

# FoU Utprøving av vekstjord til trær

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 904



## Tittel

FoU Utprøving av vekstjord til trær

## Title

FoU Test of manufactured soil for trees in urban environment

## Forfatter

Ingjerd Solfjeld (NMBU), Trond Børresen (NMBU) og Erik Solfjeld (Statens vegvesen)

## Author

Ingjerd Solfjeld (NMBU), Trond Børresen (NMBU) og Erik Solfjeld (NPRA)

## Avdeling

Fagressurs, laboratorier og grunnboring

## Department

Planning and Engineering Services, Laboratories and Soil Boring

## Seksjon

Teknisk planlegging sør

## Section

Technical Planning Southern Norway

## Prosjektnummer

C13329

## Project number

C13329

## Rapportnummer

904

## Report number

904

## Prosjektleder

Erik Solfjeld

## Project manager

Erik Solfjeld

## Godkjent av

Torill Felde

## Approved by

Torill Felde

## Emneord

Bytrær, vekstjord,

## Key words

Urban trees, soil

## Sammendrag

Statens vegvesen har i håndbok R761 prosesskode 74.44 en beskrivelse av vekstjord som ofte har blitt kritisert for å være vanskelig å få tak i fordi kvalitetskravene påstås å være for strenge. I stor grad handler dette om mineraldelen i jordblandingen der det er satt krav til kornfordeling og hvor stor andel maskinsand som kan benyttes i blandingen. Kravene ble satt med god grunn og for å underbygge dette har vi i denne utprøvingen tatt for oss 8 ulike jordblandinger hvor vi ønsket å se om det var noen vesentlige kvalitetsforskjeller om mineraldelen i jordblandingene besto av henholdsvis natursand eller maskinsand.

## Summary

The Norwegian Public Roads Administration has in handbook R761 process code 74.44 a description of manufactured soil that has often been criticized for being difficult to obtain because the quality requirements are alleged to be too strict. To a large extent, this concerns the mineral part of the soil mixture where there are requirements for grain distribution and the proportion of machine sand that can be used in the mixture. The requirements were set with good reason and in order to substantiate this, in this trial we have looked at 8 different soil mixtures where we wanted to see if there were any significant quality differences if the mineral part of the soil mixtures consisted of natural sand or machine sand respectively.

## Innhold

Innledning .....	2
<b>Jordproduksjon i endring</b> .....	2
<b>Beskrivelse av vekstjord i Statens vegvesen</b> .....	3
<b>Mål med utprøvingen</b> .....	3
Prosjektorganisering .....	4
Metode.....	5
<b>Jordblandingene</b> .....	5
<b>Oversikt over prøvetaking og måling</b> .....	7
<b>Penetrometermotstand</b> .....	8
<b>Vannretensjon - vannlagringsevne</b> .....	8
<b>Luftinnhold</b> .....	8
<b>Mikrobiologiske undersøkelser</b> .....	8
<b>Tilvekst planter</b> .....	9
<b>Registrering av ugras</b> .....	9
Resultater .....	9
<b>Organisk innhold</b> .....	9
<b>pH</b> .....	9
<b>Fosfor (P)</b> .....	10
<b>Kalium (K)</b> .....	11
<b>Penetrometermotstand</b> .....	12
<b>Jordtetthet</b> .....	13
<b>Luftkapasitet</b> .....	14
<b>Nyttbart vann</b> .....	15
<b>Porevolum</b> .....	16
<b>Mikroliv- mikroskopyanalyse</b> .....	19
<b>Tilvekst og innhold av ugras</b> .....	20
<b>Feilkilder</b> .....	22
Oppsummering .....	23
Referanser .....	25

## Innledning

Gjennom flere tiår har det vært tradisjon for å kjøpe inn jord til etablering av grønntanlegg i byområder. I etterkant av Parisavtalen i 2015 (FN) har oppmerksomhet mot gjenbruk av ressurser økt, og det er ønskelig å bruke materialer som allerede er i sirkulasjon slik at ny utvinning av naturmaterialer unngås, eller reduseres.

Balansert vekst og lang levetid for trær i bymiljø er et steg i riktig retning for å oppnå målet om bærekraftige byer og lokalsamfunn. For å kunne oppnå dette må det legges til rette for gode vekstforhold som understøtter en normal vekstutvikling over et lengre tidsperspektiv. I urbane anlegg er det sjelden tilstrekkelig tilgang til stedeegne masser som egner seg som vekstjord. Massene på stedet kan være sterkt forurenset og i noen tilfeller er massene komprimerte og lite egnet til plantevekst.

Over et langt tidsrom vil det være de fysiske forholdene i jorda som er mest avgjørende for jordsmonnutvikling og god plantevekst. Organisk materiale tilføres kontinuerlig ved nedfall av blad, frukt og kvist samt eksudater fra rotsystemet og deler av røtter som avstøtes. Kjemiske forhold, pH (surhetsgrad) og innhold av næringsmineraler kan justeres ved å tilføre organisk materialer eller gjødsel.

Vekstjordas tekstur som bestemmes av forholdet mellom mineralfraksjonene leire, silt og sand, er ikke like lett å endre når vekstjorda allerede er lagt ut og plantene kommet på plass. Riktig mengdeforhold mellom mineralfraksjonene sand, silt og leire er i utgangspunktet helt avgjørende for et godt balanseforhold mellom makro- og mikroporer i vekstjorda slik at planterøttene sikres tilgang til både oksygen og vann. Når mineraldelen tilføres organisk materiale av et egnet opprinnelsesmateriale og av god kvalitet, legges grunnlaget for en velbalansert mikrobiell utvikling som vil bidra til at vekstjorda vil være godt egnet for plantevekst over lang tid. Da opprettholdes omdanning av organisk materiale og gjenvinning av næringsmineraler som plantene kan nyttiggjøre seg. Teksturen har også, sammen med organisk materiale, stor betydning for lagringskapasiteten for plantetilgjengelig vann. Selv om jord endres over tid vil en tørkesvak jord eller en komprimert jord ikke bli godt egnet som vekstjord til trær i bymiljø innenfor en rimelig tidshorisont på 50 år.

### Jordproduksjon i endring

Tidligere var jordmasser fra naturlige moreneforekomster i hovedsak den viktigste resursen som jord til grønntanlegg ble hentet fra. De fleste jordprodusentene var grunneiere med god tilgang til natursand og gjerne torv i tillegg. Med voksende oppmerksomhet på miljø og resirkulering av ressurser har både myndigheter og private aktører nå sett verdien i avfall. Grønntanlegg er utpekt som et viktig markedsområde og mulig avtaker av både jord-, gjødsel- og dekkeprodukter produsert med tilsetning av avfallsprodukter. Det er et uttalt ønske om å se på avfall som en ressurs og tenke mer sirkulært i utnyttelse av ressurser, Meld. St. 45 (2016-2017).

Industrielt produsert vekstjord som frembys i dag kan være sammensatt av flere ulike opphavsmaterialer og det er ikke alltid like lett å ta rede på hvilke råmaterialer som faktisk er benyttet. Mineralfraksjonene hentes enten ut som maskinsand fra et pukkverk, eller som natursand fra et sandtak. Overskudd av jordmasser fra byggeprosjekter blir også benyttet,

men stadig strengere krav til at jorda både skal være ugrasfri og fri for fremmedarter har bidratt til at slike ressurser i stor grad velges bort. Ser vi bort fra utfordringene med ugras og fremmedarter kan de eksisterende jordressursene av naturlig opphav være av svært god kvalitet både når det kommer til kjemiske, mekaniske og biologiske egenskaper.

Den organiske delen i industrielt fremstilt vekstjord kan være alt fra kompostert park-/hageavfall til kompostert avløpslam, eller kompostert matavfall. En blanding av alle de tre opphavsmaterialene forekommer også. Tidligere ble det i større grad benyttet torv som tilslagsmateriale på den organiske siden i industrielt fremstilt vekstjord, men ettersom utvinning av torv har store negative miljøkonsekvenser i form av økt klimagassutslipp og ødeleggelser av viktige habitatsområder, er torv som tilsetning i produksjon av vekstjord til grøntanlegg praktisk talt i ferd med å bli faset ut

Jordproduktene som tilbys domineres av de ressursene produsenten til enhver tid har størst tilgang på. I noen tilfeller er dette en blanding av maskinsand, inkludert steinmel, blandet med kompostert kloakkslam. Avstanden mellom opprinnelsesmaterialet som var det mest dominerende tidligere (naturesand fra lokale uttak og jord fra utbyggingsprosjekter) og hva som i stor grad benyttes i dag, er så stor at det er grunn til å se nærmere på den kvalitative forskjellen på disse produktene.

### **Beskrivelse av vekstjord i Statens vegvesen**

Statens vegvesen har beskrivelse av jord til sine prosjekter i håndbok R761, prosesskode 1, standard beskrivelse for vegkontrakter, prosess 74.44 *Innkjøpt vekstjord/anleggsjord* (Statens vegvesen 2018). I denne er det spesifisert krav til jordas sammensetning. Det er angitt intervall for innhold av ulike ingredienser til jordblanding og det skal være mulig for jordleverandører i det norske markedet å produsere og levere innenfor denne beskrivelsen.

Denne jordbeskrivelsen, som er utviklet i samarbeid med NIBIO (Norsk Institutt for Bioøkonomi), er ment å fungere som et godt hjelpemiddel både for de som skal utforme anbudsbeskrivelser, produsere vekstjorda, entreprenøren som skal kjøpe inn og bruke vekstjorda, samt for kontrollører som skal kontrollere at det som er levert er i samsvar med hva som er bestilt og betalt for. Erfaring har vist at beskrivelsen omfatter krav til tekstur, opprinnelsesmaterialer og kjemiske egenskaper som flere jordprodusenter har gitt uttrykk for kan være utfordrende å oppfylle. I beskrivelsen i prosesskode 74.44 er krav om at minst 50 vekt % av de mineralske massene skal komme fra naturlige løsmasser, det vil si at den mineralske delen kun kan inneholde inntil 50 % av knust steinmateriale (maskinsand) eller «steinmel». For organisk materiale er det ikke satt krav til opphavsmateriale, men det er krav om at alle kompostmateraler skal ha lavere C/N forhold enn 30. Det er i tillegg spesifisert intervaller for innhold av mineralnæring som kan begrense valgmulighet for kompostmateriale, for eksempel ved høy pH eller høyt fosfornivå. Erfaring viser at det kan være tilfeller der allerede eksisterende markedsførte produkter ikke ligger innenfor kravene i prosesskoden og det kan da oppstå diskusjoner om hvorvidt kravene er for strenge.

### **Mål med utprøvingen**

I utprøvingen ønsket vi å få fram informasjon som kan brukes i videre forskning på vekstjord til grøntanlegg. Det statens vegvesen først og fremst ønsket å finne ut mer om var:

1. Vil komprimeringsgrad, vanntransport og gassutveksling være vesentlig ulik i blandinger med henholdsvis *naturesand* og *maskinsand*?
2. Hvordan er mikrolivet i jorda i nye jordblandinger, er det forskjell mellom blandinger med slamkompost og blandinger med park- og hageavfallskompost?

Videre var det ønske om å vinne mer erfaring med tilsetning av biokull til jordblandinger for gatetranlegg i nordisk klima. Biokull som tilsetning i jord til grøntanlegg er ikke beskrevet i Statens vegvesen sin prosesskode, men biokull, både som klimatiltak ved lagring av karbon og som vekstforbedrende middel, er av mange utpekt som fremtidens tilsetningsprodukt til jordblandinger.



*Figur 1 Sand og fine mineralpartikler i produksjonsanlegg for pukk i et steinbrudd. Foto: Erik Solfeld.*

## Prosjektorganisering

Utprøvingen er gjennomført ved Norges landskapslaboratorium NMBU ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i Ås. Utprøvingen er initiert og delvis finansiert av Statens vegvesen. Prosjektleder i Statens vegvesen var arborist og senioringeniør Erik Solfeld. Prosjektleder ved NMBU var Ingjerd Solfeld, førsteamanuensis ved Institutt for landskapsarkitektur ved Fakultet for landskap og samfunn. Som spesialist innen jord og vann ved NMBU deltok Trond Børresen, professor ved Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning.

Varighet: 2018 - 2021

## Metode

Utprøvingen ble lagt til planteskolen i Norges landskapslaboratorium NMBU. Vi fikk bygget en rhizotron, det vil si en enhet med 8 rotstudiebokser med volum ca 1 m<sup>3</sup> per boks. Boksene var plassert på to rekker nedgravd i bakken (figur 2). Framsiden av boksene bestod av en gjennomsiktig glass- eller plexiglassplate, (på grunn av skader på glassplater ble noen plater erstattet med plexiglass). Hensikten med gjennomsiktig framside var å ha mulighet til å studere rotutviklingen underveis i utprøvingen. De gjennomsiktige platene ble dekket med 5 cm isopor og hvit plast for å hindre lystilgang til røttene og bidra til jevn temperatur. Tildekkingen ble kun fjernet ved observasjoner og målinger. Hver rotstudieboks var fylt med hver sin unike jordblanding, til sammen åtte ulike blandinger.

I hver enkelt boks ble det 6. juni 2018 plantet 4 spisslønn, *Acer platanoides* frøkilde Fåberg, konteinerplanter av piskvalitet (den minste størrelseskvaliteten i salg). Totalt var det 32 trær i utprøvingen.

Den påfølgende sommeren (2018) skulle vise seg å bli usedvanlig nedbørfattig og det ble etablert rutiner for vaning 2 ganger per uke. Påfølgende år ble anlegget vannet i tørkeperioder og ved behov. Det ble gjødslet med 50 gram kalksalpeter per m<sup>2</sup> den 5 juli 2018, deretter ble det ikke tilført gjødsel.

8 Natursand og maskinsand (50/50 %) blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost	7 Maskinsand blandet med 25 vektprosent park- og hageavfallskompost og biokull (50/50 %)	6 Natursand blandet med 5 vektprosent kompostert kloakkslam.	5 Maskinsand blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost	Veksthusene syd for feltet
Nord ← → Syd Midtgang				
4 Rotlag (Oslokompost). Natursand og park- og hageavfallskompost	3 Natursand blandet med 25 vektprosent park- og hageavfallskompost og biokull (50/50 %)	2 Maskinsand blandet med 5 vektprosent kompostert kloakkslam	1 Natursand blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost.	

Figur 2. Fordeling av jordblandingene i rotstudieboksene (rhizotronen). Innholdet i blandingene er nærmere beskrevet nedenfor. Grønn bakgrunnsfarge er blandinger med natursand og gul med maskinsand.

### Jordblandingene

Hver av de åtte boksene var fylt med en egen jordblanding. Den mineralske delen av blandingene ble bestilt med den prosentvise fordelingen av sand, silt og leir som er beskrevet i R761 prosesskode1, prosess 74.44 *Innkjøpt vekstjord/anleggsgjord* (Statens vegvesen 2018). Jordprøver ble tatt våren 2019 og våren 2020. Det ble brukt jordbor, fem stikk per jordblanding som ble fylt i 0,5 liter prøveesker. Prøvene ble analysert ved Eurofins AS (kjemiske jordanalyser).

Alle jordblandingene oppfylte kravene i prosesskoden (tabell 1) med noen viktige unntak. Mineraldelen av blanding 2 og 6 (se de ulike blandingene nedenfor) inneholder kun

maskinsand og avviker således fra prosesskoden som krever at maksimal vektandel maskinsand ikke kan overstige 50 vektprosent. Dette unntaket var en del av utprøvingen.

Blanding 4 (Rotlag) var et standardprodukt fra Oslokompost med en større andel organisk materiale. Dette er en hyllevare fra Oslokompost som forventes å ligge nært opp til de egenskaper som er ønskelig for vekstjord til trær. Denne jordblandingen har noe høyere innhold av organisk materiale (8 TS %) enn beskrivelsen av moldholdig vekstjord/anleggjord i prosess 74.44 (4-6 TS%).

Biokull er ikke tatt med i prosesskoden til Statens vegvesen, utgave 2018. Det er blandet biokull i to av jordblandingene (blanding 3 og 7). Mengden av biokull er beregnet til å være 50 % av kompostandelen i den aktuelle blandingen. Det var relativt grove biter biokull som ble blandet inn og opphavsmateriale var løvtrær fra lokal ressurs i Asker kommune.

*Tabell 1. Bestilt fordeling av mineralsk fraksjon i boks 1,2,3,5,6,7,8. Boks 4 er et standardprodukt med ukjent mineraldel.*

	Leir	silt	velgrader sand (<20mm)
Vektprosent	5-10	20-30	60-75

Analyseresultatene viser at innholdet av leir (partikler < 0,002 mm) er noe høyere enn bestilt i blandingene med maskinsand (leirinnhold på 13-15% mot bestilt 5-10%).

Jordblandingene er blandet og levert av Grønmo gjenbruksstasjon, Oslo kommune. Biokull er levert fra H. Haugen, Sætre og trær fra Mellbye planteskole AS.

Nedenfor følger beskrivelse av de åtte blandingene, merk at park- og hageavfallskompost er forkortet til pa-kompost i resultat- og diskusjonsdelen av rapporten.

**Boks 1: «Vegvesenjord». Natursand blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost.** Dette er jord som er bestilt etter kravspesifikasjonene i prosesskode 74.44 (Statens vegvesen 2018). Mineraldelen (leir, silt og sand) bestod av naturlige materiale hentet fra en moreneforekomst. Det organiske materialet, kompost av park- og hageavfall utgjorde 5 vektprosent. Blandingen betegnes som siltig grovsand i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 8 %.

**Boks 2: Maskinsand blandet med 5 vektprosent kompostert kloakkslam.** Dette er en vanlig vekstjordblanding som er sammensatt av et avfallsprodukt (kloakkslam) fra kloakkrensaneanlegg og et overskuddsmateriale (maskinsand) fra et pukkverk. Maskinsand er knust slik at den skal inneholde fraksjoner av både sand, silt og leir. I mineraldelen ble det blandet inn 5 vektprosent kompostert kloakkslam. Blandingen betegnes som lettleire i resultatene fra jordanalyse, med leirinnhold 13 %.

**Boks 3: Natursand blandet med 25 vektprosent park- og hageavfallskompost og biokull (50/50 %).** Blandingen betegnes som siltig grovsand i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 9 %.

**Boks 4: Rotlag (Oslokompost). Natursand og park- og hageavfallskompost (nær samme som blanding i boks nummer en).** Dette er en hyllevare fra Oslokompost som forventes å



ligge nært opp til de egenskaper som er ønskelig til vekstjord for trær. Blandingen betegnes som siltig grovsand i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 6 %.

**Boks 5: Maskinsand blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost.** Blandingen betegnes som lettleire i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 15 %.

**Boks 6: Natursand blandet med 5 vektprosent kompostert kloakkslam.** Blandingen betegnes som siltig grovsand i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 8 %.

**Boks 7: Maskinsand blandet med 25 vektprosent park- og hageavfallskompost og biokull (50/50 %).** Blandingen betegnes som lettleire i resultatene fra jordanalyse og har leirinnhold på 13%.

**Boks 8: Natursand og maskinsand (50/50 %) blandet med 5 vektprosent park- og hageavfallskompost.** Blandingen ble i 2019 betegnet som lettleire og i 2020 som siltig grovsand i resultatene fra jordanalysen. Leirinnholdet var 10 %.



*Figur 3. Oversiktsbilde av rhizotronen ved avslutning 2021. Foto Ingjerd Solfeld*

#### Oversikt over prøvetaking og måling

Tabell 2 gir oversikt over målinger og analyser de ulike årene. Fysiske jordanalyser er utført ved Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning ved NMBU (Penetrometer resistens, Vannretensjon – vannlagringsevne og luftinnhold. Mikrobiologiske undersøkelser er utført av VitalAnalyse AS i 2018 ved Katelyn Solbakk, og av Mikroliv ved Katelyn Solbakk i 2020.

Kjemiske analyser er levert av Eurofins. Registrering og identifikasjon av ugras er utført av Ellen Zakariassen, Norges landskapslaboratorium NMBU.

Tabell 2. Oversikt over tidspunkt for måling og prøvetaking

	2018	2019	2020	2021
Fysiske jordanalyser	x		x	
Jordbiologi	x		x	
Tilvekstmåling trær	x			x
Kjemisk analyse, pH og næringsmineraler		x	x	
Jorartsbestemmelse, leir og moldinnhold		x	x	
Antall og artsbestemmelse av ugras	x			

### Penetrometermotstand

Penetrometermotstand ble målt fra 0 og ned til 70 cm med Eijkelkamp Penetro Viewer Vs. 6.08, i september 2018, fjorten uker etter oppstart av utprøvingen (Eijkelkamp 2222b). Det ble tatt gjennomsnitt av 5 målinger fra hver jordblanding ned til 60 cm dybde og med registrering hver centimeter, Vanninnholdet i topplag (0-10 cm and 10-20 cm) ble målt med TDR (Thetaprobe ML3). På grunnlag av disse målingene og gjennomsnittlig nedbør i perioden kunne man forvente at vanninnholdet var likt i jordblandingen på måletidspunktet.

### Vannretensjon - vannlagringsevne

Jordas evne til å holde på vann (vannretensjon) ved ulike matrikspotensial ble målt ved å bruke sandboks og keramiske plater i ett trykkammer (Richards 1948). Sandboksen ble brukt til et sug på 20 hPa og keramiske platene ble kjørt ved trykk på 100 hPa (feltkapasitet), 1000 hPa og 15000 hPa (visnegrense) (Eijkelkamp 2222a). Nyttbart vann (vol%) er definert som differansen mellom vanninnholdet ved feltkapasitet (100 hPa) og visnegrense (15000 hPa). Nyttbart vann i mm for et sjikt er definert som nyttbart vann (vol%) multiplisert med dybden på sjiktet i desimeter.

### Luftinnhold

Luftfylte porer ved -100 hPa matrikspotensial (feltkapasitet) ble målt med luftpyknometer (Torstensson & Eriksson 1936), og den totale porøsiteten ble regnet ut som summen av luftfylte porer og volum av vann ved et matrikspotensiale på -100 hPa. Målingene av luft ble utført etter at prøvene hadde stått ved 100 hPa trykk på de keramiske platene.

### Mikrobiologiske undersøkelser

Mikrobiologiske undersøkelser ble utført tidlig høst 2018 og i oktober 2020. Jordprøvene (ca. 0,5 liter per jordblanding) ble pakket i plast og sendt med eksprespost samme dag som de ble tatt ut. Metoden som ble brukt var evaluering av mikrobiell aktivitet ved å bruke mikroskop (400 x forstørrelse). Resultatene gir innsikt i økologisk status. Mengde og diversitet av bakterier, sopp (hyfer og sporer), encellede dyr (protozoer) og nematoder ble registrert. Diversitet er vurdert som mer positivt enn høye antall av få arter. Det ble gitt poeng mellom 0 og 5 for antall fragmenter av sopp (biomasse), der 5 er best poeng. Alle poengskalaer er uten benevnelse og de er basert på rapport fra (Solbakk 2020, upublisert).

## Tilvekst planter

Tilvekst ble beregnet ut fra målinger av diameter på stammen 5 cm fra jordoverflaten. Målingen ble utført med skyvelær og diameter beregnet ut fra gjennomsnitt av måling i to retninger på stammen. Målingen ble utført etter planting i 2018 og før vekststart i 2021.

Vekst og utvikling av røtter ble ikke registrert da det var ubetydelig rotvekst som var synlig inntil glassrutene. Rotveksten foregikk mer sentralt i boksene og det var derfor ikke noe å registrere i vekstperioden. På grunn av skader fra rådyr på deler av utprøvingen var det heller ikke grunnlag for å sammenligne tørrvekt av plantemateriale.

## Registrering av ugras

Alt ugraset ble registrert og fjernet første vekstsesong (høsten 2018). De påfølgende årene ble ugraset fjernet en gang per vekstsesong.

Denne utprøvingen er et pilotprosjekt der vi prøver ut 8 ulike jordblandinger. Det er derfor ikke grunnlag for å regne ut statistiske forskjeller, det må komme i en videreføring der man ser på færre ingredienser, og har flere gjentak.

## Resultater

### Organisk innhold

Generelt er det høyere moldinnhold i blandinger med park- og hageavfallskompost enn blandinger med slamkompost, men det er ingen endring i moldklasse fra 2019 til 2020 innenfor de enkelte blandinger (tabell 3). Rotlag har, som nevnt i metodekapittelet, noe høyere innhold av organisk materiale (8 %) enn beskrivelsen i prosesskode 74.44 til Statens vegvesen (4-6%).

### pH

Alle blandinger hadde i utgangspunktet relativt høy pH, høyere enn 7, som er høyeste anbefalte øvre pH- grense i Statens vegvesen sin beskrivelse (dersom pH er over 7,5 må det utføres analyser av løselig Mangan og Zink i tillegg til titrerbar alkalinitet, det er ikke utført i denne utprøvingen). Sammenligningen mellom 2019 og 2020 viser som trend at pH synker mellom 0,4 til 0,5 enhet på ett år, men at dette varierer noe mellom de ulike blandinger (tabell 3). Generelt har pH sunket fra 2019 til 2020 i flere jordblandinger enn den har steget. pH steg med 0,1 til 0,2 enhet i to av jordblandinger (henholdsvis jordblanding 1 og 8). Blandinger med slamkompost har sunket med 0,5 enhet i jordblanding 2 og 0,4 enhet i jordblanding 6. De øvrige blandinger har sunket, eller er stabile. Jordblandinger med biokull har ikke entydig høyere pH i utgangspunktet enn andre blandinger, den ene jordblandingen med biokull (7) har høyest pH, 8,1, mens den andre jordblandingen med biokull har pH 7,5 som er under gjennomsnittet (7,7). Begge blandinger med biokull var stabile i pH, ingen endring fra 2019 til 2020 (tabell 3). Siden det er åtte ulike blandinger kan vi ikke si noe sikkert om pH, men det er interessant å merke seg at pH ligger høyt i alle blandinger og at pH synker med inntil 0,4 og 0,5 enhet på et år i fire av blandinger, blant andre de to med slamkompost.

Tabell 3. Utvikling fra 2019 til 2020 i moldinnhold i de 8 ulike jordblandingen målt som tørrstoff prosent og pH. pa-kompost er forkortelse for park- og hageavfallskompost.

Jordblanding		Mold TS%		pH	
		2019	2020	2019	2020
1	Natursand og pa-kompost	5,1	5.1	7,4	7,5
2	Maskinsand og slamkompost	3,9	4.4	7,8	7,3
3	Natursand og pa-kompost med biokull	5,1	6.1	7,5	7,5
4	Rotlag	8,3	8.0	7,6	7,1
5	Maskinsand og pa-kompost	7,2	6.0	7,9	7,5
6	Natursand og slamkompost	3,5	4.4	7,4	7,0
7	Maskinsand og pa-kompost og biokull	6,7	6.5	8,1	8,1
8	Natursand og maskinsand og pa-kompost	5,2	5.6	7,9	8,1
	Gjennomsnitt			7,7	7,5

#### Fosfor (P)

I prosesskoden til Statens vegvesen er kravet til P i moldholdig anleggsgjord 10-30 mg/100g. Fosfor innholdet er tilnærmet uendret fra 2019 til 2020, bortsett fra i jordblanding 3 der innholdet har økt (antagelig tilfeldig på grunn av prøvetaking). Innholdet av fosfor er meget høyt i blandinger med slamkompost (2 og 6), og høyt i blandinger med maskinsand (5 og 7) (tabell 4).

Tabell 4. Innhold av Fosfor i jordblandinger etter to og tre vekstsesonger.

B=Middels, C1 = moderat høyt, C2 = Høyt, D= meget høyt.

Jordblanding		P-AL mg/100g lufttørket		P- klasse	
		2019	2020	2019	2020
1	Natursand og pa-kompost	7	6	B	B
2	Maskinsand og slamkompost	32	31	D	D
3	Natursand og pa-kompost med biokull	7	9	B	C1
4	Rotlag	5	5	B	B
5	Maskinsand og pa-kompost	12	11	C2	C2
6	Natursand og slamkompost	22	23	D	D
7	Maskinsand og pa-kompost og biokull	11	11	C2	C2
8	Natursand og maskinsand og pa-kompost	6	7	B	B

## Kalium (K)

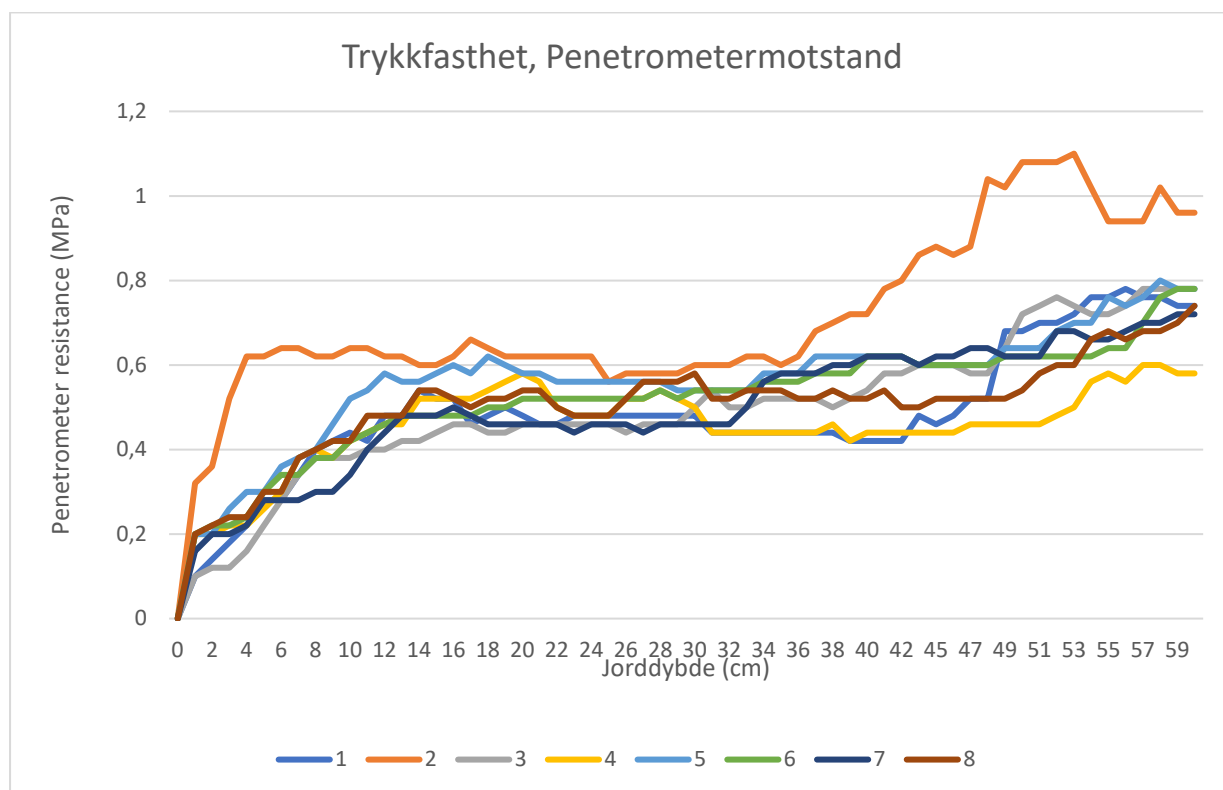
I prosesskoden til Statens vegvesen er kravet til Kalium i moldholdig anleggsjord 15-50 mg/100g. Selv om blandingene ligger i nederste del av dette intervallet, eller under (blandingene med natursand) ligger alle blandingene innfor middels til høyt innhold av kalium i 2018 ifølge vurdering som følger med analysene fra Eurofins. I fem av jordblandingene sank kaliuminnholdet fra 2019 til 2020. I jordblandingene med maskinsand (2,5 og 7) går innholdet ned fra høyt til middels fra 2019 til 2020. I jordblanding 3 og 4 går innholdet opp noe. I jordblanding 3 er innholdet både i 2019 og 2020 middels, mens i jordblanding 4 (rotlag) steg kaliuminnholdet fra middels til høyt fra 2019 til 2020 (tabell 5).

*Tabell 5. Innhold av Kalium i jordblandingene etter to og tre vekstsesonger. K-klasse 2 betyr middels og K-klasse 3 betyr høyt nivå.*

Jordblanding		* K-AL mg/100g lufttørket		K-klasse	
		2019	2020	2019	2020
1	Natursand og pa-kompost	10	9	2	2
2	Maskinsand og slamkompost	18	11	3	2
3	Natursand og pa-kompost med biokull	7	8	2	2
4	Rotlag	14	17	2	3
5	Maskinsand og pa-kompost	20	15	3	2
6	Natursand og slamkompost	11	7	2	2
7	Maskinsand og pa-kompost og biokull	18	14	3	2
8	Natursand og maskinsand og pa-kompost	12	12	2	2

## Penetrometermotstand

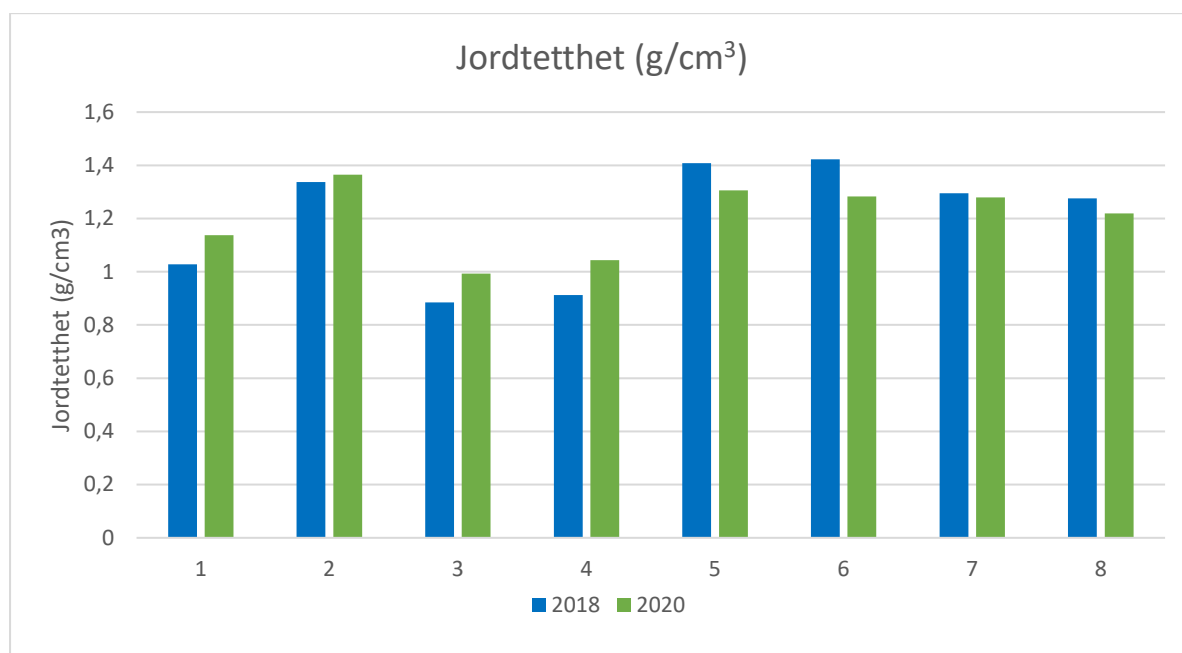
Måling av trykkfastheten (penetrometermotstanden) gir et kvantitativt mål på kraften som er nødvendig for å presse en spiss stang ned i jorda. Trykkfastheten (figur 4 nedenfor) ble målt etter en vekstsesong, høsten 2018. Vanninnholdet var relativt likt i overflaten på alle jordblandingene når målingene ble utført. Man kan derfor si at målingene ble utført under relativt like forhold. Jordblanding nummer 2 (maskinsand og slamkompost) skiller seg ut fra de andre blandingene. Penetrometermotstanden er høyere både i det øverste og det nederste jordlaget i denne blandingen, men likevel er det ikke så høy trykkfasthet at det hindrer rotvekst. Alle blandingene hadde lavere trykkfasthet enn 1,2 MPa. Sinnset m. fl. (2008) fant at penetrometermotstand fra 2 MPa kan hindre rotvekst, alle blandingene var godt innenfor denne grensen. Det er derfor ikke grunnlag for å si at noen av disse jordblandingene er uegnet til plantevekst når vi ser på resultatene av penetrometermålingene.



Figur 4. Penetrometermotstand i jordblandingene: 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.

## Jordtetthet

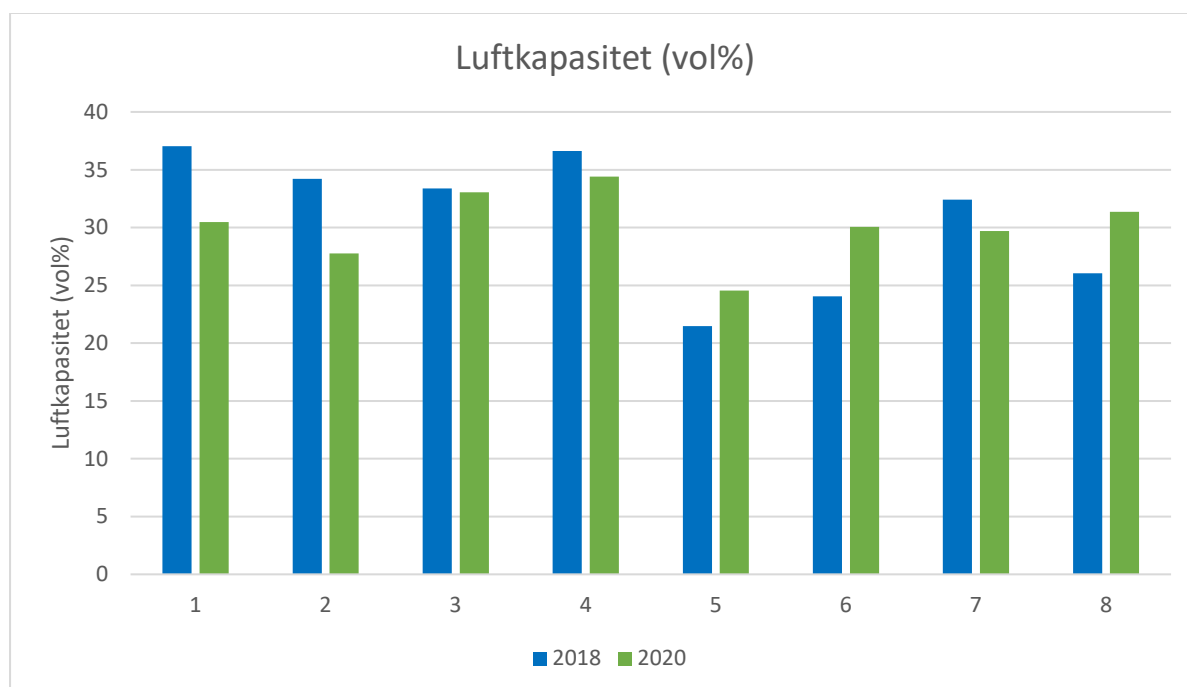
Jordas tetthet i grøntanlegg må være under et visst nivå ( $1,5 \text{ g/cm}^3$  eller  $1,4$  for lettleire) for at trærne kan utnytte jordvolumet. Dersom røttene ikke kan trenge gjennom jorda og det er få luftfylte porer i jorda, er vekstbetingelsene dårlige. Blandingene med maskinsand, 2, 5 og 7 har betegnelse lettleire (i analyser fra eurofins) og bør ligge under  $1,4$ . To av disse blandingene 2 og 5 og var helt på grensen for gode vekstbetingelser. I 2018 ligger blanding 5 (maskinsand og pa-kompost) så vidt i overkant av  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , men i 2020 er resultatet noe lavere og under grensen på  $1,4 \text{ g/cm}^3$  (figur 5). Blanding 2 (maskinsand og slamkompost) ligger på grensen eller rett under grensen på  $1,4 \text{ g/cm}^3$ . Blanding 1,3 og 4 med natursand er godt nedenfor grensen på  $1,5 \text{ g/cm}^3$ . Blanding 6 med natursand er nedenfor grensen, men likevel relativt høyt sammenlignet med andre natursandblandinger, det kan skyldes innhold av slamkompost, da blanding 2 og 6 som begge inneholder slamkompost ligger høyt. Det var påfallende vanskelig å presse ned jordbor eller spade i blandingene med maskinsand sammenlignet med blandinger med natursand. Maskinsand opplevdes fastere enn natursandblandinger og resultatene bekrefter kvantitativt at blandingene der mineraldelen er maskinsand har større tetthet.



Figur 5 Jordtetthet ( $\text{g/cm}^3$ ) for blandingene. 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.

## Luftkapasitet

Luftkapasitet er volumprosent av store porer ( $> 30 \mu\text{m}$ ) ved feltkapasitet (etter fritt vann har drenert ut). De store porene er viktige for innholdet av oksygen i jordblandingene og transport av vann ned og gjennom jord. Innhold av oksygen er avgjørende for utvikling av det biologiske livet i jorda og omdanning av organisk materiale. Vi ser noen endringer fra 2018 til 2020, luftkapasiteten har sunket for blandingene 1-4 og 7, men økt for blandingene 5, 6 og 8 (figur 6). Men vi kan ikke se at variasjon i endring har sammenheng med innhold av maskinsand eller natursand i blandingene. I 2020 er luftkapasiteten i blandingene 2,5 og 7, med maskinsand noe lavere enn i blandingene med natursand. Men alle blandingene har over 20 volumprosent og det regnes som gode forhold. Ingen blanding er under kritisk nivå på 10 %. Figur 10 viser størrelsesfordeling av porer og konsekvensene for vannhusholdning.

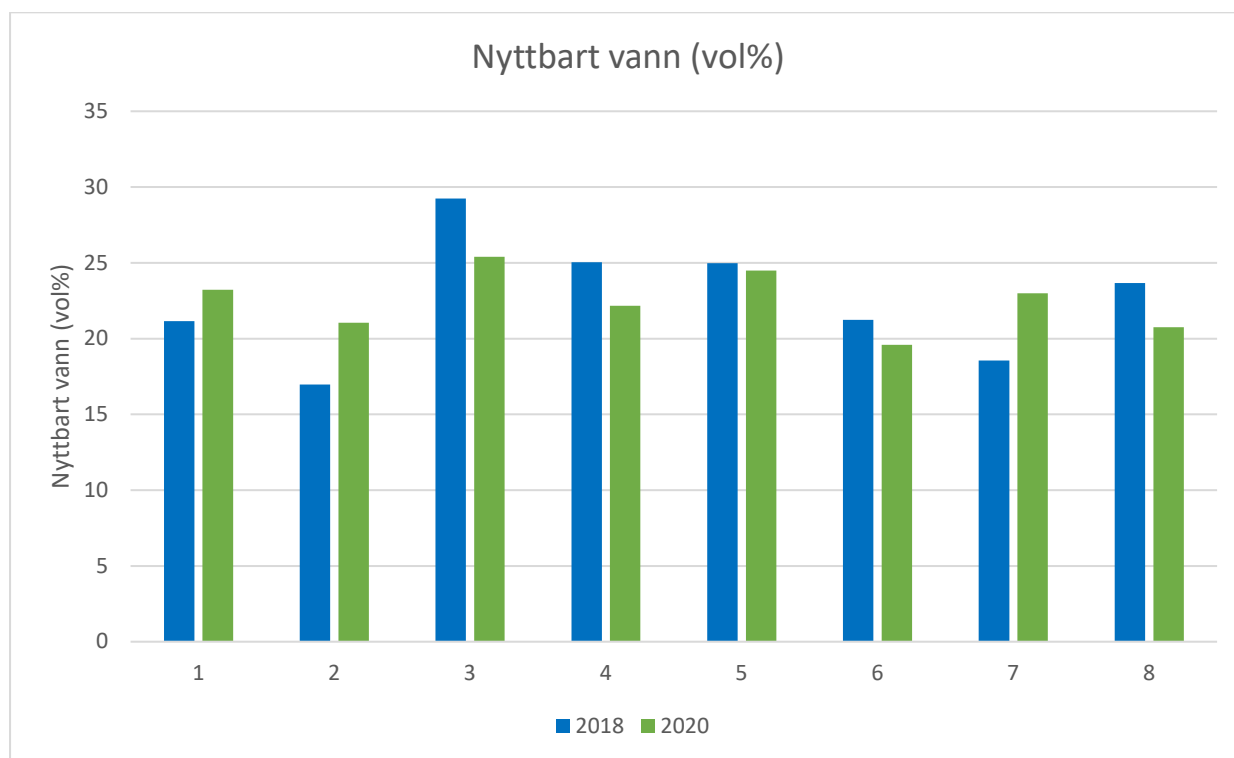


Figur 6. Luftkapasitet i volumprosent for blandingene, 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.



## Nyttbart vann

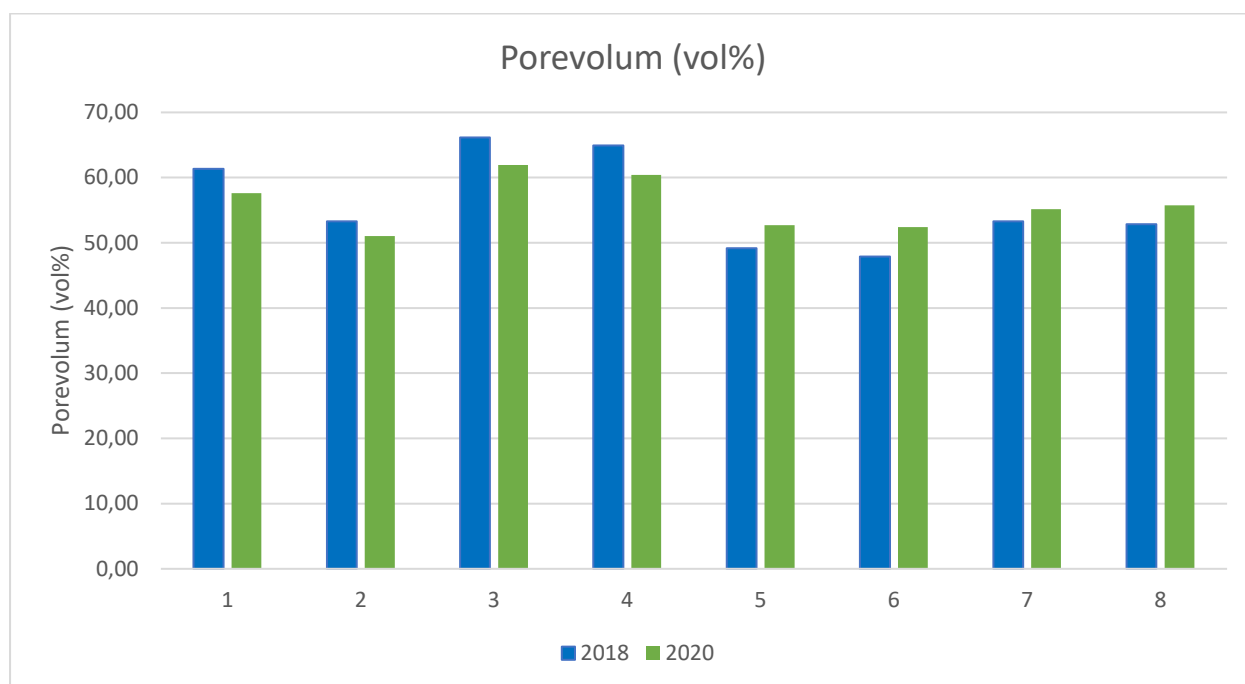
Volumprosent nyttbart vann (plantetilgjengelig vann) er innhold av vann ved feltkapasitet (etter fritt vann har drenert ut) med fratrukk av vann som er utilgjengelig for planterøtter (visnegrense). Nyttbart vann er knyttet til porer i størrelse mellom 0,2 til 3  $\mu\text{m}$ . Resultatene våre viser ikke noen åpenbar sammenheng med innhold i blandingene. Når vi ser på endring fra 2018 til 2020 (figur 7) ser vi at innhold av nyttbart vann øker i blanding 1,2 og 7, mens det synker i blanding nummer 3,4,5,6 og 8. Blandingen med lavest mengde nyttbart vann i 2020 er nummer 6 natursand og slamkompost, i 50 cm dybde kan denne jordblandingen lagre 85mm vann i 2018 og 105mm i 2020, det vil si middels tørkesterk til tørkesterk jord. Til sammenligning kan den jordblandingen med best evne til å lagre nyttbart vann, blanding 3 natursand og pa-kompost med biokull, lagre 146 mm i 2018 og 127 mm i 2020, det vil si meget tørkesterk jord (Skoien 2015, siden 50). Det er kun denne jordblandingen (3 Natursand og pa-kompost med biokull), som inneholder over 25% nyttbart vann, som er en generell anbefaling, (tilsvarer 125 mm vannlagring ved feltkapasitet).



Figur 7. Nyttbart vann i blandingene (vol%), 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.

## Porevolum

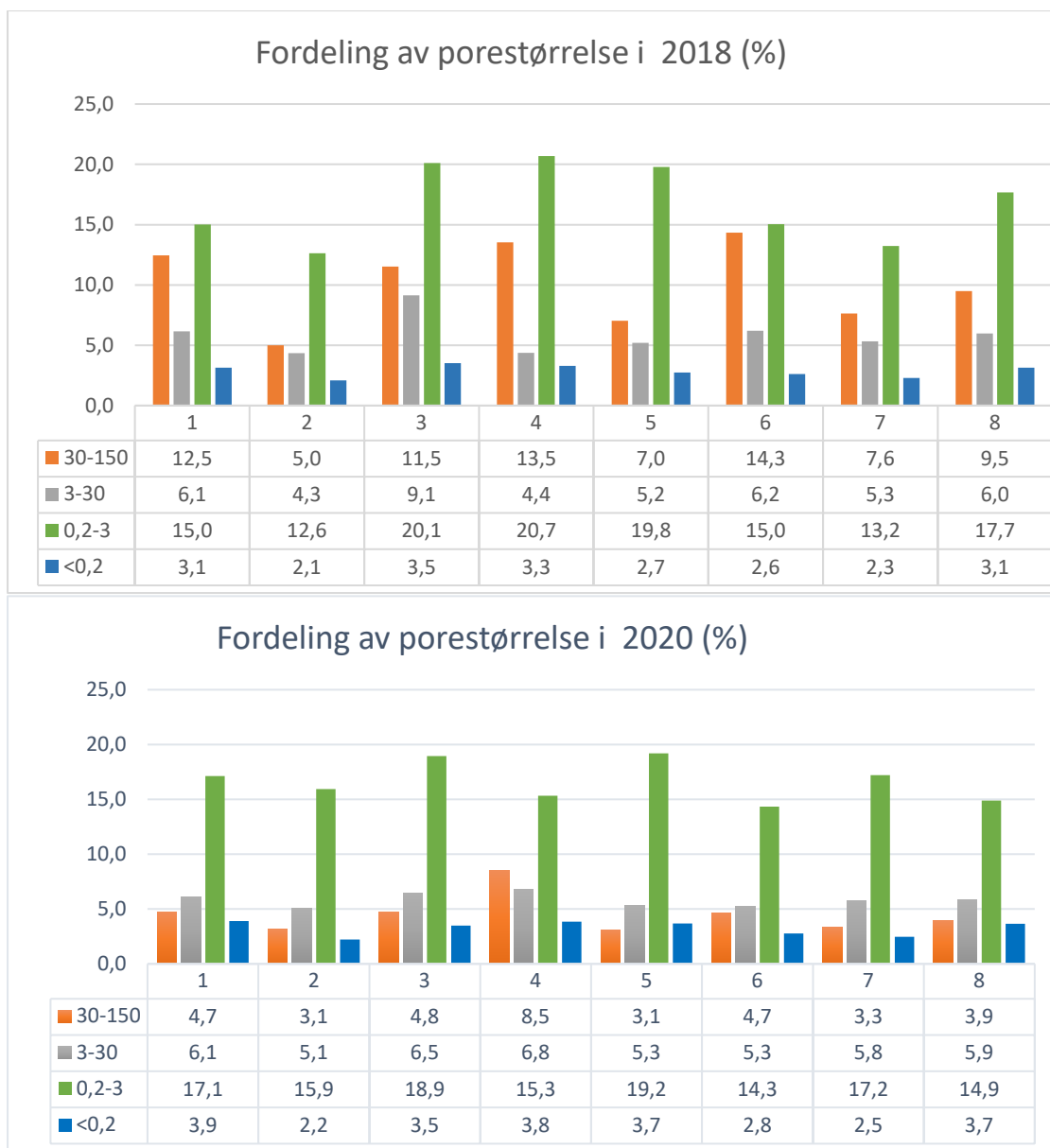
Porøsiteten i jorden gir verdifull informasjon om kvalitet for rotvekst. Porevolumet, andelen porer med luft og vann (totalandel av porer), bør ligge mellom 40-60 % i toppjord (Skoien og Kamperud 2001, side 39). Dersom totalt porevolum kommer under 30 %, for eksempel ved komprimering, fører det til umiddelbar restriksjon i plantevekst (Jim m fl. 2018). Ingen av blandingene har lavere porevolum enn 47 % (figur 8). Tre av blandingene har til og med porevolum helt i øverste del av dette intervallet og noe over 60 % (blanding 1, 3 og 4 – alle tre med natursand). Det bør også være god fordeling mellom makro og mikroporer (Jim m. fl. 2018), fordeling av porer etter størrelse kommer frem i figur 9.



Figur 8. Porevolum (vol%) i blandingene, 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.

Når vi ser på fordeling av porestørrelse (figur 9) ser vi at alle blandingene med natursand (1,3,4 og 6) har over 10 % store porer (mellom 30 og 150  $\mu\text{m}$ , orange søyler) i 2018. Det er porer som vil være luftfylte ved feltkapasitet. I 2020 er andelen av denne størrelsen porer under 5 % for alle blandingene unntatt rotlag som fremdeles har 8,5 % luftfylte porer ved feltkapasitet. Det vil si at nye jordblandinger generelt synker noe sammen de tre første årene etter utlegging.

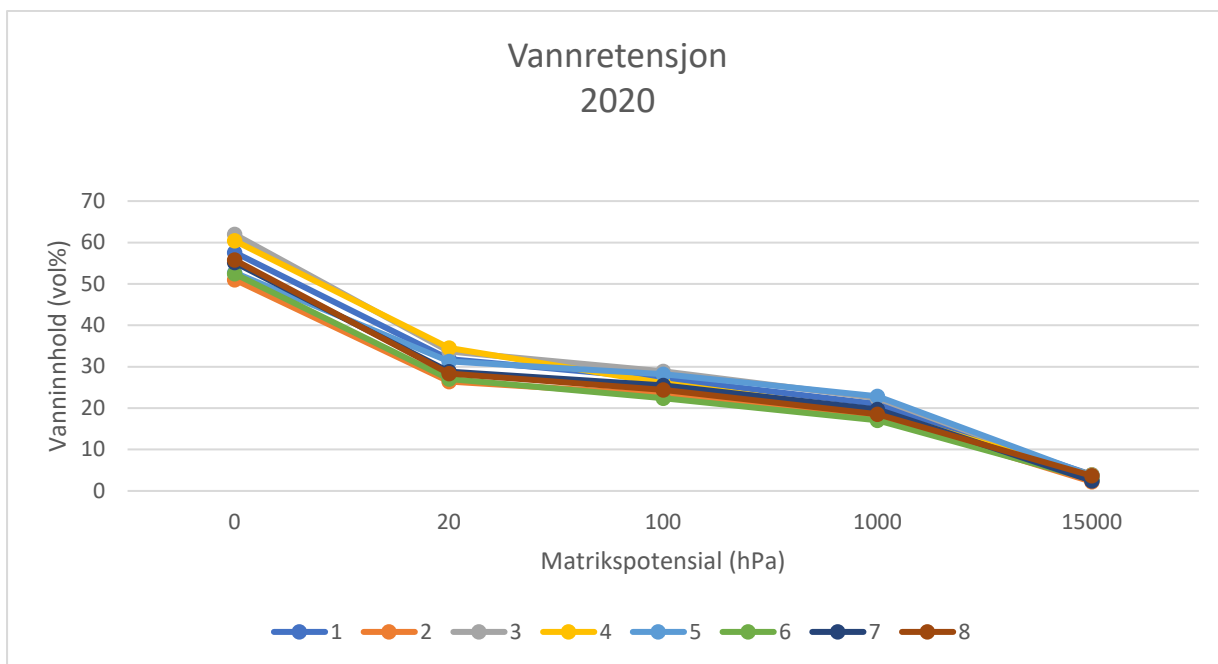
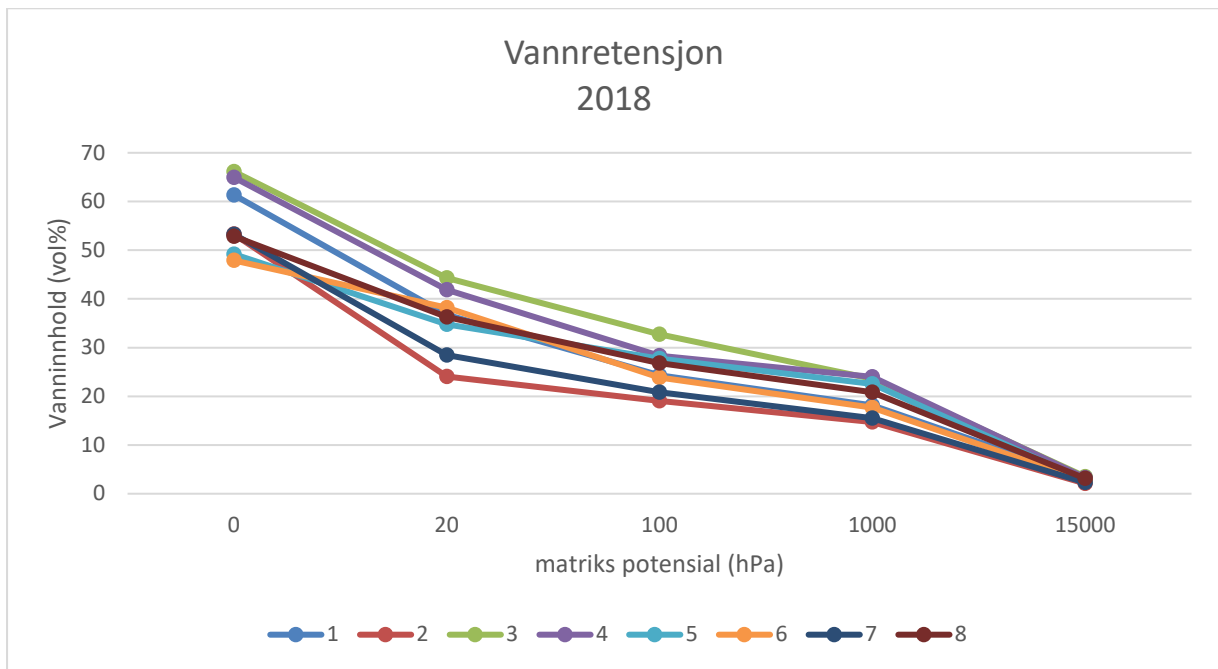
Innholdet av porer mellom 3 -30 ( $\mu\text{m}$ ), porer som inneholder nyttbart vann som er raskt tilgjengelig har for noen blandinger økt (1,7 og 7) og for andre sunket (3,4,5,6 og 8).



*Figur 9. Fordeling av porestørrelse i 2018 og 2020, 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.*

Figurene som viser porevolum og størrelsesfordeling av porer (figur 8 og 9) og kurvene for vannretensjon (vannholdingsevne) (figur 10) viser en positiv utvikling fra 2018 til 2020 for alle jordblandingene, der resultatet av målingene blir mer lik for alle blandingene i 2020 sammenlignet med 2018. Andelen porer i det området som lagrer nyttbart vann, 0,2-30  $\mu\text{m}$  (100 hPa til 15000 hPa), har økt fra 2018 til 2020 i alle blandingene. I 2020 har blandingene mellom 25 til 30 volumprosent vanninnhold ved 100 hPa. I 2018 var vannholdingsevnen for blandingene med natursand bedre enn for blandingene med maskinsand ved 20 hPa, det vil si i det området der porene er mellom 3-30  $\mu\text{m}$ . I området der vannet er noe mer bundet 0,2-3  $\mu\text{m}$  er forholdet noe annerledes, i dette området har maskinsandblanding 2 og 7 noe lavere vannholdingsevne enn natursandblandingene, mens 5 har bedre evne enn blanding 6

som er natursandsblanding. Etter tre vekstsesonger har forskjellene jevnet seg ut og dette skyldes nok at massene har satt seg over tid.



Figur 10. Vannretensjon (vannholdingsevne) i 2018 (øverst) og 2020, 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost

## Mikroliv- mikroskopanalyse

Alle jordblandingerne er karakterisert som generelt gode nok for jordbruk i henhold til skalaen brukt av mikroLIV (Solbakk 2020, upublisert). Ifølge Solbakk (2021) er stor diversitet av jordboende organismer generelt positivt for plantevekst og treaktige vekster trives best i en jord med relativt større andel av sopp enn bakterier. Mengdeforholdet mellom bakterier og sopp har sunket i perioden 2018 til 2020. Jordblandingerne med slamkompost (jordblanding 2 og 6) hadde i utgangspunktet en høy relativ andel bakterier, men også jordblanding 5 med maskinsand og pa-kompost hadde høy relativ andel bakterier i 2018 (Solbakk 2018, upubliert). I 2020 ser vi at soppinnholdet relativt til bakterier er høyere i alle jordblandingerne enn i 2018. Det viser at jorda modifieres naturlig når den kommer ut i grøntanlegg. Likevel er andelen bakterier i forhold til sopp fremdeles høyere i blanding med slamkompost enn i blanding med park- hageavfallskompost (tabell 6). Blanding 4, rotlag kommer ikke så godt ut i analysen fra 2020, den har uventet lav biologisk aktivitet. Vi har ikke funnet noen rasjonell forklaring på dette i våre analyser. Etter vår erfaring er det begrenset kunnskap om prøvetaking og analyse av mikrobiell aktivitet i jord til grøntanlegg i Norge. Vi er ikke kjent med at det eksisterer sammenliknbare normtall innenfor vekstjord til bytrær. Det er et reelt behov for å opparbeide mer kunnskap og erfaring på området. Som et ledd i dette hadde det vært av stor interesse å se om verdiene over tid ville nærme seg skogsjord, som har betydelig høyere positive verdier for mikrobiell diversitet og balanse (se nederste linje i tabell 6 nedenfor).

*Tabell 6. Analyseresultater 2020. Forklaring: **B** er biomasse bakterier, lav < 400 µg/g, moderat 400-799 µg/g og høy ≥ 800 µg/g, det er lav poengsum som er mest fordelaktig. **S** er innhold av biomasse og antall fragmenter av sopp. Angis som poeng mellom 0 og 5, der 5 er best. **TR** er totalpoeng for protozoa og sopp. Poeng 1-2 angir tidlig stadium i suksesjon med pionerarter og mulig økologisk ubalanse. 3-4 angir middels suksesjon angir en mer kompleks og balansert jord, generelt god jord for ettårige vekster, poeng 5 og høyere, angir en jord i sein suksesjon med kompleks utviklet biologisk liv. Denne favoriserer mer seintvoksende arter som trær (Solbakk 2020, upublisert).*

Jordblanding	B	S	TR	Egnethet som vekstjord for trær
1 Natursand og pa-kompost	Moderat	4	5,3	godt
2 Maskinsand og slamkompost	Høy	3	4,3	mindre godt
3 Natursand og pa-kompost med biokull	Lav	4	5,9	godt
4 Rotlag	Lav	2	3,5	mindre godt
5 Maskinsand og pa-kompost	Moderat	4	5,6	godt
6 Natursand og slamkompost	Høy	4	5,9	godt
7 Maskinsand og pa-kompost og biokull	Moderat	3	4,6	mindre godt - godt
8 Natursand og maskinsand og pa-kompost	Moderat	3,5	4,9	mindre godt - godt
Skogsjord	Lav	10*	10,8	svært godt

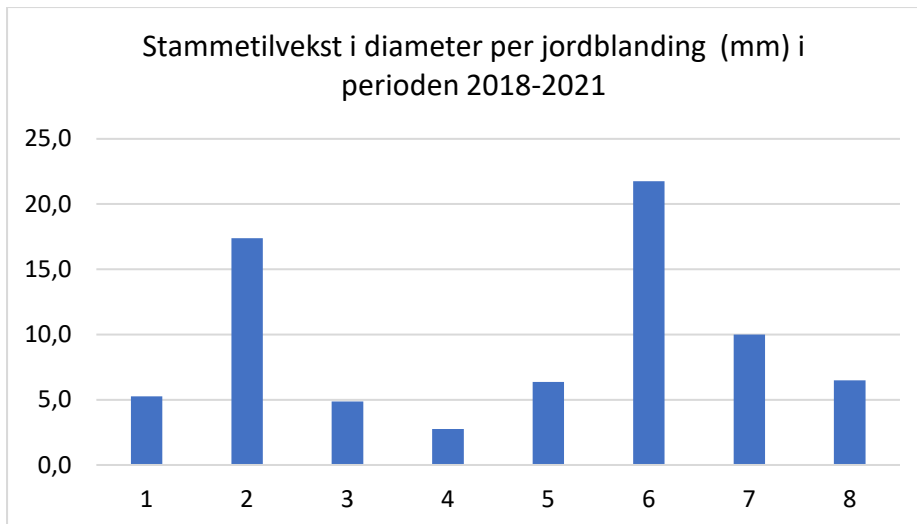
\*Manuelt bestemt fordi prøven har innhold langt over skalaen for poeng

### Tilvekst og innhold av ugras

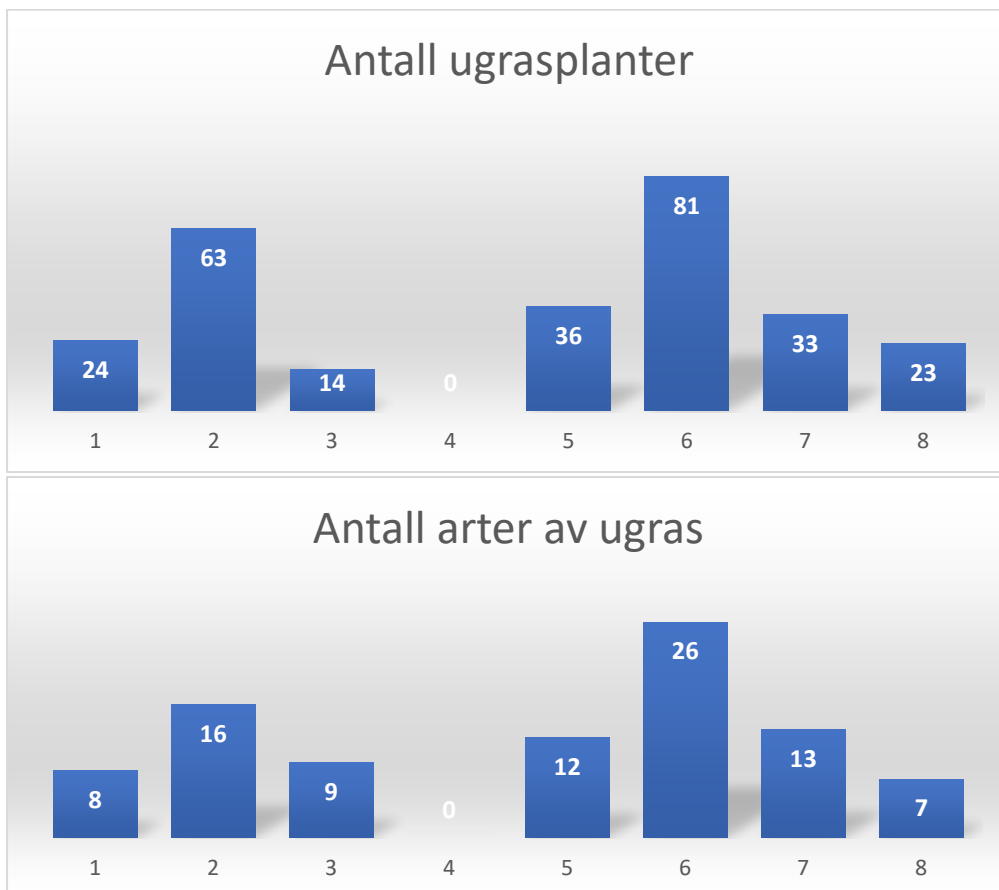
Tilvekst var variabel både mellom jordblandingene og innad mellom de fire trærne i hver blanding. En tendens vi merket oss var betydelig mer vekst i blandingene med slamkompost (2 og 6) (tabell 7 og figur 11), det er ikke uventet på grunn av høyere innhold av mineralnæring (tabell 4, fosfor). Det var mye mer ugras i disse to blandingene. Både i antall ugrasplanter og i antall arter figur 12). om det skyldes infisering med ugras i lagringsperiode før tilsetning i jordblandingene eller om det er noe en må regne med ved bruk av slamkompost er usikkert. Det var tydelig at ugraset kom med jordblandingen og ugrasmengden var mindre i år to, men fremdeles betydelig mer enn i de andre blandingene. Det var altså både bedre vekst i trærne og mer ugras i blandingene med slamkompost. Det var ingen forskjell av betydning i sammenligning mellom blandinger med maskinsand og natursand. Rotlag skilte seg ut fordi det ikke var ett eneste ugras i denne boksen etter den første vekstsesongen (Figur 12).

Tabell 7. Tilvekst, gjennomsnitt tykkelsesvekst av 4 planter per jordblanding, ble beregnet ut fra målinger utført i juni 2018 og september (første vekstsesong) 2018 samt i juni 2021.

Jordblanding	Tilvekst første vekstsesong 2018 (mm)	Tilvekst i forsøksperioden 2018-2021(mm)
1 Natursand og pa-kompost	2,8	5,3 (4,0-6,5)
2 Maskinsand og slamkompost	4,9	17,4 (3,0-32,0)
3 Natursand og pa-kompost med biokull	3,9	4,9 (2,5-5,0)
4 Rotlag	3,3	2,8 (1,5 - 5,0)
5 Maskinsand og pa-kompost	1,6	6,4 (2,0-15,0)
6 Natursand og slamkompost	2,8	21,8 (14,5-27,0)
7 Maskinsand og pa-kompost og biokull	1,5	10,0 (3,0-25,0)
8 Natursand og maskinsand og pa-kompost	2,0	6,5 (3,5 -11,0)



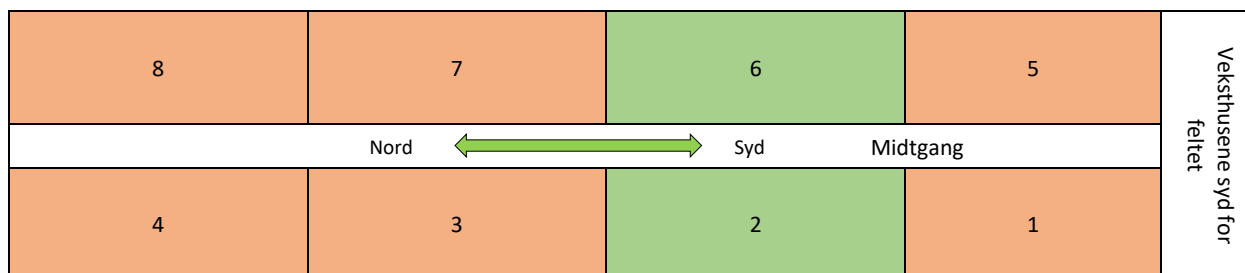
Figur 11. Tilvekst i stammediameter, 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost.



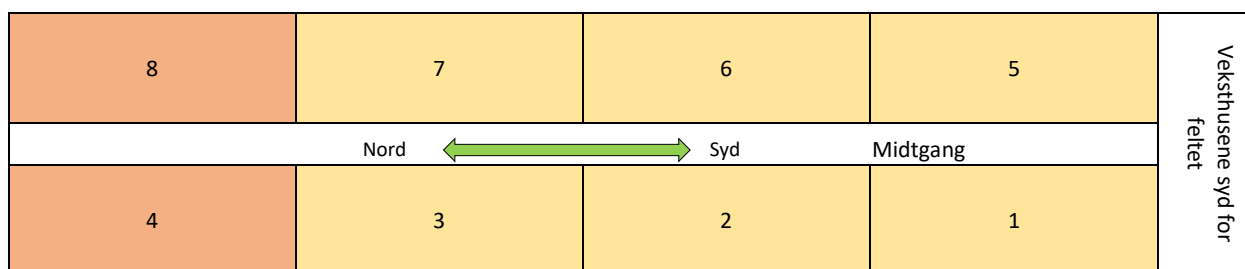
Figur 12. Ugrasplanter etter en vekstsesong, høsten 2018. 1- Natursand og pa-kompost, 2- Maskinsand og slamkompost, 3- Natursand og pa-kompost med biokull, 4- Rotlag, 5- Maskinsand og pa-kompost, 6- Natursand og slamkompost, 7- Maskinsand og pa-kompost og biokull, 8- Natursand og maskinsand og pa-kompost. Blanding nummer 4. rotlag hadde ingen ugrasplanter.

## Feilkilder

En forstyrrende faktor i denne utprøvingen var rådyr som kom inn i området og beitet på trærne. Nedenfor har vi laget en oversikt over effekt av beiting og mulige kanteffekter av klima (figur 13 og 14). Skadene fra beiting var så omfattende at vi valgte å se relativt overfladisk på vekst i de ulike blandingene fordi resultatene ville være usikre.



Figur 13. Skader fra beiting av rådyr. Det ser ut til at rådyr unngår å beite på planter som står i blandinger med slamkompost. Grønnfarge betyr ubetydelig påvirket og rød betyr sterkt påvirket.



Figur 14. Skader fra kantvirkninger på grunn av klima. Gul farge betyr ubetydelig påvirket, og rød betyr betydelig påvirket.



## Oppsummering

Ambisjonen vår i denne utprøvingen var å teste ulike jordblandinger bestående av henholdsvis natursand og park-/hageavfallskompost på den ene siden og maskinsand blandet med slamkompost på den andre siden. For å se om det var mulig å synliggjøre eventuelle uønska egenskaper hos enkelte av bestanddelene i de to jordblandingen ble de 4 ingrediensene også kryssblandet. Ved å kryssblende ingrediensene forventet vi å kunne synliggjøre om noen av ingrediensene hadde egenskaper som kunne bidra til å redusere gassutvekslingsevnen, redusere evnen til å magasinere vann, eller bidra til at jordblandingen ble ekstra tett. I tillegg hadde vi et ønske om å se hvordan den mikrobielle aktiviteten ble påvirket av de ulike ingrediensene i sammensetningen. Effekt av biokulltilsetning var uklar og gav ingen vesentlige utslag i denne utprøvingen. Det er behov for å gjennomføre utprøvinger med biokull i selvstendige forsøk.

På bakgrunn fra egne erfaringer hadde vi en forventning om at jordblandinger med maskinsand ville være tettere og mer kompakt enn jordblandinger med ren natursand. Dette ble også bekreftet under måling av penetrometermotstand

Videre viste målingene våre at jordblandinger basert på ren maskinsand har dårligere vannmagasineringsevne og vil være mer utsatt for tørke. For drift av anlegg der mineraldelen består av maskinsand må det påregnes større behov for vanning sammenliknet med de andre blandingen som ble utprøvd her.

Måling av mikrolivet i de ulike blandingen viste at den mikrobielle balansen var bedre i blandinger med park-/hageavfallskompost enn i blandinger med slamkompost. Da ser vi bort fra målingene i rotlag der resultatene i 2020 viser en uventet negativ utvikling. Denne har vi ikke funnet noen rasjonell forklaring på og det er derfor ønskelig at det organiseres en ny utprøving med flere gjentak for å få mer informasjon. Skogsjord var naturlig nok kommet lengst i utvikling av mikrobiologisk balanse og var overlegent best egnet som vekstjord for trær. Med mikrobiell balanse menes at jorda har en god balanse mellom ulike organismer som bakterier, sopphyfer, protozoer, nematoder med flere.

Selv om jordblandingen med kompostert kloakkslam kom dårligere ut på målingene av mikrobiell balanse, var de likevel innenfor den oppgitt grenseverdi for jord som kan egne seg til plantedyrking. En usikkerhet og en mulig svakhet med kompostert kloakkslam er at den i utgangspunktet inneholder en stor overvekt av bakterier og langt mindre av de andre organismene. Dette kjennetegner et produkt som befinner seg på et tidlig utviklingsstadium og er mindre modent. Analysen som ble utført i 2020 viste en positiv utvikling. En god balanse mellom et bredere spekter av mikroorganismer er nødvendig for at vekstjorda skal være velfungerende i den forstand at den understøtter plantevekst over lang tid.

Selv om jordblandingen med innhold av slamkompost kom dårlig ut på den mikrobielle analysen, var det likevel trærne som sto i disse jordblandingen som vokste best.

Forklaringen på dette mener vi skyldes at kompostert kloakkslam avgir makronæringsstoffer som nitrogen og fosfor raskere en park-/hageavfallskomposten gjør. Dette er en fordel i begynnelsen, men bakkdelen er at det fortære vil gå tomt. Mineraliseringsprosessen i park-/hageavfallskompost tar lengre tid, men så vil den også kunne vare lengre.

En annen viktig faktor som dessverre i stor grad påvirket veksten var kanteffekter forårsaket av beitende rådyr og ulik vindeksponering. Det tok for lang tid før vi oppdaget at påfallende dårlig vekstutvikling ikke bare skyldtes mangel på tilgjengelige plantenæringsstoffer, men i større grad beitende rådyr og noe uheldig vindeksponering. Det var påfallende å se at det først og fremst var trærne som sto i jordblandinger bestående av natursand og park-/hageavfallskompost som var rammet. Trær som var plantet i jordblandinger med kompostert kloakkslam var i svært liten grad berørt. En teori på dette kan være lukt.

Statens vegvesen har med denne utprøvingen fått frem mer fakta og mer kunnskap om sin egen beskrivelse av vekstjord til grøntanlegg. Vi mener utprøvingen befester et kunnskapsgrunnlag som styrker kravene som prosesskode 74.44 stiller til både kornfordeling i mineraldelen og krav om at blandingen ikke skal inneholde mer enn maksimalt 50 % maskinsand.

I prosesskoden stilles det ingen spesifikke krav til kompostmaterialets opprinnelse og kvalitet. Vi vil anbefale at det ved neste revisjon av håndbok R761, standard beskrivelse for vegkontrakter, også stiller krav til kompostmaterialets opprinnelse og modningsgrad.

## Referanser

- Eijkelkamp, S. W. (2022a). <https://www.royaleijkelkamp.com/products/lab-testing-equipment/soil-physical-research/pf-determination/>
- Eijkelkamp, S. W. (2022b). <https://www.royaleijkelkamp.com/products/field-measuring-equipment/resistance-to-penetration/electronic-with-datalogger/>
- Jim, C.Y. og Ng, Y.Y. (2018) Porosity of roadside soil as indicator of edaphic quality for tree planting. *Ecological Engineering*. Vol 120:364-374.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.06.016>
- Solbakk, K. (2018) VitalAnalyse. Upublisert rapport. Analyserapport for jordprøver, Engelsk tekst. 10 sider.
- Solbakk, K. (2020) MikroLIV. Upublisert rapport. Microscope analysis report. Engelsk tekst. 10 sider.
- Solbakk, K. (2021). Jord er et økosystem. side 81-91 i *Levende matjord*. Haugerud, Ø. og Kolsrud, E. (Red.). Grønt fagsenter, Åmot, Buskerud. Isbn 9788269214208. 441 sider.  
[http://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2021092748093](http://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2021092748093).
- Meld.St.45 (2016-2017) – Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi. Meld. St. 45 (2016–2017) - regjeringen.no.
- Richards, L. (1948). Porous plate apparatus for measuring moisture retention and transmission by soil. *Soil Science*, 66 (2): 105-110.
- Sinnet, D., Morgan, G., Williams, M. og Hutchings, T.R. (2008) Soil penetration resistance and tree root development. *Soil Use and Management*, 24: 273-280. [doi: 10.1111/j.1475-2743.2008.00164.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2008.00164.x)
- Skoien, S. (2015) *Jordkultur*. Fagbokforlaget. 219 s.
- Skoien, S. og Kamperud (2001), T.Ø. *Jord og vann*. Forlaget fag og kultur. 208 sider.
- Statens vegvesen (2018). *Håndbok R761 Prosesskode 1. Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter*. Statens vegvesen.
- Torstensson, G. og Eriksson, S. (1936). A new method for determining the porosity of the soil. *Soil Science*, 42 (6): 405-414.



Statens vegvesen  
Pb. 1010 Nordre Ål  
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

[firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

ISSN: 1893-1162

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag**