerobic conditions on water and solute relations, and on active transport in roots of maize (*Zea mays* L.) *Planta* 190: 474-483.
- Blamey, M. & Grey-Wilson, C. (1993). *Mediterranean wild flowers*. London: Harper Collins Publishers.

- Bourne, V. (2002, 1. juni). How to grow: Amsonia. *The Telegraph*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Hj5cOc> (lest 19.04.2018).
- Brod, E. & Haraldsen, T. K. (2017). *Miljøvennlige jordblandinger – klima, resirkulering og bruksområder*. Rapport fra Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO), vol.3 (151). Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2KToEyd> (lest 21.05.2018).
- Bounoua, L., Zhang, P., Mostovoy, G., Thome, K., Masek, J., Imhoff, M., Shepherd, M., Quattrochi, D., Santanello, J., Silva, J., Wolfe, R. & Toure, A. M. (2015). Impact of urbanization on US surface climate. *Environmental Research Letters*, 10: 1-9.
- Bradl, H. (2002). Adsorption of heavy metal ions on clays. I: Hubbard, A. (red.) *Encyclopedia of surface and colloid science*, s. 373-383. New York: Marcel Dekker.
- Caporn, S. J. M., Risager, M. & Lee, J. A. (1994). Effect of nitrogen supply on frost hardiness in *Calluna vulgaris* (L.) Hull. *New Phytologist*, 128: 461-468.
- Commonwealth of Massachusetts. (2008). *Structural BMP. Specifications for the Massachusetts stormwater handbook*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2rdJ90d> (lest 26.03.2018)
- Currie, J. A. (1975). Soil respiration. I: *Soil physical conditions and production*, s. 461-468. London: Her Majesty Stationery Office.
- Det norske hageselskap. (u. å.). *Klimasonerkart*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2F0aZBX> (lest 01.03.2018)
- Devyatlovskaya, A. N. (2010). Tree bark use as greenhouse soil. *Vestnik KrasGAU*, 2: 25-27.
- Drew, M. C. & Sisworo, E. J. (1977). Early effects of flooding on nitrogen deficiency and leaf chlorosis in barley. *New Phytologist*, 79: 567-571.
- Dunnett, N. & Clayden, A. (2007) *Rain gardens. Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Portland: Timber Press.
- Eijkelkamp. (2007). *Operating instructions. 08.01 Sandbox*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2EIUf1T> (lest 13.04.2018)
- El-Beltagy, A. S. & Hall, M. A. (1974). Effect of water stress upon endogenous ethylene levels in *Vicia faba*. *New Phytologist*, 73: 47-60.
- Eurofins. (u.å.). *Veiledning til jordanalyser*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2qDBKrw> (lest 14.04.2018)

- Ericsson, T. (1995). Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant and soil*, 168: 205-214.
- Flora of North America. (u. å.). *Eurybia divaricata*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2H1OFhp> (lest 12.04.2018)
- FN-sambandet. (u. å.). *Bærekraftige byer og samfunn*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2HICYbt> (lest 15.03. 2018)
- Førland, E. J. (1993). *Klima. Nedbørnormaler. Normalperiode 1961-1990*. Rapport NR. 39/1993. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2v87rhC> (lest 20.03.2018).
- Gao-Lin, W., Zheng, Y., Zeng, C., Yu, L., Nu-Fang, F. & Zhi-Hua S. (2016). Mixed artificial grasslands with more roots improved mine soil. *Journal of Hydrology*, 535: 54-60.
- 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., Skaland, R. G., Szewczyk-Bratnicka, H. & Tajet, H. T. T. (2018). *Været i Norge. Klimatologisk oversikt. Året 2017*. no. 13/2017. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2IQtU4I> (lest 13.04.2018).
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2I1LxS5> (lest 15.03.2018).
- Hasnain, S. & Sheikh, K. H. (1976). Effects of flooding and drainage on the growth of *Capsicum annuum* L. *Biologia*, 22: 89-106.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management*. Upper Saddle River: Pearson Education.
- He, M. & Dijkstra, F. A. (2014). Drought effect on plant nitrogen and phosphorus: a metaanalysis. *New Phytologist*, 204: 924–931.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier: Academic Press.

- Irigoyen, J. J., Emerich D. W. & Sánchez-Díaz, M. (1992). Alfalfa leaf senescence induced by drought stress: photosynthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evolution. *Physiologia Plantarum*, 84: 67-72.
- Jordan, W. R., Morgan, P. W. & Davenport, T. L. (1972). Water stress enhances ethylene-mediated leaf abscission in cotton. *Plant Physiology*, 50: 756-758.
- Kawasae, M. (1976). Ethylene accumulation in flooded plants. *Physiologia Plantarum*, 36: 236-241.
- Keskinen, R., Saastamoinen, M., Nikama, J., Särkijärvi, S., Myllymäki, M., Salo, T. & Uusi-Kämppe, J. (2017). Recycling nutrients from horse manure: effects of bedding type and its compostability. *Agricultural and Food Science*, 26: 68-79.
- Khaleel, R., Reddy, K. R. & Overcash, M. R. (1981). Changes in soil physical properties due to organic waste applications: A review. *Journal of Environmental Quality*, 10 (2): 133-141.
- Kozłowski, T. T. (1984). Plant Responses to flooding of soil. *BioScience*, 34 (3): 162-167.
- Kozłowski, T. T., Kramer, P. J. & Pallardy, S. G. (1991). *The physiological ecology of woody plants*. San Diego: Academic press.
- Krogstad, T. & Haraldsen, T. K. (2018). pH – en viktig kjemisk parameter for plantevekst. *Park og anlegg*, 7(2): 28-31.
- Kvalbein, A. & Eldhuset, T. D. (2017). *Optimal gjødsling av planter. Om sammenhenger mellom næringstilgang, vekst og kvalitet*. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).
- Københavns Kommune. (2009). *Regnbede*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2wC0upy> (lest 25.03.2018).
- Lange, B., Lüscher, P. & Germann, P. F. (2009). Significance of tree roots for preferential infiltration in stagnic soils. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13: 1809-1821.
- Langeland, R. (2017). Hva skjer når Oslo får sitt ekstremregn? Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2JDYe2I> (lest 25.03.2018).
- Laukli, K. (2017). *FoU Lokal overvannshåndtering langs veg og gate. Status desember 2017*. Statens vegvesens rapporter nr. 393. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2w3EIQU> (lest 25.03.2018).

- Larsson, J. Y., Kielland-Lund, J. & Søgne, S. M. (1994). *Barskogens vegetasjonstyper. Grunnlaget for stedstilpasset skogbruk*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Levitt, J. (1980). *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press.
- Linn, D. M. & Doran, J. W. (1984). Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils. *Soil Science Society of America Journal*, 48: 1267-1272.
- Malyshev, A. V. & Hugh, A. L. (2012). Frost damage and winter nitrogen uptake by the grass *Poa pratensis* L.: consequences for vegetative versus reproductive growth. *Plant Ecology*, 213: 1739-1747.
- Martens, D. A. & Frankenberger, W. T. (1992). Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated soil. *Agronomy Journal*, 84: 707-717.
- Melbourne Water Corporation. (2013). *Building an infiltration raingarden*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2I9n6mK> (lest 27.03.2018).
- Minnesota Pollution Control Agency. (2018). *Minnesota stormwater manual. Design criteria for bioretention*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2rdH31n> (lest 27.03.2018).
- Moolman, A. C., van Rooyen, N. & van Rooyen, M.W. (1996). The effect of drought stress on the dry matter production, growth rate and biomass allocation of *Antheaphora pubescens* Nees. *South African Journal of Botany*, 62: 41-45
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2012). *Gyldendals store nordiske flora*. Oslo: Gyldendal.
- Nahar, K. & Gretzmacher, R. (2002) Effect of water stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under subtropical conditions. *Die Bodenkultur*, 53: 45-51.
- 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).
- North Creek Nurseries. (u. å.). *Aster divaricatus*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Hije2c> (lest 19.04.2018).
- Özen, F. (2006) Autoecology of a species being endangered in Turkey: *Amsonia orientalis* Decne. (Apocynaceae). *Journal of Balikesir University Institute of Science and Technology*, 8: 4-9. (Sitert etter Acemi, A. et al. 2017).

- Patrick, Jr. W. H. & Tusneem, M. E. (1972). Nitrogen losses from flooded soil. *Ecology*, 53: 735-737.
- Paus, K. H. & Braskerud B. C. (2013). Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold. *Vann*, 01: 54-67.
- Pereira, J. S. & Kozlowski, T. T. (1977). Variations among woody angiosperms in relation to flooding. *Physiologia Plantarum*, 41: 184-192.
- Pezeshki, S. R., DeLaune, R. D. & Anderson, P. H. (1999). Effect of flooding on elemental uptake and biomass allocation in seedlings of three bottomland tree species. *Journal of Plant Nutrition*, 22(9): 1481-1494.
- Prieksat, M. A., Kaspar, T. C. & Ankeny, M.D. (1994). Positional and temporal changes in ponded infiltration in a corn field. *Soil Science Society of America*, 58: 181-184.
- 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).
- Reddy, K. R. & Patrick, Jr. W. H. (1974). Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 7: 87-94.
- Richards, L.A. (1948). Porous plate apparatus for measuring moisture retention and transmission by soils. *Soil Science*, 66: 105-110.
- Rikala, R. & Tapani, R. (1997). The effect of late summer fertilization on the frost hardening of second-year Scots pine seedlings. *New Forests*, 14: 33-44.
- Rommetveit, A. (2016). *Meteorolog etter ekstremregn: – Vi varsler ikke godt nok*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2r8VnrS> (lest 25.03.2018).
- Royal Horticultural Society. (u. å.). *Hemerocallis 'Golden Chimes'*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2HeEnud> (lest 20.04.2018).
- Rubio, G., Oesterheld, M., Alvarez, C. R. & Lavado, R. S. (1997). Mechanisms for the increase in phosphorus uptake of waterlogged plants: soil phosphorus availability, root morphology and uptake kinetics. *Oecologia* 112: 150-155.

- Smethurst, C. F. & Shabala, S. (2003). Screening methods for waterlogging tolerance in lucerne: comparative analysis of waterlogging effects on chlorophyll fluorescence, photosynthesis, biomass and chlorophyll content. *Functional Plant Biology*, 30: 335-343.
- Solbraa, K. (1979a). Composting of bark. III. Results on a semi-practical scale. I: *Reports of the norwegian forest research institute*, s. 387-439. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Solbraa, K. (1979b). Composting of bark. IV. Potential growth-reducing compounds and elements in bark. I: *Reports of the norwegian forest research institute*, s. 443-508. Ås: Norsk institutt for skogforskning.
- Solfjeld, I. & Solfjeld E. (2012). *Etablering av trær*. Statens vegvesens rapporter Nr. 89. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2yDueU7> (lest 31.05.2018).
- Statens vegvesen. (2015). *Håndbok R761. Prosesskode 1. Standard beskrivelse for vegkontrakter*. Oslo: Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2v7tQeR> (lest 01.03.2018).
- Statistisk sentralbyrå. (2017). *Befolkning og areal i tettsteder*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befteft> (lest 04.04.2018).
- Steffens, D., Hütsch, B.W., Eschholz, T., Lošák, T. & Schubert, S. (2005). Water logging may inhibit plant growth primarily by nutrient deficiency rather than nutrient toxicity. *Plant Soil Environment*, 51: 545–552.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M. M. B., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (2013). *Climate change 2013. The physical science basis summary for policymakers, technical summary and frequently asked questions*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2HXA9H9> (lest 15.03.2018).
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M. & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. Sunderland: Sinauer Associates.
- The Beth Chatto Gardens. (u. å.). *Eurybia divaricata*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2Hekb7M> (lest 19.04.2018).
- The UICN Red List of Threatened Species, (2017). *Amsonia orientalis*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2ITrFNZ> (lest 12.04.2018).

Thorsnæs, G. & Solerød, H. (u.å.). By. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/by> (lest 04.04.2018).

Thompson, A. M., Paul, A. C. & Balster, N. J. (2008). Physical and hydraulic properties of engineered soil media for bioretention basins. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 51(2): 499-514.

Vartapetian, B. & Jackson M. B. (1997) Plant Adaptations to Anaerobic Stress. *Annals of Botany*, 79: 3-20.

Weil, R. R. & Brady, N. C. (2017). *The nature and properties of soils*. Upper Saddle River: Pearson Education.

Wignarajah, K., Greenway, H. & John, C. D. (1976). Effect of water-logging on growth and activity of alcohol-dehydrogenase in barley and rice. *New Phytologist*, 77: 585-592.

Wisconsin Department of Natural Resources. (2014). *Conservation practice standard 1004: Bioretention for infiltration*. Wisconsin, USA. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2jCB4ie> (lest 27.03.2018).

VEDLEGG

Vedlegg 1. Spesifikasjoner og analyser for råvarer fra Skaaret Landskap AS

Tabell 1 Siktefraksjoner for mineralmaterialet fra Skaaret Landskap AS.

Fraksjon	Mellomsand fra Helgelandsmoen %	Siltig sand fra Helgelandsmoen %
>2 mm	2	<1
Grovsand (0,6 – 2 mm)	35	<1
Middels sand (0,2 – 0,6 mm)	56	35
Fin sand (0,06 – 0,2 mm)	3	46
Grov silt (0,02 – 0,06 mm)	4	11
Middels silt (0,006 – 0,02 mm)	1	3
Fin silt (0,002 – 0,006 mm)	1	2
Leire (<0,002 mm)	1	4

Tabell 2 Kjemiske analyser og glødetap for mineralmaterialet fra Skaaret Landskap AS.

Parameter	Mellomsand fra Helgelandsmoen %	Siltig sand fra Helgelandsmoen %
pH	6,8	5,6
Fosfor (P-AL) [mg/100g]	<2,0	2,4
Kalium (K-AL) [mg/100g]	<2,0	3,1
Magnesium (Mg-AL) [mg/100g]	1,4	1,5
Kalsium (Ca-AL) [mg/100g]	17	11
Natrium (Na-AL) [mg/100g]	<5,0	<5,0
Glødetap % TS	<0,5	1,4

Tabell 3 Kjemiske analyser og glødetap av organiskmaterialet fra Skaaret Landskap AS.

Parameter	Hestegjødsel- kompost	Flis/ barkkompost (Follum)	Sphagnumtorv (H3-H5) fra Lamyra
pH	6,9	7,1	5,5
Fosfor (P-AL) [g/100g]	0,073	0,0098	0,0083
Kalium (K-AL) [g/100g]	0,32	0,031	0,010
Magnesium (Mg-AL) [g/100g]	0,076	0,034	0,040
Kalsium (Ca-AL) [g/100g]	0,71	0,58	0,29
Natrium (Na-AL) [g/100g]	0,053	0,011	0,012
Ammonium-N (2 MKCl) [g/100g]	0,000896	0,000657	0,00111
Nitrat-N (2 M KCl) [g/100g]	<0,000257	<0,000223	0,00229
Glødetap % tv	53,5	56,2	17,5

Vedlegg 2. Spesifikasjoner og analyser for råvarer fra Lindum AS

Tabell 1 Siktefraksjoner for mineralmaterialet fra Lindum AS.

Fraksjon	Eggesand %	Siltig mellomsand %	Wigdalsand %
> 2 mm	23	3	3
Grovsand (0,6 – 2 mm)	20	9	19
Middels sand (0,2 – 0,6 mm)	54	39	61
Fin sand (0,06 – 0,2 mm)	12	37	12
Grov silt (0,02 – 0,06 mm)	8	14	6
Middels silt (0,006 – 0,02 mm)	2	1	1
Fin silt (0,002 – 0,006 mm)	2	<1	1
Leire (< 0,002 mm)	2	<1	1

Tabell 2 Kjemiske analyser og glødetap av mineralmaterialet fra Lindum AS.

Parameter	Eggesand %	Siltig mellomsand %	Wigdalsand %
pH	<9	8,5	6,9
Fosfor (P-AL) [mg/100g]	<2,0	<2,0	<2,0
Kalium (K-AL) [mg/100g]	2,3	<2,0	<2,0
Magnesium (Mg-AL) [mg/100g]	13	3,4	<1,0
Kalsium (Ca-AL) [mg/100g]	1100	120	<10
Natrium (Na-AL) [mg/100g]	<5,0	<5,0	<5,0
Glødetap % TS	<0,5	<0,5	<0,5

Tabell 3 Kjemiske analyser og glødetap av organiskmaterialet fra Lindum AS.

Parameter	Hage/ parkkompost vanlig	Hage/ parkkompost sur	Meitemark- kompost basert på fast biorest av matavfall	Fast biorest av matavfall
pH	7,4	4,9	7,5	8,0
Fosfor (P-AL) [g/100g]	0,087	0,076	0,64	0,51
Kalium (K-AL) [g/100g]	0,24	0,20	0,43	0,38
Magnesium (Mg-AL) [g/100g]	0,082	0,085	0,33	0,24
Kalsium (Ca-AL) [g/100g]	1,0	1,2	5,1	4,7
Natrium (Na-AL) [g/100g]	0,015	0,013	0,25	0,27
Ammonium-N (2 MKCl) [g/100g]	0,00103	0,0048	0,00131	0,00285
Nitrat-N (2 M KCl) [g/100g]	0,000808	0,00095	0,2384	<0,00032
Glødetap % tv	35,6	34,3	58,2	63,7

Vedlegg 3. Helhet, bladskade og relativt klorofyllinnhold i unge og gamle blad regnet over alle jordblandingene og alle periodene

Tabell 1 Gjennomsnittsverdier for de ulike parameterne (helhet (0-9), bladskade (0-9), relativt klorofyllinnhold i unge blad i units, relativt klorofyllinnhold i gamle blad i units for de ulike artene regnet over alle jordblandinger og perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Art	N	Helhet	Bladskade	Relativt klorofyllinnhold i unge blad	Relativt klorofyllinnhold i gamle blad
<i>A. orientalis</i>	240	7,1 b	1,3 a	11,6 b	18,7 a
<i>E. divaricata</i>	240	6,2 d	1,3 a	4,0 d	6,1 c
<i>H. 'Golden Chimes'</i>	240	6,7 c	1,3 a	12,3 a	10,2 b
<i>L. sylvatica</i>	240	7,6 a	0,4 b	7,3 c	18,1 a

Vedlegg 4. Helhet

Tabell 1 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Amsonia orientalis* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig helhet regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt
S1	4	7,5	8,0	8,0	7,3	6,0	7,4 a
S2	4	7,0	7,3	7,5	7,0	6,0	7,0 a
S3	4	7,3	7,5	8,3	7,3	6,5	7,4 a
S4	4	7,0	7,5	7,8	7,3	6,3	7,2 a
S5	4	7,3	6,8	7,0	6,8	6,0	6,8 a
S6	4	7,0	6,8	7,0	7,0	6,3	6,8 a
L1	4	7,3	6,8	7,0	7,8	7,0	7,2 a
L2	4	7,0	7,0	7,3	7,3	6,3	7,0 a
L3	4	7,3	7,0	7,8	7,5	6,5	7,2 a
L4	4	7,0	7,5	7,5	7,8	6,8	7,3 a
L5	4	7,0	6,8	6,8	6,8	6,0	6,7 a
L6	4	7,0	7,3	7,8	7,8	7,0	7,4 a
Gjennom- snitt	48	7,1a	7,2a	7,5a	7,3a	6,4b	

Tabell 2 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Eurybia divaricata* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig helhet regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt
S1	4	6,0	6,3	5,3	5,3	5,0	5,6 c
S2	4	6,3	6,5	6,0	6,0	5,0	6,0 bc
S3	4	6,0	5,8	5,3	5,5	4,8	5,5 c
S4	4	6,3	5,3	5,3	5,3	4,3	5,3 c
S5	4	6,5	5,8	5,5	5,3	5,0	5,6 c
S6	4	6,0	5,5	5,5	5,3	4,8	5,4 c
L1	4	6,3	7,0	7,3	7,3	7,5	7,1 a
L2	4	6,3	6,3	6,5	7,0	7,0	6,6 ab
L3	4	6,0	7,0	6,8	7,3	7,3	6,9 ab
L4	4	6,8	6,8	6,5	6,8	7,0	6,8 ab
L5	4	6,5	6,8	6,5	6,8	7,0	6,7 ab
L6	4	6,3	6,3	7,5	7,5	7,8	7,1 a
Gjennom- snitt	48	6,3a	6,3a	6,1a	6,3a	6,0a	

Tabell 3 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Hemerocallis 'Golden Chimes'* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig helhet regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	7,8	7,0	6,5	6,8	5,3	6,7	b
S2	4	8,0	6,8	7,0	6,3	5,5	6,7	b
S3	4	7,8	6,8	6,8	5,8	4,5	6,3	b
S4	4	7,5	7,0	6,5	6,3	5,3	6,5	b
S5	4	7,8	7,0	6,8	6,3	4,3	6,4	b
S6	4	7,8	7,0	7,3	6,5	5,5	6,8	b
L1	4	7,5	7,0	6,8	6,5	4,8	6,5	b
L2	4	7,3	7,0	6,8	6,5	5,8	6,7	b
L3	4	7,5	7,0	6,5	6,5	4,8	6,5	b
L4	4	7,5	7,3	6,5	6,5	5,3	6,6	b
L5	4	7,8	7,3	7,3	6,8	5,8	7,0	b
L6	4	7,5	8,3	8,0	8,5	7,3	7,9	a
Gjennomsnitt	48	7,6a	7,1b	6,9bc	6,6c	5,3d		

Tabell 4 Gjennomsnittlig helhet (skala 0-9) for *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig helhet regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	7,8	8,3	8,3	8,0	7,5	8,0	ab
S2	4	7,5	8,0	7,8	8,0	7,8	7,8	abc
S3	4	7,8	7,8	8,5	8,3	8,0	8,1	a
S4	4	7,8	7,8	8,0	7,8	8,3	7,9	abc
S5	4	7,5	7,5	7,8	7,0	6,8	7,3	bc
S6	4	8,0	8,0	7,8	7,0	7,0	7,6	abc
L1	4	7,5	7,5	7,3	7,0	6,8	7,2	c
L2	4	7,8	7,5	7,3	7,3	7,5	7,5	abc
L3	4	7,8	7,5	8,0	7,8	7,8	7,8	abc
L4	4	7,5	8,0	8,3	7,0	7,0	7,6	abc
L5	4	7,5	7,5	7,3	7,3	7,5	7,4	abc
L6	4	7,8	7,5	7,0	7,3	7,0	7,3	bc
Gjennomsnitt	48	7,7a	7,7a	7,8a	7,5a	7,4a		

Vedlegg 5. Bladskade

Tabell 1 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Amsonia orientalis* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig bladskade regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	0,0	0,8	1,0	1,5	5,3	1,7 a
S2	4	0,0	0,3	0,5	1,5	4,0	1,3 a
S3	4	0,0	0,8	1,5	1,0	3,0	1,3 a
S4	4	0,0	0,0	0,8	1,8	4,8	1,5 a
S5	4	0,0	0,8	1,3	1,3	4,0	1,5 a
S6	4	0,0	1,3	1,5	0,8	4,0	1,5 a
L1	4	0,3	1,5	0,8	0,3	2,0	1,0 a
L2	4	0,0	1,5	1,3	0,8	3,0	1,3 a
L3	4	0,0	0,3	0,5	0,8	2,8	0,9 a
L4	4	0,3	0,0	0,8	0,8	3,8	1,1 a
L5	4	0,0	1,3	2,0	1,3	3,3	1,6 a
L6	4	0,0	1,0	1,3	0,8	2,8	1,2 a
Gjennomsnitt	48	0,0c	0,8b	1,1b	1,0b	3,5a	

Tabell 2 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Eurybia divaricata* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig bladskade regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	0,0	1,8	2,0	1,8	3,5	1,8 a
S2	4	0,0	1,5	2,3	1,0	2,8	1,5 ab
S3	4	0,0	1,5	2,0	1,5	3,0	1,6 ab
S4	4	0,0	1,0	2,0	1,5	2,8	1,5 abc
S5	4	0,0	1,5	1,5	0,8	3,0	1,4 abc
S6	4	0,0	0,8	1,8	0,8	2,3	1,1 bc
L1	4	0,0	1,5	1,3	1,5	2,0	1,3 abc
L2	4	0,0	1,5	1,3	1,0	1,8	1,1 bc
L3	4	0,0	1,3	1,3	1,0	1,8	1,1 bc
L4	4	0,0	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8 c
L5	4	0,0	1,5	1,3	1,8	1,8	1,3 abc
L6	4	0,0	0,3	1,0	1,0	1,8	0,8 c
Gjennomsnitt	48	0d	1,2c	1,6b	1,2c	2,3a	

Tabell 3 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Hemerocallis 'Golden Chimes'* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig helhet regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	0,0	0,8	0,5	1,8	4,5	1,5	ab
S2	4	0,0	0,3	0,3	1,8	4,3	1,3	ab
S3	4	0,0	0,5	1,0	1,8	4,5	1,6	ab
S4	4	0,0	0,0	0,5	1,3	4,5	1,3	ab
S5	4	0,0	0,5	0,5	1,5	5,5	1,6	a
S6	4	0,0	0,0	0,5	1,0	4,0	1,1	ab
L1	4	0,0	0,8	0,8	1,5	4,5	1,5	ab
L2	4	0,0	0,0	0,3	1,3	3,5	1,0	ab
L3	4	0,0	0,0	0,5	1,0	4,3	1,2	ab
L4	4	0,0	0,0	0,5	1,5	4,0	1,2	ab
L5	4	0,0	0,0	0,3	1,0	3,8	1,0	ab
L6	4	0,0	0,0	0,3	1,3	3,3	1,0	b
Gjennomsnitt	48	0,0d	0,2cd	0,5c	1,4b	4,2a		

Tabell 4 Gjennomsnittlig bladskade (skala 0-9) for *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig bladskade regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	0,0	0,5	0,0	0,5	0,8	0,4	a
S2	4	0,0	0,3	0,0	0,8	0,8	0,4	a
S3	4	0,0	0,3	0,0	0,3	0,5	0,2	a
S4	4	0,0	1,0	0,0	0,3	0,3	0,3	a
S5	4	0,0	0,8	0,0	0,8	0,8	0,5	a
S6	4	0,0	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	a
L1	4	0,0	0,8	0,0	0,8	1,3	0,6	a
L2	4	0,0	1,0	0,0	0,5	0,8	0,5	a
L3	4	0,0	0,5	0,0	0,3	0,5	0,3	a
L4	4	0,0	0,5	0,0	0,8	0,8	0,4	a
L5	4	0,0	1,0	0,0	0,3	0,8	0,4	a
L6	4	0,0	0,3	0,0	0,3	0,8	0,3	a
Gjennomsnitt	48	0,0b	0,6a	0,0b	0,5a	0,7a		

Vedlegg 6. Relativt klorofyllinnhold i unge blad

Tabell 1 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Amsonia orientalis* dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt
S1	4	11,6	10,9	9,7	11,6	11,5	11,1 a
S2	4	12,3	11,3	11,1	12,1	10,7	11,5 a
S3	4	12,4	10,6	9,9	12,2	11,2	11,2 a
S4	4	12,6	11,3	10,7	13,4	11,4	11,9 a
S5	4	11,3	10,7	10,0	12,0	10,9	11,0 a
S6	4	11,9	11,2	10,6	13,2	11,9	11,7 a
L1	4	10,2	11,6	11,1	13,7	14,9	12,3 a
L2	4	9,7	10,7	11,8	14,0	11,0	11,4 a
L3	4	9,7	11,4	10,5	13,1	14,3	11,8 a
L4	4	9,2	12,1	11,1	14,3	12,9	11,9 a
L5	4	10,4	9,7	11,4	12,3	11,7	11,1 a
L6	4	11,5	11,2	10,7	14,2	12,8	12,1 a
Gjennom- snitt	48	11,1c	11,1c	10,7c	13,0a	12,1b	

Tabell 2 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Eurybia divaricata* dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord- blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennom- snitt
S1	4	6,2	3,9	2,8	1,9	1,3	3,2 bc
S2	4	5,5	3,9	3,0	1,9	1,2	3,1 bc
S3	4	6,3	4,3	3,4	2,4	1,3	3,5 bc
S4	4	6,8	4,9	4,2	2,1	1,2	3,8 bc
S5	4	8,9	8,0	6,2	2,9	1,9	5,6 ab
S6	4	9,9	5,0	7,5	3,1	1,8	5,5 ab
L1	4	6,3	4,9	3,6	2,5	2,1	3,9 bc
L2	4	5,8	3,0	2,6	2,0	1,7	3,0 bc
L3	4	6,2	4,1	3,3	2,4	2,0	3,6 bc
L4	4	5,4	3,7	3,3	3,0	1,9	3,5 bc
L5	4	4,6	3,2	2,8	1,9	1,5	2,8 c
L6	4	8,9	7,8	8,3	4,8	3,4	6,7 a
Gjennom- snitt	48	6,7a	4,7b	4,2b	2,6c	1,8c	

Tabell 3 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Hemerocallis 'Golden Chimes'* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	13,6	18,0	15,5	13,2	10,5	14,1 a
S2	4	14,2	17,0	13,3	13,9	11,6	14,0 a
S3	4	10,7	11,1	11,1	11,9	8,1	10,6 b
S4	4	11,7	14,2	9,6	10,0	8,0	10,7 b
S5	4	13,1	11,7	9,6	12,0	7,3	10,7 b
S6	4	12,0	15,9	9,4	12,7	10,7	12,1 ab
L1	4	11,9	12,2	12,7	14,8	8,6	12,0 ab
L2	4	12,0	12,4	13,3	14,9	9,7	12,5 ab
L3	4	15,0	10,4	12,4	15,3	9,7	12,6 ab
L4	4	13,1	12,0	12,0	11,5	8,5	11,4 ab
L5	4	17,0	14,3	16,0	14,6	9,6	14,3 a
L6	4	14,0	14,3	12,8	13,5	10,0	12,9 ab
Gjennomsnitt	48	13,2a	13,6a	12,3a	13,2a	9,4b	

Tabell 4 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad hos *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i unge blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	10,2	7,0	5,9	7,2	7,2	7,5 a
S2	4	7,5	8,8	6,9	7,1	7,7	7,6 a
S3	4	9,4	8,5	5,4	6,0	6,6	7,2 a
S4	4	8,7	9,2	6,8	7,1	7,8	7,9 a
S5	4	7,8	7,8	6,0	5,0	6,4	6,6 a
S6	4	8,7	10,6	6,8	6,2	7,4	7,9 a
L1	4	7,8	8,1	6,8	6,2	7,2	7,2 a
L2	4	9,4	7,8	5,2	5,5	6,3	6,8 a
L3	4	7,9	9,2	6,5	6,1	7,1	7,4 a
L4	4	11,5	7,8	5,7	4,8	7,2	7,4 a
L5	4	7,7	9,3	6,2	7,1	7,6	7,6 a
L6	4	9,5	7,7	5,5	5,4	6,6	6,9 a
Gjennomsnitt	48	8,8a	8,5a	6,1c	6,1c	7,1b	

Vedlegg 7. Relativt klorofyllinnhold i gamle blad

Tabell 1 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Amsonia orientalis* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	14,7	21,6	26,5	10,7	2,1	15,1 a
S2	4	16,0	25,4	28,3	9,9	1,5	16,2 a
S3	4	22,5	29,9	28,2	18,5	3,2	20,4 a
S4	4	17,4	26,0	21,9	10,6	1,1	15,4 a
S5	4	20,9	29,8	26,6	14,5	2,2	18,8 a
S6	4	18,5	29,6	22,3	14,5	2,8	17,5 a
L1	4	18,4	30,9	24,5	22,4	6,6	20,6 a
L2	4	18,7	30,9	25,8	14,3	3,4	18,6 a
L3	4	19,1	40,0	24,8	16,5	4,7	21,0 a
L4	4	22,0	42,3	21,5	16,8	2,5	21,0 a
L5	4	21,6	33,3	27,3	17,8	3,6	20,7 a
L6	4	24,3	29,5	23,1	15,8	2,1	19,0 a
Gjennomsnitt	48	19,5c	30,7a	25,1b	15,2d	3,0e	

Tabell 2 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Eurybia divaricata* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

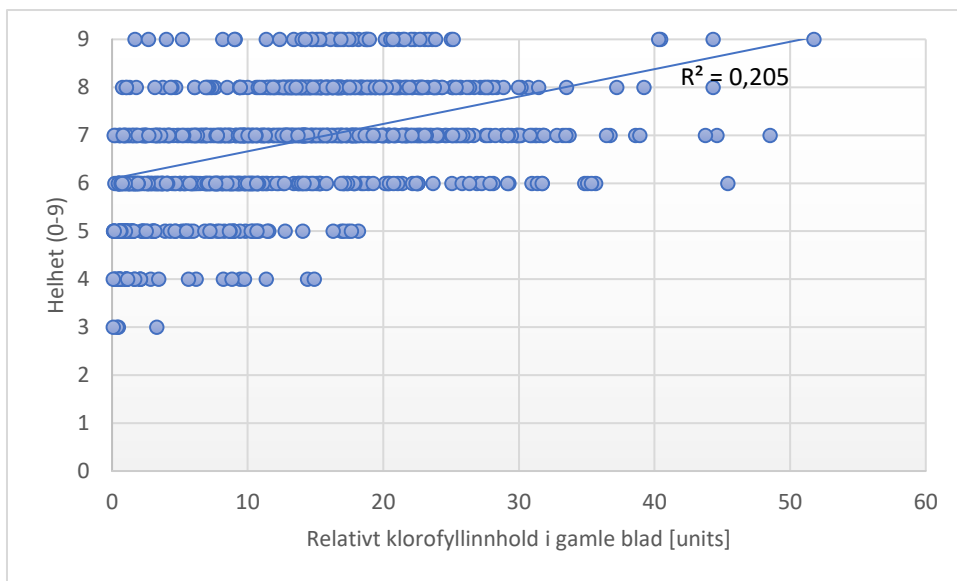
Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt
S1	4	12,3	8,3	3,6	2,4	0,9	5,5 bc
S2	4	11,4	8,8	4,9	2,7	0,8	5,7 bc
S3	4	10,8	9,5	5,3	3,4	0,6	5,9 bc
S4	4	7,9	7,7	4,9	2,5	0,6	4,7 c
S5	4	10,6	10,3	6,5	4,7	1,3	6,7 bc
S6	4	9,4	11,7	9,3	6,6	1,8	7,7 b
L1	4	8,4	11,0	5,3	3,2	0,9	5,8 bc
L2	4	10,4	7,8	4,2	3,2	1,1	5,3 bc
L3	4	7,8	8,5	4,9	2,8	1,2	5,0 bc
L4	4	8,8	7,5	5,5	3,6	1,8	5,4 bc
L5	4	8,3	6,2	4,4	2,6	1,0	4,5 c
L6	4	11,2	14,9	14,2	10,0	2,9	10,6 a
Gjennomsnitt	48	9,8a	9,3a	6,1b	4,0c	1,2d	

Tabell 3 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Hemerocallis* 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

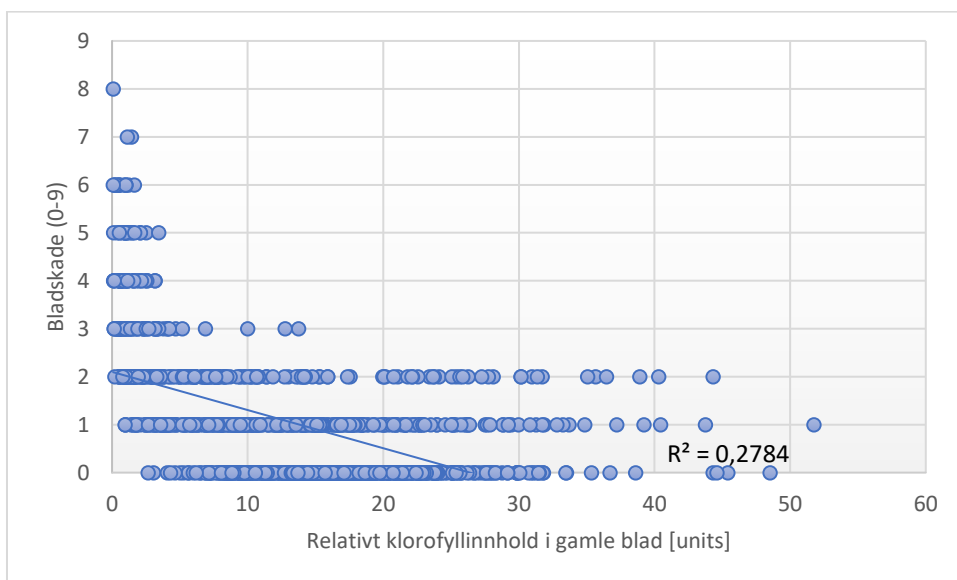
Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	17,6	15,1	14,6	11,4	1,2	12,0	ab
S2	4	15,6	15,9	14,9	10,4	1,0	11,5	ab
S3	4	14,4	10,9	10,6	8,9	1,1	9,2	ab
S4	4	16,6	11,4	10,9	8,7	1,2	9,7	ab
S5	4	15,2	10,3	9,6	6,6	1,2	8,6	b
S6	4	14,1	13,1	10,7	8,1	1,3	9,5	ab
L1	4	11,8	10,5	11,2	7,6	0,9	8,4	b
L2	4	13,8	13,6	10,8	10,4	1,3	10,0	ab
L3	4	12,1	10,2	10,7	9,1	1,3	8,7	b
L4	4	13,6	12,3	11,0	8,6	1,5	9,4	ab
L5	4	18,9	13,6	16,6	12,3	1,3	12,5	a
L6	4	17,9	16,6	15,3	11,2	2,6	12,7	a
Gjennomsnitt	48	15,1a	12,8b	12,2b	9,5c	1,3d		

Tabell 4 Gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad hos *Luzula sylvatica* dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (S) og Lindum (L) innenfor de ulike periodene gjennom vekstsesongen, og gjennomsnittlig relativt klorofyllinnhold i gamle blad regnet over alle perioder. Verdier med samme bokstav innen kolonne eller rad er ikke signifikant forskjellig ved $P=0,05$.

Jord-blanding	N	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Gjennomsnitt	
S1	4	15,2	15,7	15,4	14,1	14,1	14,9	d
S2	4	13,9	19,3	16,4	16,6	14,1	16,1	cd
S3	4	19,1	20,1	17,7	18,1	16,0	18,2	cd
S4	4	16,0	20,4	18,9	20,0	14,9	18,0	cd
S5	4	13,8	19,6	16,8	17,4	13,2	16,2	cd
S6	4	15,9	17,9	16,9	17,6	15,0	16,7	cd
L1	4	17,3	20,1	18,9	12,1	13,5	16,4	cd
L2	4	19,0	23,1	21,0	17,8	16,6	19,5	bc
L3	4	17,9	19,4	19,7	16,9	15,8	17,9	cd
L4	4	11,9	19,4	18,6	17,3	18,3	17,1	cd
L5	4	22,5	25,5	25,6	19,8	18,8	22,4	ab
L6	4	21,9	24,6	23,6	26,7	20,0	23,3	a
Gjennomsnitt	48	17,0bc	20,4a	19,1ab	17,9bc	15,9c		



Figur 1 Korrelasjon mellom relativt klorofyllinnhold i gamle blad og helhet regnet over alle arter og perioder.



Figur 2 Korrelasjon mellom relativt klorofyllinnhold i gamle blad og bladskade regnet over alle arter og perioder.

Vedlegg 8. Temperatur under flomsimuleringene

Tabell 1 Temperatur i °C for de ulike dagene og klokkeslett under den første flomsimuleringen.

	kl. 01.00	kl. 07.00	kl. 13.00	kl. 19.00
01.08.2017	13,5	14,5	17,5	16,3
02.08.2017	12,6	12,6	19,5	17,4
03.08.2017	10,1	13,1	19,1	13,8
04.08.2017	14,6	14,1	18,5	16,0
05.08.2017	13,4	15,0	20,7	15,1

Tabell 2 Temperatur i °C for de ulike dagene og klokkeslett under den andre flomsimuleringen.

	kl. 01.00	kl. 07.00	kl. 13.00	kl. 19.00
29.08.2017	16,1	16,4	16,4	16,2
30.08.2017	14,1	11,7	17,6	13,9
31.08.2017	10,3	11,8	13,4	12,2
01.09.2017	7,0	10,5	16,9	14,0
02.09.2017	7,0	9,6	16,8	11,2

Tabell 3 Temperatur i °C for de ulike dagene og klokkeslett under den tredje flomsimuleringen.

	kl. 01.00	kl. 07.00	kl. 13.00	kl. 19.00
21.09.2017	7,1	7,4	10,7	9,4
22.09.2017	9,7	9,8	13,0	12,0
23.09.2017	10,5	10,6	12,5	12,4
24.09.2017	11,9	12,8	13,9	12,7
25.09.2017	13,2	13,1	14,1	13,2

Vedlegg 9. Bilder fra periode 1 (oppstart)



Figur 1 Alle fire stauder (periode 1) (Skaaret jordblandingene til venstre, Lindum jordblandingene til høyre) (Foto E. Vike).



Figur 2 Planter av *Amsonia orientalis* og *Eurybia divaricata* (periode 1) (Skaaret jordblandingene til høyre, Lindum jordblandingene til venstre) (Foto E. Vike).



Figur 3 Planter av Hemerocallis 'Golden Chimes' (periode 1) (Skaaret jordblandingene til høyre, Lindum jordblandingene til venstre) (Foto E. Vike).



Figur 4 Planter av Luzula sylvatica (periode 1) (Skaaret jordblandingene til venstre, Lindum jordblandingene til høyre) (Foto E. Vike).

Vedlegg 10. Bilder fra periode 2 (etableringsfasen)



Figur 1 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 2 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Lindum (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 3 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 4 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 5 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 6 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 7 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 2) (Foto M. Gamborg).



Figur 8 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 2) (Foto M. Gamborg).

Vedlegg 11. Bilder fra periode 3 (etter første flomsimulering og tørkeperiode)



Figur 1 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 3) (Foto M. Gamborg).



Figur 2 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 3) (Foto M. Gamborg).



*Figur 3 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 3)
(Foto M. Gamborg).*



*Figur 4 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 3)
(Foto M. Gamborg).*



Figur 5 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 3) (Foto M. Gamborg).



Figur 6 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 3) (Foto M. Gamborg).



Figur 7 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 3) (Foto M. Gamborg).



Figur 8 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 3) (Foto M. Gamborg).

Vedlegg 12. Bilder fra periode 4 (etter andre flomsimulering)



Figur 1 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 2 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 4) (Foto M. Gamborg).



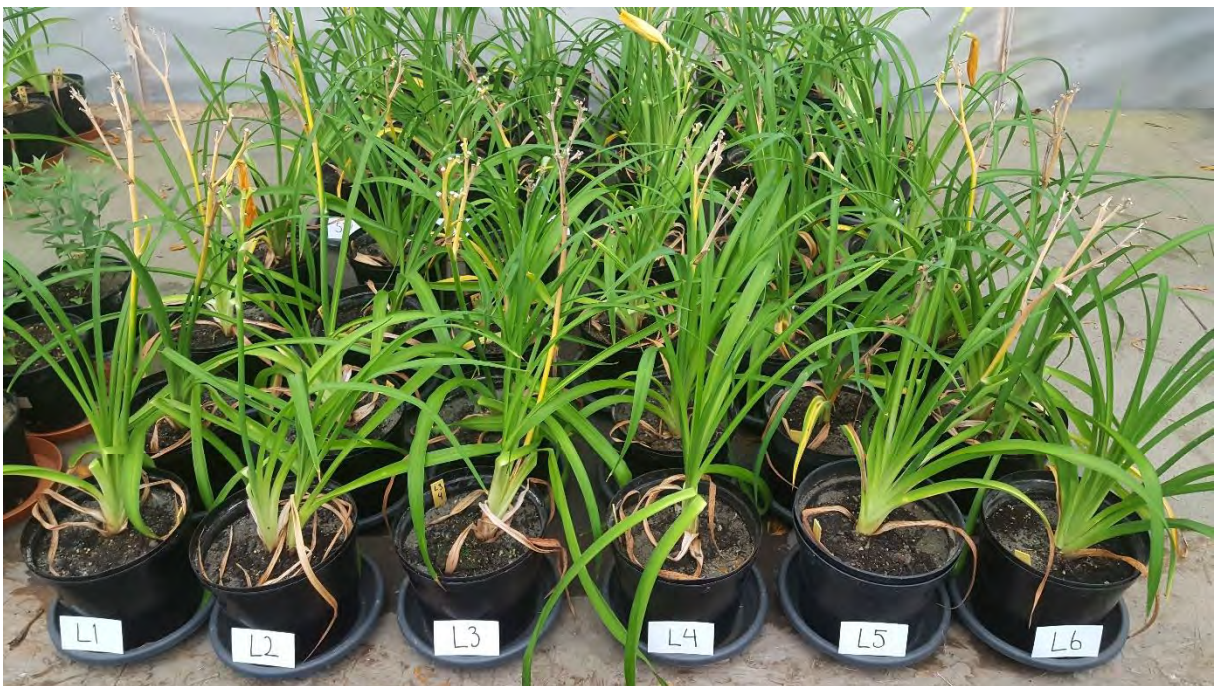
Figur 3 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 4 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 5 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 6 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 7 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 4) (Foto M. Gamborg).



Figur 8 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 4) (Foto M. Gamborg).

Vedlegg 13. Bilder fra periode 5 (etter tredje flomsimulering)



Figur 1 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 5) (Foto M. Gamborg).



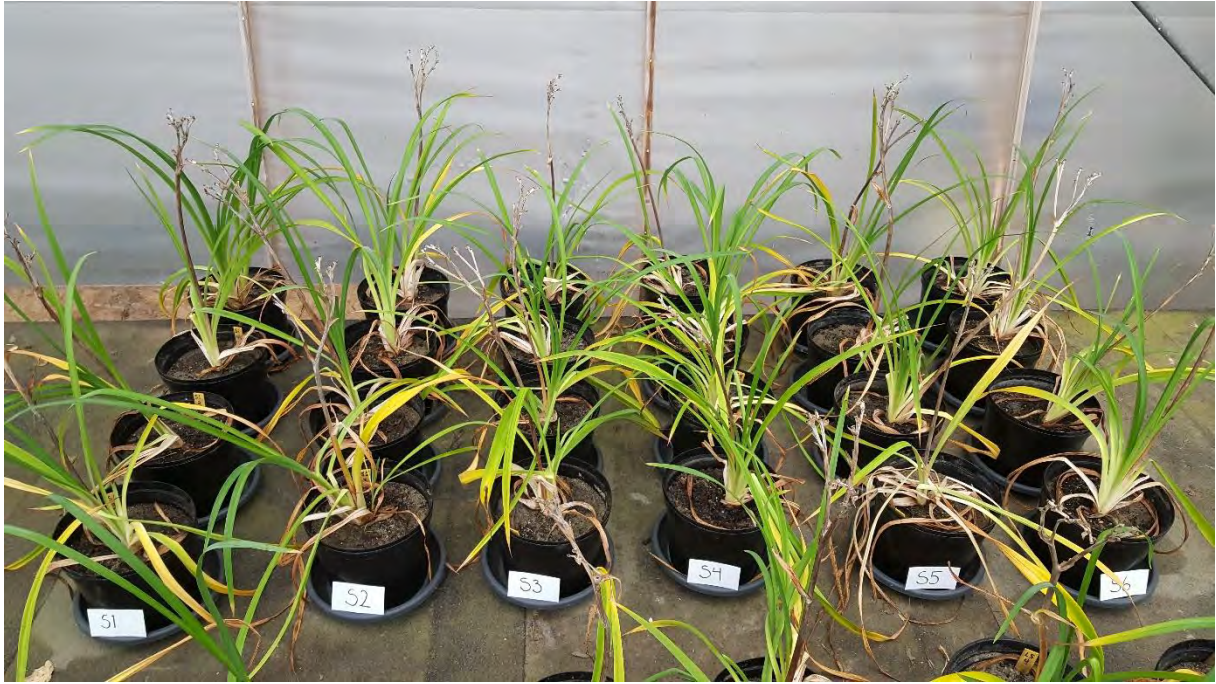
Figur 2 Amsonia orientalis dyrket i de ulike jordblandningene med materialer fra Lindum (periode 5) (Foto M. Gamborg).



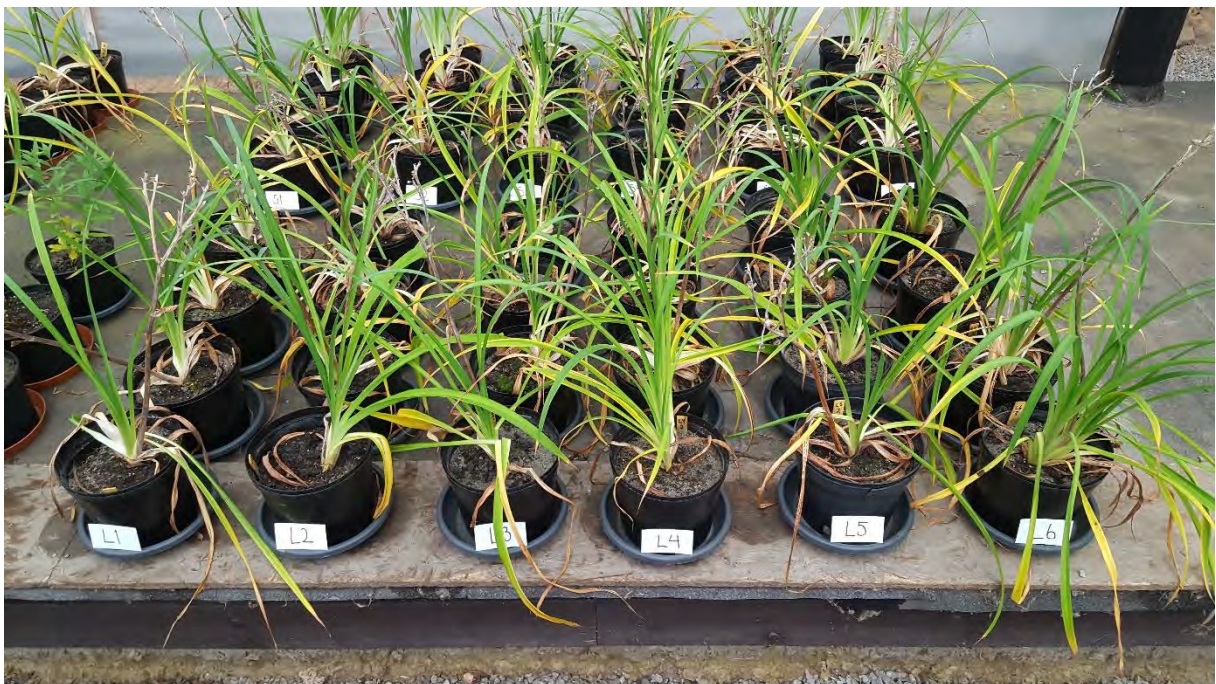
Figur 3 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 5) (Foto M. Gamborg).



Figur 4 Eurybia divaricata dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 5) (Foto M. Gamborg).



Figur 5 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 5) (Foto M. Gamborg).



Figur 6 Hemerocallis 'Golden Chimes' dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 5) (Foto M. Gamborg).



Figur 7 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Skaaret Landskap (periode 5) (Foto M. Gamborg).



Figur 8 Luzula sylvatica dyrket i de ulike jordblandingene med materialer fra Lindum (periode 5) (Foto M. Gamborg).

Vedlegg 14. Bilder av røtter ved avslutning av forsøket.



Figur 1 Røttene til Amsonia orientalis ved avslutning av forsøket (periode 6) (Foto M. Gamborg).



Figur 2 Røttene til Eurybia divaricata ved avslutning av forsøket (periode 6) (Foto M. Gamborg).



Figur 3 Røttene til Hemerocallis 'Golden Chimes' ved avslutning av forsøket (periode 6) (Foto M. Gamborg).



Figur 4 Røttene til Luzula sylvatica ved avslutning av forsøket (periode 6) (Foto M. Gamborg).



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway