

VEDLEGG 1.

Delrapport: Felteforsøk med lokale typer slam på seks lokaliteter

Arne Sæbø¹, Åsmund Asdal¹, Inger S. Fløistad¹, Hans Martin Hanslin¹, Trond K. Haraldsen², Jan Netland¹, Helge Sjursen¹ og Per Anker Pedersen³.
(¹ Planteforsk, ² Jordforsk og ³ Universitet for og miljø og biovitenskap).

Hovedprosjekt: Slam og kompost i grøntanlegg

Delprosjekt: Regionale forsøk

1. Forsøksbeskrivelse

Lokale forsøksfelte ble lagt ut for å teste typene slam og kompost som blir produsert i de ulike regionene, brukt til grøntanleggsplanter (gras, busker og trær). Ett og samme slam- eller kompostprodukt ble i hovedsak prøvd ut bare ett sted. Mengdene som ble tilført ved jordinnblanding ble beregnet ut fra nitrogeninnholdet i produktene, der mengdene slam og kompost og kontrollbehandlinger med mineralgjødning ble tilført med mengder tilsvarende 5, 10 og 15 kg N per daa. Nitrogenervirkningen ble utregnet ved hjelp av Ekebergs formel (Ugland et al. 1998) som sier at 80 % av mineral nitrogen og 10% av organisk bundet nitrogen er tilgjengelig for planter første året (ved jordinnblanding til kornproduksjon). De påfølgende årene kan en regne med en nitrogenervirkning på 10 % av gjenværende totalnitrogen. I tillegg til jordinnblanding, ble kompost også tilført som jorddekke. Siden næringsinnholdet i de ulike produktene var svært forskjellig, ble det i noen behandlinger tilført langt mindre mengder enn det som er tillatt i henhold til regelverket, mens det for de mest næringsfattige produktene ble tilført langt mer. Alle behandlingene ble lagt ut med tre gjentak. De to påfølgende årene etter etableringsåret, ble alle forsøksrutene tilført nitrogenergjødning (kalksalpeter), med mengder tilsvarende 3,9 kg N per daa. For nærmere opplysninger for næringsinnhold i de ulike produktene vises det til egen rapport (Haraldsen og Sveistrup 2005). Rapporten viser også egenskapene til jorda på forsøksstedene før og etter start av forsøka. Forsøksplanen var noe annerledes på Fornebu (se avsnitt 1.2 som omhandler dette feltet).

I forsøkene var det i hovedsak to planteplaner. En forsøksplan var med ulike mengder slam og kompost blandet inn i jorda før såing av gras (plengrasblanding fra Felleskjøpet). Her ble grasavling målt én til to ganger gjennom sesongen. I den andre forsøksplanen ble det i hver rute plantet tre planter av de følgende artene; bjørk (*Betula pendula*), lind (*Tilia cordata*), svartsurbær (*Aronia melanocarpa*) og sargentepile (*Malus toringa ssp sargentii*). På Fornebu ble det plantet bjørk, lind, sibirlønn (*Acer ginnala*) og hassel (*Corylus avellana*), tre planter av hver art per rute. For alle rutene er overlevende planter, tilvekst og mengde ugras registrert. I noen av felteforsøka ble også tidsbruken til ugrasreinhold registrert. Ugraset ble fjernet ved mekaniske eller kjemiske metoder etter registrering av ugrasmengde.

I det følgende blir det vist til hovedresultater fra de enkelte feltene:

1.1 Stovner, Oslo

Forsøksfeltet i Oslo er lagt ut på et friområde med etablert vegetasjonsdekke på en gammel fyllplass på Stovner. Fyllmassene består av leire, til dels med innblanding av sand. Til dels var leirinnholdet lavere i topplaget (letteleire) enn dypere ned i profilet (siltig mellomleire). Feltet er svakt hellende til hellende (2-6 %) mot vest med noen

grunne søkk. Hele området som skulle plantes til eller tilsåes med plen ble sprøytet mot ugras før forsøket ble anlagt. De fire produktene som ble nyttet til jordinnblanding på dette feltet hadde svært forskjellige egenskaper (tabell 1). Oslo-komposten er en relativt næringsfattig hage/parkavfallskompost. Slammet fra Bekkelaget var felt med jernklorid og var tørket. Det hadde relativt høyt innhold av total N og ammonium-N. Avløpsslammet fra HIAS og RA2 representerte begge avvannet slam. Slammet fra HIAS var svært nitrogenrikt og hadde både høyt innhold av total N og stor andel ammonium-N. Slammet fra RA2 var kalkrikt (13 % Ca) og hadde relativt lavt innhold av nitrogen. Slammet fra RA2 hadde omtrent samme innhold av mineralsk N som Oslo-komposten.

Tabell 1. Kjemiske analyser av produkter av slam og kompost utprøvd på Stovner.

Parameter	Enhet	Oslo- kompost	Bekkelaget	HIAS	RA2
pH		8,6	7,46	8,46	7,78
Tørrstoff	%	57,8	92,5	24,7	30,0
Glødetap	g/100 g TS	52,7	56,1	66,3	29,6
Kjeldahl-N	g/100 g TS	1,25	3,07	4,64	2,15
Ammonium-N	mg/100 g TS	27,5	360	905	1,8
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	1,3	<0,1	1,0	22,2
Fosfor	g/100 g TS	0,21	2,80	2,61	0,954
Kalium	g/100 g TS	0,86	0,26	0,25	0,421
Kalsium	g/100 g TS	1,7	1,9	2,2	13,3
Magnesium	g/100 g TS	0,47	0,40	0,25	0,446

1.1.1 Ugras i forsøksrutene

Mengden ugras har vært betydelig mindre i ruter som ble tilført dekkemateriale sammenlignet med ruter hvor ulike produkter var blandet inn i jorda. Den typen kompost som ble brukt som jorddekking var sortert på 20 mm, slik at den var fri for store partikler (< 20 mm). Materialet ble lagt på i 7,5 og 15 cm tykkelse. På en rute per gjentak ble det lagt på 20 cm med kvistflis (grov fraksjon) mot slutten av første vekstsesong. Kvisten var et materiale som nærmest holdt totalt ugraset unna. Utover i tredje vekstsesong kan vi observere at enkelte ugras begynner å etablere seg.

Komposten som ble brukt som jorddekking holdt ugraset unna noe kortere tid, spesielt der det var lagt på kun 7,5 cm begynte ugraset å bli etablert i rutene i tredje vekstsesong. Det ugraset som først etablerte seg i dekkematerialet var vikkearter. Dette er ugras med krypende vekst som lett kan bre seg utover og bli opphav til et betydelig ugrasproblem dersom det ikke blir bekjempet. Mengden ugras ble lite påvirket av de andre produkttypene som ble prøvd.

1.1.2 Grasavling

Første året var det store forskjeller mellom behandlingene i grasavlingen og sikre effekter både av de ulike typene av slam/kompost og mengden slam tilført (beregnet som kg N/daa). Alle slam-produktene resulterte i økende grasavling med økende mengde innbladet slam første vekstsesong. Svakest resultat ble registrert i rutene hvor Oslo-kompost var innblandet (tabell 2).

Andre året ble grasfeltene gjødslet med 25 kg kalksalpeter per daa (3,9 kg N per daa) og forskjellene mellom de ulike slam-typene var for en stor del utvisket. Men det var tendens til minst grasavling i ruter tilført Oslokompost og HIAS-slam også dette året.

For disse to produktene var grasavlingen størst med minste mengde, mens forholdet var motsatt for de andre produktene. Når utgangspunktet var lik N-virkning mellom slam og komposttypene i anleggsåret, kommer komposten tydelig dårligere ut. Dette har trolig sammenheng med at langsommere mineralisering av det organiske materialet i komposten (mer tungt nedbrytbart karbon sammenlignet med slam). Rutene som også dette året ble tilført mineralgjødning, hadde den største avlingen. Tredje året var det ingen tydelige forskjeller i grasavling mellom de slamproduktene som var blandet inn i jorda (tabell 2). Rutene hvor hagekompost var blandet inn hadde tredje året grasavling på samme nivå som rutene hvor slam var blandet inn i jorda. Rutene som årlig har blitt tilført mineralgjødning hadde den største grasavlingen.

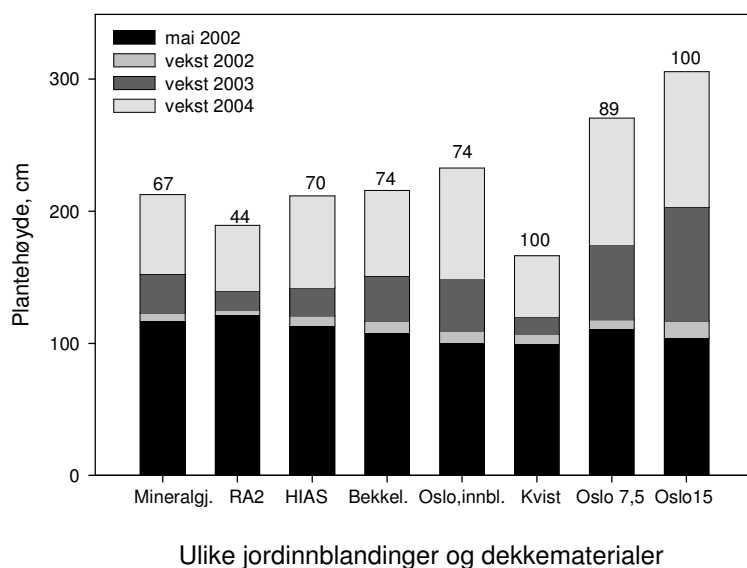
Tabell 2. Relative tall for tørrvekt av gras høstet fra vekstmedium med ulike typer slam/kompost/mineralgjødning innblandet i jord. Grasmengde i ruter med mineralgjødning er satt til 100.

Produkt	2002	2003	2004
RA2-slam	283	60	90
HIAS-slam	136	45	90
Bekkelaget-slam	326	52	85
Oslo-kompost	38	39	79
Mineralgjødning	100	100	100

1.1.3 Busker og trær

For bjørk var det bedre overlevelse i ruter med jorddekkning enn i ruter med innblanding av slam (figur 1). Svakest overlevelse hadde bjørkeplantene i rutene hvor slam fra RA-2 var innblandet. For de andre artene var det ingen forskjeller i overlevelse mellom de ulike behandlingene. Det var lite forskjeller i tilveksten til busker og trær som fikk jordinnblanding med ulike typer slam og kompost (figur 1). Det var imidlertid tydelige positive effekter på tilveksten ved bruk av Oslo-kompost som jorddekkning. Variasjonen i feltet var for stor til å kunne trekke sikre slutninger om effekten av mengde av de ulike produktene. For lind synes det likevel som om den største mengden mineralgjødning har hemmet tilveksten.

Feltet ble etablert på tung jord, og tredje vekstsesong var planterøttene godt utviklet, særlig i det sjiktet som opprinnelig var dekkemateriale, og nærmest gjennomvevde dette med horisontalt orienterte røtter. Den grove kvisten var antagelig de første to vekstsesongene mindre attraktivt vekstmedium, og det ble ikke funnet mye røtter fra buskene i dette laget. I rutene hvor Oslo-kompost er brukt til jord-innblanding er den gode tilveksten i tredje vekstsesong dels forårsaket av at det ble lagt på jorddekke med kompost ved starten av tredje vekstsesong. Det ble observert at røtter av bjørk og svarturbær vokste opp i dette jorddekket og utnyttet det nyutlagte dekkematerialet som ny rotsone. Men allerede etter andre vekstsesong var tilveksten tydelig bedre i rutene hvor kompost var blandet inn i forhold til rutene med svakest tilvekst. På dette forsøksfeltet var det alltid svært vått om våren. Jorddekkning med kompost har gitt et ekstra topplag, hvor røttene både har funnet næring, luft og vann. Jorddekke med den grove kvisten ga ikke tilsvarende virkning på rotutviklingen. Dette hadde trolig sammenheng med at kvistmaterialet var mer næringsfattig og hadde mindre vannlagringsevne enn komposten. Det kalkrike slammet fra RA-2 medførte betydelig økning av pH i jorda (7,8 ved største mengde). En kan ikke utelukke at den svake veksten på leddene med dette slammet kan ha opptrådt på grunn av næringsmangler forårsaket av høy pH.



Figur 1. Plantehøyde ved etablering og høydetilvekst på bjørkeplanter i forsøksruter med ulike type av jordinnblanding og jorddekking. Overlevelse (i %) er angitt over hver stolpe. Dekket med kvist var 20 cm, dekket med Oslo-kompost var hhv 7,5 og 15 cm.

1.1.4 Konklusjon og tilråding

På dette feltet har vi sett tydelig den positive effekten jorddekking har for å unngå etablering av ugras. Når kompostert hageavfall brukes som jorddekke må en regne med at virkningen mot ugras er begrenset fra tredje vekstsesong. Materiale med grov struktur har gitt den beste virkningen mot ugras, men virket hemmende på planteveksten sammenlignet med hagekomposten. En gunstig kombinasjon i buskfelt vil antagelig være fraksjonen med næringsrik kompost (lavere C/N-forhold enn 20) som et dekke rett på jorda og så et topplag på minst 3-4 cm med kompost som har grovere struktur, for eksempel frasortert kvist. Det er betydelig arbeidstid å spare på ugraskontroll dersom en benytter et toppdekke som effektivt hindrer nyspiring av ugras.

HIAS-slammet som ble levert våren 2002, hadde en slik lukt og struktur at det var lite aktuelt å anbefale for bruk i grøntanlegg. Bruk av slam med høy pH ser ut til å påvirke både overlevelse og tilvekst negativt. Dette bør imidlertid undersøkes nærmere før en trekker de endelige konklusjonene.

Avløpsslam er godt egnet som gjødslings- og jordforbedringsmiddel ved etablering av gras i anlegg der en ønsker relativt stor tilvekst. Bruker en slam som ikke er kalkrikt, kan en bruke mengder som er tilpasset behovet for N-tilgang i etableringsåret. Til grasbakke som slås en til to ganger årlig brukes en mengde tilsvarende 10-15 kg N per daa av slam. Til plen som slås hyppig vil graset kunne utnytte større mengder slam, men da forutsettes det regelmessig vedlikehold med klipping gjennom sesongen. For ekstensive arealer, for eksempel veikanter, bør tilførselen tilpasses den planlagte intensiteten på vedlikeholdet. Ved bruk av kalkrikt slam, vil kalkvirkningen representere begrensningen for hvor store mengder det er fornuftig å bruke. Næringsfattig kompost har ikke så stor frigjøring av N ved mineralisering som vi

forutsatte i våre beregninger av N-virkning. Dersom en skal bruke kompost til plen, anbefales mengder i forhold til behov for tilførsel av organisk materiale (jordforbedringseffekt). En bør ved gjødsling kompensere for eventuell (midlertidig) binding av nitrogen i komposten. For å etablere beplantninger av busker og trær kan en ta utgangspunkt i N-gjødselvirkning på tilsvarende 10-15 kg N per daa i etableringsåret. Dette representerer passende mengder for avløps slam som ikke inneholder mye kalk. Dersom det er behov for forbedring av jordstruktur kan en bruke enda større mengder kompost i kvalitetsklasse 0. Begrensningen for denne typen kompost må gjøres ut fra de mengdene næring plantene kan nyttiggjøre seg. For andre typer slam og kompost er maksimal mengde fem cm lag blandet inn i jorda på bruksstedet.

1.2 Fornebu

Forsøksfeltet på Fornebu er anlagt på et område der det er lagt ut jordmasser etter nærmere angitt beskrivelse for oppbygging av jordlag for plantefelt og grasbakke (Haraldsen & Pedersen 2001a). I terrengoppbyggingen er det benyttet uspesifiserte løsmasser. Over dette ble det lagt ut et 20 cm tykt lag av undergrunnsjord på plenfeltet og et 40 cm lag av samme type på plantefeltet. På toppen er det lagt et lag som skulle ha kornstørrelsesfordeling innenfor kravene til grasbakkejord (Haraldsen & Pedersen, 2001a). Grasbakkejord skal ha innblanding av kompost eller slam slik at en oppnår et innhold av organisk karbon mellom 1,5 og 4 %, og ellers tilfredsstillende angitte krav til pH og minimumsinnhold av K-AL og P-AL. Hensikten med forsøket var å undersøke hvordan vidt forskjellige jordforbedringsmidler, med ulike mengder kalkinnhold, virker i jord som har relativt høy pH. De følgende tre typene kompostmaterialer ble derfor brukte i forsøket (se også tabell 3):

Lindum 1. Slamkompost basert på kalkbehandlet slam fra Solumstrand

Lindum 2. Slamkompost basert på FeCl felt slam fra Sande

Lindum 3. Like deler av matavfallskompost og slamkompost fra Solumstrand

Teksturen av topplaget og undergrunnsjorda varierte mellom grusholdig sandig leilire og grusholdig siltig grovsand. Uavhengig av innblanding av organisk materiale var pH i topplaget mellom 7,6 og 7,9. Leddene med kompostinnblanding hadde innhold av organisk C på mellom 1,7 og 2,5 %. Som referanse ble det brukt undergrunnsjord, som ble gjødslet med mineralgjødsel. Organisk C i denne jorda var 0,7-0,8 %. I både plenfeltet og feltet med busker og trær på Fornebu er det lagt opp til stigende mengder gjødsling ut fra samme basisinnblanding av ulike typer kompost (Lindum 1-3).

Tabell 3. Kjemiske egenskaper til komposttyper brukt på Fornebufeltet.

Parameter	Enhet	Slamkompost Solumstrand	Slamkompost Sande	Matavfallskompost Lindum
pH		9,2	7,7	8,6
Tørrstoff	%	38,3	28,8	36,3
Glødetap	g/100 g TS	47,0	65,7	55,4
Kjeldahl-N	g/100 g TS	0,64	1,41	2,34
Ammonium-N	mg/100 g TS	1,5	13,2	2,4
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	0,8	15,9	30,3
Fosfor	g/100 g TS	0,28	0,85	0,60
Kalium	g/100 g TS	0,11	0,17	0,60
Kalsium	g/100 g TS	17,3	3,8	4,2

Magnesium	g/100 g TS	0,93	0,29	0,36
-----------	------------	------	------	------

Store forskjeller i egenskapene mellom komposttypene (Tabell 3) gjør at en kan tilpasse produkttype til den virkningen en ønsker av jordforbedringsmidlet. Dersom en ønsker å etablere et grøntanlegg med lite næringskrevende planter, vil en velge en næringsfattig type, mens en vil velge en type med stort næringsinnhold dersom formålet er å etablere et intensivt anlegg, eller et anlegg som skal tåle stor slitasje. Slamkompost Solumstrand (Lindum 1) inneholdt hele 17,4 % Ca, omregnet til CaO blir det 24,4 %. Innholdet av total-N i denne komposten var svært lavt, og det var nesten ikke målbare mengder mineralsk N. Slamkomposten fra Sande hadde større innhold av total-N, og lite mineralsk N. Fosforinnholdet i dette slammet var størst, men antas å være sterkt bundet til jern, som var brukt som fellingskjemikalium. Matavfallskomposten fra Lindum hadde størst innhold av total N, men lite mineralsk N (nitrat-N). Denne komposttypen inneholdt vesentlig mer kalium enn de andre kompostene i dette forsøket. Fosforet i denne komposttypen antas å være mer plantetilgjengelig enn i de andre typene.

Planen for tilførsel av gjødsel etter utlegging av vekstmasser var som følger:

1. Ingen gjødsling
2. 5 kg N/daa i kalksalpeter (32,2 kg kalksalpeter/daa)
3. 10 kg N/daa i kalksalpeter (64,4 kg kalksalpeter/daa)

Halv mengde gjødsel ble gitt ved vekststart om våren (2,5 kg N/daa, 5 kg N/daa), og resten ble gitt etter 1. klipping av graset. Denne gjødslingen ble gjennomført i henhold til planen i 2002 og 2004, mens det i 2003 ble gjødslet likt over hele feltet med mengder tilsvarende 3,9 kg N per daa.

1.2.1 Ugras i forsøksrutene

Første året ble ugrasdekningen (som % dekning av arealet) registrert rutevis 12. juli. Det var mindre ugras i alle rutene som var tilført ulike typer av slam/kompost + slam i forhold til rutene som var tilført mineralgjødsel (tabell 4). Videre var det mindre ugras i rutene som var tilført Lindum 3, sammensatt av matavfallkompost og slamkompost, sammenlignet med de to andre typene av Lindum slamkompost. Meldestokk utgjorde største delen av ugraset.

Tabell 4 . Dekning av ugras (%) i forsøksruter oppbygd med ulike masser.

Produkt	Sum ugras -02	Sum ugras -03
Lindum vekst 1	4,9 b	22,8 a
Lindum vekst 2	3,6 b	32,1 b
Lindum vekst 3	2,1 c	30,0 b
Mineralgjødsel	8,0 a	21,1 a

Verdier fulgt av samme bokstav er ikke statistisk forskjellige (p=0,05)

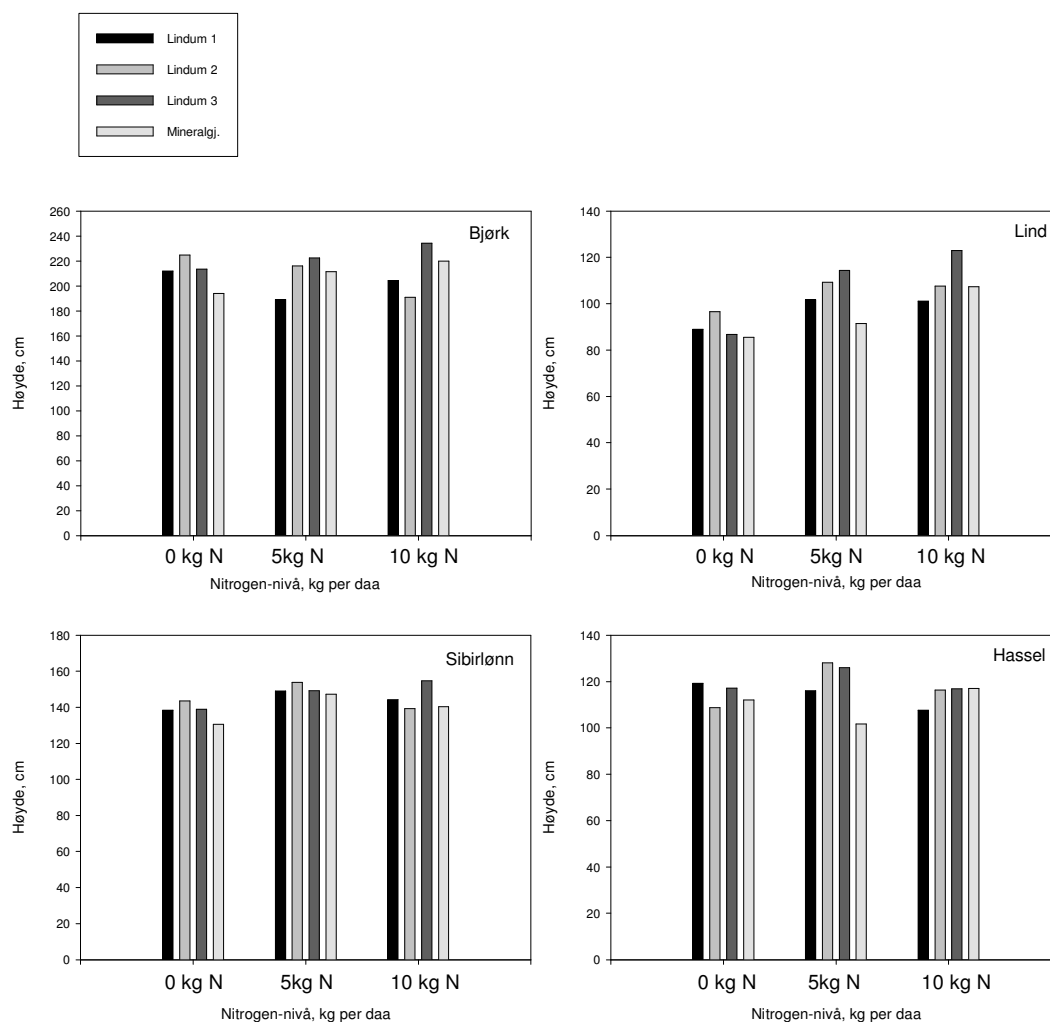
I 2003 ble ugrasdekningen registrert 27.5. De rutene som var tilført mineralgjødsel og Lindum 1 hadde lavest ugrasdekning. Etter denne ugrasregistreringen ble feltet manuelt ryddet flere ganger gjennom sesongen. Feltet har hatt en svært frodig bunnvegetasjon.

1.2.2 Grasavling

Det var noe forskjeller mellom gjennomsnittstall for grasavlingen i 2002, med tendens til størst avling i ruter tilført slam og kompost sammenliknet med mineralgjødning, men behandlingene var ikke statistisk sikre. Det ble ikke gjennomført avlingsregistreringer i 2003 og 2004.

1.2.3 Busker og trær

Innblanding av Lindum 2 og 3 har jevnt over gitt bedre tilvekst i busker og trær enn innblanding av Lindum 1 eller bruk av undergrunnsjord gjødlet med mineralgjødning. Spesielt i kombinasjon med største mengde tilført gjødning har Lindum 3 gitt gode resultater i plantefeltet (figur 2). Resultatene gjenspeiler næringsinnholdet i produktene brukt. Rotutviklingen på feltet var god både for plantede busker/trær og for ugraset. Røtter ble funnet nedover i topplaget og videre ned i undergrunnsjorda. I rutene hvor slam og kompost var blandet inn i vekstmassene var det mer røtter enn der det var plantet rett i undergrunnsjord. Det var imidlertid også stor variasjon i plantematerialet. Nesten alle rutene har hatt avgang av en eller flere bjørkeplanter. Hovedårsaken til planteavgang er beiteskader og svak plantekvalitet ved planting.



Figur 2. Plante høyde (cm) for bjørk, lind, sibirlønn og hassel etter tre vekstsesonger i vekstmasser hvor ulike typer av slam/kompost var innblandet før planting. I rutene med mineralgjødning ble det plantet direkte i undergrunnsjord.

1.2.4 Konklusjon og tilråding

Blandingen av slamkompost fra Solumstrand og matavfallskompost fra Lindum ga best tilvekst i busker og trær. Kombinasjonen av et kalkrikt slamprodukt (VEAS) og matavfallskompost viste seg som en interessant i de innledende forsøkene på Fornebu (Haraldsen et al. 2000), mens matavfallskomposten alene ikke ga samme positive effekt. Slamkomposten fra Solumstrand (Lindum 1) ga tilnærmet like svak tilvekst hos plantene som i ruter med undergrunnsjord tilført mineralgjødning. En liten tilvekst kan ha sammenheng med at denne slamtypen hadde svært lite nitrogeninnhold og et høyt C/N forhold (>30) sammenliknet med de andre komposttypene. Planting i undergrunnsjord og kun tilførsel av mineralgjødning ga minst tilvekst. Innblanding av kompost økte vannlagringsevnen i topplaget. Kombinasjonen av økt vannlagringsevne og bedre næringstilgang ved bruk av Lindum 2 og Lindum 3 har gitt godt resultat. Dette viser at det ikke er nok bare å gjødsle dersom massene har begrensninger i jordfysiske egenskaper.

I videre jordproduksjon på Fornebu frarådes det å bruke slamkompost Solumstrand, uten at en blander denne med matavfallskompost, da denne slamtypen alene ikke ser ut til å gi ønsket jordforbedrende effekt. Slamkomposter med tilsvarende egenskaper som Lindum 2 kan anbefales. Andre aktuelle typer organisk avfall i jordblandinger er matavfallskompost, hage/parkavfallskompost, gjerne blandet med litt avløpsslam.

1.3 Buskerud

Forsøksfeltet i Buskerud ble anlagt langs nyanlagte E 134, i krysset mellom E134 og RV 35. Plantefeltets gjentak I og II ligger på fylling som skråner 6-8 % mot nord. Fyllmassene består av leirmasser (siltig mellomleire) over sand- og grusholdige leirmasser. Arealet hadde grasvegetasjon ved starten av forsøket. Plantefeltets gjentak III og plenfeltet ligger på fylling med grusrike, steinholdige sandmasser med et topplag fra skogsjord med mer silt og leir og mindre grus. Topplaget var 1-5 cm på gjentak III og rundt 15 cm på plenfeltet. Dette arealet var vegetasjonsfritt fra starten.

Tabell 5. Kjemiske analyser av produkter av slam og kompost utprøvd på felt ved E134/Rv35 i nærheten av Hokksund

Parameter	Enhet	VEAS	Slamkompost Lindum Lier	Veidekke
pH		10,2	8,2	8,1
Tørrstoff	%	49,9	37,8	34,8
Glødetap	g/100 g TS	35,1	51,7	43,3
Kjeldahl-N	g/100 g TS	1,95	0,98	1,88
Ammonium-N	mg/100 g TS	44,1	1,3	492
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	3,2	9,0	1,9
Fosfor	g/100 g TS	1,54	0,51	1,19
Kalium	g/100 g TS	0,213	0,12	0,170
Kalsium	g/100 g TS	14,0	12,9	11,7
Magnesium	g/100 g TS	0,503	0,93	0,333

De tre typene organiske avfallmaterialene som ble brukt på dette feltet, var alle kalkrike (11,7 – 14 % Ca, tabell 5). Slammet fra VEAS hadde svært høy pH (10,2), mens slammet fra Veidekke og slamkomposten fra Lindum-Lier hadde pH i overkant av 8. Forskjellen i pH indikerer hvor reaktiv kalkvirkning som kan forventes. I VEAS

slammet foreligger mesteparten av kalsiumet som hydroksid, mens betydelig lavere pH i de andre typene indikerer at en større andel av kalsiumet i dette slammet foreligger som karbonat. Slammet fra Veidekke inneholdt omtrent like mye total N som VEAS slammet, men omtrent 10 ganger mer ammonium-N. For å oppnå samme N-gjødselvirkning ble det derfor brukt mer VEAS-slam enn slam fra Veidekke. Fosforinnholdet i disse to slamtypene var ganske stort (1,2-1,5 %), og erfaringsmessig er fosfor i kalkrike slamtyper noe tilgjengelig for planteveksten (Krogstad et al. 2004). Slamkomposten fra Lindum-Lier var kalkrik og hadde lavere innhold av total N, mineralsk N og fosfor enn slamtypene. Det ble derfor brukt størst mengder av denne typen for å oppnå samme N-gjødslingseffekt i etableringsåret.

1.3.1 Ugras i forsøksrutene

Første året var det mest ugras i rutene tilført mineralgjødning, sammenliknet med i ruter med slam fra VEAS, Veidekke og Lindum-Lier. Andre året ble det registrert noe mindre ugras på ruter hvor slam fra Lindum-Lier var innblandet, men senere i sesongen var forskjellene visket ut.

1.3.2 Grasavling

Første sesongen var det store forskjeller mellom behandlingene i grasavlingen og effekter både av de ulike typene av slam og mengden slam tilført (beregnet kg N/daa). Forskjellene var jevnet mer ut andre vekstsesongen, da alle rutene ble tilført kalksalpeter (3,9 kg N/daa). Ruter hvor jorda var blandet inn med slamkompost fra Lindum-Lier og Veidekke har imidlertid markert lavere grasavling enn rutene hvor slam fra VEAS var innblandet eller hvor mineralgjødning var tilført (tabell 6). Haraldsen et al. 2001 fant at raigras viste økende tilvekst med stigende mengder VEAS slam opp til 25 vol. % i jordblandinger.

Tabell 6. Relativ grasavling høstet i 2002, 2003 og 2004 fra plen i vekstmedium med ulike typer slam/mineralgjødning ved innblanding i jord. Avling i ruter med mineralgjødslinger satt til 100.

Produkt	2002	2003	2004
Mineralgjødning	100	100	100
Veas	169	74	67
Veidekke	65	31	75
Lindum, Lier	9	13	60

I 2002 var det økende grasavling ved økende tilført mengde VEAS og Veidekke-slam, samt mineralgjødning. I rutene hvor Lindum-Lier slamkompost var tilført var grasavlingen liten og variabel og det var ingen tendens til økende avling med økende mengde tilført slamkompost. Rutene ble tilført kalksalpeter andre vekstsesong. Etter to høstinger det året var det fremdeles økende avling etter økende mengde tilført mineralgjødning og Veidekke-slam. I rutene hvor VEAS-slam var tilført var det noe reduksjon i grasavling med økende N-innhold fra 10 til 15 kg/daa. Slam fra Lindum-Lier gav også i andre vekstsesong liten avling uavhengig av tilført mengde. Tredje vekstsesong begynte plenen å bli etablert og gjødslingen jevnet ut forskjellene mellom produktene.

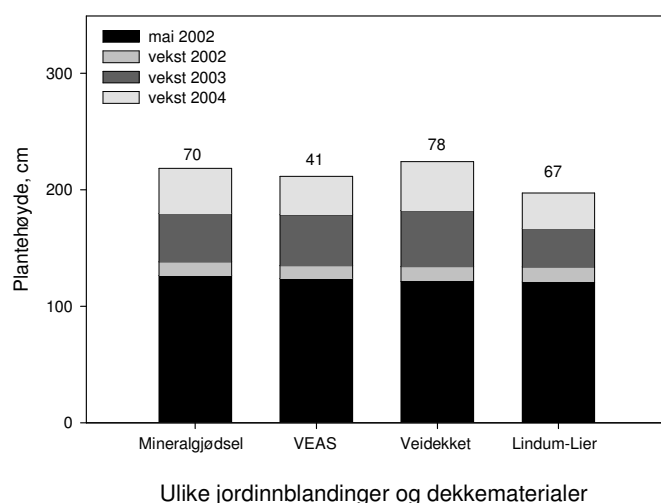
1.3.3 Virkning av slam og slamkompost på jordegenskaper

Med største mengde slam eller slamkompost (tilsvarende N-virkning på 15 kg N/daa i etableringsåret), økte pH fra 6 til 7,5-7,8. Alle jordanalyser etter innblanding av

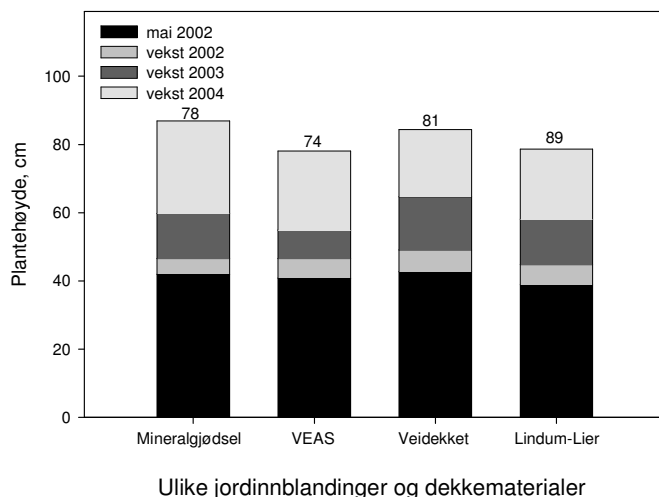
slam/slamkompost er målt 2 år etter tilførsel. Innholdet av Ca-AL økte fra rundt 80 g/100 g før etablering til 971 mg/100 g med største mengde VEAS-slam, 1293 mg/100 med Lindum-Lier slamkompost og 396 mg/100 g med Veidekke slam. Før tilførsel av slam og kompost var innholdet av organisk karbon i jorda 1 g/100 g. Det økte til 2,9 g/100 med største mengde Lindum-Lier slamkompost. Med største mengde VEAS-slam og Veidekke-slam var innholdet av organisk karbon 1,7-1,8 g/100 g. Fordi det var nødvendig å bruke mye større mengder slamkompost (Lindum-Lier) enn av slamtypene (VEAS og Veidekke), var det ikke overraskende at slamkomposten ga høyere innhold av organisk karbon og Ca-AL i jorda.

1.3.4 Busker og trær

På grunn av stor og ujevn planteavgang (mellom ruter og behandlinger) er det vanskelig å trekke ut klare resultater fra planteveksten i dette feltet. Mens det i de andre feltene hovedsakelig har vært avgang i den første perioden etter planting, var det her også betydelig avgang siste året. Årsaken var ikke lett å bestemme fordi plantene har blitt borte. Men fordi to av gjentakene i feltet ligger så nær veien kan den kraftige snøvinteren være årsak til mye av avgangen siste året, ved at mye saltblandet snø kan ha blitt brøytet inn i forsøksfeltet. I tillegg har det vært registrert enkelte beiteskader i feltet. Dette har gått mest ut over bjørk og lind. Overlevelsen var svakest i rutene med VEAS-slam (figur 3 og 4). Avgangen var uavhengig av tilført mengde slam. For bjørk og lind var det negativ virkning på tilvekst ved stigende mengde tilført slam. Haraldsen & Pedersen (2001b) viste at tilveksten av en rekke grøntanleggsplanter avtok når innblanding av VEAS-slam ble økt fra 10 volum % til 20 volum %. Totalt sett var plantenes tilvekst best i rutene hvor slam fra Veidekke var tilført og i ruter som ble tilført mineralgjødsel. Men også minste mengde tilført VEAS-slam har resultert i god tilvekst. Slamkomposten fra Lindum-Lier har virket dårlig for bjørk, mens den for de andre artene ikke skiller seg fra de andre behandlingene.



Figur 3 Plantehøyde ved etablering og høydetilvekst på bjørkeplanter i forsøksruter med ulike type av jordinnblanding. Overlevelse (i %) er angitt over hver stolpe.



Figur 4. Plante høyde ved etablering og høydetilvekst på lindeplanter i forsøksruter med ulike type av jordinnblanding. Overlevelse (i %) er angitt over hver stolpe.

1.3.5 Konklusjon og tilråding

På grunn av den store variasjonen i feltet med busk-og treplanting i dette forsøket, kan ikke feltet gi klare konklusjoner for anvendelse av de ulike slamtyper. Avtagende tilvekst i bjørkeplanter med stigende mengde tilført VEAS- slam, sammen med stor avgang, tyder på at bruk av slam med så høy pH til busk/treplanting bør undersøkes nærmere, siden årsakssammenhengen ikke ble klarlagt. En bør gjennomføre et kontrollert forsøk for å gi svar på om dette gjelder generelt og om det er slik for flere jordtyper og pH-nivå. Slammet fra VEAS var imidlertid godt egnet til etablering av grasbakke/plenareal. Slamkomposten fra Lindum-Lier ga liten vekst i grasfeltet og gav den minste tilveksten for bjørkeplantene. For de andre artene var det mindre forskjell i tilvekst mellom produktene. Slammet fra Veidekke ga størst tilvekst av de testede produktene på busk/trefeltet, men ga ikke så bra tilvekst som mineralgjødning og VEAS-slam på grasfeltet. Resultatene viser at en i stor grad kan lage produkter av organisk opphav med forskjellige virkninger i forhold til planteveksten.

1.4 Arendal

Forsøksfeltet i Arendal ble etablert på en tidligere fyllplass. Fyllingen ble avsluttet med påkjøring av et lag (ca 10 cm) såkalt "sadden" (steinmel) midt på 90-tallet. Steinmel er et avfallsprodukt fra steinknuseverk med partikkelstørrelse 0-4 mm. Siden tilførselen av de første massene hadde det etablert seg noe nøysom vegetasjon av bjørk, furu og grasarter. Største høyde på vegetasjonen var ca 1,0 meter. Våren 2002 ble den sparsomme vegetasjonen fjernet og det ble fylt på med ytterligere 30-50 cm med steinmel (sadden) iblandet 10 volum % slamkompost med 24,3 % tørrstoff fra Agder renovasjon, Heftingsdalen Avfallsanlegg. Det tilsvarer ca 9 tonn ts/dekar.

Steinmelet er fritt for organisk materiale og den tilførsel av organisk materiale som kan skje ved bruk av organiske avfallsprodukter vil derfor ha stor betydning. Det er imidlertid viktig å balansere tilførselen i forhold til produktenes næringsinnhold, og da spesielt nitrogen, som i store doser kan gi både avrenning og skade på planter. Nitrogenvirkningen ble utregnet ved hjelp av Ekebergs formel (Ugland et al. 1998) som sier at 80 % av mineralisert nitrogen og 10 % av organisk bundet nitrogen er

tilgjengelig for planter 1. år. De påfølgende årene regnet en med en nitrogenvirkning på 10% av gjenværende totalnitrogen.

I dette tilfellet ble kompostmengden blandet inn i et jordlag på i gjennomsnitt 40 cm, mens det i jordbrukssammenheng er vanlig å gjøre beregninger i forhold til et 20 cm jordlag. Beregnet gjødseffekt av kompostinnblandingen kan dermed synes høy (tabell 7), men må altså vurderes i forhold til at jordlaget er tykt.

Tabell 7. Tilført mengde organisk materiale og nitrogen ved innblanding av slamkompost,

Innhold i tørrstoff	Kjemisk analyse	Tilført pr daa i kg
Organisk materiale	73,7%	7370
Total N	1,6%	144
Nitrat	60,1 mg/100g	5,4
Ammonium	18 mg/100g	1,6
Beregnet N-virkning 1. år		19,3
Beregnet N-virkning 2. år		12,3
Beregnet N-virkning 3. år		11,1

Dette nye jordlaget ble lagt på umiddelbart før såing og planting. Forsøksfeltet hadde således relativt liten jordvariasjon i det nyetablerte vekstlaget. I jordlagene under, fra 30- 40 cm og nedover, kan variasjonen imidlertid ha vært stor.

Tabell 8. Kjemiske analyser av kompost og slamtyper som ble brukt til jordinnblanding og jorddekke på forsøksfeltet i Arendal

Parameter	Enhet	Agder vekst biokompost	Agder renov. biokompost	Agder vekst hage/parkavfallskompost	Arendal slam
pH		8,6	7,4	7,4	7,95
Tørrstoff	%	34,8	36,5	37,8	87,4
Glødetap	g/100 g TS	79,6	74,4	45,7	59,0
Kjeldahl-N	g/100 g TS	2,55	1,44	0,90	2,98
Ammonium-N	mg/100 g TS	318	0,9	0,5	226
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	1,6	1,8	0,3	0,6
Fosfor	g/100 g TS	0,38	1,0	0,11	2,32
Kalium	g/100 g TS	0,65	0,23	0,32	0,14
Kalsium	g/100 g TS	2,1	1,7	0,95	1,5
Magnesium	g/100 g TS	0,21	0,20	0,31	0,24

På feltet i Arendal ble det brukt fire ulike typer organisk avfallsmateriale (Tabell 8). Det var to biokomposter (Agder vekst og Agder renovasjon), en hage- og parkavfallskompost (Agder vekst) og tørket slam fra Arendal. Agder vekst biokompost og Arendal slam utgjorde de næringsrike typene med høyt innhold av total N og mineralsk N. Biokomposten fra Agder renovasjon hadde lavere innhold av total N enn biokomposten fra Agder vekst, og nesten ikke noe mineralsk N. Hage/parkavfalls komposten var mest næringsfattig med lavt innhold av total N, nesten ikke mineralsk N og svært lavt fosforinnhold. Når en doserte disse ulike typene i forhold til antatt N-virkning, ble det tilført mye større mengder av de næringsfattede komposttypene sammenlignet med slammet.

Våren -04 ble det tilført nye dekker av kompost, for å undersøke hvordan det påvirket grøntanlegget. En regner imidlertid med at det kommer til å ta mer enn en

veksts sesong før virkningene av de nye behandlingene viser seg i tilvekst og plantekvalitet.

1.4.1 Ugras i forsøksrutene

Første veksts sesong etter utlegging av massene var det lite ugras i feltet. Det var derfor få ruter hvor dekningsgrad ble registret, men forekomst av enkeltarter ble notert 29. juli. Hovedsakelig var det frøplanter av bjørk, groblad og ulike gras- og sivarter som ble registrert i feltet første veksts sesong. Mest ugras var det i rutene som var dekket med biokompost fra Agder renovasjon (bjørk og rødsvingel) og hvor slam fra Arendal kommune var blandet inn (groblad, gras- og sivarter). Andre året ble dekningsgrad av ugras i feltet registret 10. juli. I rutene hvor slam fra Arendal kommune var blandet inn, samt på rutene hvor mineralgjødning var tilført, ble det registret betydelig mengde ugras (dekningsgrad på hhv 37 % og 43 %) i forhold til de andre rutene (dekningsgrad mellom 2 og 5 %). Mengden ugras var økende med økende mengde N/daa i rutene hvor det var mye ugras. Dominerende ugras andre veksts sesong var ulike grasarter, sivarter (hovedsakelig slam-rutene), groblad (gjødningrutene), tungras (gjødningrutene) og linbendel (slam-rutene). Det ble ikke foretatt ugrasregistreringer tredje veksts sesong.

1.4.2 Grasavling

Det var stor variasjon mellom rutene når det gjelder grasavling første året. Mye av variasjonen skyldes sannsynligvis ujevn fordeling av frø i rutene, etter den intense nedbøren like etter såing. Det ble derfor ikke funnet forskjeller første året, verken i forhold til typer produkter eller mengde tilført (tabell 9). Andre året var det imidlertid størst avling i ruter med biokompost fra Agder Vekst og slam fra Arendal kommune og minst avling i ruter som hadde fått mineralgjødning. Siste året er det imidlertid ingen forskjeller, og virkningen av mineralisering av nitrogen fra slam og kompost betyr sannsynligvis mindre for grasavlingen. Imidlertid tyder resultatene fra dette og de andre feltforsøkene på at det er betydelig virkning av nitrogen i slam og kompost både første og andre året.

Tabell 9. Relativ grasavling fra plen i vekstmedium med ulike typer slam og kompost. Avling i ruter med mineralgjødning er satt til 100.

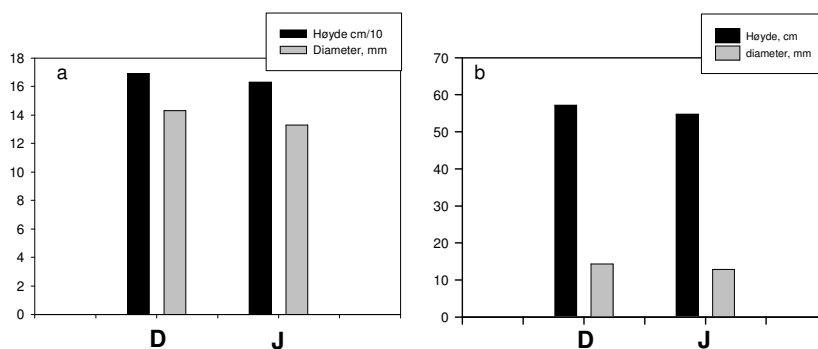
Produkt	2002	2003	2004
Ingen gjødning*	67	75	82
Arendal renovasjon	82	94	87
Agder vekst Biokompost	133	125	77
Arendal kommune	69	122	107
Mineralgjødning	100	100	100

* dvs utover det gitt ved start til alle rutene (10 vol% slam).

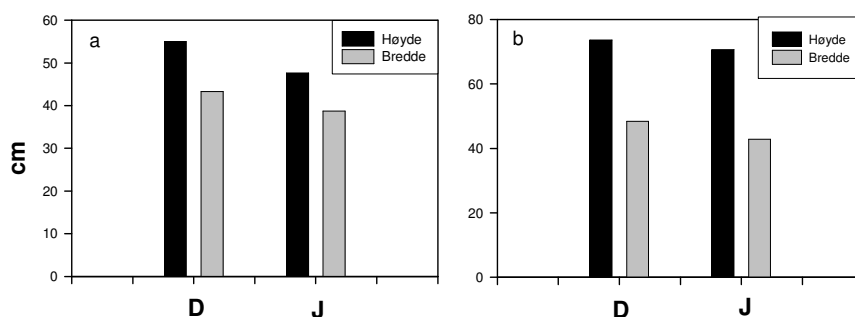
1.4.3 Tilvekst hos busker og trær

Overlevelsen i busker og trær var god. Det viser at innblandingen av slam og kompost har bidratt til å gi gode forhold for etablering i masser som i utgangspunktet er fattige på plantenæring og organisk materiale. Resultatene fra de første to årene tyder på at dekking med ca. 10 cm kompost har gitt noe større vekst enn jordinnblanding. Resultatene for tilvekst ved 5, 10 og 15 kg N per daa viser at det var lite utbytte av å øke mengden slam og kompost innblandet i jord utover 10 kg N per daa (figur 5 og 6). Dette må en imidlertid se på bakgrunn av mengdene gjødning og organisk materiale i massene før etableringen av forsøksbehandlingene. Den gode virkningen av

jorddekking i sammenlikning med jordinnblanding var sannsynligvis en kombinasjon av tre effekter. 1. Økt næringstilgang, 2. Redusert konkurranse om vann og næring i et dekke som hindrer ugrasetablering og 3. Jordforbedring (flere prosesser som det organiske materialet i jorda bidrar med). Rotutviklingen var særlig stor i grensesjiktet mellom kompost og jord, der røttene finner godt med næring, fuktighet og nok luft. Denne virkningen av jorddekke med kompost er særlig av interesse på vekstjord fattig på organisk materiale. Dette bør en imidlertid undersøke over lengre tid og derfor ble det sommeren 2004 tilført ny jorddekking med kompost til forsøksrutene i dette feltet.

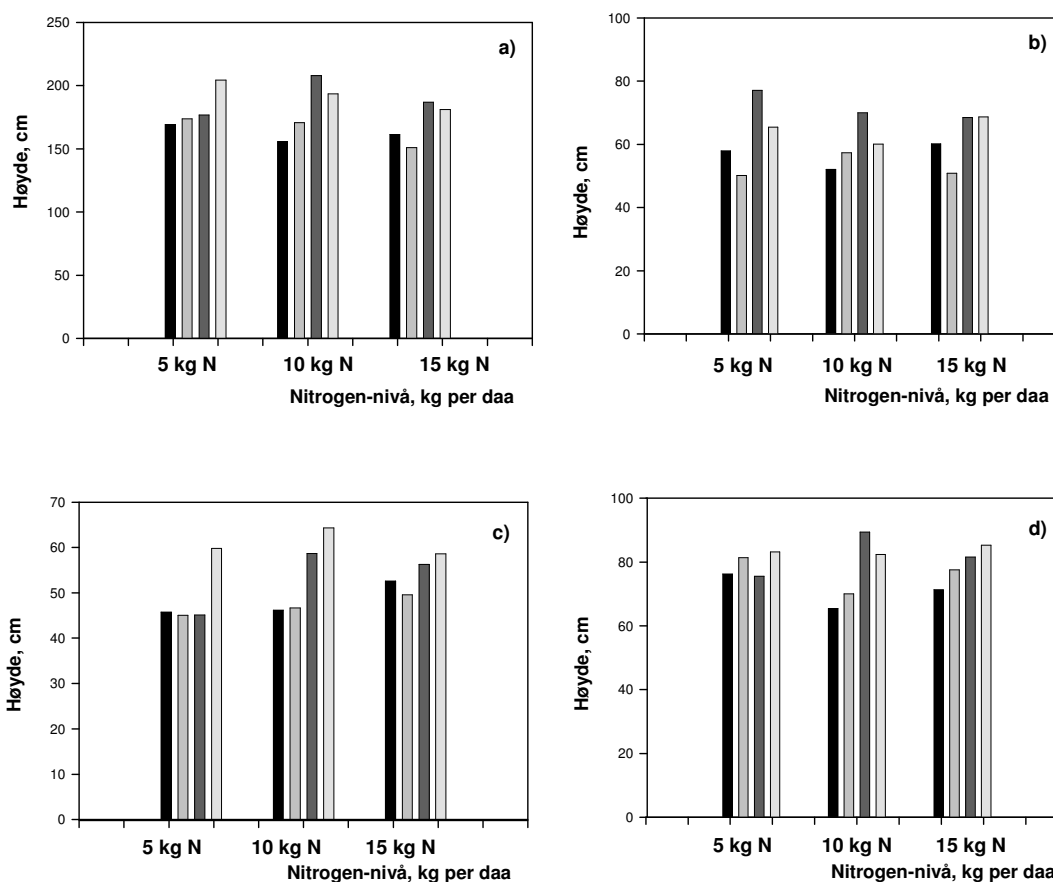


Figur 5. Høyde (delt på 10) og diameter hos bjørk (a) og lind (b) med kompost brukt som jorddekke (D) eller jordinnblanding (J). Resultater etter to vekstsesonger.

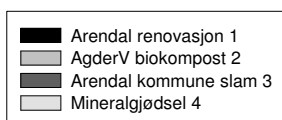


Figur 6. Høyde og bredde hos busker av sargentella (a) og Aronia (b) med kompost som jord-dekke (D) eller jordinnblanding (J). Resultater etter to vekstsesonger.

I mange andre forsøk er det påvist at store mengder kompost, det vil si lag med mer enn 5-10 cm kan skade plantene, særlig dersom det er en viss biologisk aktivitet i komposten. Av tilsetningene til jord, har produktene fra Arendal kommune (slam) og Agder Vekst hageavfallskompost (dekking) gitt størst tilvekst. Når det gjelder dekkematerialene, er virkningen både knyttet til gjødsling og jordforbedring og en virkning til å redusere konkurransen mellom grøntanleggsplantene og ugraset. Minst tilvekst ble observert der det kun var tilført organisk materiale ved utlegging av steinmel (sadde) -massene. Mengder slam og kompost tilsvarende fem til 10 kg N per daa er sannsynligvis nok for å opprettholde god tilvekst. Likevel er det viktig å tilføre nitrogengjødsel de påfølgende åra etter etableringsåret, særlig på næringsfattig vekstjord.



Figur 7. Høyde hos bjørk (a), lind (b), sargentepple (c) og svartsurbær (d) etter to år i jord med gjødsling med mineralgjødsel, slam fra Arendal renovasjon (prod 1), Biokompost fra Agder vekst (2) slam fra Arendal kommune (3) og mineralgjødsel (4). Se merking av stolper under.



Slam og kompostprodukter kan gi en mer langvarig virkning med hensyn til næringsfrigivelse til plantene enn det en finner fra mineralgjødsel. Jordforbedringen er særlig viktig der jorda i utgangspunktet er fattig på organisk materiale. Dette kan skje ved at det organiske materialet gir økt evne til vannlagring, bedre jordstruktur, større mengde og aktivitet hos mikroorganismer i jorda og som partikler for binding av mineralnæring. Dette er positivt både med hensyn til plantevekst og miljø, ved at plantene i jord rik på organisk materiale bedre kan utnytte næringsstoffene i jorda og det vil være mindre avrenning av næring fra slik vekstjord.

1.4.4 Kvalitet i grøntanlegget

I 2004 ble det foretatt en subjektiv evaluering av kvaliteten i grøntanlegget, vurdert som en helhetlig karakter (tabell 10). Karakterskalaen var fra 1 til 9, der 1 = svært dårlig kvalitet, 5 = middels kvalitet og 9 = utmerket kvalitet.

Tabell 10. Karakter (1 – 9) for kvaliteten på grøntanlegget vurdert siste året.

Mengde	Arendal ren	AgderV bio	Arendal kom.	Fullgjødsel
5 kg N/daa	4,0	5,0	6,0	7,0
10 kg N/daa	6,0	2,7	5,7	5,7
15 kg N/daa	5,7	5,0	6,0	5,0

Det ble påvist stor forskjell i kvalitet på grøntanlegget, mellom de rutene som ble tilført slam og kompost ved forsøksstart og de rutene som kun fikk ”grunningjødsling” med slam ved utlegging av massene i 2002. Sistnevnte ruter ble evaluert til kvalitet 3,7.

1.4.5 Jordegenskaper på feltet etter ulike behandlinger

Steinmelet hadde tekstur som grusholdig siltig mellomsand. pH var høyere enn 7,5 i alle analyserte jordlag på feltet. Innblanding av kompost ga lavest pH, mens leddene med mineralgjødning og slampellets hadde pH mellom 8,0 og 8,1. I underliggende jordlag der det bare var basisinnblanding av slam var pH 8,1-8,4. Høy pH kan være en av årsakene til liten rotutvikling i laget under topplaget med innblanding.

Innblanding av kompost og gjødning med mineralgjødning har gitt klare utslag på innholdet av P-AL i jorda. Innholdet av P-AL var forholdsvis lite på leddet med slampellets, og kan ha sammenheng med at fosforet var sterkt bundet til fellingskjemikalier. Det er bare på leddet med Biokompost fra Agder vekst at innholdet av org. C var over 1,5 g/100 g. Når innholdet av organisk materiale er så lite i utgangspunktet som i dette tilfellet, er kompostinnblanding gunstig for å gi jordforbedrende effekt. De fysiske analysene viste at innblanding av kompost hadde økt vannlagringsevnen, totalt og luftfylt porevolum, og redusert jordtettheten, mens innblanding av slam ikke hadde målbare effekter på de fysiske egenskapene.

1.4.6 Konklusjon og tilråding

Resultatene viser at produkter av slam og kompost gir gode resultater ved etablering og tilvekst i grøntanlegget med vekstmasser av rent steinmel (sadde). Tilførsel av organisk materiale er særlig gunstig til den typen vekstmasser som er brukt i dette anlegget, siden de fleste typene sand og steinmel er svært fattig på organisk materiale. Strukturen på vekstjorda var imidlertid ikke så god da massene ble lagt ut. Disse vurderingene taler for at andre faktorer enn næringstilgang kan ha vært avgjørende for plantenes etablering og tilvekst det første året. Imidlertid er dette et interessant felt ut fra at det er basert på ”konstruerte masser”, noe som er typisk for mange grøntanlegg som blir etablerte etter ulike utbygginger.

Næringsstoffer, tilført i lettløselig form i masser med lite organisk materiale, kan være særlig utsatt for utvasking ettersom massene har få bindingspunkter for den tilførte mineralnæringen. Vekstmasser fattige på organisk materiale vil også ha lite mikroorganismer. En gunstig sammensetning av sopper og bakterier i jorda er viktige for god rotvekst, næringsopptak og plantehelse. Bruken av slam og kompost til slike vekstmasser kan sikre etableringen av variert jordbiologisk aktivitet.

Som en tilråding anbefaler vi at mengdene som skal tilføres bør være mellom 5 og 10 kg N per daa. Dette kan eventuelt følges opp med en ny tilførsel ved starten av tredje vekstsesongen. Når det gjelder bruken av kompost som dekkemateriale, anbefales det ikke å overstige 7 – 8 cm for kompost av høy kvalitet (stabil, SOUR-

verdi lavere enn 0,2 og C:N-forhold lavere enn 20). For kompost som ikke oppfyller de strengeste kvalitetskravene må en være mer forsiktig med i forhold til mengde en tilfører. Både som innblanding i jord eller som jorddekking bør en i slike tilfeller ikke bruke lag på mer enn 2 – 3 cm.

1.5 Stavanger

Feltet i Stavanger ble først etablert på Stokka i 2002, men på grunn av store problemer med rådyrskader, ble feltet etablert på nytt på Særheim våren 2003. Derfor omfatter resultatene for busker og trær registreringer for to vekstsesonger. Det opprinnelige grasfeltet ble beholdt og registrert i tre vekstsesonger. Ved etableringen av et nytt felt var det ikke mulig å få tak på planter av sargentepile og denne arten ble derfor erstattet med svartsubær. Bjørk vokste godt, men ble sterkt skadet av vind og plantene ble derfor fjernet i begynnelsen av vekstsesongen 2004.

Tabell 11. Kjemiske analyser av produkter av slam og kompost utprøvd på felt i Rogaland

Parameter	Enhet	IVAR slam		IVAR "joffe"		Cimbria bioplan	
		2002	2003	2002	2003	2002	2003
pH		7,66	7,5	4,9	7,8	8,0	8,0
Tørrstoff	%	91,1	90,6	58,2	83,4	27,5	49,3
Glødetap	g/100 g TS	48,6	49,2	84,3	52,0	67,5	61,5
Kjeldahl-N	g/100 g TS	2,52	2,61	2,80	2,54	2,84	2,01
Ammonium-N	mg/100 g TS	212	222	260	373	8,4	28,8
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	0,7	1,2	0,8	28,9	2,4	4,3
Fosfor	g/100 g TS	2,36	2,32	0,43	0,35	0,74	0,45
Kalium	g/100 g TS	0,17	0,16	0,78	0,97	0,15	0,43
Kalsium	g/100 g TS	1,6	1,4	1,9	1,4	3,6	2,5
Magnesium	g/100 g TS	0,51	0,44	0,19	0,26	0,17	0,37

På feltene i Rogaland ble det prøvd tre produkter: IVAR slam, Ivar matavfallskompost "Joffe" og bioslam fra Bioplan (tabell 11). Innholdet av total N var i alle tre typene mellom 2 og 3 %, mens innholdet av mineralsk N varierte betydelig. Produktene fra IVAR hadde mye mineralsk N, mens biokomposten fra Bioplan hadde vesentlig lavere innhold. Matavfallskomposten fra IVAR "Joffe" var svært umoden og sur i det partiet som ble levert i 2002, mens den hadde svakt alkalisk reaksjon i 2003. Slammet fra IVAR hadde temmelig like egenskaper i 2002 og 2003.

1.5.1.1 Ugras i forsøksrutene (2002)

Dekningen av ugras ble registrert rutevis før sprøyting av rutene i 2002. Det var store forskjeller mellom behandlingene (tabell 12) der jorddekking sterkt reduserte mengden ugras. Jordinnblanding, særlig av Bioplan sin slamkompost reduserte også mengden ugras.

Tabell 12. Dekning av alle ugrasslag, sopp, høymol, kveke og linbendel i forsøksruter tilført ulike typer slam og kompost ved innblanding i jord eller som jorddekking (10 cm).

Produkt	Ugras, alle	Sopp	høymol	Kveke	Linbendel
Biopellets, innblanding	86,7 a	0 b	14,4	24,4 a	26,7
Ivar kompost, innblanding	44,4 b	0 b	6,7	6,0 b	19,4
Ivar kompost, dekking	1,7 c	6,0 b	0,7	1,0 b	0,0
Bioplan, innblanding	13,1 c	14,7 b	1,9	2,8 b	2,4

Bioplan, dekking	3,0 c	33,3 a	0,7	2,0 b	0,0
Mineralgjødning	80,0 a	5,6 b	8,6	10,3 b	43,3

Verdier fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

Stor soppvekst i komposten etter utlegging tyder på en forskyvning av balansen mellom bakterier og sopper i kompostmassene, et symptom på at fuktigheten i kompostmassene har sunket under et kritisk nivå på ca 40 %. Dette er ikke gunstig, fordi så tørr kompost støver mye og soppen kan føre til at komposten ikke så lett tar opp fuktighet siden. Når bakteriene i komposten blir redusert, kan en også risikere å miste en del av de positive virkningene en har observert i mange forsøk av kompost mot plantesykdommer. Ved analyse for virkningen av mengde innenfor hver produktgruppe, ble det ikke funnet sammenheng mellom ugrasdekning og mengden slam og kompost, bortsett fra for Bioplan sin slamkompost (innblanding i jord) som virket hemmende på linbendel ved mengde tilsvarende 10 og 15 kg N per daa.

1.5.1.2 Ugras i nyetablert feltforsøk (2003)

Det ble gjort registreringer av dekningsgrad (%) med ugras i rutene på samme måte som første året. Det var generelt lite ugras i alle rutene, men minst i de som var dekket med kompost som jorddekke (tabell 13).

Tabell 13. Andel av areal dekket av ugras ved bruken av ulike slam- og kompostprodukter.

Produkt	Prosent
1. Biopellets	20,0 a
3. Joffe, jorddekking	1,0 b
4. Bioplan, jordinnblanding	6,3 b
5. Bioplan, jorddekking	4,3 b
6. Mineralgjødning	8,3 b

Verdier fulgt av samme bokstav er ikke forskjellige ($p=0,05$)

Virkningen av kompost på ugras ble videre fulgt opp i et eget forsøk (se delrapport 4).

1.5.2 Grasavling

Sammenliknet med mineralgjødning, virket slam og kompost positivt på grasveksten i etableringsåret (tabell 14).

Tabell 14. Grasavling i relative tall for tre sesonger med ulike typer slam og kompostprodukter, innblandet i jorda før såing. Avling i ruter med mineralgjødning er satt lik 100.

Produkt	2002	2003	2004
IVAR, Biopellets	152 a	117 bc	115 a
IVAR, Joffe kompost	159 a	140 a	120 a
Bioplan, slamkompost	125 b	128 ab	109 a
Mineralgjødning	100 c	100 c	100 a

Verdier fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

Resultatene viste en god virkning av slam og kompost første og andre året. Selv om det ikke var sikre utslag siste året, var det en trenden i retning av at slam og kompost fremdeles ga noe mer avling enn bare mineralgjødning.

En samlet analyse for virkningen av mengde slam eller kompost innen de forskjellige typene viste en klar sammenheng mellom mengde og grasavling i 2002 (tabell 15). Trenden var den samme i 2003 (tabell 16).

Tabell 15. Grasavling i 2002 i relative tall ved tre mengder av Biopellets, Joffe kompost, Bioplan slamkompost og mineralgjødning. Mengdene tilsvarer 5, 10 og 15 kg N/daa. Minste mengde for mineralgjødning er satt til 100.

Mengde	Biopellets	Joffe kompost	Bioplan slamk.	Mineralgjødning
Minst	141 b	145 b	114 b	100 a
Middels	179 a	187 ab	144 b	107 a
Mest	196 a	202 a	187 a	121 a

Verdier (innen kolonnene) fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

Tabell 16. Grasavling i 2003 i relative tall ved tre mengder av Biopellets, Joffe kompost, Bioplan slamkompost og mineralgjødning. Mengdene tilsvarer 5, 10 og 15 kg N/daa. Grasavlingen for minste mengde mineralgjødning er satt til 100.

Mengde	Biopellets	Joffe kompost	Bioplan slamk.	Mineralgjødning
5 kg N/daa	114 a	131 a	117 a	100 a
10 kg N/daa	127 a	155 a	142 a	98 a
15 kg N/daa	115 a	141 a	130 a	106 a

Verdier innen produktene var ikke statistisk forskjellige ($p = 0,05$)

Det var betydelig mer avling i rutene hvor det ble brukt slam og kompost, sammenliknet med der en har brukt mineralgjødning. Det ble imidlertid tilført noe mer slam og kompost enn det skulle ha vært i forhold til innholdet av nitrogen i slam og kompost. Midterste mengde og største mengde mineralgjødning passer med minste og midterste mengde slam og kompost. Selv ved den justeringen kan en konkludere med at slam og kompost har gitt betydelig større grasavling enn mineralgjødning. Resultatene viser at mineralgjødning blir brukt opp eller utvasket raskere enn det en finner for slam og kompost, som dermed viser god langtidsvirkning sammenliknet med lettløselig mineralgjødning. Dette kan ha sammenheng med at de tre typene organisk avfallsmateriale som ble brukt i dette forsøket hadde høy konsentrasjon av total N og lavt C/N forhold (<13), og at en fikk betydelig N-frigjøring ved mineralisering av det organiske materialet.

1.5.3 Overlevelse hos busker og trær i første feltet (Stokka)

IVAR kompost (Joffe) brukt som 10 cm jorddekking ga færre overlevende planter enn de andre produktene (tabell 17). Mengden kompost av denne kvaliteten, brukt på denne måten, var for stor. Det var også tydelige symptomer på saltskader i plantematerialet fra disse rutene. Det viste seg å være stor biologisk aktivitet og omsetningen i denne komposten. Det kan ha ført til lokalt høy jordtemperatur og svært lave oksygennivå i jorda en periode etter utlegging av komposten (se vedlegg 5) og muligens utvikling av stoffer som plantene ikke tolerer. En observerte ikke utslag på overlevende planter av ulike mengder slam eller kompost når produktene ble blandet inn i jorda, men her var det heller ikke tilført så store mengder som ved jorddekking.

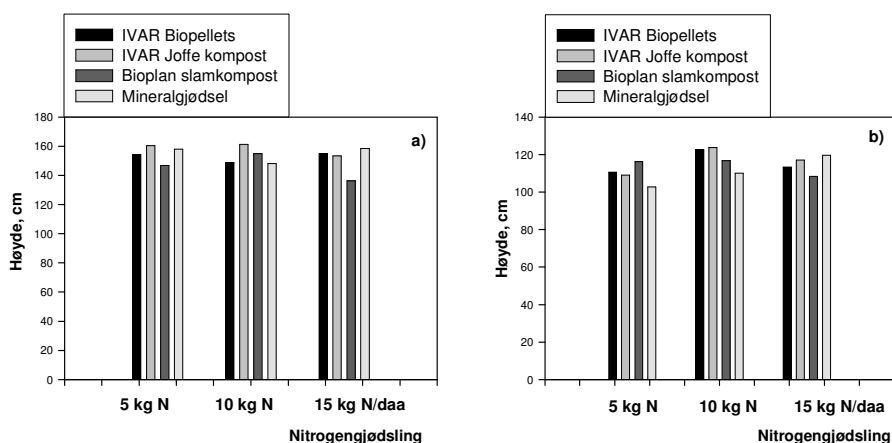
Tabell 17. Prosent overlevende planter ved ulike typer slam- og kompostprodukter fra IVAR og Bioplan.

Produkt	Bjørk	Lind	Svartsurbær	Sargenteple
Biopellets, jordinnblanding	46,1	92,4 a	97,2	96,2 a
Ivar kompost, jordinnblanding	47,6	100,0 a	100,0	100,0 a
Ivar kompost, jorddekkning	19,3	52,7 b	36,0	83,3 b
Bioplan kompost, jordinnblanding	61,4	97,9 a	100,0	100,0 a
Bioplan kompost, jorddekkning	77,3	100,0 a	88,7	100,0 a
Mineralgjødssel	77,7	96,2 a	100,0	100,0 a

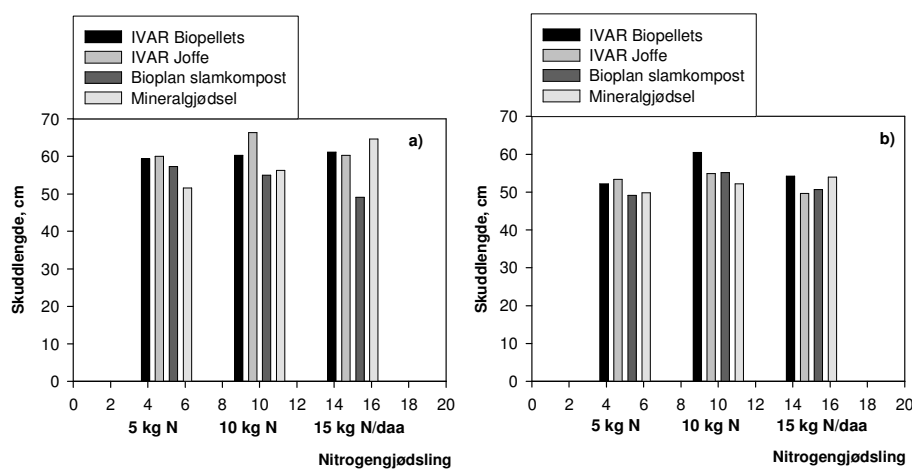
Verdier fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

1.5.4 Tilvekst hos busker og trær i nytt felt (Særheim)

Ingen planter gikk ut første sesongen ved etableringen av det nye forsøksfeltet på Særheim. Tykkelsen på jorddekket var imidlertid redusert til 6 cm i dette forsøket. Tilveksten i bjørk og lind den første sesongen varierte ikke med typen produkt tilført jorda, men for svartsurbær var det redusert tilvekst (ca 20 %) i ruter med jorddekkning med Joffe-kompost i forhold til i ruter med best tilvekst (Biopellets og Joffe ved jordinnblanding). Figur 8 og 9 viser data for tilveksten.



Figur 8. Høyde hos lind (a) og svartsurbær (b) etter to år i jord med gjødsling med Biopellets, Joffe kompost, Slamkompost fra Bioplan og mineralgjødssel.



Figur 9. Lengde årsskuddet i 2004 hos lind (a) og svartsurbær (b) etter to år i jord med gjødsling med Biopellets, Joffe kompost, Slamkompost fra Bioplan og mineralgjødssel.

1.5.5 Konklusjon og tilråding

Forsøkene på Stokka og Særheim viser at bruken av slam og kompost virker positivt på etablering og tilvekst av grøntanleggsplanter, dersom mengde og kvaliteter på produktene er godt tilpasset bruken. Også i dette forsøket synes mengder tilsvarende 10 kg N per daa å være nok til busker og trær, og en finner en viss langtidsvirkning av plantenæringen i produktene. Gras har gitt stor meravling ved innblanding av slam og kompost i jorda. Virkningen på graset er langt større enn det observert hos busker og trær. Dette kommer sannsynligvis av at graset raskt danner et tett plantebestand og et rotsystem som utnytter jordvolumet godt. Det er imidlertid stort potensial for å bedre kvaliteten i komposttypene prøvd i dette forsøket. En mer stabil og moden kompost vil sannsynligvis virke langt mer positiv på grøntanleggsplantene. Ved å tilføre kompost over flere år, vil en kunne bruke et jorddekke til å hemme ugrasvekst i ulike typer av grøntanlegg.

1.6 Værnes

Produktene som blir prøvd ut i feltet på Værnes er slam fra Trondheim bydrift og kompost fra Innherred renovasjon (Tabell 18), i sammenlikning med tilsvarende mengder nitrogen fra mineralgjødning. Ingen av slamtypene var kalkrike, og innholdet av total N var 1,2-1,6 %. Slammet fra Trondheim hadde mye større innhold av mineralsk N enn Innherred slamkompost. Feltene ble lagt på dyrka jord, på elveavsetninger av sand. Arealet er elveslette med enkelte grunne søkk. Jorda var pløyd og harvet før etablering. Effektiv rottdybde ble bedømt til ca 50 cm.

Tabell 18. Kjemiske analyser av slamtypene som ble nyttet på feltene på Værnes

Parameter	Enhet	Trondheim Slam	Innherred slamkompost
PH		6,9	7,1
Tørrstoff	%	86,5	44,5
Glødetap	g/100 g TS	33,2	55,5
Kjeldahl-N	g/100 g TS	1,21	1,59
Ammonium-N	mg/100 g TS	172	24,0
Nitrat+nitritt-N	mg/100 g TS	3,7	37,3
Fosfor	g/100 g TS	1,50	0,787
Kalium	g/100 g TS	0,16	0,18
Kalsium	g/100 g TS	1,3	1,4
Magnesium	g/100 g TS	0,63	0,40

1.6.1 Ugras i forsøksrutene

Det ble ikke observert sikre forskjeller i ugrasdekke mellom behandlingene, bortsett fra for meldestokk (*Chenopodium album*), som det var mer av der produktet fra Innherred renovasjon var blandet inn i jorda. Komposten har enten favorisert dette ugraset, eller det har vært en del frø av meldestokk i komposten. Det skal imidlertid ikke forekomme ugrasplanter eller ugrasfrø i slam og kompostprodukter. Det var ikke utslag for mengde produkt tilført på verken total mengde ugras eller på fordelingen av de undersøkte artene. Det var store forskjeller i tidsforbruket til ugrasreinholdet i de forskjellige behandlingene. Det ble brukt mest tid på å holde reint for ugras i ruter med jorddekking med kompost fra Innherred renovasjon. Dette tyder på at komposten er næringsrik og gir gode forhold for etablering av frøgras.

1.6.2 Grasavling

Grasfeltene ble gjødslet med kalksalpeter 2. og 3. vekstsesong, med mengder tilsvarende 4 kg N per daa.

Tabell 19. Grasavling uttrykt som relative tall, der avlingen ved bruk av mineralgjødsel er satt til 100.

Produkt	2002	2003	2004
Mineralgjødsel	100 b	100 a	100 b
Trondheim bydrift	147 a	70 b	133 a
Innherred renovasjon	62 c	60 c	150 a

Verdier fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

Resultatene (tabell 19) viser at det er store forskjeller mellom produktene, i det slam fra Trondheim bydrift var gunstig for veksten i plenen første året, i motsetning til produktet fra Innherred renovasjon som ga mindre avling enn mineralgjødsel første året. De høyeste mengdene slam fra Innherred renovasjon ga også dårlig spiring. Dette kan tyde på at slammet enten inneholder spirehemmende stoffer, at det er lite modent, eller saltkonsentrasjonen har blitt så høy at spiringen blir hemmet. Det siste er imidlertid lite sannsynlig siden innholdet av salter ikke var spesielt høyt i slam fra Innherred renovasjon. Siden særlig slamkomposten fra Innherred renovasjon ga stor avling siste året, kan det tyde på at mineraliseringen etter hvert har gitt god forsyning med plantenæring tredje vekstsesongen. Slam fra Trondheim bydrift har gitt god vekst i graset, særlig første og siste sesongen, med en mindre effekt andre sesongen. Slam fra Trondheim bydrift hadde et høyt innhold av lettløselig nitrogen ved starten, og dette har gitt stor avling første året. Det gode resultatet fra de to organiske tilsetningsstoffene skyldes sannsynligvis både en gradvis mineralisering av plantenæring og en gunstig virkning som jordforbedringsmiddel.

Innen de forskjellige produktene ble det første året funnet avtakende avling med økende mengde slamkompost fra Innherred renovasjon, mens det var økende avling med økende mengde slam fra Trondheim bydrift. Siste året var dette imidlertid motsatt, med sikkert utslag for økende mengde slamkompost fra Innherred renovasjon. Spire- og veksthemming har gitt reduserte avlinger det første året, mens mineralisering har gitt gunstigere resultater siste året. Dette viser at det sannsynligvis er potensial for en forbedring av produktene. En mer moden kompost vil sannsynligvis gi langt bedre resultater enn det vi har målt i dette forsøket.

1.6.3 Overlevelse i busker og trær

Det var god overlevelse i alle typene av slam og slamkompost og for alle mengdene som ble prøvd. Senere var det heller ikke utgang i planter.

1.6.4 Tilvekst hos busker og trær

Det ble ikke påvist forskjeller i tilvekst hos busker og trær, avhengig av tilførselsmåte, det vil si om kompost ble tilført som jorddekke eller jordinnblanding. En positiv virkning av jorddekking med kompost, vil kunne være den ugrashemmende effekten. Siden en holdt feltene reine for ugras, ble ikke den virkningen testet ut i fullt monn. Imidlertid så en at virkningen av jorddekking mot ugras først og fremst gir god effekt første året. Andre året spirer ugrasfrø på komposten, som begynner å bli godt omsatt. Skal en holde grøntanlegg reine for ugras ved å tilføre et dekke av kompost, må en for

det første bruke kompost som er fri for ugrasfrø, for det andre må en tilføre ny kompost årlig. En må finne fram til den rette tykkelsen på jorddekket, ut fra kompostens egenskaper.

Gjødsling med mineralgjødning og tilførsel av slam og slamkompost ga ikke forskjellig plantevekst i busker og trær første året. Det var små forskjeller også den neste vekstsesongen (-03), men bjørk hadde mindre høydetilvekst (7 – 15 %) og diametervekst (20 %) der produktet fra Trondheim bydrift og Innherred renovasjon ble blandet inn i jorda. Denne forskjellen holdt seg også til etter siste vekstsesongen (tabell 20). Buskene av sargenteple og svartsurbær var 5-10 % større ved bruk av slam fra Innherred renovasjon enn ved bruk av slam fra Trondheim bydrift. Sikre forskjeller ble imidlertid ikke påvist for verken lind eller sargenteple. For disse artene var tilveksten minst like god ved bruk av slamkompost fra Innherred renovasjon som ved bruk av mineralgjødning.

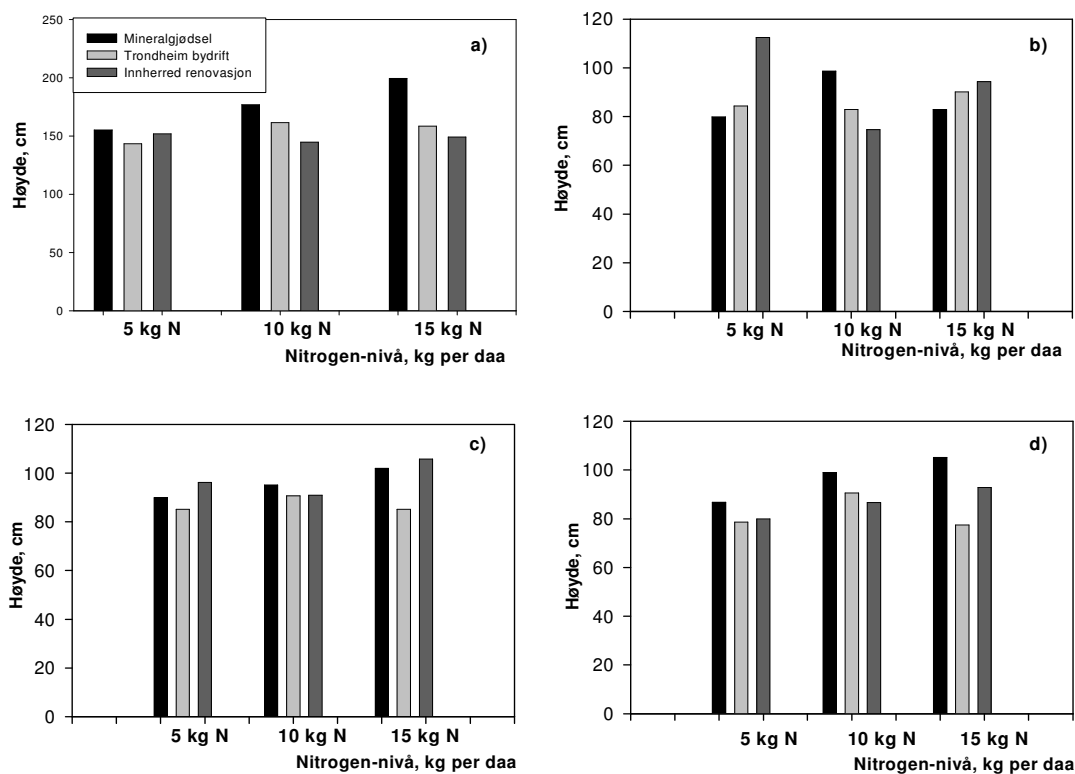
Når det gjelder mengder tilført, ble det observert sikre utslag bare for mineralgjødning, men det var en tendens til økt høyde og diameter med økt mengde produkt innblandet i jorda også for de andre produktene basert på slam. Slamkompost fra Innherred renovasjon har stort sett gitt minst like stor tilvekst som mineralgjødning (figur 10).

Tabell 20. Høyde (H, cm), diameter (D, mm) hos bjørk og lind og høyde og buskbredde (B, cm) sargenteple og svartsurbær. Plantene har vokset tre sesonger i jord med ulike typer slam og kompost. Produktene er fra Innherred renovasjon, Trondheim bydrift og mineralgjødning. Resultatene viser data fra siste vekstsesongen (2004).

	Bjørk		Lind		Sargenteple		Svartsurbær	
	H	D	H	D	H	B	H	B
Mineralgjødning	174,4a	23,7a	87,2a	20,9a	95,6a	78,9a	97,0a	90,6a
Trondheim bydrift	154,3b	17,8b	85,7a	20,5a	86,9b	74,4a	82,2b	77,5b
Innherred ren	148,5b	17,7b	94,0a	21,2a	97,6a	76,3a	86,4b	86,6ab

Verdier fulgt av forskjellige bokstaver er forskjellige ($p = 0,05$)

Det var ingen forskjeller mellom busker og trær ved ulike behandlinger første vekstsesongen (2002), mens det andre sesongen stort sett var samme tilvekst på leddene med organisk avfall som der mineralgjødning var brukt som forsøksbehandling første året. Variasjonen en har funnet har gått i begge retninger, der mineralgjødning var best i noen tilfeller, mens de organiske avfallstypene var best i andre tilfeller.



Figur 10. Høyde hos bjørk (a), lind (b), sargentepile (c) og svartsurbær (d) etter tre år i jord med gjødsling med mineralgjødsel, slam fra Trondheim bydrift eller slamkompost fra Innherred renovasjon.

Det var relativt små utslag for nitrogen for alle typene tilsetning av gjødsel eller slam og kompost. Resultatene varierer både med art og med produktet som er prøvd. Det kan tyde på at nitrogen ikke har vært viktig som begrensende faktor i dette forsøket. Selv om utslaga ikke er store, konkluderer vi med at plantene ikke utnytter godt næringen i slam og kompost utover det en finner i mengder tilsvarende 10 kg nitrogen per daa i etableringsåret.

1.6.5 Evaluert kvalitet i anlegget etter tre vekstsesonger

Kvaliteten ble vurdert til å være middels til god ved bruk av slamkompost fra Innherred renovasjon, mens slam fra Trondheim bydrift ga lavest kvalitet, tilsvarende middels til lav kvalitet.

1.6.6 Konklusjoner og tilrådninger

Resultatene tyder på at det er potensial for å forbedre kvaliteten på slam og kompost brukt på Værnes. Mens komposten fra Innherred renovasjon var lett å håndtere og blande inn i jorda, var produktet fra Trondheim bydrift vanskeligere å blande inn i jorda, siden det klumpet seg. Komposten (Innherred) var fri for lukt, mens slam fra Trondheim bydrift luktet relativt sterkt. Luktproblematikken er sannsynligvis mindre viktig for omgivelsene, siden slammet skal moldes ned. Lukt og brukervennlighet er imidlertid viktig i markedsføring og for arbeidsmiljøet for de som skal arbeide med

produktet. Komposten fra Innherred renovasjon kunne sannsynligvis hatt godt av å lagres lengre, slik at spire- og veksthemming hadde forsvunnet før bruk i grøntanlegg.

Busker og trær har ikke utnyttet større mengde slam og kompost utover mengder tilsvarende 10 kg N per daa. Vi foreslår derfor at det ikke brukes større mengder enn dette i etableringsfasen for trær. Gras har imidlertid utnyttet større mengder næring enn det busker og trær har gjort. En bør vurdere mengdene en tilfører ut fra hvor stor tilvekst en ønsker i anlegget og ut fra faren for utvasking av næringsstoffer. Mens det for gras kun er aktuelt å tilføre slam og kompost ved etablering av graset, kan en i plantinger av busker og trær tilføre kompost også på et seinere tidspunkt. Det kan være en fordel, siden buskene og trærne bedre kan utnytte tilført plantenæringen, etter at de har utviklet et godt rotnett.

Litteratur

- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2001a. Fra flyplass til grønne parker. Håndbok for massehåndtering på Fornebu. Jordforsk rapport 57/01. 16 s.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2001b. Utpøving av Franzefoss vekstjord. Resultater fra vekstforsøk med raigras og grøntanleggsplanter. Jordforsk rapport 108/01.
- Haraldsen, T.K. & Sveistrup, T.E. 2005. Slam og kompost til grøntanlegg. Jordundersøkelser og karakterisering av avfallstyper brukt til forsøk. Jordforsk rapport 12/05.
- Haraldsen, T.K., Grønlund, A., Pedersen, P.A., Nordal, O. & Westby, T. 2000. Construction of soils for green areas at the former airport Fornebu, Oslo, Norway. First International Conference of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas, Proceedings, Vol. II. Application of Soil Information, University of Essen, Germany, July 12-18, 2000, pp. 523-528.
- Krogstad, T, TA Sogn, A Sæbø & Å Asdal 2004. Resirkulering av fosfor i slam. Grønn kunnskap vol 8, nr 7, 38 pp.
- Ugland, T., E. Ekeberg og T. Krogstad. 1998. Bruk av avløpsslam i jordbruket. Planteforsk. Grønn Forskning 04/98, 13 s.