

BRUKERVEILEDNING FOR KOMPOST OG SLAM I GRØNTANLEGG



Tanaquil
Enzensberger



Statens vegvesen

Faglig utviklingscenter
for grøntanleggssektoren





Ferskt, avvannet avløpsslam inneholder mye ammonium og kan avgi lukt. Det bør derfor lagres i ranker før bruk.

Foto: Jordforsk



Blanding av dyrkingsmedier i mobilt jordblandeverk.

Foto: Steinar Nybruket, Norvar



Slam i jordblanding til et parkanlegg i Trondheim har gitt god etablering.

Foto: Steinar Nybruket, Norvar



Innblanding av slam kan bidra til god jordstruktur og rotutvikling i topplaget.

Foto: Trond Knapp Haraldsen, Jordforsk

Forord

Denne brukerveiledningen om kompost og slam i grøntanlegg er en milepæl for FAGUS ved å være en link mellom forskning og praksis.

FAGUS – Faglig utviklingssenter for grøntanleggssektoren – ble stiftet 5. november 2003 av fem sentrale organisasjoner innen den grønne bransjen i Norge: Norske Anleggsgartnere, Norske Landskapsarkitekters forening, Norsk Gartnerforbund, Landslag for park-, idretts- og friluftsanlegg og Norsk trepleieforum. De viktigste oppgavene til FAGUS er å framskaffe og formidle kunnskap og synliggjøre betydningen av grønne områder for helse, trivsel og miljø.

Bakgrunnen for brukerveiledningen er en serie med fagdager om anleggsjord og jordforbedringsmidler med resirkulert organisk materiale. Fagdagene, som ble arrangert høsten 2003 av FAGUS i samarbeid med ORIO, Planteforsk, Statens vegvesen, Statens landbrukstilsyn og Statsbygg, fikk god oppslutning og avdekket et stort behov for praktisk informasjon om bruk av kompost og slam i grøntanlegg.

Brukerveiledningen gir informasjon fra forskningsresultater og erfaringer. Brukerveiledningen skal være et verktøy for alle som forvalter, planlegger, etablerer og skjøtter grøntanlegg og gi bidrag til arbeidet for vakre og miljøriktige parker og anlegg. I tillegg til denne brukerveiledningen er det laget en brosjyre som omhandler de mest sentrale punktene ved bruk av kompost og slam.

Brukerveiledningen har sin hovedfinansiering fra ORIO-programmet "Organiske restprodukter - ressurser i omløp", som er initiert og finansiert av Miljøverndepartementet og Landbruks- og Matdepartementet. Programmets mål er å bidra til bærekraftig utnyttelse av ressursene i våtorganisk avfall og slam og samtidig ivareta miljø og helse for mennesker, dyr og planter. Brukerveiledningen har delfinansiering fra Statens vegvesen region øst, samt egeninnsats fra Jordforsk og FAGUS.

Tormod Briseid, programleder for ORIO, har vært en meget god støttespiller i prosjektet.

Fagstoffet i brukerveiledningen er utarbeidet av Trond Knapp Haraldsen og Arne Grønland, Jordforsk, Arne Sæbø, Planteforsk Særheim forskningssenter, Per Anker Pedersen, Institutt for plante- og miljøvitenskap ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) og Tanaquil Enzensberger, vegetasjonsrådgiver.

Flere brukere har bidratt med sine erfaringer med bruk av kompost i grøntanlegg. En spesiell takk til anleggsgartnermester Svein Dalen, Park og landskapspleie i ISS Vaktmester Kompaniet AS, som har vel ti års erfaring med bruk av kompost.

Takk for verdifulle faglige kommentarer til Kjell Terje Nedland (Aquateam), Tor-Jørgen Aandahl (Land og Vann T-J Aandahl), Line Diana Blytt og Magnar Katla (Mattilsynet) og Torleiv Næss Ugland (Norsk Jordforbedring as).

Tanaquil Enzensberger har stått for redigering og popularisering i samarbeid med Jorun Hovind.

Prosjektleder for brukerveiledningen har vært Jorun Hovind.

juni 2005

Sigurd Lerum Boasson
styremedlem FAGUS

Ingjerd Bratterud
styreleder FAGUS

Innhold

■ SLAM OG KOMPOST – RESSURS ELLER AVFALL?	5
Hva er slam og kompost?	5
Gode effekter	5
Farlig?	5
■ TRENGER DITT ANLEGG SLAM ELLER KOMPOST?	6
Undersøkelse av jordforholdene	6
<i>Kjemisk jordanalyse</i>	7
Vurdering av analyseresultater	7
<i>Nitrogen</i>	8
<i>Organisk innhold</i>	8
<i>Jordtype</i>	8
■ FORMELT GRUNNLAG FOR BRUK AV SLAM OG KOMPOST	10
Forskrift om organiske gjødselvarer og NS 2890	10
Forvaltning	10
Krav til hygiene og fremmedlegemer	10
Kvalitetsklasser angir bruksområder og mengder	10
Kvalitetskrav for jordblandinger	12
Krav til registrering	12
Deklarasjon i henhold til NS 2890	12
<i>Generelle deklarasjonskrav</i>	12
<i>Deklarasjonskrav for slam og kompost</i>	12
<i>Deklarasjonskrav til anleggsjord (jordblanding)</i>	13
■ ULIKE SLAM- OG KOMPOSTTYPER	14
Kompost	14
<i>Hage/parkavfallskompost</i>	14
<i>Matavfallskompost</i>	15
Avløpsslam	15
<i>Slamkompost</i>	17
Blandingsprodukter	17
■ HVOR STORE MENGDER SKAL VI BRUKE?	18
Forskriftens begrensninger	18
Tilføring av organisk materiale	18
Tilføring av næring	19
<i>Fosfor</i>	19
<i>C/N-forhold</i>	20
<i>Nitrogen</i>	20
<i>Se opp for høye saltnivå</i>	22
Kalkvirkning og pH	23
■ BESTILLING OG INNKJØP	24
Dokumentasjon utover forskriftens krav	24
Vurdering av lukt, konsistens og farge	24
■ PRAKTISK BRUK	25
Hva kan gå galt? De vanligste feil ved bruk av slam og kompost	25
Oppbygging av jordsmonn	26
Innblanding i jord på bruksstedet	26
Jordblandinger	27
Utlekking av jord	27
Dekker	28
Lagring og depot	29
■ SKJØTSEL	30
Vurdering av trivsel og vekst	30
Næringstilgang og gjødselbehov	30
Fornyning av dekker	31
■ ANBEFALINGER FOR VIDERE ARBEID	32
■ HENVISNINGER	33
Kilder til denne rapporten	33
Annen nyttig litteratur	33
Nyttige nettsteder	33
■ SJEKKLISTE FOR PLANLEGGEREN	34
■ SJEKKLISTE FOR MOTTAK AV SLAM ELLER KOMPOST	35

Slam og kompost – ressurs eller avfall?

Det produseres årlig store mengder av avvannet avløpsslam og kompost i Norge. Krav om rensing av avløpsvann og forbud mot deponering av organisk avfall gjør at det er blitt viktig å resirkulere avfallsmaterialene på en fornuftig måte.

Organisk materiale er viktig for å oppnå gode grøntanlegg. Før produserte gartneren sin egen kompost for å få liv i jorda. Nå går det med mye bark til jorddekke og torv til innblanding i mineraljord. Men torv er en begrenset ressurs og torvmyra er et viktig lager av organisk karbon. Bruk av slam og kompost i stedet for torv vil både føre til redusert utslipp av CO₂ og mindre naturinngrep. Årlig bruk av torv i vekstmedier er i størrelsesorden 250 000 m³ og tilsvarer om lag 100 000 tonn CO₂ eller utslippet fra ca 25 000 personbiler. I europeisk sammenheng er intakt torvmyr en truet naturtype.

Ved å bruke slam og kompost kan derfor grøntanleggsbransjen bidra til å løse samfunnets avfallsproblemer og samtidig ta vare på miljøet.

Hva er slam og kompost?

Kompostering er nedbrytning av organisk materiale under tilgang på oksygen. Kompostert materiale av god kvalitet ligner mye på naturlig mold.

Avløpsslam er partikler som skilles fra avløpsvann. Før vi kan bruke slamprodukter må de være etterbehandlet på flere vis. Slam kan også leveres i kompostert form.

Egenskapene til både slamprodukter og kompost (struktur, næringsinnhold, næringsfrigjøring, innhold av tungmetaller og andre stoffer) varierer etter utgangsmaterialene og hvordan disse er blitt behandlet. Når vi skal bruke disse materialene må vi vite hvilke krav vi skal stille med hensyn på behandlingen.

Gode effekter

Det finnes en rekke typer av slam og kompost å få tak i. Denne brukerveiledningen omtaler særlig de typene som produseres i større mengder.

Slam og kompost inneholder næringsstoffer som plantene kan utnytte. I grøntanlegg er det ofte knapphet på organisk materiale. Organisk materiale stimulerer et sunt mikroliv i jorda. Dermed får vi god jordstruktur og gode forhold for plantevekst. Slam leveres i mange tilfeller uten vederlag. Brukt med vett vil dette derfor ikke bare være en faglig forsvarlig metode, men også bedriftsøkonomisk lønnsomt.

Farlig?

Godt gjennomført kompostering og etterbehandling av slam gjør at vi kan føle oss trygge på at slam eller kompost ikke inneholder sykdomsfremkallende bakterier. Avløps-, slambehandlings- og komposteringsanlegg er gjennom forskrift om organiske gjødselvarer bundet til å overholde sikkerheten på dette området. Det gjelder også innhold av miljøgifter. For den som skal bruke slam eller kompost i grøntanlegg er det viktig å kjenne og overholde forskriftens bestemmelser.

Forskriften setter klare grenser for hvor mye slam eller kompost det er lov å bruke. Forskriften er utarbeidet med tanke på innhold av tungmetaller og ikke med tanke på næringsinnhold. Den kanskje største feilen vi kan gjøre er derfor å bruke for store mengder. Da kan nitrogen, fosfor og andre plantenæringsstoffer gi skade på plantene og komme på avveie i miljøet.

Trenger ditt anlegg slam eller kompost?

Naturlige jordsmonn har alltid et toppsjikt med mye organisk materiale. Toppsjiktet kan være tynt eller tykt, klart eller utydelig avgrenset nedover mot undergrunnen. I topplaget blir råtnende plantemateriale som legger seg på bakken dratt ned i jorda, blandet med mineralske stoffer og omsatt til ulike humusformer: mold, råhumus og torv.

Mold er dannet ved at mikroorganismer og jordfauna har finfordelt det organiske materialet og blandet det med mineralmateriale. Naturlig mold består derfor i stor grad av ekskrementer av ulike jorddyr (meitemark, spretthaler, midd, insektlarver). Det er disse ekskrementene som gir moldjord god grynstruktur. I naturen finnes mold oftest i lauvskog på finkornige jordarter.

Råhumus er svært vanlig i barskog. Råhumus er mindre nedbrutt enn mold og ligger som et tydelig sjikt over mineraljorda. I råhumus spiller ulike sopper en viktigere rolle enn jordfaunaen i nedbrytningen.

Torv dannes ved delvis nedbrytning av moser og andre våtmarksplanter uten oksygentilgang (anaerobe forhold). Både råhumus og torv er sure humustyper med lite innhold av næringsstoffer. De vil bli videre nedbrutt hvis miljøforholdene ligger til rette for det.

Matjord er en folkelig betegnelse på dyrket jord med høyt moldinnhold. Et matjordlag er blitt til gjennom langvarig jordarbeiding, gjødsling og kalking, og ved at meitemark og andre jordorganismer har omsatt råtnende planterester til humus og næringsstoffer som plantene kan utnytte.

Nedbrytning av organisk materiale frigjør næring og gir livsmiljø for planter, dyr og andre organismer. Det inngår i en samvirkning mellom biologiske, kjemiske og fysiske prosesser. Meitemarken spiser råtnende planterester og lager et nettverk av ganger hvor det legges ekskrementer med en blanding av organisk materiale og mineral Korn. Ekskrementene er viktige for grynstrukturen i jorda og inneholder mye tilgjengelig plantenæring.

Positive effekter av organisk materiale i jord:

- Bedret evne til å lagre og lede vann
- God struktur og stabilitet
- Bufferevne mot plutselige endringer i jordmiljøet
- Øker jordas evne til å lagre næringsstoffer
- Gir et rikt biologisk mangfold (bakterier, sopper, ulike smådyr), som bidrar til sunnere planter
- Gir næringsfrigjøring ved nedbrytning
- Minsker faren for erosjon

I mineraljord vil organisk materiale i topplaget være hovedkilden for nitrogen og fosfor, som det finnes lite av i dypere jordlag. Det organiske materialet gir porøs jord med god luftutveksling og gunstige forhold for rotvekst. Innholdet av organisk materiale i mineralsk undergrunnsjord bør være lite.

Undersøkelse av jordforholdene

Jordforholdene er det første en må skaffe seg kunnskap om når en skal etablere grøntanlegg. Ved veianlegg og andre større utbyggingsprosjekter blir det ofte gjennomført geotekniske undersøkelser. Det benyttes boreprøver kombinert med kornfordelingsanalyser. I en del tilfeller foreligger også kvartærgeologiske kart som forteller hva slags løsmasser som finnes i området. Slike undersøkelser skiller godt mellom sand, siltrike masser, leire, hardpakket morene og torv. Ved anlegg som går gjennom dyrka arealer kan jordsmonnkart utarbeidet av Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) være til nytte.

Spadeprøve

Når en tar ut jordprøver bør en bruke spade og undersøke jordfysiske forhold. Ved gravingen bør en registrere:

- om jorda virker kompakt eller har god struktur og smuldrer lett
- om den inneholder mye stein og grus
- fuktighetsforholdene (vurder om jorda er tørrere eller våtere enn forventet i forhold til nedbørsforholdene de siste ukene, og om det er partier der vannet samler seg/dreneringsbehov)
- dybde til fjell eller tette jordlag (for eksempel undergrunnsleire)

Jordprøve for analyser

Ta ut delprøver med plantespade fra de øverste 20 cm av stedegen jord eller av løsmasser på depot. Flere delprøver blandes sammen i en bølge. Ta ut en prøve på om lag 1 liter, som sendes til et anerkjent laboratorium. Hvis jorda er svært uensartet, bør det tas ut flere separate prøver av hver jordtype. Antall prøver som tas ut må vurderes i forhold til hvordan massene skal anvendes i anleggsfasen. Hvor mange delprøver en samleprøve bør består av avhenger av hvor stor jordvariasjon det er og hvor stor hver delprøve er. Et passende forhold er 5 liter jord der det tas ut 1 liter samleprøve som sendes til laboratoriet.

AL-løselig er betegnelsen på den vanligste metoden (løsning i ammoniumlaktat og eddiksyre) som brukes for å analysere innhold av plantenæringsstoffer. Mange næringsstoffer kan være så hardt bundet i jorda at de ikke er plantetilgjengelige. AL-metoden skal angi hvor mye plantene kan få tak i, og ikke totalinnhold av et næringsstoff.

Kjeldahl-N og total-N er metoder som viser hvor mye nitrogen (både organisk bundet nitrogen og nitrogen i ammonium og nitrat) det er i jorda. Det er viktig å merke seg at det kan være svært store nitrogenreserver i organisk materiale som ikke er plantetilgjengelige.

Analyse av organisk innhold

Glødetapsmetoden er den rimeligste og mest vanlige metoden. Her måles vekttapet ved gløding ved 550 °C. Da tapes organisk materiale, karbon i karbonater og vann som er bundet til leirpartiklene. Glødetapsanalysen brukes for bestemmelse av organisk innhold i henhold til NS 2890. Laboratoriet regner om glødetapet til organisk innhold ved å korrigere for leirinnhold. Korrigeringen gir av og til feilaktige verdier når det er lite organisk materiale i jorda.

TOC-metoden gir korrekt bestemmelse av organisk karbon (C). Derfor anbefales denne framfor glødetapsmetoden på jord med lavt moldinnhold, selv om den er dyrere. Når en har bestemt TOC og Kjeldahl-N (total-N), kan en regne ut C/N-forholdet.

Den opprinnelige vegetasjonen eller vegetasjonen som etablerer seg i anleggsmassene kan gi god informasjon om jordkvaliteten. Det bør likevel tas jordprøver for å få tak i mest mulig informasjon. En kombinasjon av vurderinger og analyser som utføres på et jordlaboratorium gir grunnlag for vurdering av massenes håndterbarhet, eventuell komprimering og behov for jordforbedringstiltak.

Hos mineraljord avhenger bruksegenskapene av fraksjonsstørrelser og mineraltype og av type og mengde organisk materiale.

I mange tilfeller har anleggsområdet vært kjørt over av tunge anleggsmaskiner. Det er viktig å klarlegge om det er pakkingskader i jorda.

Kjemisk jordanalyse

Kjemiske jordanalyser utføres på et anerkjent jordanalyselaboratorium som har etablerte kvalitetsrutiner. Det vil i de fleste tilfeller være aktuelt å rekvirere de analysene som er obligatoriske for anleggsgjord i henhold til Norsk Standard 2890:

- pH
- organisk innhold
- total-N (Kjeldahl-N)
- elektrisk ledningsevne
- AL-løselig P, K, Mg, Ca og Na
- kornfordeling

I tillegg kan en be om analyser av mineralsk nitrogen:

- ammonium-N
- nitrat-N

Vurdering av analyseresultater

Innholdet av de fleste plantenæringsstoffer kan lett vurderes ved hjelp av tabellen over næringsklasser. I mange tilfeller følger den med analysebeviset fra laboratoriet.

Næringsstoff	Klasser: innhold i mg per 100 g			
	1	2	3	4
	lite	middels	stort	meget stort
P- AL	0-2	3-6	7-15	>15
K- AL	0-6	7-15	16-30	>30
Mg- AL	<2,5	2,5-4,5	4,5-9,5	>9,5
Ca- AL	<80	81-130	131-210	>210
Na- AL	Skadeterskel: >50			

Ved nivåer rundt klasse 3 og 4 (stort til meget stort innhold av næringsstoffer) er det ingen grunn til ytterligere tilførsel av fosfor, kalium, magnesium eller kalsium. Unntak fra dette er meget næringskrevende planter, for eksempel roser, enkelte sommerblomster eller slitasjeutsatte grasarealer som klippes ofte. Disse kan ha behov for tilførsel av noe fosfor og kalium når innholdet tilsvarer klasse 3. For busker og trær er klasse 2 ofte tilstrekkelig for normal vekst. Det kan imidlertid forekomme nitrogenmangel selv om nivået av de andre næringsstoffene er akseptabelt.

Det er imidlertid viktig å være klar over at inndelingen av næringsklasser er laget for bruk i jordbruket. Næringsklassene omfatter ikke nitrogen. De fleste grøntanleggsplanter er ikke tilpasset svært næringsrik jord, og trives ikke med veldig høye konsentrasjoner av plantenæringsstoffer. Det er risiko for ubalanse i opptak av næringsstoffer når det for eksempel er stort innhold av kalium (klasse 4) og lavt til moderat innhold av magnesium. Det er også kjent at kombinasjonen av høy pH og stort fosforinnhold i jorda kan føre til mangel av sink.

Nitrogen

Innholdet av mineralsk nitrogen i jord endres raskt. Nitrogen i form av ammonium og nitrat (mineralsk nitrogen) tas hele tiden opp av planter og andre organismer. Samtidig frigjøres nitrogen stadig fra organisk materiale. Frigjort nitrogen som ikke blir tatt opp av planter eller jordorganismer blir vasket ut av jorda som nitrat. Derfor gir analyser av mineralsk nitrogen i jord et øyeblikksbilde av tilstanden ved prøveuttak, mens situasjonen en måned senere kan være helt annerledes.

Analyseresultatene kan altså fortelle lite om hvor mye nitrogen som er tilgjengelig for plantene. En visuell vurdering av vegetasjon og jordtype er derfor ofte den sikreste måten for å vurdere nitrogen-tilstanden. Jord som er rik på godt omdannet organisk materiale inneholder som regel mer nitrogen enn humusfattig jord. Undersøk hva som vokser på stedet før inngrep eller i løsmassene på depot. Er det mye nitrogenkjære ugras (brennesle, høymole), tyder det på god nitrogentilgang. Er vegetasjonen småvokst og bleik tyder det på mangel.

Organisk innhold

På et standard analysebevis er informasjon om organisk materiale gitt ved at jorda er satt i en bestemt moldklasse. Inndelingen av moldklasser er angitt i NS 2890.

Betegnelse på moldklasse	Organisk innhold (vekt)
Moldfattig	0-3 %
Moldholdig	3-6 %
Moldrik	6-12 %
Svært moldrik	12-20 %
Mineralblandet mold	20-40 %
Organisk jord	>40 %

Moldklassen gir god hjelp til å vurdere om anleggsgjord bør tilføres mer organisk materiale.

En oppnår størst effekt ved tilførsel av organisk materiale når jorda i utgangspunktet er moldfattig. Jord i klasse moldholdig er passende for de fleste typer grøntanlegg. Det kan være et mål for hvor mye organisk materiale som bør blandes inn i jorda eller i jordblandingen når det er mineraljord på stedet.

I etablerte anlegg med moldfattig jord kan en også bruke kompost som jorddekke. Jordorganismene vil da selv blande organisk materiale med mineraljorda. Etter få år vil jorda ha skiftet moldklasse.

I moldrik eller organisk jord vil det ikke være så stor virkning av det organiske materialet fra slam eller kompost. Likevel kan tilføring av plantenæring og heving av pH gi stor jordforbedrende effekt på slik jord.

Jordtype

En standard analysepakke vil også gi en vurdering av hva slags jordtype vi har med å gjøre.

Dersom det bare er mineralske undergrunnsmasser på stedet, vil det ofte være nødvendig å skaffe til veie egnede masser til topplag og eventuelt også gjøre tiltak for å forbedre forholdene i underliggende lag.



Hardpakket siltig mellomleire er vanskelig å løsne og er dårlig undergrunnsjord for etablering av grøntanlegg. Foto: Trond Knapp Haraldsen, Jordforsk

En viss mengde leirpartikler er ofte en naturlig og nyttig bestanddel av jorda. Når andelen leir blir over ca 30 % blir imidlertid jorda for tett for røttene. Det blir svært vanskelig å drenere jorda. Dette er typisk for undergrunnsleire som er lite forvitret og har dårlig utviklet struktur. Den har dårlige forhold for plantarøtter og innholdet av organisk materiale blir nærmest null. Unntaksvis kan særlige nøysomme arter gi tilfredsstillende resultater på undergrunnsleire (Pedersen 1994, Pedersen et al.1997). Planter det for eksempel gråor, er det ikke alltid nødvendig med et humusrikt topplag.

Leir: jordpartiklene er mindre enn 0,002 mm
Silt: partiklene er mellom 0,002 og 0,06 mm
Sand: partiklene er mellom 0,06 og 2 mm
Grus og stein: partiklene er større enn 2 mm

Jord med stort innhold av silt (mer enn 50 %) er svært erosjonsutsatt. I de mest ekstreme tilfellene (avhengig av helning og avrenning av overflate-

vann) kan det være vanskelig å få etablert et vegetasjonsdekke før jorda renner bort. Innblanding av organisk materiale i toppjorda er effektivt for å forhindre erosjon på siltjord.

Innblanding av slam virker både erosjonshindrende og tilfører næringsstoffer som gjør at vegetasjonen etablerer seg raskere. Kompostdekker virker også erosjonshemmende.

På moldfattig sand eller grusjord kan det, med unntak av noen få arter, være nesten umulig å få grøntanleggsplanter til å trives. Slik jord har svært liten evne til å holde på vann og plantenæringsstoffer. Grus og sandjord har derfor stor fordel av at det tilføres organisk materiale.

En viktig vurdering ved spadeprøve er om jorda er blitt komprimert. Når det foregår aktiviteter med tunge anleggsmaskiner på fuktig jord er faren for kompresjon overhengende.

Komprimert jord er ikke egnet som vekstmedium. Slik jord går ikke tilbake til normalt tilstand av seg selv og må løsnes mekanisk.

Formelt grunnlag for bruk av slam og kompost

Forskrift om organiske gjødselvarer og NS 2890

For å unngå skade ved bruk av blant annet slam og kompost, er det fastsatt Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (Landbruks- og Matdepartementet 2003). Forskriftens bestemmelser om varedeklarasjon, pakking og merking er knyttet opp til Norsk Standard 2890 om dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler (Norges Standardiseringsforbund 2003). Den som har ansvaret for bestilling og bruk av slam eller kompost bør skaffe seg standarden og forskriften.

Forvaltning

Det er Mattilsynet som forvalter forskriften, fører tilsyn og fatter vedtak gitt i medhold av del II i forskriften, mens kommunen fører tilsyn med at del III etterleveres. Del II omfatter tilvirkning og kvalitet til produktene og del III omfatter lagring og bruk.

Det kommunale tilsynet går i grøntanleggsammenheng mest på disponering av avløpsslam. Hvis man har planlagt å bruke avløpsslam, skal dette meldes senest to uker før bruk til kommunen. Kommunen har da anledning til å vurdere bruken hvis det må tas særlige hensyn. Hvis man produserer anleggsjord med organisk avfall skal man ha godkjenning fra kommunen der produksjonsanlegget ligger. Bedrifter som produserer slam eller kompost er pålagt internkontroll som følges opp av Mattilsynet.

Krav til hygiene og fremmedlegemer

Forskriften om organiske gjødselvarer angir at bruk av organiske avfallsprodukter ikke skal medføre fare for overføring av sykdomssmitte til mennesker, dyr og planter. Det er videre krav om at produktene skal være stabilisert slik at de ikke forårsaker luktulempere eller andre miljøproblemer ved lagring og bruk.

Slam og kompost skal ikke inneholde over 0,5 vektprosent fremmedlegemer (tørrvekt). Det er spesielt glassbiter som kan være en utfordring, men plast og andre fragmenter kan også være et problem i matavfallskompost.

Kvalitetsklasser angir bruksområder og mengder

Forskriften har fastsatt et rammeverk for bruk av alle typer organisk avfall ut fra ulike kvalitetskriterier.

Produsenter av kompost og avløpsslam skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å begrense eller forebygge at produktet inneholder organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk.

Et viktig anliggende hos myndighetene når forskriften ble fastsatt var å unngå at tungmetaller fra avløpsslam eller kompost skulle komme til å skade mennesker eller miljø. Derfor må alle organiske avfallsprodukter vurderes med hensyn til innhold av tungmetaller. Ut fra dette fastsettes såkalte kvalitetsklasser, som avgjør hvilke mengder og bruksområder som er tillatt.

Bestemmelsene om dette gjelder for alle produkter som kommer inn under forskriftens virkeområde. Der et produkt inngår som komponent i et annet produkt, for eksempel i en jordblanding, gjelder mengdebegrensningene for den aktuelle komponent.

Mattilsynet har etablert en forvaltningspraksis for hvor tykke jordlag av anleggsjord som kan legges ut på terreng med innhold av organisk avfall av ulik kvalitet (klasse I-III). Til grunn for denne forvaltningspraksisen er først og fremst hensynet til at jord i grøntanlegg ikke skal få for stor anriking av tungmetaller. Vår vurdering er at denne forvaltningspraksisen lett kan medføre at det tilføres langt ▶

Kvalitetsklasser	0	I	II	III
	Maksimalt tillatt innhold av tungmetaller			
	(mg/kg tørrstoff)			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5
Bly (Pb)	40	60	80	200
Kvikksølv (Hg)	0,2	0,6	3	5
Nikkel (Ni)	20	30	50	80
Sink (Zn)	150	400	800	1500
Kobber (Cu)	50	150	650	1000
Krom (Cr)	50	60	100	150

Tungmetaller i jord og planter

All jord inneholder tungmetaller i større og mindre konsentrasjoner. I by er det på grunn av industri, byggeaktivitet og biltrafikk mer tungmetaller enn i jordbruksområder. Trykkimpregnerte materialer (CCA-behandlet) har vært en viktig kilde til at tungmetallene kobber, krom og arsen er vasket ned i jordsmonnet. I andre tilfeller er høye tungmetallkonsentrasjoner knyttet til berggrunnen. Alunskifer, som blant annet er utbredt i Oslo, har høye konsentrasjoner av kadmium. I Trondheimsområdet er nikkellinnholdet i jordsmonnet høyt på grunn av geologiske forhold. Siden en begynte med rensing av avløpsvann i Norge er kravene til innhold av tungmetaller i slammet blitt stadig strengere. Samtidig er kontrollen med hva som slippes ut på ledningsnettets blitt bedre.

Noen av tungmetallene er viktige plantenæringsstoffer (kobber, sink, mangan), mens andre ikke har positive virkninger på planter, dyr eller mennesker (kvikksølv, kadmium og bly). Det er særlig disse tre tungmetallene en ønsker i lavest mulige konsentrasjoner i slam og kompost.

Tungmetallene er viet så stor oppmerksomhet i forskriften for å hindre opphopning i jordsmonnet. For at matvekster ikke skal ta opp uheldige mengder er det stilt strengere krav til tungmetallinnhold i slam og kompost for bruk i jordbruket enn på grøntarealer.

Løseligheten av tungmetallene har mye å si for hvilken betydning de får for planteveksten. Sink og mangan er lite løselige ved pH over 7, mens de er svært løselige ved pH 5,5. Med samme totalinnhold av disse stoffene i jorda kan mangel oppstå ved pH 7,5, mens det kan opptre forgiftning ved pH 5,5.

større mengder næringsstoffer enn grøntanleggsplanter har behov for. En bør være oppmerksom på at flere jordprodusenter henviser til denne forvaltningspraksisen når de angir bruksbegrensninger for anleggsgjord med slaminnblanding.

Forskriften har forskjellige regler for park og hage og for andre typer grøntarealer. Begrepet park brukes om lekearealer og områder hvor det er mye ferdsel, mens det med grøntarealer menes områder hvor det ikke dyrkes mat og ikke ferdes mye folk, som for eksempel vegskråninger. På lekearealer og

områder med mye ferdsel skal det brukes mindre mengder og ikke materialer i klasse III.

Kvalitetsklasse 0 kan nyttes på jordbruksareal, private hager, parker, grøntarealer og lignende. Tilført mengde må ikke overstige plantenes behov for næringsstoffer.

Kvalitetsklasse I kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 4 tonn tørrstoff per dekar over 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse II kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff per dekar over 10 år. Kan nyttes på grøntarealer og lignende der det ikke skal dyrkes mat eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet.

Kvalitetsklasse III kan nyttes på grøntarealer og lignende arealer der det ikke skal dyrkes mat- eller fôrvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse hvert 10. år og blandes inn i jorda på bruksstedet. Brukt til toppdekke på avfallsfyllinger skal dekkjiktet være maksimalt 15 cm.

Det er ikke lov å legge slam som et dekke direkte på jordoverflaten. Ved bruk av slam direkte på bruksstedet skal slammet blandes inn i jorda straks og senest 18 timer etter spredning.

Når det gjelder produkter som er registrert av Mattilsynet og merket som et jorddekkingsmiddel etter NS 2890, kan disse produktene brukes som toppdekke uten at de skal moldes ned. Dette gjelder ikke for avløpsslam og slamkompost, som alltid må moldes ned eller dekkes. En tolagsmetode, som går ut på at slam i klasse 0-III og/eller kompost i klasse I-III legges i inntil 5 cm lag med et jorddekkemiddel oppå (kompost klasse 0 eller jorddekkemiddel godkjent av Mattilsynet), tolkes av Mattilsynet på linje med blanding i jorda på bruksstedet.

I sin forvaltningspraksis regner Mattilsynet anlegg av grasflater i parker og hager som en engangsoperasjon (varighet 20 år). Dermed skal tilførsel av organisk avfall ved anlegg vare lenger enn forskriftens forutsetning på 10 år. En kan derfor nytte doble mengder; inntil 4 tonn tørrstoff per dekar av

Arealtype	Kvalitetsklasse	Mengdebegrensning
Jordbruk, hager og parker	0	Etter plantenes behov
	I	4 tonn TS per dekar og 10 år
	II	2 tonn TS per dekar og 10 år
Grøntarealer	0	Etter plantenes behov
	I-III	5 cm lag innblandet

produkter i klasse II og inntil 8 tonn tørrstoff per dekar av produkter i klasse I. Mange jordblandinger med kompost som markedsføres er laget ut fra denne forutsetningen.

Kvalitetskrav for jordblandinger

Forskriften angir kvalitetskrav for jordblandinger (§ 8). Produktet skal være godt egnet til dyrking av planter og må ikke ha veksthemmende effekt.

For jordblandinger gjelder at blandingen kan bestå av opptil 30 volumprosent (før blanding) slam og/eller kompost. Jorda må ikke tas fra deponi, industriområder eller lignende arealer som kan være forurenset med tungmetaller eller andre miljøgifter.

Forskriftens mengdebegrensninger er ikke etablert ut fra hva som er hensiktsmessige mengder av organisk avfall til grøntanlegg i forhold til innhold av næringsstoffer. Det er derfor fullt mulig og lovlig å omsette jordblandinger med innhold av slam eller kompost som har uhenksommessig høyt næringsinnhold i forhold til plantenes behov. Det er derfor viktig at brukerne krever framlagt dokumentasjon om innhold av næringsstoffer både i slam, kompost og i jordblandinger.

Krav til registrering

Alle jordblandinger (anleggsjord) som inneholder organisk avfall, skal registreres hos Mattilsynet (§ 11). Denne registreringen skal gjennomføres for å sikre at produktene er framstilt i henhold til forskriftens krav.

Deklarasjon i henhold til NS 2890

Norsk Standard 2890 ble innført i 2003, og de fleste metodene som er angitt i denne er i samsvar med europeiske standarder. Forskrift om organiske gjødselvarer foreskriver merking og batchkoding (produksjonsnummer) av jordforbedringsmidler og dyrkingsmedier. Brukere av anleggsjord og produkter basert på organisk avfall må etterspørre slik forskriftsmessig dokumentasjon.

Forskriften angir at jordforbedringsmidler, dyrkingsmedier og jorddekkingsmidler skal deklarerer i henhold til Norsk Standard 2890. NS 2890 angir hvilke analysemetoder som skal nyttes for jordforbedringsmidler og jordblandinger, men standarden gir ingen holdepunkter for å vurdere hva som er god og dårlig kvalitet.

For å bestemme innholdet av lett løselige næringsstoffer brukes analysemetodene som Norsk Standard 2890 angir.

Generelle deklarasjonskrav

Disse opplysningene må i følge forskriften alltid oppgis på varedeklarasjonen:

- Produkttype: kortfattet beskrivelse av produktets opprinnelse og art
- Garantert innhold (vekt eller volum)
- Navn og adresse på produsent eller importør
- Det kreves merking og batchkoding (produksjonsnummer) for alle varepartier

CAT-metoden brukes for å bestemme lett løselige næringsstoffer, både makronæringsstoffer som nitrogen (ammonium og nitrat), fosfor, kalium, magnesium, kalium, svovel og mikronæringsstoffer som kobber, sink, mangan, bor og jern. Denne metoden skal i henhold til NS 2890 nyttes for å bestemme plantetilgjengelige næringsstoffer i organiske materialer (slam, husdyrgjødsel, kompost, biomasse, bark, torv), blandet jordforbedringsmiddel og blandet dyrkingsmedium. Når det i deklarasjoner står næringsstoffer av betydning for plantevekst, fastsettes disse med denne metoden. Hvor stor andel av stoffene som løses ut ved denne metoden i forhold til totalinnholdet, varierer mellom de ulike næringsstoffene, og mellom ulike produkter (Grønlund & Selmer-Olsen 2003). Vi har foreløpig begrenset erfaring med bruk av CAT-analysen på kompost og slam.

Deklarasjonskrav for slam og kompost

For avløpsslam og kompost har leverandøren dessuten plikt til å levere disse opplysningene i varedeklarasjonen:

- produktets kvalitetsklasse (0-III) med tilhørende beskrivelse
- eventuelle bruksbegrensninger eller andre forholdsregler ved produktets bruk i forhold til hygieniserings- og stabiliseringsmetode
- tørrstoff (g/l eller kg/m³)
- organisk innhold (% av tørrstoffet)
- pH
- elektrisk konduktivitet (ledningsevne mS/m)
- næringsstoffer (løselig i kalsiumklorid/DTPA), CAT-metoden av betydning for plantevekst (mg/l)
For slam og slamkompost kan næringsstoffene oppgis på vektbasis.
- totalnitrogen (mg/l)
- totalfosfor (mg/l)
- volum (l eller m³)
- tungmetaller: ethvert produkt som inneholder avløpsslam skal angi analyseverdier for tungmetaller
- for produkter som inneholder avløpsslam skal hygieniserings- og stabiliseringsmetode angis

- for kompost skal partikkelstørrelse (sikting) oppgis
- for kompost som skal brukes i dyrkingsmedium skal densitet (kg/m³) oppgis

Spesielt for kompost som skal omsettes som jorddekkemiddel:

- innhold av finstoff mindre enn 10 mm skal deklarereres
- det er ikke krav om å oppgi tørrstoffinnhold eller ledningsevne

Deklarasjonskrav til anleggsjord (jordblanding)

For jordblandinger har leverandøren etter NS 2890 plikt til å levere disse opplysningene i varedeklarasjonen:

- produktets kvalitetsklasse (0-III) med tilhørende beskrivelse. Når slam eller kompost går inn som komponent i et annet produkt (jordblandinger) oppgis kvalitetsklassen til den aktuelle komponenten
- tørrstoff (g/l)
- organisk innhold (% av tørrstoffet)
- moldklasse dersom det organiske materialet er omdannet under aerobe forhold
- pH
- elektrisk konduktivitet (ledningsevne, mS/m)
- næringsstoffer (AL-løselige) av betydning for plantevekst (mg/100 g)
- totalnitrogen (mg/l)
- volum (l eller m³)
- omdanningsgrad hvis produktet inneholder *Sphagnum*-torv
- kornfordeling
- teksturklasse

Ulike slam- og komposttyper

Type slam/kompost	Nitrogenvirkning	Fosforvirkning	Kalkvirkning	Jordforbedringseffekt (mineraljord)	Egnet til:	
					jorddekke	innblanding
Hage/parkavfallskompost	liten	stor	liten	stor	+++	+++
Matavfallskompost	varierer	stor	liten, stor hvis kalkbehandlet	middels-stor	(+)	+++
Slamkompost	liten-middels	varierer	liten, stor hvis kalkbehandlet	stor	(+)	+++
Avløpslam (ikke kalkbehandlet)	stor	liten-ingen	liten-ingen	liten-middels	Nei	++
Avløpslam (kalkbehandlet)	stor-middels	liten-middels	stor	liten-middels	Nei	++

(+) Forutsetter dekking med godkjent dekkemateriale (to lag)

Ulike slam- og komposttyper har ulik gjødsel- og jordforbedringseffekt, alt etter utgangsmateriale, samt hvordan og hvor lenge de forskjellige utgangsmaterialene er behandlet.

Oversikten ovenfor viser viktige egenskaper hos flere slam- og komposttyper og hvilke formål de egner seg for.

Kompost

I prinsippet kan et hvilket som helst organisk materiale bli kompostert. Avfallsindustrien tar seg av de organiske avfallstypene vi har mye av: plantemateriale fra skogsindustrien og hagebruk, avløpslam, rester fra matprosessering og husholdningsavfall. Husdyrgjødsel og strø blir stort sett behandlet og brukt internt i landbruket, men inngår i enkelte blandingskomposter som tilbys på markedet.

Ved nedbrytning av organisk materiale i en komposteringsprosess blir det utviklet varme og avgitt karbondioksid (CO₂), vann og ammoniakk (NH₃). Det produseres en rekke organiske syrer (nedbrytningsprodukter) som medfører at pH vil synke. Oksygen er nødvendig for at mikroorganismene som bryter ned komposten skal holde prosessen i gang. På slutten av prosessen avtar omdanningshastigheten og temperaturen. Når komposten er moden avgir den ikke syrer og pH i komposten stiger.

Det er svært viktig å unngå umoden kompost. Umoden kompost kan føre til anaerobe forhold i jorda fordi nedbrytning av komposten forbruker oksygen. Den kan også avgi nedbrytningsprodukter som skader plantene. Disse problemene gjør seg oftest gjeldende hos trær som nylig er omplantet og hos spirende grasfrø. Bruk av umoden kompost kan også medføre nitrogenmangel som følge av nitrogenbinding i nedbrytningsprosessen.

De fleste komposttyper er lett blandbare med mineraljord og godt egnet som organisk materiale i

Stabilisering og modning

Uttrykkene "stabil kompost" og "stabilisering" forekommer i Forskrift om organiske gjødselvarer. Her omtales stabilisering som en behandling som gjør at det ikke oppstår luktproblemer. Det stilles krav om at alt organisk avfall må være stabilisert før det omsettes. Blant folk som håndterer organisk avfall brukes gjerne uttrykket "stabil" om en slam eller komposttype som ikke lukter vondt.

En ustabil kompost er rett og slett ikke ferdig kompostert. Prosessen kan ha stoppet opp på grunn av mangel på oksygen, vann eller mineralsk nitrogen. I en moden kompost har prosessen stoppet opp fordi det mest næringsrike organiske materialet i den er nedbrutt. En moden kompost har ikke sjenerende lukt og inneholder ikke spire- eller veksthemmende stoffer.

anleggsjord. Det finnes erfaringer med at nedbrytningen av umoden kompost har fortsatt etter at den er brukt i grøntanlegg, og at nedbrytningen har krevd så mye oksygen at planterøttene er blitt kvalt.

Hage/parkavfallskompost

Hage/parkavfallskompost er laget av oppmalt kvist og kapp, lauv og grasklipp. I slik kompost er det lett å se delvis nedbrutte treflisser/biter og mer omsatt finmateriale. Noen produsenter tilbyr kompost med ulike findelingsgrader. De groveste inneholder lite plantenæring og består nesten bare av vedfliser.

Hage/parkavfallskompost har lave konsentrasjoner av næringsstoffer; ofte om lag 1 % nitrogen, 0,1-0,3 % fosfor og 0,3-0,8 % kalium. I moden

Hvordan vet vi om komposten er moden/stabil?

Biologisk aktivitet og stabilitet er viktige deler av det vi til daglig kaller modenhet hos en kompost. Det er to aktuelle målemetoder for å måle stabilitet. Begge gir et vurderingsgrunnlag for modenhet.

Måling av oksygenforbruk (**SOUR-test**) angis som mg oksygen per gram tørrvekt og time. Kompost er stabil og ferdig til bruk når oksygenforbruket er mindre enn 0,35 g O₂ per g tørrstoff og time.

Måling av selvoppvarmingspotensial (**Dewar-test**). Denne metoden angir rottegrad (grad av omsetning) i fem klasser, I-V. I er uomdannet kompost, mens V er helt omdannet kompost. Når rottegrad IV eller V er angitt er komposten ferdig til bruk.

Begge metodene er beskrevet og henviser til i NS 2890. Ved deklarasjon av stabilitet i henhold til forskriften om organiske gjødselvarer kan en av disse metodene brukes.

Høyt nitratinnhold (over 10 mg/100g TS) er et ganske sikkert tegn på at komposten er stabil. Ammoniuminnhold og kompostens pH er mer usikre indikatorer, men pH lavere enn 6 og et innhold av ammonium på over 100 mg per 100 g TS indikerer at komposten er umoden. Metodene er nærmere beskrevet av Asdal et al. (2002).

Enkel testing av stabilitet

Legg noen håndfuller kompost i en plastpose ved 20 °C. Etter ett døgn skal komposten ikke ha ubehagelig lukt.

En haug med kompost (ca 1 m³) skal ikke ha sterk temperaturstigning ett døgn etter at den er lagt opp. Temperaturstigning med over 20 °C indikerer at komposten er ustabil.

kompost er konsentrasjonen av mineralsk nitrogen (ammonium og nitrat) lav. Den kan derfor brukes i ganske store mengder uten at det er fare for å tilføre for mye nitrogen eller fosfor.

Som jordinnblanding gir 20-30 volumprosent hage/parkavfallskompost både jordforbedrende effekt (økt vannlagringsevne og bedre jordstruktur) og tilførsel av næringsstoffer som frigjøres over tid. Det er likevel oftest liten frigjøring av nitrogen fordi det organiske materialet i komposten er tidkrevende å bryte ned for mikroorganismene. Hage/parkavfallskompost er også velegnet til jorddekke rundt planter av stauder, busker eller trær.

Hjemmekompost. Kompost som er laget i private husholdninger, vil ha svært varierende egenskaper. Hjemmekompost er ikke videre omtalt her.

Biokompost og husholdningskompost er andre betegnelser på matavfallskompost.

Meitemarkkompost er svært næringsholdig kompost med stor jordforbedrende evne.

Kompostert hønsegjødsel og kugjødselkompost er eksempler på komposter hvor husdyrgjødsel er det viktigste utgangsmaterialet, ofte blandet med strømaterialer fra husdyrholdet. Gjødselkompostene er mer å regne som organisk gjødsel enn som jordforbedringsmiddel.

Matavfallskompost

Matavfallskompost er laget av organisk husholdningsavfall som er kompostert sammen med strukturmateriale (som oftest knust trevirke/flis). I en del komposteringsanlegg blir annet organisk avfall (for eksempel fra næringsmiddelindustrien) kompostert sammen med grovt, næringsfattig materiale som flis eller bark.

Matavfallskompost inneholder større konsentrasjoner av næringsstoffer enn hage/parkavfallskompost. Totalinnholdet av nitrogen er vanligvis i området 1,5-3 % av tørrstoffet, mens innholdet av mineralsk nitrogen varierer betydelig. I noen typer er det høye konsentrasjoner av ammonium eller nitrat. I andre er mesteparten av det mineralske nitrogenet tapt i gassform under komposteringsprosessen. I noen komposteringsanlegg tilsettes kalk for å korte ned tida i behandlingsprosessen og minske lukt under komposteringen. Fosforinnholdet i matavfallskompost er vanligvis vesentlig høyere enn i hage/parkavfallskompost.

I praksis har vi sett eksempler på at bruk av matavfallskompost som er lite moden eller har høyt saltinnhold har gitt vekstproblemer i grøntanlegg. Disse problemene har dels vært spirehemming forårsaket av organiske syrer eller høy saltkonsentrasjon.

Avløpsslam

Avløpsslam er partikler som skilles fra avløpsvannet ved behandling i et avløpsrensaneanlegg. Avløpsslam inneholder mye vann og organisk materiale. Vannet kan fjernes ved fortykning, avvanning og tørking.

For at slammet ikke skal gi luktproblemer må det stabiliseres. Aktuelle metoder:

- utråtning i råtnetank
- kompostering med bark, flis eller lignende strukturmateriale
- langtidslagring
- tilsetting av kalk slik at pH kommer over 12

I de fleste norske avløpsrensaneanlegg brukes fellingskjemikalier (ofte jernklorid eller aluminiumsalter) for å skille ut mesteparten av fosforet som finnes i avløpsvann. Fellingskjemikaliene danner forbindelser med fosfor som er svært tungt oppløselige. Slike forbindelser er så lite reaktive at de ikke kan gjøre noen miljøskade om de kommer i kontakt med jord eller vann, men fosforet blir samtidig utilgjengelig for planter. Tungt løselige fosforforbindelser kan bli plantetilgjengelige ved svært høy pH (over 8), noe som oppnås ved kalkbehandling.

Mange rensaneanlegg har i tillegg til kjemisk felling også biologiske rensetrinn. Biologiske rensetrinn gir et slam som består av levende og døde mikroorganismer. Ved ulike prosesser i rensingen blir vannet som går ut fra anlegget renere og en større del fanges opp i slammet. Alt slam er i utgangspunktet skilt ut fra vann og har flytende konsistens. For å kunne nyttes må slammet avvannes, stabiliseres og hygieniseres.

Anaerob stabilisering (utråtning) av slam er mye brukt. I denne prosessen brytes en del av det organiske materialet ned uten tilgang på luft i råtnetanker eller bassenger. I denne prosessen blir det frigjort en del ammonium.

Anaerob – aerob

Aerob betyr under tilgang på luft, eller egentlig under tilgang på oksygen.

Anaerob betyr uten tilgang på luft (oksygen). Betegnelsene brukes om organismer og de prosessene som organismene gjør.

En del avløpsrensaneanlegg tilsetter kalk til slammet, enten for å få opp temperaturen som et tiltak i hygieniseringen, for å få god konsistens eller for å stabilisere produktet. Noen anlegg bruker kalk som fellingskjemikalium. Det brukes vanligvis reaktive kalkingsmidler, som hydratkalk eller brent kalk. Kalktilsetning gjør at produktene innblandet i jord får en kalkvirkning som en må ta hensyn til. Når pH er høyere enn 9 i kompost eller slam, er det brukt kalktilsetning under behandlingen.

Varmebehandling er mye brukt i hygienisering. Temperaturer over 60 °C i minst fire timer eller pasteurisering (70 °C i minst en halv time) uskadeliggjør uønskede organismer, men også andre varianter av varmebehandling gir tilfredsstillende hygienisk kvalitet.

Hygienisering er forskriftens betegnelse for tiltak som dreper skadelige bakterier eller andre organismer i slam eller kompost.

Til slutt i behandlingsprosessen blir slammet ofte lagret i ranker som vendes jevnlig. I en slamdeklarasjon kan dette være omtalt som etterbehandling i en aerob, mesofil prosess.

Anaerobt stabilisert slam er behandlet uten tilgang på luft (utråtnet).

Tørket slam har over 50 % tørrstoff (ofte 80-90 % tørrstoff) og foreligger i grynstruktur, som pellets eller som granulater.

Avvannet slam har vanligvis mellom 20 og 40 % tørrstoff.

Langtidslagret slam har ligget i haug i minst 2 år. Slikt slam kan fremdeles inneholde parasitt-egg og potetecystenematoder og anbefales normalt ikke til grøntarealer på grunn av den mangelfulle hygieniseringen.

Kalkbehandlet slam er den vanlige betegnelsen for slam som er behandlet med kalk.

Egenskapene til avløpsslam varierer mellom ulike rensaneanlegg etter hvilke behandlingsmetoder de bruker (bruk av fellingskjemikalier, etterbehandling, hygienisering og stabilisering). Det organiske materialet i avløpsslam er mer finfordelt og ensartet enn i kompost.

Bruksegenskapene til avløpsslam er som nevnt avhengig av om det er benyttet kalk som fellingskjemikalier eller til avvanning, hygienisering eller stabilisering, eller om behandlingen skjer uten kalktilsetning. Andre viktige faktorer som har betydning for bruksegenskapene til avløpsslam er lukt, konsistens og tørrstoffinnhold. Tørka slamtyper (minst 50 % tørrstoff) er vanligvis luktsvake og lett blandbare med jord, men er ikke alltid lagringsstabile. Ved oppfukning under utelagring kan ubehagelig lukt eller selvantenning oppstå.

Når en er lite kjent med hvilke prosesser som nyttes i rensaneanlegg kan det være vanskelig å forstå deklarasjonen som nyttes på avløpsslam. En deklarasjon kan være: Jernfelt, anaerobt stabilisert avløpsslam, etterbehandlet i en aerob, mesofil prosess. Dette betyr at jernklorid (som binder fosfor sterkt) er brukt som fellingskjemikalium, slammet er utråtnet, og etterbehandlet med tilgang på luft i temperaturområdet 20-40 °C. Aerob behandling av slam (mesofil eller termofil) er en del av for- eller etterbehandlingen av slam, og ikke det samme som produksjon av slamkompost. Dette kan virke forvirrende fordi mange tenker kompost når det står aerob behandling, særlig fordi en del rensaneanlegg leverer både avvannet slam og slamkompost. Noen anlegg leverer både avvannet slam og tørket slam.

Enkelte slamtyper har leiraktig og klinete konsistens, og er vanskelig å få spredd jevnt i en jordblanding eller ved utlegging direkte på terreng. ▶

Det er derfor viktig å gjøre seg kjent med slammets fysiske og kjemiske egenskaper før en bestiller slam til et grøntanlegg.

Slamkompost

Slamkompost er framstilt ved at slam og bark eller annet strukturmateriale er kompostert sammen. Egenskapene til slamkomposten vil avhenge av hva slags slam som er brukt, og av blandingsforholdet mellom slam og strukturmateriale. De fleste slamkomposter har relativt grov struktur der det er lett å se barkflak eller trebiter.

Slamkompost ligner hage/parkavfallskompost når det gjelder innhold av nitrogen og fosfor, mens kaliuminnholdet er mindre. Slamkomposter kan ha høy pH på grunn av tilsetning av kalk (inneholder mer enn 10 % Ca).

Blandingsprodukter

I flere slam- og kompostprodukter blir det blandet inn bark for å gi bedre struktur og lufttilgang og økt omdanning. Forsøk tyder imidlertid på at omsettingen av barken kan binde det meste av det tilgjengelige nitrogenet fra slam og kompostproduktene i etableringsfasen til plantene. Ved bruk av kompostert bark tilsatt nitrogengjødsel, slik noen jordprodusenter praktiserer, reduseres dette problemet. Det er imidlertid viktig at barken er ferdig kompostert og nedbrytningsprodukter med veksthemmende effekt er nedbrutt før barken nyttes i jordblandinger (Sæbø et al. 2005).

Forsøk har vist at det kan utvikles svært gode produkter ved å blande både slam og kompost i jord. Når målsettingen er både å øke innholdet av organisk materiale i jorda og gi optimal tilførsel av næringsstoffer vil slammet bidra med nitrogen, mens fosfor, kalium og hoveddelen av det organiske materialet kommer fra komposten.

Hvor store mengder skal vi bruke?

For å beregne hvor store mengder av slam og kompost som skal til må en ha kjennskap til:

- Begrensninger ut fra forskriften
- Plantenes behov. Hvor mye organisk materiale og plantenæringsstoffer skal til for å oppnå best mulig forhold for vegetasjonen og varig bedring av jordkvaliteten?
- Hvilke mengder bør vi benytte for å få gunstige kalk- og pH-forhold?

Forskriftens begrensninger

I Forskrift om organiske gjødselvarer er det fastslått at jordblandinger aldri skal inneholde over 30 volumprosent organisk avfall. I de fleste tilfeller vil 30 volumprosent slam innebære at jordblandingen inneholder alt for mye, ja direkte skadelige nivå av plantenæringsstoffer. Dette kan også gjelde enkelte typer av kompost.

Når det gjelder hage/parkavfallskomposter, virker innblanding av 30 volumprosent som en fornuftig maksimal grense. Med denne mengden av næringsfattig kompost er det ingen risiko for overdosering av nitrogen ved etablering av lignoser. Med samme mengde næringsrik matavfallskompost kan det oppstå unødig sterk grasvekst og bli tilført unødvendig mye næringsstoffer til nyplantede busker og trær. Forsøk med etablering og spiring i jordblandinger har vist at det da også lett kan oppstå spirehemming og andre typer veksthemming.

Det er ikke tillatt å bruke ublandet avløpsslam eller slamkompost rett på bakken uten å molde det ned. Dessverre har det vært sett eksempler på at dette likevel har blitt gjort. Det utviklet seg da kraftig vegetasjon av næringskrevende ugras, samtidig som grøntanleggsplantene ble skadet. Slike anlegg representerer en forurensningskilde fordi særlig nitrogen frigjøres i store mengder. En slik praksis er ulovlig og kan skape negative reaksjoner til bruken av slam i grøntanlegg, blant annet ved at folk reagerer på vond lukt.

Til innblanding i stedlig jord begrenser forskriften mengden som kan brukes til et lag på 5 cm. Unntaket fra dette er at kompost i klasse 0 kan brukes i større mengder, men da må det ikke brukes mer enn plantenes behov.

Til dekkemateriale (dekker som ikke moldes ned) er det bare lov å bruke kompost i kvalitetsklasse klasse 0 og varedokumenterte jorddekkingsmidler godkjent av Mattilsynet. Hvor mye kompost som kan brukes i dekket begrenses av forskriftens bestemmelse om at det ikke må tilføres mer enn plantenes behov.

Slam i klasse 0 og kompost og slam i klassene I-III kan benyttes i lag inntil 5 cm dersom det legges et lag av materiale i klasse 0 eller jorddekkingsmidler godkjent av Mattilsynet oppå.

Tilføring av organisk materiale

I grøntanlegg har slamprodukter og kompost først og fremst verdi som kilder til organisk materiale. Humus i jorda er ofte minimumsfaktoren for vellykket vegetasjonsetablering, god vekst og sunne planter.

- Det lønner seg nesten alltid å tilføre organisk materiale til moldfattig jord (mindre enn 3 vektprosent).
- Til moldholdig eller moldrik jord (3-12 vektprosent organisk materiale) er det et vurderings-spørsmål hvor mye som bør tilføres.
- Det er unødvendig å tilføre mer organisk materiale til svært moldrik organisk jord (over 12 vektprosent organisk materiale).

Mengdeberegning til jordblanding ut fra ønsket moldinnhold

Mengden organisk materiale man må tilføre for å oppnå ønsket moldinnhold kan beregnes ut fra formelen:

- A = andel kompost og/eller slam i blandingen (l/l)
O = ønsket organisk innhold (kg/kg)
D_o = egenvekt organisk materiale (kg/l)
D_m = egenvekt mineraljord (kg/l)
Glt = glødetap i organisk materiale (kg/kg)

$$A = \frac{O \times D_m}{(D_o \times Glt) - (O \times D_o) + (O \times D_m)}$$

Hvis en skal lage en anleggsjord av mineraljord (D_m=1,5 kg/l) og matavfallskompost (D_o=0,5 kg/l, Glt=0,5 kg/kg (50 g/100 g)), og ønsker at moldinnholdet i blandingen skal være 5 % (O=0,05 kg/kg), får en følgende:

$$A = \frac{0,05 \times 1,5}{(0,5 \times 0,5) - (0,05 \times 0,5) + (0,05 \times 1,5)} = 0,25$$

I dette eksempelet får en 0,25 liter kompost per liter jordblanding. Det tilsvarer 25 volumprosent kompost i jordblandingen.

Etter å ha beregnet mengden ut fra ønsket innhold av organisk materiale må det kontrolleres at doseringen holder seg innenfor regelverket. Det må også vurderes om denne doseringen vil avgi for mye plantenæringsstoffer.

Tilføring av næring

Slam og kompost kan gi verdifulle tilskudd av plantenæring i grøntanlegg. Imidlertid må næringsrike typer av slam og kompost brukes med varsomhet.

Nitrogenvirkning, fosforvirkning

Begrepet nitrogenvirkning forteller hvor mye nitrogen som er plantetilgjengelig fra jorda eller vekstmediet. Nitrogenet forekommer i mange former i naturen, og for de fleste planter er det tilgjengelig i form av ammonium og nitrat. På lignende måte skiller vi mellom totalinnhold av fosfor og plantetilgjengelig fosfor.

Som tabellen nedenfor viser varierer nitrogen- og fosforvirkning voldsomt mellom ulike typer kompost og slam.

	Nitrogenvirkning	Fosforvirkning
Hage/parkavfallskompost	liten	stor
Matavfallskompost	varierer	stor
Slamkompost	liten til middels	varierer
Avløpsslam (ikke kalkbehandlet)	stor	liten til ingen
Avløpsslam (kalkbehandlet)	stor til middels	liten til middels

Avløpsslam og visse typer matavfallskompost må tilføres i mindre mengder enn maksimumsgrensene i forskriften for å unngå overdosering av nitrogen. Hage/parkavfallskompost, matavfallskompost og visse typer slamkompost bør tilføres i mindre mengder enn maksimumsgrensene i forskriften for å unngå overdosering av fosfor.

Fosfor

Fosfor i kompost er hovedsakelig bundet i organisk materiale og har en gjødselvirkning på linje med husdyrgjødsel. Så å si all fosfor tilført med kompost vil bli plantetilgjengelig etter hvert som det organiske materialet brytes ned. Det er imidlertid gjort få studier om fosforfrigjøring fra kompost i grøntanlegg.

Hvor mye fosfor som tilføres må stå i forhold til det plantene trenger. Vi regner med at plantene tar opp 1 til 4 kg fosfor årlig per dekar (Myrstad 1990).

Det er vanlig at hage/parkavfallskomposter inneholder 0,1-0,3 % fosfor (beregnet av tørr masse) mens

matavfallskomposter ofte har fosforinnhold i området 0,3-0,5 %. Når analysetall for fosforinnhold og egenvekt for en kompost er kjent, kan vi beregne hvor mye fosfor som blir tilført.

To eksempler kan illustrere dette. Begge tar utgangspunkt i en matavfallskompost i kvalitetsklasse I med fosforinnhold 0,5 % og egenvekt på 0,5 tonn/m³. Til park og hage kan det tilføres 4 tonn tørrstoff per dekar over 10 år. Det vil gi 4000 kg kompost/dekar x 0,5 % P = 20 kg P/dekar.

I grøntanlegg kan denne komposten legges ut i et lag på 5 cm tykkelse og moldes ned. Et lag på 5 cm tykkelse tilsvarer 50 m³ kompost per dekar. Med en egenvekt på 0,5 tonn/m³ blir dette 25 tonn kompost per dekar. Fosformengden i dette dekket vil da være 25 000 kg/dekar x 0,5 % P = 125 kg per dekar.

I dette tilfellet ville vi altså tilført 30-125 ganger mer fosfor enn årlig forbruk, altså alt for mye. Regneeksempelet viser at komposter med lavt innhold av fosfor er å foretrekke når hovedmålet er å bruke kompost som jordforbedring. Hvis komposten i regneeksempelet vårt hadde vært en næringsfattig hage/parkavfallskompost med fosforinnhold på 0,1 %, ville fosfortilførselen utgjøre en femdel av mengdene i regneeksempelet (25 kg fosfor per dekar).

Ut fra det man vet om fosforfrigjøring vil det kunne brukes kompostmengder som forsyner grøntanlegget med fosfor i lang tid. Ressursmessig er det fornuftig å utnytte fosfortilførselen fra et resirkulert organisk materiale i størst mulig grad. Ved fornying av kompostdekker hvor det er tilført betydelige fosformengder må en bruke dekkematerialer som inneholder lite fosfor, for eksempel grov hage/parkavfallskompost eller flis.

Som vi har sett vil tilføring av mengder som tar utgangspunkt i behov for organisk materiale ofte føre til at vi får tilført for mye plantenæringsstoffer. Jordblandinger bør vanligvis komponeres med mindre enn forskriftens maksimale tillatte mengde på 30 volumprosent matavfallskompost. Av enkelte typer hage/parkavfallskompost kan imidlertid mengder opp til 30 volumprosent i anleggsgjord være passende. Der det kreves organisk materiale i jordblanding eller ved innblanding i stedlig jord, kan det lønne seg å kombinere nitrogenrikt avløpsslam med hage/parkavfallskompost for å balansere tilgangen på nitrogen og fosfor. Enkelte slamkomposter kan også være aktuelle.

De fleste slamtyper inneholder lite plantetilgjengelig fosfor, mens totalinnholdet er stort. Fosfor i avløpsslam som er felt ut med jernklorid eller aluminiumsalter er svært lite løselig. Selv om totalinnholdet av fosfor er stort, kan en ikke regne med nevneverdig fosforfrigjøring fra slikt slam. I slam som er kalkbehandlet foreligger fosfor som kalsi-

umfosfater. Disse har større løselighet enn jern- og aluminiumfosfat og frigjør noe løst fosfat som plantene kan utnytte.

C/N-forhold

Organisk materiale er alltid bygget opp av karbonforbindelser (C), mens innholdet av nitrogen varierer voldsomt. Forholdstallet mellom karbon og nitrogen i et materiale angis som C/N-forholdet. Nedbrytingen av organisk materiale utføres av mikroorganismer som trenger nitrogen. Derfor vil

Beregning av C/N-forholdet

C/N-forhold = organisk karbon (TOC) : total-nitrogen (Kjeldahl-N)

prosessen gå fort eller sakte alt etter C/N-forholdet. Materialer som tre, bark eller torv inneholder svært lite nitrogen og brytes svært sakte ned. Hvis vi gjødsler med nitrogen vil prosessen gå raskere. Derfor nyttes tilførsel av urea ved barkkompostering. Matavfall inneholder mye nitrogen, og det organiske materialet vil bli raskt nedbrutt. Imidlertid vil denne nedbrytningen ofte skje under komposteringsprosessen, slik at det blir lite lett nedbrytbart materiale igjen i en matavfallskompost.

Er det knapt med nitrogen i et organisk materiale, vil mikrobene binde det opp. Et eksempel på dette ser vi når planter med barkdekke trenger mer gjødsel enn planter uten barkdekke. Dersom det er god nitrogen tilgang, vil det oppstå et overskudd og nitrogen blir frigjort.

C/N-forholdstallet forteller mye om hvor raskt et materiale brytes ned og hvor mye nitrogen som vil bli frigitt ved nedbrytingen:

Nedbryting og nitrogentilgjengelighet ved ulike C/N-forhold

Høyt C/N-forhold (over 30)	Tung og sein nedbryting	Binding av nitrogen ved nedbryting
Middels C/N-forhold (20-30)	Nedbryting foregår omtrent i samme takt som ny biomasse (plantevev) bygges opp	Balanse, liten binding eller frigjøring av nitrogen
Lavt C/N-forhold (under 20)	Rask nedbryting	Frigjøring av nitrogen

Nitrogen

Nitrogen er det plantenæringsstoffet i jorda som trengs i størst mengder. Mesteparten er bundet i organisk materiale. Slik er det også i kompost og slam. Plantene kan så å si ikke gjøre seg nytte av organisk bundet nitrogen, men må ta det opp som mineralisk nitrogen (ammonium NH_4 og nitrat NO_3).

Ved vurdering av effekten til et slamprodukt eller en kompost må en derfor både ta hensyn til totalinnholdet av nitrogen og andelen av mineralisk nitrogen. Den store utfordringen er å forutsi hvor raskt det organiske nitrogenet blir frigjort som mineralisk nitrogen. Det er mange faktorer som virker inn, blant annet C/N-forholdet, hvor lett nedbrytbart det organiske materialet er og om vi gjødsler ekstra.

I forsøk har gras vist klar økning i veksten ved tilsetning av stigende mengder slam opp til 15 kg nitrogen per daa i anleggsåret (Sæbø et al. 2005). Det ble ikke prøvd større mengder i forsøkene, men Haraldsen et al. (2003) har i forsøk funnet at slam i mengder opp til 30 kg nitrogen per daa kan gi økt tilvekst hos raigras.

Bruk analysetall for å finne organisk og mineralisk nitrogen

Organisk N = total-N ÷ ammonium-N ÷ nitrat-N (total-N analyseres som Kjeldahl-N eller total-N)
Mineralisk N = ammonium-N + nitrat-N

Hos busker og trær er responsen på nitrogen fra slam og kompost variabel og vesentlig mindre enn for gras. I forsøk er det funnet stor variasjon mellom forsøksfeltene og ulike produkt, men veksten økte ikke for mengder utover 10 kg nitrogen per daa (Sæbø et al. 2005).

Ut fra behovet hos grøntanleggsplanter og av hensyn til miljøet vil det vanligvis være passende å tilføre nitrogen i størrelsesorden 5-10 kg per dekar i nyetablerte anlegg. Til intensive arealer som fotballbaner anbefales 15-20 kg nitrogen per dekar ved etablering.

Ved bruk av slam vil disse verdiene i de fleste tilfeller overskrides. Likevel kan bruk av slam anbefales i grøntanlegg. I motsetning til ved tilførsel av mineralgjødsel om våren fordeler nitrogenvirkningen fra slam seg utover vekstsesongen og i påfølgende år. Det mineraliserte nitrogenet blir utnyttet først. Utover i vekstsesongen kommer mineraliseringen av det organiske materialet i gang. Derved avtar mengden lett tilgjengelig nitrogen utover sommeren, slik at nitrogennivået i jorda om høsten ikke er høyere enn ved normal gjødsling. Forutsetningen for dette er at det ikke tilføres for store mengder. Da hopes mineralisert nitrogen som plantene ikke kan utnytte opp i jorda og vaskes ut med høstnedbøren. En fordel ved bruk av slam er at det i påfølgende sesonger vil bli frigjort en del nitrogen ved nedbryting av det organiske materialet.

Det må presiseres at slamtilsetning bør skje tidlig i vekstsesongen. Ved seinere bruk vil det være fare for høye doser av tilgjengelig nitrogen på sensommeren eller høsten som innebærer risiko for forsinket vekstslutning og påfølgende vinterskader.

Ugland et al. (1998) har laget en beregningsmodell for hvor mye nitrogen som er plantetilgjengelig fra avløpsslam. I første vekstsesong fant en at 80 % av det mineralske nitrogenet var plantetilgjengelig og at 10 % av det organiske nitrogenet ble frigjort som mineralsk nitrogen. Etter første vekstsesong regnet man med at 10 % av det gjenværende organiske nitrogenet ble frigjort hvert år. I norske forsøk har det vist seg at denne utregningsmåten fungerer godt for slam og for næringsrik kompost (C/N-forhold mindre enn 20) med høyt innhold av mineralsk nitrogen. I matavfallskomposter med lavt innhold av mineralsk nitrogen var det derimot nesten ingen frigjøring av mineralsk nitrogen fra det organiske materialet. Det har sammenheng med at det gjenværende organiske materialet i moden matavfallskompost er svært stabilt og lite attraktivt for mikroorganismer selv om C/N-forholdet er lavere enn 20.

Forutsetningen om 80 % virkning av mineralsk nitrogen i første vekstsesong er gyldig for alle typer organisk avfall. Usikkerheten er større når det gjelder mineralisering av organisk nitrogen. Noen typer slamkompost fungerer tilsvarende slam, særlig der komposteringen etter innblanding av strukturmateriale har vært ufullstendig (passiv lagring i ranker uten vending). Dersom blandingen av slam og strukturmateriale er skikkelig kompostert vil kompostproduktet som oftest ha minimal nitrogenfrigjøring.

Noen slamkomposter har så høyt C/N-forhold (over 30) at de faktisk binder ("stjeler") tilført gjødselnitrogen. I andre typer kompost varierer innhold av mineralsk nitrogen mye på grunn av forskjellige nedbrytningsbetingelser under kompostering.

Det tas ikke like mange prøver i kompostbehandlingsprosessen som ved slambehandling. Derfor kan det være betydelig avvik mellom det som er analysert i kompost og reelt innhold ved levering.

Komposttyper som inneholder mye karbonrikt materiale (hage/parkavfallskompost, flis/bark-kompost og noen slamkomposter med C/N-forhold over 20) gir vesentlig mindre mineralisert nitrogen årlig enn slam (Sæbø et al. 2005).

Vår erfaring er at det er bedre å bruke usikre tall enn ingen tall i beregning av nitrogenvirkning.

For slam og kompost med stort innhold av mineralsk nitrogen kan vi beregne nitrogenvirkningen på følgende måte:

$$\begin{array}{r} \text{Mineralsk N} \times 0,8 \\ + \text{Organisk N} \times 0,1 \\ \hline = \text{Nitrogenvirkning} \end{array}$$

For kompost med lavt innhold av mineralsk nitrogen kan vi beregne nitrogenvirkningen på følgende måte:

$$\begin{array}{r} \text{Mineralsk N} \times 0,8 \\ + \text{Organisk N} \times 0,01 \\ \hline = \text{Nitrogenvirkning} \end{array}$$

Hvor store mengder som bør benyttes vil avhenge av hvor stor nitrogentilførsel vi ønsker første året, hvor tykt topplag med organisk materiale som er ønsket, egenvekt og nitrogenvirkning i det organiske avfallet.

Det er store forskjeller mellom ulike produkttyper og store variasjoner innen den enkelte produkttype. Derfor må beregning av nitrogenvirkning gjøres hver gang man skal bruke slam og kompost. Regnestykket må baseres på varedeklarasjonen til det enkelte produkt. ▶

Eksempel på beregning av nitrogenvirkning i etableringsåret etter bruk av ett tonn (tørrestoff) per daa av ulike slam- og komposttyper:

Type	g/100 g tørrestoff		Mineralisering 1. år	Kg per tonn TS		
	Total-N	Mineralsk N		Mineralisert organisk N	80 % av mineralsk N	Nitrogenvirkning 1. år
Hage/parkavfallskompost	1,0	0,01	1 %	0,1	0,08	0,18
Slamkompost	0,7	0,01	1 %	0,07	0,08	0,15
Matavfallskompost 1	2,0	0,03	1 %	0,19	0,24	0,43
Matavfallskompost 2	2,5	0,2	10 %	2,30	1,60	3,9
Avløpsslam (ikke kalk)	3,2	0,5	10 %	2,70	4,00	6,7
Avløpsslam (kalkrikt)	1,8	0,1	10 %	1,70	0,80	2,5

Eksempelen i tabellen under viser hvor store utslag det gjør på både nitrogenvirkning og moldinnhold å bruke ulike produkttyper. Det er brukt de samme kompost- og slamtypene som i forrige tabell. For disse viser tabellen hvor stor andel slam eller kompost som må brukes i en jordblanding for å oppnå 5 prosent moldinnhold. Den viser også hvor mye av disse slam- og komposttypene som må brukes i en jordblanding for å gi en virkning på 20 kg nitrogen per dekar ved bruk av 20 cm jordlag.

Type	Egenvekt, t/m ³	Glødetap, g/100g	N-virkning, kg/tTS	Slam/kompost (volum %) som gir 5 % mold-innhold i en jordblanding	Slam/kompost (volum %) i en jordblanding som gir 20 kg N/dekar ved 20 cm jordlag
Hage/parkavfallskompost	0,5	55	0,18	23	70
Slamkompost	0,7	55	0,15	18	71
Matavfallskompost 1	0,5	80	0,43	17	41
Matavfallskompost 2	0,6	60	3,9	19	5
Avløpsslam (ikke kalk)	1,0	50	6,7	14	2
Avløpsslam (kalkrikt)	0,9	35	2,5	22	5

Som tabellen viser er det for avløpsslamtypene og en av matavfallskompostene tilstrekkelig å bruke 2-5 volumprosent i en jordblanding. For hage/parkavfallskomposten, slamkomposten og den ene matavfallskomposten vil forskriftens maksimalbegrensning (30 volumprosent) gi mindre nitrogenvirkning enn 20 kg nitrogen per dekar. Disse kan derfor doseres i forhold til ønsket tilførsel av organisk materiale, oppad begrenset til forskriftens mengdebestemmelser.

Følgende eksempel viser beregning av hvor mye slam eller kompost vi må bruke i en jordblanding for å oppnå ønsket nitrogenvirkning. Det er planlagt å legge ut jordblandingen i et jordlag på 20 cm tykkelse med gjødselvirkning på 20 kg nitrogen per dekar i anleggsåret. Det skal brukes et avløpsslam som har en beregnet nitrogenvirkning på 2,5 kg N/tonn (tørrvekt) og egenvekt på 0,9 tonn/m³. En gjødselvirkning på 20 kg nitrogen per dekar oppnås ved å bruke 8 tonn tørrstoff av slam (20 kg N : 2,5 kg N/tonn TS = 8 tonn TS). For å regne om til volum må en dividere på egenvekten (8 tonn : 0,9 tonn/m³ = 8,9 m³). Volumet slam en må bruke er altså 8,9 m³. Et jordlag på 20 cm representerer 200 m³ per dekar. Av dette skal 8,9 m³ utgjøres av slam. Det innebærer at en må bruke 4,5 volumprosent slam i jordblandingen.

Følgende eksempel viser beregning av nitrogenvirkning ved bruk av organisk materiale som jorddekke. Det er planlagt å bruke hage/parkavfallskompost (godkjent jordekkingsmiddel) som et 8 cm tykt dekkelag (80 m³ per dekar). Komposten har beregnet nitrogenvirkning på 0,18 kg N/tonn TS og egenvekt på 0,5 tonn/m³. En må bruke 80 m³ x 0,5 tonn/m³ = 40 tonn kompost. Nitrogenvirkningen blir 0,18 kg N/tonn x 40 tonn = 7,2 kg nitrogen per dekar.

Slamtyper som gir fra seg svært mye nitrogen kan bare anbefales der en ønsker sterk vekst. Ved mangel på organisk materiale er produkter med lite nitrogenvirkning å foretrekke. Da får man tilgang på organisk materiale uten å tilføre for store mengder nitrogen.

Jordblandinger med avløpsslam bør alltid komponeres med mindre enn forskriftens maksimale tillatte mengde på 30 volumprosent slam. Der det kreves organisk materiale i jordblanding eller ved innblanding i stedlig jord, kan det lønne seg å kombinere materialer med stor og liten nitrogenvirkning.

Se opp for høye saltnivå

Noen typer matavfallskompost har høyt saltinnhold. Tegn på dette er høy ledningsevne og stort innhold av natrium, kalium og mineralsk nitrogen. Ferdig medium (jordblanding eller anleggsjord) bør aldri inneholde over 50 mg natrium (Na-AL) per 100 gram. Høyt innhold av kalium (K-AL) kan gi luksusopptak av kalium i plantene og hemme opptaket av magnesium.

Kalkvirkning og pH

Slamprodukter og kompost har nesten alltid pH høyere enn 7. Dette er et naturlig resultat av komposteringsprosessen og trenger ikke å bety at det er spesielt mye kalk til stede. Kompost som ikke er ferdig omdannet (umoden kompost) er oftest sur (pH-tall lavere enn 6).

Høy pH eller kalkvirkning?

I jord bruker vi kalk for å heve pH. Det finnes mange andre stoffer enn kalk som kan virke basisk, men bare forbindelser med kalkvirkning gir pH-økning som holder seg over tid. Selv om kompost eller slamprodukter uten kalktilsetning har pH-verdier over 7, kan de trygt brukes til jord med uønsket høy pH. De vil ikke ha nevneverdig kalkvirkning og derfor ikke påvirke jordas surhetsgrad.

Tilsetning av kalk brukes til avvanning og hygienisering av slam og som fellingskjemikalium i avløpsvann, og enkelte ganger for å øke omsetningshastigheten til kompost. Kalken kan foreligge i mange ulike forbindelser med forskjellig kalkvirkning. Ved dosering av kalkbehandlet slam eller kompost må en ta hensyn til kalkingseffekten. Ved kalktilsetning vil kalsium hovedsakelig foreligge som $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Gjennom reaksjon med karbondioksyd (CO_2) vil kalken bli omdannet til kalsiumkarbonat (CaCO_3). Denne reaksjonen fører til at pH stabiliserer seg rundt 8-8,5.

Den reelle kalkvirkningen er sjelden direkte oppgitt gjennom deklarasjonen. Totalinnholdet av kalsium skal alltid være oppgitt fra produsent og kan brukes for å beregne antatt kalkvirkning.

Ved høy pH er det risiko for at mikronæringsstoffene sink, jern og mangan blir så sterkt bundet til jordpartiklene at de ikke er tilgjengelige i jordvannet som planterøttene får tak i. Det er velkjent at en kan kalke så sterkt at det oppstår sink-, jern- eller manganmangel. Dette er erfaringsmessig ikke noe stort problem i grøntanlegg, men det er ingen tvil om at det er betydelig forskjell mellom plante-slagene i følsomhet for slike mangler. Typiske surjordsarter er spesielt utsatt, mens kalktolerante arter i liten grad blir skadet.

Kalkvirkning er et uttrykk for hvor effektiv en kalsiumforbindelse (Ca-forbindelse) er i forhold til kalsiumoksid (CaO) for å oppnå en varig pH-heving.

Beregning av kalkvirkning: total-Ca multipliseres med 1,4 for å få CaO-ekvivalenter. Dette angir potensiell kalkvirkning.

Dersom innholdet av Ca er 10 %, vil det tilsvare 14 % CaO. Ett tonn tørrstoff med 10 % Ca vil dermed gi en maksimal kalkvirkning på 140 kg CaO per tonn tørrstoff.

Jordarten bestemmer kalkbehovet. Hvis jordarten er siltig sand trengs 40 kg CaO per dekar for å heve pH-tallet med 0,1. På en slik jord vil 140 kg CaO per dekar gi en økning av pH-tallet på 0,35. Ved bruk av 2 tonn tørrstoff per dekar er forventet økning av pH-verdien 0,7 og med 4 tonn tørrstoff per dekar 1,4. Dersom pH-verdien i utgangspunktet var 6,0, vil 4 tonn tørrstoff per dekar kunne gi en pH-verdi på 7,4. I sortert sandjord trengs ikke mer enn 30 kg CaO per dekar for å øke pH med 0,1, mens leirjord trenger ca 50 kg CaO per dekar for å oppnå samme pH-økning.

Bestilling og innkjøp

Innkjøperen (eller den som tar i mot slam vederlagsfritt) bør sette seg inn i opplysningene leverandøren gir om sitt produkt og forsikre seg om at produktet har en varedeklarasjon som er i samsvar med forskrift og NS 2890. I de fleste tilfeller er det også aktuelt å be om dokumentasjon utover forskriftens krav. Varekvaliteten bør alltid sjekkes. Gjør deg kjent med produktet, ta det i hånda, kjenn, lukt og se!

Dokumentasjon utover forskriftens krav

På noen områder er det en fordel å be leverandøren om flere opplysninger enn forskriften og NS 2890 angir som deklarasjonskrav.

For kompost og slamprodukter anbefales det å be om:

- alder på produktet
- dokumentasjon på innhold av glassbiter og andre fremmedlegemer
- dokumentasjon på at kompost eller slam er moden. Denne dokumentasjonen bør utføres med Dewar- eller SOUR-test. Disse metodene egner seg ikke til avløpslam, hvor vi bør vurdere modningsgraden ved hjelp av lukt, konsistens og farge
- dokumentasjon for at produktet ikke avgir spirehemmende stoffer (spiretest)
- dokumentasjon for at produktet ikke inneholder formeringsdyktige plantedeler eller frø

Det er viktig å huske på at komposten eller slammet kanskje har vært lagret lenge etter at analysene har vært foretatt. I så fall kan en del av informasjonen som oppgis fra produsenten faktisk være misvisende. Næringsinnholdet endres og massene kan infiseres med ugras. Be om at analysene foretas på ferdig lagret vare før du vurderer å gå til anskaffelse av et produkt!

Spiretest

anbefales utført for å sjekke om et produkt har spirehemmende stoffer. Prøving med vårbygg er en testmetode som er anerkjent og tilrådd brukt (Asdal et al. 2002).

En enkel spiretest kan utføres med karse. Den går ut på å så samme mengde frø i jordblandingen som skal testes og i en kommersiell såjord. Etter spiring vurderes om det er forskjell i mengde spirte frø, størrelse på spirene eller farge på småplantene.

Vurdering av lukt, konsistens og farge

Lukt, konsistens og farge kan fortelle mye om kvaliteten til kompost og slam.

Moden kompost og riktig behandlet slam skal ha en jordaktig, behagelig lukt. Stikkende, ubehagelig lukt som minner om utgangsmaterialene tyder på at komposten ikke er moden, at komposten har hatt dårlig lufttilgang, eller at avløpslammet ikke er behandlet riktig.

Forskriften stiller ikke krav om ugrasfritt materiale

Forskriften om organiske gjødselvarer krever at produkter ikke skal inneholde spiredyktige frø av floghavre. Tidligere forskrift hadde et krav om maksimalt to spiredyktige frø og/eller plantedeler av ugras per liter. Dette kravet er ikke tatt med i den gjeldende forskriften. Det er derfor tillatt å omsette jord eller jordforbedringsmidler som inneholder spiredyktig ugrasfrø eller andre levedyktige plantedeler av ugras. Ugrasfrihet bør derfor stilles som et ekstra krav til produktet ved innkjøp.

Vurder også konsistensen på produktene. Enkelte kan ha klinete konsistens hvis de ikke er lagret i flere måneder og vendt. De blir vanskelige å fordele eller blande i jord. Klinete konsistens kan ellers tyde på at andre egenskaper ved produktet gjør det uegnet. Slammet kan være lite luftet ved vending. Langtidslagret slam kan av og til være og dårlig hygienisert. Kompost skal ha en jordlignende konsistens og smuldre godt.

Farge kan også fortelle oss om produktkvalitet. Brun farge indikerer god lufttilgang eller godt gjennomført komposteringsprosess. Matavfallskompost skal være mørkebrun. Grålig farge indikerer liten lufttilgang.

Praktisk bruk

I grøntanlegg kan slamprodukter og kompost brukes på flere måter:

- innblandet i jorda på bruksstedet
- i jordblandinger
- kompost i kvalitetsklasse 0 og jorddekkingsmidler godkjent av Mattilsynet kan benyttes som jorddekke, enten i anleggsfasen eller i skjøtselsfasen
- slam i kvalitetsklasse 0 og kompost og slam i kvalitetsklasse I-III kan benyttes som jorddekke i opptil 5 cm lag forutsatt at det ligger materiale i klasse 0 eller jorddekkingsmidler godkjent av Mattilsynet oppå
- siktet kompost i kvalitetsklasse 0 kan brukes til toppdressing av plen

Slamprodukter egner seg til innblanding i jord og kan benyttes i jordblandinger. I en del situasjoner skyldes den positive effekten fra slamproduktene hovedsakelig at de er gode nitrogenkilder. Nitrogentilførselen vil være stor i anleggsåret og betydelig i årene som følger.

Kompost kan brukes til jordforbedring ved innblanding eller som dekke. Kompost fra et dekke vil snart blande seg med underliggende mineraljord og slik gi en naturlig jordsmonnutvikling. I en del tilfeller kan det derfor være aktuelt å legge på et kompostdekke i stedet for å blande organisk materiale i jordas toppsjikt.

Helseskadelige forbindelser?

Mange praktikere er skeptiske til bruk av slamprodukter i grøntanlegg. Spørsmålet er hva slammet inneholder av kjemiske stoffer og miljøgifter fra industri, sykehus, vaskemidler med mer.

Generelt er det funnet svært lite organiske miljøgifter i kompost fra norske komposteringsanlegg. Innholdet av organiske miljøgifter i avløpslam er også relativt lavt. Imidlertid utvikles det stadig bedre analysemetoder for påvisning av organiske miljøgifter, slik at kunnskapene om disse stoffene stadig blir bedre.

Hva kan gå galt? De vanligste feil ved bruk av slam og kompost

De vanligste problemene som oppstår skyldes dårlig kvalitet og feil bruk. Ofte dreier det seg om umoden kompost eller slam som ikke er ranket og vendt riktig, men også overdosering er et vanlig problem.

Oksygentilgang under organiske dekker

Selv store og etablerte trær kan bli skadet eller drept ved jorddekke med umoden kompost. Det er derfor gjennomført forsøk for å studere hvordan slik umoden kompost påvirker jordatmosfæren (oksygen og CO₂), og hvor mye som skal til for å drepe etablert vegetasjon. Det ble funnet at jordas oksygeninnhold falt til svært lave nivåer når kompostdekket var over 10 cm tykt. Etter store regnfall ble det registrert lave oksygenivå også om kompostlaget bare var 5 cm. Dette viser at en må være påpasselig med å unngå umoden kompost, og at dette er særlig kritisk ved stor nedbør/vanning, dårlig drenering og tette jordarter (Sæbø et al. 2005).

Bruk av stabil hage/parkavfallskompost vil de fleste lykkes med uten at det oppstår problemer. Det er liten risiko for å overdosere med nitrogen, og komposten har vanligvis en struktur og konsistens som gjør den lett blandbar med jord.

Matavfallskompost kan være mer krevende å bruke enn hage/parkavfallskompost. Den har større saltinnhold, og vekst- og spirehemming på grunn av salt kan forekomme når det er brukt store mengder. En del komposteringsanlegg for matavfall har problemer med å få komposten tilstrekkelig stabil. En må derfor kreve dokumentasjon på stabilitetsmålinger og helst også spiretest før en bruker slike kompostprodukter.

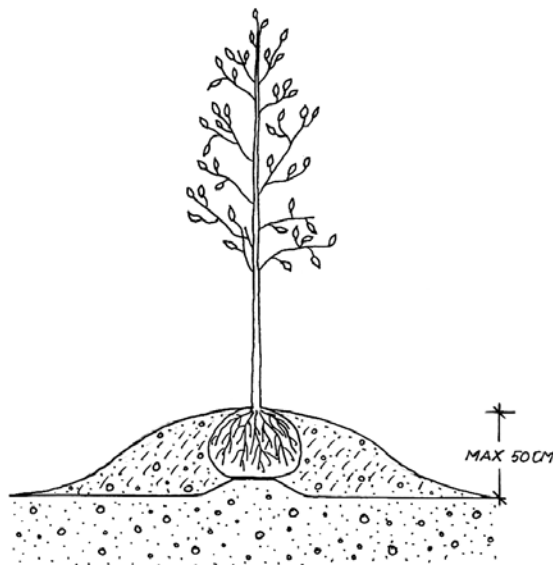
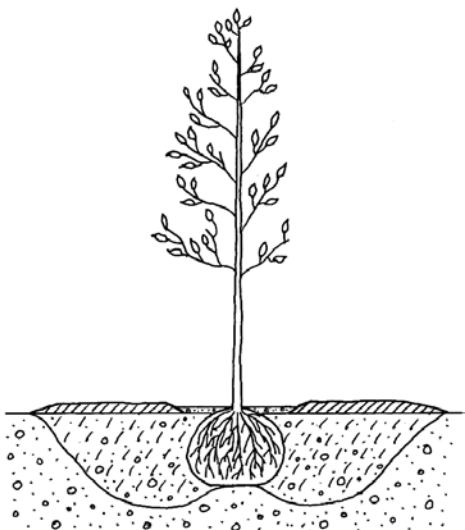
Umodne komposter som forbruger oksygen etter at de er lagt ut på terreng, kan forårsake alvorlige skader på plantene fordi nedbrytingen "stjeler" oksygenet som røttene trenger.

Ved bruk av avløpsslam er det viktig at mengdene er tilpasset grøntanleggets behov for nitrogen. Store mengder slam gir nitrogenoverskudd, som kan gi sterkere vekst av de plantede/sådde artene enn ønskelig. Utover høsten kan nitrogen fra slammet gi forsinket vekst avslutning og dårligere avmodning av flerårige vekster.

Kalkrike slamtyper er et godt alternativ på jord med lav pH, men mengden må tilpasses i forhold til hvor stor pH-økning som ønskes. Ved normale pH-forhold må slike slamtyper brukes med varsomhet i grøntanlegg og spesielt til plantinger av busker og trær. Det finnes eksempler på at blant annet tuja er blitt skadd etter planting i anleggsjord med høy pH etter bruk av kalkrikt slam. ▶

Slamkompost som er framstilt ved samkompostering av avløpsslam og bark kan ha så høyt C/N-forhold at det praktisk talt ikke frigjøres nitrogen. Noen av disse slamtypene krever mye nitrogen-gjødsling for å oppnå tilfredsstillende vekst hos grøntanleggsplantene.

planterøttene kan få problemer fordi det blir for lite oksygen i jordlufta. Slike problemer blir enda mer framtrepende når det organiske materialet i toppjorda kommer fra slam eller kompost, som i utgangspunktet er mindre nedbrutt enn humus i matjord.



Tegnforklaring: O o • Mineraljord I o • Jordblanding med organisk materiale III Organisk dekkemateriale

Ved planting av trær bør man ta ekstra hensyn. Opphøyd planting (til høyre) er aktuelt på tung jord. Organisk materiale (her markert med streker) bør ikke brukes under rotklumpen. Dekkematerialer legges minst 10 cm fra rothalsen. Tegning: Ida E. Hvoslef

Oppbygging av jordsmonn

Etter anleggsinngrep må vanligvis jordsmonnet bygges opp på nytt for etablering av ny vegetasjon. Mange ganger er det mangel på matjord, men god tilgang på mineralisk undergrunnsjord.

Hos planleggere og anleggsgartnere finnes ulike oppfatninger om hvordan et jordsmonn skal bygges opp. Alle er enige om at det skal være humusholdig toppjord over underliggende lag av mineralisk jord, men tykkelsen av toppjordlaget er omdiskutert.

Til plen og grasbakke brukes ofte humusholdig toppjord i dybder på omkring 20 cm, mens det til plantefelt for busker ofte brukes 40 cm. Opptil 60 cm har vært brukt. Til trær har det inntil ganske nylig vært vanlig å grave plantehull på 1 m. Enkelte pionerplanter (for eksempel or) kan etablere seg på mineralisk undergrunnsjord og trenger ikke et slikt topplag.

Fordelen med et tykt lag av toppjord er at plantene kan etablere seg i løs jord selv om undergrunnen er komprimert. Problemene ser vi helst der det er brukt jordblandinger med mye organisk materiale når det i tillegg gjødsles. Det organiske materialet i jorda blir brutt videre ned av forskjellige organismer. Nedbrytingsprosessen krever oksygen, og

Et tynt lag (20-30 cm) med toppjord er i de fleste tilfeller passende. Organisk materiale bør ikke blandes dypere ned enn 40 cm. På tunge jordtyper (leirjord) bør organisk materiale ikke bringes dypere ned enn 20 cm.

Komprimerte masser og dype plantehull med høyt innhold av organisk materiale har vært et ekstra stort problem ved etablering av trær. Problemene med dårlig oksygentilgang til røttene har ofte blitt forverret fordi setninger i den løse jorda gjør at trærne synker i plantehullet. Røttene får da enda dårligere oksygenforhold.

Innblanding i jord på bruksstedet

Løsning av undergrunnsmassene før innblanding av organisk materiale er nødvendig der disse er komprimert. Løsning må aldri foregå når jorda er våt. I noen tilfeller er det ikke mulig å løsne undergrunnsmassene tilstrekkelig (særlig problem i leirjord og i siltrike masser). I slike tilfeller bør undergrunnsjorda byttes ut med masser som gir mulighet for rotutvikling.

Ved bruk av slam direkte på bruksstedet skal slammet blandes inn i jorda straks og senest 18 timer etter spredning. Det er ikke lov å legge slam eller slamkompost som et dekke direkte på jordoverflaten.

Slam som skal blandes inn på bruksstedet bør ha gode egenskaper for jevn spredning. De tørka slamtypene er lettest å blande inn på bruksstedet og er også lett å dosere i jordblandinger (anleggsjord). Klinete slamtyper er vanskelige å håndtere både ved innblanding på bruksstedet og i et produksjonsanlegg.

Det er stor forskjell mellom ulike slamprodukter når det gjelder lukt. Typer med mye lukt egner seg dårlig til grøntanlegg nær boligområder eller i områder der det ferdes mye folk. Vond lukt tyder dessuten på at slammet ikke er riktig behandlet. I jord som er tilført store mengder nitrogenrik slam eller kompost, særlig under spiring og etablering av gras, kan innvandring av nitrogenkjære ugrasslag være et stort problem.

Ved å blande slam eller kompost med stedlige masser i et mobilt jordproduksjonsanlegg (blandetrommel), kan en redusere transport av mineraljordmasser. En variant av denne løsningen er å inngå avtale med et nærliggende jordproduksjonsanlegg og levere løsmasser til anlegget for så å kjøpe tilbake ferdig produsert anleggsjord. Det er da viktig at det er en klar forståelse av hva slags kvalitet den produserte anleggsjorda skal ha, slik at den passer til planlagte vekster i grøntanlegget. Tilsvarende forståelse bør en ha når en bestiller anleggsjord fra et jordproduksjonsanlegg.

Jordblandinger

For at jorda skal få et passende moldinnhold (om lag 5 %) vil det ofte være riktig å bruke mellom 15 og 25 volumprosent slam/kompost og 85 til 75 volumprosent mineraljord. Mineraljorda bør bestå av både sand, silt og leirfraksjon for å gi gode jordfysiske egenskaper.

Krymping gir terrengforandring

Det er stor forskjell på egenvekt hos mineraljord og hos organisk materiale. Ved blanding av for eksempel like mengder tørr sand (egenvekt 1,5 tonn per m³) og tørr torv (egenvekt 0,2 tonn per m³) vil blandingen få en egenvekt på 0,85 tonn per m³. Det organiske materialet utgjør anslagsvis 80 % av tørrstoffet i torva, mens innholdet i jordblandingen på vektbasis vil utgjøre om lag 9 %! Organisk materiale i torv har høyt C/N-forhold og vil ved nitrogengjødsling brytes videre ned. Etter få år kan innholdet av organisk materiale i jorda være nede på 4-5 %. Da vil volumet av massene ha skrumpet inn betydelig samtidig som det har skjedd vanlige setninger i jorda.

Man kan godt bruke flere typer av slam og kompost for å oppnå et best mulig resultat. Kombinasjon av avløpslam ut fra plantenes nitrogenbehov og matavfallskompost ut fra fosforbehovet er et eksempel. En kombinasjon av hage/parkavfallskompost og avløpslam er også å anbefale.

Utlegging av jord

Det har vist seg å ha stor betydning at man unngår skarpe skiller i overgangen mellom undergrunn og topplag. Slike skarpe skiller kan utgjøre ugjenomtregelige hindringer for planterøttene og ødelegge vanntransporten i jorda. Ved maskinarbeid bør glatting av undergrunnsmassene derfor unngås. Sørg for en "rufsete" og løs overflate på massene før utlegging. Utlegging bør alltid foregå i tørt vær. Massene bør være fuktige, men ikke våte.

Komposisjon av en jordblanding

Denne jordblandingen er en del benyttet i Oslo kommune, særlig i forbindelse med planting av trær (Næss, Solfjeld, 2005).

mineralinnhold:

- 5-10 % leir (fraksjoner <0,002 mm)
- 20-30 % silt (fraksjoner mellom 0,002-0,06 mm)
- 55 % sand (fraksjoner mellom 0,06-2 mm)

kompost:

- 5 % godt omdannet og allsidig sammensatt kompost
- 5-10 % harpet, grov hage/parkavfallskompost med fraksjoner mindre enn 40 mm

Erfaringene med blandingen har så langt vært gode. Det har ikke vært behov for gjødsling der jordblandingen har vært benyttet. Leirinnholdet vil være et reservoar for næringsstoffer og vil sammen med det organiske godt omdannede materialet danne aggregater som gir en god jordstruktur. Med et innhold på 20 % silt vil jorda også ha god evne til å holde på vannet. Den relativt høye andelen av sand vil gjøre jorda passe porøs og luftig. En slik jord vil kunne betegnes som moldholdig siltig sand.

Dekker

Erfaringer går ut på at kompostdekker gir effektiv og rask jordforbedring. Til nå har det mest blitt benyttet blandingskomposter med hage/parkavfall, men andre kombinasjoner av organiske materialer er også aktuelle. Forutsetningen for god effekt er at komposten er moden og riktig behandlet.

Utlegging av dekker bør skje på våren eller forsommeren. Hvis næringsrik kompost eller slam tilføres for seint på sommeren kan plantenes vekst avslutning bli forsinket.

Flerårig ugras må være fjernet før en legger ut dekket. Der det forekommer etablert rotugras vil dette vokse sterkere med et dekke enn uten, fordi ugraset vil dra nytte av plantenæringen i dekkematerialet.

Dekket bør ha en tykkelse på inntil 10 cm. Er laget for tykt kan røttene til busker, trær eller stauder bli kvalt fordi det blir for dårlig oksygentilgang. Dette gjelder særlig langs kysten der det er fuktig klima. Er laget for tynt, risikerer en at dekket vil ha for dårlig fuktbevarende evne og være lite effektivt mot ugras. Tykke lag av kompost vil representere en betydelig tilførsel av fosfor, mens enkelte slamtyper lagt i to-lags dekker kan frigjøre store nitrogen-

Positive erfaringer ved bruk av hage/parkavfallskompost til dekke:

- Egnert som fuktbevarende lag (erstatte bark)
- Godt grunnlag for etablering og vekst
- Lettere ugraskamp
 - o Ingen ugrasfrø i kompostlaget (kompost produsert på rett måte har ikke spiredyktige frø eller plantebiter).
 - o Ugrasfrø som kommer på kompostdekket under etablering av grøntanleggsplantene er mye lettere å luke i et løst kompostlag enn i klinete og tett jord.
 - o Finstoffet sildrer nedover i jordlaget og gir næring til plantene. Grove partikler som kvist og annet blir liggende i overflaten så overflaten blir tørrere og vanskeligere for ugrasfrø å spire i.
- Rask jordforbedring ved å gi bedre struktur og liv i jorda til ofte "døde" jordsmonn
- Kompostdekket ser tiltalende og ryddig ut
- Mindre erosjon, spesielt i skråninger
- Bruk av kompost er det eneste fornuftige sett i et miljø- og ressursmessig perspektiv
 - o Det er fornuftig ressursbruk at grøntanleggets avfall i form av beskæringsavfall, grasklipp og lauv føres tilbake til grøntanlegget som en ressurs. Tilføring av kompost etterligner naturlige prosesser.

(Dalen 2005)

Kunne vi like gjerne bruke torv og bark?

Hos næringsfattige organiske materialer som torv eller bark vil den jordforbedrende effekten først og fremst være knyttet til endringer av fysiske egenskaper i jorda. Ved gjødsling med nitrogen vil nedbrytingen av det organiske stoffet i jorda tilta. En kan derfor oppleve at det trengs mye nitrogengjødsling samtidig som moldinnholdet synker år for år.

Erfaringer fra praksis

"Tidligere brukte vi bark og til dels torv som fuktbevarende lag og jordforbedring til grøntanlegg. Bark og torv er erstattet med hage/parkavfallskompost. Torv brukes kun til surjordsbed. Årsaken er at kompost gir bedre vekstforhold for plantene og at bruk av kompost er en mer fornuftig ressursbruk. Erfaringen fra den tiden vi brukte bark som fuktbevarende lag var at vekstforholdene for både planter og ugras ble dårligere, først og fremst fordi barken stjeler nitrogen tilsvarende 20-30 kg kalksalpeter per dekar og sesong. Bark var imidlertid bedre mot rotugras enn kompost." (Dalen 2005).

mengder, avhengig av hva slags materiale som er brukt i toppdekket.

Haraldsen & Pedersen (2005) foreslår å legge komposten i to lag, med en næringsrik kompost nærmest bakken (2-5 cm) og et topplag av flis (5-10 cm) over. Dette har fungert svært godt på Fornebu, der dette er nyttet på et stort område på Storøya. I stedet for flis kan en benytte en grov komposttype der finfraksjonen (mindre enn 20 mm) er siktet fra. På den måten gir den næringsrike komposten gode vekstforhold for plantene, samtidig som det grove og næringsfattige toppdekket hindrer spiring av ugrasfrø.

Praktisk erfaring med grov hage/parkavfallskompost tilsier at finmaterialet uansett vil fordele seg nedover i kompostlaget. Dette har først og fremst med nedbrytingen av det organiske materialet å gjøre. De groveste partiklene vil bli liggende på overflaten (Dalen 2005). Metoden med to lag gir bedre effekt mot ugras allerede fra starten. Dessuten åpner denne metoden for bruk av avløpslam i kvalitetsklassene 0-III og komposter i kvalitetsklassene I-III. Forutsetningen er da at slam eller kompost dekkes med et grovt materiale i kvalitetsklasse 0 eller andre produkter registrert som jorddekkingsmiddel av Mattilsynet. Ved bruk av slike todelte dekker kan vi altså bruke mange ulike materialer tilpasset behovet for nitrogen, fosfor og organisk materiale.

Kompost eller andre organiske dekkematerialer må aldri legges helt inntil stammen på trær. Det gir fare for stammeskade og kan vanskeliggjøre oksygentilgangen til røttene.

Toppdressing

Til toppdressing av grasarealer kan bare kompost i kvalitetsklasse 0 benyttes. Til ekstensive grasarealer, for eksempel for å skape mager tørreng, kan det være ønskelig å bruke materialer med mye organisk materiale og lite nitrogen for å få "utarmet" enga. For plener som skal være i god vekst benyttes næringsrike materialer. Toppdressing med næringsrike materialer har vist seg nyttig til grasarealer hvor det er satt blomsterløk (Espeland 2005).

På steder med hard jordskorpe er det viktig å løse jordlaget så eksisterende masser og dekkematerialet kan blande seg i overgangen. Hos trær som er plantet på stiv leirjord eller med komprimert undergrunnsjord er det eksempler på at rotutviklingen først og fremst skjer horisontalt i kompostlaget.

Lagring og depot

Kompost og slam er organiske materialer som vil endre seg ved tilgang på luft, vann og mikrober. Det anbefales derfor i størst mulig grad å unngå lagring. Hvis langtidslagring ikke kan unngås bør det tas nye prøver av innhold av næringsstoffer og pH før bruk.

Under lagring er det viktig å ta hensyn til:

- Det må ikke skje avrenning av plantenæringsstoffer som kan forurense miljøet.
- Massene bør lagres i ranker som er lavere enn 1,5 m. I større depot kan det bli luftmangel i de underliggende lag.
- Massene må ikke bli liggende i forsenkninger eller på dårlig drenerte steder. Dette vil gi anaerobe forhold i deler av eller hele depotet.
- Unngå kontakt med andre løsmasser.
- Frøsmitte av ugras unngås ved å dekke med duk.
- Om det likevel kommer til ugras, bør komposthauger vendes.
- Tørket slamgranulat i storsekker utendørs kan bli klumpet på grunn av kondens i sekkene.
- Man skal være forsiktig med å lagre granulert tørket slam i store hauger, da selvantennning kan forekomme.

Skjøtsel

Jord, planter og organisk materiale inngår i så mange samspill at vi aldri kan forutsi med sikkerhet hvordan et grøntanlegg utvikler seg etter anleggsfasen.

Vurdering av trivsel og vekst

Ofte er visuell vurdering av plantenes tilvekst, farge og bladstørrelse den beste metoden for å avgjøre om gjødsling eller andre tiltak er nødvendige. Gras og urter gir raskere signal om næringsmangel enn busker og trær. Symptomer på bladene vil kunne avsløre spesielle problemer.

Jordprøver i etablerte grøntanlegg

På grasbevokste arealer vil det være størst rotutvikling i de øverste 5-10 cm av jorda og størst anrikning av næringsstoffer i denne dybden. Det anbefales derfor å ta prøver i dybde 0-10 cm eller 0-20 cm. Til jordprøveuttak i etablerte grøntanlegg er jordprøvebor godt egnet. Borene kan innstilles i forhold til aktuell prøvedybde. For å ta en samleprøve med bor bør en ta minst 10 stikk. I busk- og treplantinger tas jordprøver i dybde 0-20 cm.

Dersom en bare vil ha et grunnlag for gjødsling og kalking, kan en bestille analyse av:

- pH
- Lettløselig P, K, Mg, Ca og Na (P-AL, K-AL, Mg-AL, Ca-AL og Na-AL)
- Skjønnsmessig bestemmelse av jordart og moldinnhold

Ved misvekst er bladprøver kombinert med visuelle observasjoner et godt hjelpemiddel for å avklare hva som er galt. Generelt bør det tas jordprøver både på arealer med god og dårlig vekst for å kunne sammenligne analyseverdiene og avklare hva eventuelle problemer skyldes.

Undersøkelse av røttene er særlig aktuelt for nyetablerte trær som viser vantrivsel. Lite nyvekst i rotmassen, dårlig forgreining og skadde (mørke) rotspisser tyder på dårlige forhold, det være seg tørke, dårlig oksygentilgang eller saltopphopninger.

Skyldes misvekst andre forhold enn komposten? Det kan være vanskelig å stille sikre diagnoser fordi det kan være helt ulike årsaker til symptomer som er ganske like. Slike kan være kompakt jord, dårlig drenering eller høye saltnivå.

Diagnose av grøntanleggsplanter som er skadet av umoden kompost eller overdosering

Overdosering av nitrogenholdig slam gir for stort næringsopptak.

Symptomer: Bladrandskader (brun sone langs kantene av bladene) og/eller unormalt sterk tilvekst og store, mørkegrønne blad. Sein vekst-avslutning og dårlige høstfarger.

Umoden kompost kan ofte ha stor nitrogenvirkning. Vi kan da se de samme symptomene.

Overdosering av kalkrikt slam kan gi for høy pH og mangel på mikronæring.

Symptomer: Gule blad, eventuelt med grønnere nerver. Kan være kombinert med svak tilvekst.

Bruk av umoden kompost kan gi anaerobe forhold i jorda. Oksygenmangel kan også forekomme ved dekking med moden kompost på dårlig drenert jord.

Symptomer: Rotdød og etter hvert visning av overjordiske plantedeler. Ubehagelig lukt av jorda.

Kompost med høyt C/N-forhold kan medføre nitrogenmangel fordi nitrogenet bindes opp i nedbrytningsprosessen.

Symptomer: Dårlig tilvekst, små gulaktige eller lysgrønne blad. Tidlig vekst-avslutning og høstfarge.

Umoden kompost kan gi høy konsentrasjon av veksthemmende stoffer.

Symptomer: Dårlig spiring og vekst selv om forholdene for øvrig er gunstige.

Næringstilgang og gjødselbehov

Ved bruk av slam eller kompost til grøntanlegg er behovet for næringstilførsel vanligvis dekket i etableringsåret. Unntak fra dette er komposter med svært høyt C/N-forhold, som for eksempel barkkompost. Jord eller dekker med en slik kompost må gjødsles allerede i etableringsåret.

Fosfor og nitrogen i slam og kompost er delvis bundet i organisk form. Derfor vil nedbrytningen av det organiske materialet frigjøre næringsstoffer som plantene kan utnytte i lang tid. I årene etter etablering må en likevel regne med å måtte gjødsle med nitrogen i anlegg som skal ha stor tilvekst eller anlegg som skal tåle stor slitasje (gras). Fosfor i kompost er hovedsakelig bundet i organisk materiale, og har en gjødselvirkning på linje med husdyr-

Bladprøver

Gras. Ved prøvetaking av gras klippes minst 50 g ferskt gras og sendes til laboratoriet. Graset legges i papirpose fordi fuktig gras kan råtne under forsendelse i plastpose. Det bør også tas bilde av symptomene. Analyseverdiene kan sammenlignes med normalt innhold av næringsstoffer i blad av gras (Aasen 1997). Hvis samme grasslag forekommer i god vekst i nabolaget, bør det tas en referanseprøve av dette for sammenligning.

Lignoser. Ved prøvetaking av busker og trær samles 50–100 blad per prøve. Pass på at bladene samles på omtrent samme sted på skuddene, fortrinnsvis midt på årsskudd. Prøver fra planter i god og dårlig vekst må holdes atskilt for å kunne sammenligne analyseresultater. Det kan være vanskelig å finne referanser til normalverdier for mange grøntanleggsplanter, men det finnes utenlandske oppslagverk (bl.a. Bergmann 1988) som gjengir fargebilder og normalverdier for

plantenæringsstoffer i en rekke jord- og hagebruksvekster.

Analysene viser totalinnhold av både makro- og mikronæringsstoffer. De fleste laboratorier som tilbyr slike analyser bruker analyseinstrument hvor de kan få ut mange stoffer samtidig (ICP). Dette er årsaken til at de tilbyr pakker for bestemmelse av mange næringsstoffer, som er langt billigere enn å analysere ett og ett stoff. Bestemmelse av nitrogen i planter gjøres med annen metode. Derfor er pakketilbud med bestemmelse av nitrogen dyrere.

Det kreves en del kunnskap om tolkning av bladprøver. Dersom en selv ikke kan tolke analysene, bør en bestille tolkning av planteanalyser samtidig med innlevering av prøvematerialet. Det er imidlertid ikke alle laboratorier som tilbyr slik tolkning.

gjødsel. Kompost inneholder ofte rikelig med kalium, som vil være lett løselig og tilgjengelig for plantene. Kalium vaskes imidlertid lett ut og har liten virkningen utover etableringsåret.

Med utgangspunkt i analyseresultatene kan en selv eller fageksperter vurdere behov for kalking og gjødsling. En benytter samme klasser og inndeling som ved vurdering av jordanalyser i jordbruket. Når innholdet av næringsstoffer tilsvarer klasse 1, vil det alltid være behov for allsidig gjødsling. I ekstensive grøntanlegg (for eksempel blomstereng og grasbakker) vil innhold av næringsstoffer i klasse 2 for kalium, kalsium og magnesium være tilstrekkelig for å unngå mangel av disse stoffene.

Næringsrik jord (innhold av næringsstoffer i klasse 3 eller 4) bør nesten aldri gjødsles med fosfor og kalium. Man må imidlertid være oppmerksom på at det kan være behov for nitrogen, selv om analysene viser at det er rikelig av de andre makronæringsstoffene.

De positive virkningene av avløpsslam er spesielt knyttet til nitrogeneffekten både første og senere år. Mange grøntanleggsplanter vil derfor ikke ha behov for oppfølging med nitrogen gjødsling. På intensivt brukte grasareal eller andre spesielt nitrogenkrevende kulturer kan det kreves nitrogentilskudd.

Fosfor i avløpsslam som er felt ut med jernklorid eller aluminiumsalter er svært lite løselig. Selv om totalinnholdet av fosfor er stort kan en ikke regne med nevneverdig fosforfrigjøring fra slikt slam. Det er derfor viktig å sjekke både fosfor- og kaliumtilstanden i jorda en tid etter slamtilførsel (jordprøver) for å avdekke om det er behov for NPK-gjødsel.

Ved mistanke om næringsmangel på grunn av høy pH må kalking eller ytterligere bruk av kalkrikt slam unngås og surtreagerende nitrogen gjødsel (ammoniumsulfat) kan benyttes. Ved mangel på mikronæringsstoff kan bladgjødsling med stoffet som mangler være et godt alternativ.

Fornyning av dekker

Naturen resirkulerer organisk materiale som legger seg på bakken. I løpet av noen år vil det være nedbrutt og inngå i jordsmonnet. Tiden dette tar er avhengig av dekkematerialets egenskaper, klima og jordforhold.

Praktiske erfaringer med bruk av hage/parkavfalls-kompost tilsier at dekkematerialene bør fornyes hvert tredje til femte år. Dekkematerialet må legges på om våren eller forsommeren for at ikke tilførselen av næringsstoffer skal gi forsinket vekst avslutning om høsten. Ved fornying bør en passe på at dekket ikke blir for tykt og at det ikke tilføres for mye fosfor. Samlet bør restene av det gamle dekket og ny kompost/nytt to-lags dekke aldri være mer enn 10 cm tykke.

Anbefalinger for videre arbeid

Brukerveiledningen har vist at bruk av kompost og slam i grøntanlegg er positivt. Det gir verdifullt tilskudd av organisk materiale, stimulerer et sunt mikroliv i jorda, gir god jordstruktur, tilfører plantenæringsstoffer og kan virke erosjonsforebyggende. I tillegg kan det være med å løse et avfallproblem for samfunnet.

I utforming av forskriften er hovedvekten lagt på begrensninger av tungmetall, samt stabilisering og hygienisering. Dette medfører en høy grad av sikkerhet i forhold til miljøgifter, smitte og lukt.

Dagens forskrifter tillater imidlertid mengder av nitrogen og fosfor som ved bruk av enkelte tillatte slam- og kompostprodukter kan gi uheldige virkninger på planter og miljø. Dette setter store krav til de som skal planlegge og bruke de godkjente slam- og kompostproduktene i grøntanlegg.

Det er derfor behov for produktutvikling, drøfting av forskriften og mer forskning og utprøving.

Henvisninger

Kilder til denne rapporten

Asdal, Å., T.A. Breland, M.L. Herrero & E. Norgaard 2002. Kompostkvalitet – Dokumentasjon og anbefalinger. Grønn forskning 16/2002.

Bergmann, W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 762 s.

Dalen, S., ISS Vaktmesterkompaniet AS. Personlig meddelelse.

Espeland, H., Kristiansand kommune. Personlig meddelelse.

Grønlund, A. & A.R. Selmer-Olsen 2003. Analysemetoder for organisk gjødsel. Jordforsk rapport 50/03. 15 s. + vedlegg.

Haraldsen, T.K., P.A. Pedersen & E. Zakariassen 2003. Jordblandinger av steinmel, skogsjord og avløpsslam til grøntanlegg. Park og anlegg 2(4): 30-32.

Haraldsen, T.K. & P.A. Pedersen 2005. Etablering av naturlig vegetasjon på Storøya, Fornebu. Park & Anlegg 4(2): 12-14.

Landbruks- og matdepartementet 2003. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Fra internett: <http://www.lovdata.no/for/sf/ld/xd-20030704-0951.html>.

Myrstad, A. 1990. Jordkultur og gjødsellære. Yrkeslitteratur for anleggsgartnerfaget. Forlaget Fag & Kultur, Oslo. 80 s.

Norges Standardiseringsforbund 2003. Norsk Standard NS 2890, Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler. Varedeklarasjon, pakking og merking. 2 utgave juni 2003. 33 s.

Næss, T., Oslo kommune. Personlig meddelelse.

Pedersen, P.A. 1994. Vegetasjon ved trafikkåre. Håndbok nr. 169. Statens vegvesen. 94 s.

Pedersen, P.A., O. Fostad, K. Moxnes & M.B. Håbjørg 1997. Grøntanlegg i veimiljø, vegetasjonsetablering i undergrunnsjord. Vurdering av kritiske faktorer for vegetasjonsetableringen i Korsegårdsanlegget. Rapport. Forskningsparken i Ås. 74 s.

Solfjeld, E., Oslo kommune. Personlig meddelelse.

Sæbø, A., Å. Asdal, I.S. Fløistad, H.M. Hanslin, T.K. Haraldsen, J.Netland, H. Sjursen og P.A. Pedersen 2005. Sluttrapport fra ORIO-prosjektet "Slam og kompost til grøntanlegg". Planteforsk 2005. 26 s.

Ugland, T.N., E. Ekeberg & T. Krogstad 1998. Bruk av avløpsslam i jordbruket. Grønn forskning 04/98. 13 s.

Aasen, I. 1997. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyringer hos kulturplanter. Landbruksforlaget. 2. utg. 1986. 95 s.

Annen nyttig litteratur

Haraldsen, T.K. & P.A. Pedersen 2001. Fra flyplass til grønne parker. Håndbok for massehåndtering på Fornebu. Jordforsk rapport 57/01. 16 s.

Haraldsen, T.K. & P.A. Pedersen 2004. Hvordan er den gode jord...? Park & Anlegg 3(4): 18-19, 21.

Nedland, K.T. & Paulsrud, B. 2003. Erfaringer med bruk av avløpsslam til grøntanlegg. Aquateam rapport nr: 03-036. Versjon 2. 62 s.

Nyttige nettsteder

www.norvar.no
www.mattilsynet.no
www.nrfo.no

Sjekkliste for planleggeren

Valg av slam- eller komposttype

Analyse av jorda på stedet

- Kjemiske og tekniske analyser
- Visuell vurdering

Vurdering av analyseresultat og plantenes behov

- Organisk materiale
- Behov for plantenæring
- Jordtype
- pH

Aktuell bruksmåte

- Jorddekke i plantefelt/treplanting (kompost kvalitetsklasse 0/jorddekke godkjent av Mattilsynet, eller tolagsmetoden med inntil 5 cm slam i klasse 0 eller slam og kompost i klasse I-III med et lag av kompost klasse 0 eller godkjent jorddekke av Mattilsynet oppå)
- Toppdressing til gras (kompost kvalitetsklasse 0)
- Innblanding i stedegen jord (slam eller kompost)
- Jordblanding (slam eller kompost)

Mengdeberegning

Beregn mengde

- ut fra behov for organisk materiale i jord
- ut fra plantenes behov for næringsstoffer (særlig nitrogen og fosfor)
- ut fra pH-forhold

Sjekk at det ikke tilføres for mye plantenæringsstoffer

Sjekk at det organiske avfallsmaterialet ikke har for høyt saltnivå

Sjekk at du oppnår riktig kalk/pH-effekt

Sjekk at forskriften overholdes (tillatt mengde og tidsfaktor)

Krav

Varedeklarasjon i henhold til forskrift og NS2890

Vurder om det skal stilles krav utover deklarasjonskravet:

- Spesifiserte analyser for innhold av plantenæringsstoff
- Konsistens
- Ugrasfri (frø og deler av flerårig ugras)
- Stabilitet/modenhet (Dewar- eller SOUR-test for kompost)
- Spiretest
- Ikke glassbiter, metall eller andre fremmedlegemer
- Slam riktig ranket og tilstrekkelig vendt

Levering

Beskrive punktene i sjekkliste for mottak

Depot/lagring på anleggsted

Plassanvisning

Sikret mot ugrasinnvandring

Sikret mot avrenning av plantenæringsstoff

Sikret mot våte forhold (lav ranking, drenering)

Sikret mot selvantennning

Kompost til jorddekke

Tykkelse på dekket

Skal det beskrives sjiktet dekke?

Beskrivelse av utlegging

- Ugrasfritt før utlegging
- Unngå stammekontakt

Jordblanding

Kvalitetsikret oppskrift

Utlegging av jordblanding og/eller innblanding i anleggsjorda

Utforming og tykkelse på topplag (eller rotvolum for trær)

Vurder gradvis overgang til undergrunnsjord, evt. løsning av undergrunn

Unngå pakking

Unngå arbeid på/med våt jord

Angi innblandingsmetode til jordblanding

Beskrivelse av skjøtselsfase

Vurdering av gjødslingsbehov årene etter planting/utsåing (aktuelle analyser og metoder)

Sjekkliste for mottak av slam eller kompost

Formelle forhold rundt levering

Dato

Tidspunkt for levering stemmer overens med avtale

Sted for levering stemmer overens med avtale

Er varen i overensstemmelse med bestillingen?

Mengde

Varedeklarasjon i henhold til regelverket medfølger

Spesifiserte krav utover varedeklarasjon medfølger:

- Ugrasfri (frø og rotdele)
- Annet

Kvalitetsvurdering

Konsistens i overensstemmelse med avtale

(pellets, granulert, ikke klinete o.a.)

Lukt ikke skjemmende

Farge

Glassbiter/fremmedlegemer

Lagringsplass på anleggstedet

Lagret på anvist plass i henhold til beskrivelse

Spredning/utlegging/bruk

I henhold til regelverket

I henhold til plantenes behov

I henhold til miljøet, spesielt med tanke på avrenning



Anleggsjord med slamkompost ga god etablering av trær og busker på Fornebu i 2004. Toppdekke av flis (5-10 cm) med underliggende 2-3 cm kompost ga god virkning mot ugras. Legg merke til ugraset langs gangstien og i bakre del av bildet, som ikke har flisdekke.

Foto: Trond Knapp Haraldsen, Jordforsk



Saltskade.

Foto: Per Anker Pedersen, UMB



Grov flis fra et gjenvinningsanlegg kan være effektivt mot ugras. Selv om flisa er grov, er den lett nedbrytbar for sopp og jorddyr som meitemark, som finfordeler det organiske materialet.

Foto Trond Knapp Haraldsen, Jordforsk



Et kompostdekke ser tiltalende og ryddig ut. Komposten gir et fuktbevarende lag, rask jordforbedring og balansert næringstilgang.

Foto: Hege Abrahamsen, Park og landskapspleie i ISS Vaktmesterkompaniet AS

Brukerveiledning for kompost og slam i grøntanlegg

Utgiver

FAGUS – Faglig utviklingscenter for grøntanleggssektoren, juni 2005

www.fagus.no

post@fagus.no

Forfattere

Trond Knapp Haraldsen og Arne Grønlund, Jordforsk, Arne Sæbø, Planteforsk Særheim forskingssenter, Per Anker Pedersen, Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB og Tanaquil Enzensberger, vegetasjonsrådgiver.

Finansiering

Hovedfinansiering fra ORIO-programmet "Organiske restprodukter - ressurser i omløp", som er initiert og finansiert av Miljøverndepartementet og Landbruks- og Matdepartementet. Programmets mål er å bidra til bærekraftig utnyttelse av ressursene i våtorganisk avfall og slam og samtidig ivareta miljø og helse for mennesker, dyr og planter. Brukerveiledningen har delfinansiering fra Statens vegvesen region øst, samt egeninnsats fra Jordforsk og FAGUS.

Redigering og popularisering

Tanaquil Enzensberger og Jorun Hovind

ISBN 82-92714-00-6

Kortversjon

Det er laget en seks siders versjon av brukerveiledningen.

Kortversjonen heter **Kompost og slam i grøntanlegg**.

Den er lagt ut på www.fagus.no og kan bestilles i papirformat hos post@fagus.no.

Faglig utviklingscenter
for grøntanleggssektoren

