



# IRIS

International Research Institute of Stavanger

www.iris.no

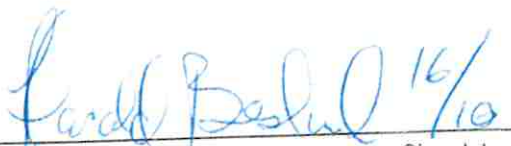
**Harald Berland**

## **Brukerveiledning for kompostering av hestegjødsel**

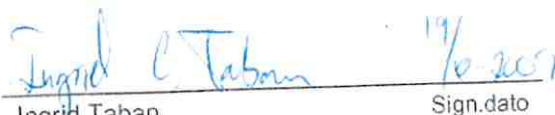
Rapport IRIS – 2009/185

Prosjektnummer: 7151833  
Prosjektets tittel: Brukerveiledning for kompostering av hestegjødsel  
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Rogaland, Landbruksavdelingen  
Forskningsprogram:  
ISBN: 978-82-490-06434  
Gradering: Åpen


Stavanger, 09.09.09

  
Harald Berland  
Prosjektleder

Sign.dato

  
Ingrid Taban  
Kvalitetssikrer

Sign.dato

  
Senterleder  
Biomiljø

Sign.dato

## Forord

Denne brukerveiledningen inneholder informasjon om ranke kompostering av hestegjødsel, tilhørende regelverk og bruk av komposten som et jordforbedringsmiddel. Veilederen er laget på bakgrunn av en generell økning i antall hester og behovet for å kunne omsette det organisk avfallet på en økonomisk og miljømessig god måte. Fylkesmannen i Rogaland, landbruksavdelingen har vært initiativtaker bak prosjektet og har generelt vært en pådriver for å kunne tilby løsninger for resirkulering av organisk avfall.

Veilederen er utarbeidet av IRIS som har hatt ansvaret for gjennomføring av prosjektet med prøvekompostering av hestegjødsel ved Riska hestesenter og Stople gjenvinningsanlegg.

IRIS takker alle som har bidratt i prosjektarbeidet og for økonomisk støtte fra landbruksavdeling i Rogaland.

Stavanger 16. oktober 2009



Harald Berland  
(prosjektleder IRIS)

## Innhold

Innledning .....	4
Sammendrag .....	4
SYMBOLBESKRIVELSE .....	5
1 PRODUKSJON OG ANVENDELSE AV HESTEGJØDSEL .....	5
2 REGELVERK .....	7
3 VEILEDNING TIL KOMPOSTERING AV HESTEGJØDSEL .....	9
3.1 Ranke komposteringsanlegg .....	9
3.2 Rankeoppbygging og prosessparametere .....	11
3.3 Fremgangsmåte .....	14
4 FORSØKSKOMPOSTERING AV HESTEGJØDSEL .....	15
4.1 Forsøksoppsett .....	15
4.2 Hestegjødselkompost som jordforbedringsmiddel .....	20
4.3 Konklusjon .....	24
5 REFERANSER .....	25
6 VEDLEGG .....	26

## Innledning

Hestehold genererer hvert år store mengder avfall som enten blir brukt som gjødsel, blir forbrent, deponert eller blir samlet opp og transportert til noen få private komposteringsanlegg. Dette medfører økte kostnader for hestesentrene som betaler for leveranse og transport. Det burde derfor være mer hensiktsmessig å kunne behandle avfallet lokalt, nært avfallsprodusenten og videre selge kompostproduktet eller bruke det på egne dyrkningsarealer.

Avfallshåndteringsproblemer fra hestehold er kjent og metoder som kompostering og forbrenning har blitt vurdert og testet ut. På Soma har kompostering av hestegjødsel strandet i drifts- og kostnadsproblemer ved bruk av trommelkompostering. Forbrenning av hestegjødsel har i samme området vært vurdert for utnyttelse av energi, siden hestegjødsel kan inneholde store mengder med strø og har et relativt lavt vanninnhold. Veldig ofte strander slike initiativer på manglende oppfølging og håndtering av "skjøre" og til dels dyre behandlingssystemer. I utgangspunktet kan kompostering være en kompleks prosess med krav til rett avfallssammensetning og tett prosessstyring for å kunne oppnå et godt sluttprodukt. Fordelene med hestegjødsel er at nitrogen og karboninnholdet er tilnærmet optimal for aerob nedbryting og krever således ikke innblanding med andre fraksjoner. Kompostering av avfallet krever imidlertid en forståelse og oppfølging av noen styringsparametere som luft- og fuktinnhold. I tillegg må en disponere et område der avfallet kan bli kompostert, luftet og lagret.

## Sammen drag

Veilederen gir en innføring i kompostering av hestegjødsel, regelverk og uttesting av kompost som et jordforbedringsprodukt.

Hestegjødsel lar seg lett kompostere uten noen tilførsel av andre avfallsfraksjoner. Prosessen starter raskt av seg selv, der en enkel oppfølging basert på vending og/eller kompressor lufting, temperaturmålinger og tilførsel av fukt gir et porøst produkt etter 4-12 måneder. Komposten er da blitt redusert med ca. 50%, og inneholder oppkonsentrerte og organisk bundne næringssalter som øker gjødslingseffekten over tid. Effekten av strø er viktig fordi den binder og tilfører komposten urin og struktur. Kompostering av hestegjødsel kommer nasjonalt innen gjødselvereforskriften som angir samme krav for omsetting av kompost som for gjødsel. For bl.a. hestesentre uten spredeareal burde dette være en fin anledning til å redusere utgiftene og eventuelt tilby kompost lokalt.

Som et jordforbedringsmiddel viste bruk av kompost direkte eller nedmoldet i leirjord en klar effekt ved å tilføre bakken porøsitet som øker evnen til å lagre og lede vann med mer. Gjødselseffekten av kompost på gressvekst er imidlertid klart knyttet opp mot næringsverdi som for hestegjødsel/kompost er lav. Vekst og spiring av gress er også klart knyttet opp mot hvordan komposten blir brukt.

## Symbolbeskrivelse

**Kompost:** Kompost er en kombinasjon av organisk avfall som blir brutt ned via en aerob prosess til humus og jord. I denne rapporten omfatter begrepet også ferdig kompost dvs. humusprodukter.

**Kompostering:** Er den aerobe nedbrytingsprosessen av organisk materiale som blir utført av mikroorganismer, hovedsakelig bakterier og sopp.

**Aerob:** Tilstedeværelsen av oksygen (luft).

**Anaerob:** Omgivelser eller liv uten oksygen.

**Humus:** Er nedbrutt og stabilt organisk materiale som i komposteringsammenheng ofte blir referert til som kompost.

**C:N forhold:** Dette forholdet angir mengden av total karbon i forhold til total mengde nitrogen i et materiale. Tre materiale inneholder mye karbon og lite nitrogen, mens matavfall inneholder mindre karbon og mer nitrogen. C:N sammensetningen er optimal for nedbryting når forholdet er rundt 30:1. For ferdig kompost er gjerne forholdet 10-15:1.

**pH:** Er et mål for surhet eller basisgrad.

**Mikroorganismer:** Er små organismer som bakterier og sopp som kun enkeltvis bare er synlig ved mikroskopering eller bruk av lupe.

**Mineraler:** Er uorganiske forbindelser som levende organismer trenger for å vokse og fungere.

**Næringsstoffer:** Er ikke organiske forbindelser eller mineraler som plantene trenger i store (makro-) eller små (mikro-) mengder.

**Termofile:** Betingelser eller egenskaper som involverer temperaturer over 45 °C.

**Endotoksiner:** Er ofte assosiert med mikroorganismer som bare frigir disse giftige komponentene når de dør.

## 1 Produksjon og anvendelse av hestegjødsel

Norsk hestesenter oppgir at det er ca. 60.000 hester på landsbasis med en årlig tilvekst på ca. 2-4.000 hester. Omlag 10-15 % av disse hestene er stasjonert i Rogaland og er fordelt på hestehester, travhester og hester i hobbyhold (Norsk Hestesenter og Det Norske Travelskap). Dette antallet tilsvarer en avfallsproduksjon i Rogaland på ca. 70.000 m<sup>3</sup>/år, der massene enten blir deponert, forbrent, benyttet som gjødsel eller levert til komposteringsanlegg. Leveringskostnadene av hestegjødsel til slike anlegg kan beløpe seg til ca. 100-200 kr/m<sup>3</sup> som kan utgjøre en betydelig kostnad for hestesentrene. Det kan derfor være gunstig å redusere avfallsmengden lokalt via kompostering før levering eller å produsere kompost lokalt for salg. For at organisk avfall skal kunne bli distribuert på denne måten og erstatte en del av markedet på 250 000 m<sup>3</sup> torv som årlig blir benyttet, så

må komposteringsanleggene ved hestesentrene få en dispensasjon eller bli bygget i henhold til gjeldene regelverk (kap. 2).

For hestesentre uten spredningsareal er det fortsatt lov til å lagre avfallet på egen grunn så lenge en hindrer faren for næringstap via avrenning. Et annet alternativ er å lokalforbrenne gjødsel med mindre enn 50 % fuktighet i et energigjenvinningsanlegg. En forbrenning av gjødsel fra 50 hester vil i et 200 kW forbrenningsanlegg kunne generere en energimengde på 0,7 GWh/år i form av varmt vann. Overskuddsvarme kan også bli utnyttet fra komposteringsrør ved å suge luft gjennom komposten for kondensering av varm damp i isolerte gulvlagte rør eller at varmevekslingsenheter ([www.acrolab.com](http://www.acrolab.com)) blir benyttet for å utnytte varmen i avgassene. Det er også blitt benyttet røkveiler eller spyd av plast og kobber ([www.permacultureactivist.net](http://www.permacultureactivist.net)) i komposten for å varme opp vann, men varmeoverføringseffekten avtar over tid på grunn av kondensering på røroverflaten og kompostens egen isolerende evne. Det er også en fare for at en direkte temperaturhøsting kan forstyrre selve nedbrytingsprosessen slik at prosessen stopper opp eller drar ut i tid.

For hestesentre med spredningsareal vil kompost være et produkt som tilfører jordsmonnet organisk materiale og struktur som igjen øker luftutvekslingen og jordens evne til å lede vann, samt å lagre næringsstoffer. Hestegjødsel er imidlertid relativt næringsfattig som vekstmedium for planter og bør bli tilført ekstra næringsstoffer som inneholder nitrogen, fosfor, kalium og kalsium (tabell 1). Hestegjødsel inneholder normalt mellom 30-50 % strø som tilfører komposten organisk materiale, porøsitet og nitrogen som via opptak av urin/ammonium-N kan utgjøre over 50 % av det totale nitrogeninnholdet i gjødsel (vedlegg, tabell 4). I sammenligning med gjødsel fra sau og ku er ikke det totale nitrogeninnholdet i hestegjødsel spesielt lavt og vil som kompost tilføre plantene mer nitrogen over tid enn ved direkte gjødsling. Komposten vil også i motsetning til ubehandlet gjødsel være fri for parasitter, frø og patogene bakterier som ellers ville kunne føre til smitting av beiteområdene.

Generelt er det satt en øvre grense for innblanding av kompost i jord på 20-30 %. Denne grensen er satt for å unngå høye næringsstoffsverdier som kan føre til sviing av planterøttene. Til dekkmateriale på eng er den veiledende komposttykkelsen satt til 5 cm og kan bare bli oversteget når tungmetallinnholdet i komposten ikke overstiger klasse 0 (vedlegg tabell 5). Normalt så ligger hestegjødsel i kvalitetsklasse 0 og kan bli brukt direkte på jordbruksarealer i henhold til gjødselvereforskriften. Arealbehovet for spredning av gjødsel/kompost blir bestemt ut fra fosfat og eller nitrogen innholdet og vil for 10 hester (130 m<sup>3</sup> avfall/år) kreve ca. 7-8 dekar/år. Arealbehovet for spredning av kompost kan være uendret i forhold til gjødsel selv om kompostvolumet har blitt redusert med opptil 50 %, siden innholdet av fosfat generelt blir oppkonsentrert under kompostering.

Etterspørselen og mangel på underlagsmateriale har også ført til at kompost på lik linje med torv har blitt vurdert. I sammenligning med trellis hadde båser med kompost betydelig lavere konsentrasjoner av ammonium, støv, endotoksiner og sopp i luften. Imidlertid var innholdet av andre potensielle luftveisirriterende stoffer og termofile sopp signifikant høyere enn i fersk gjødsel, noe som krever en ytterligere dokumentering før kompost kan bli anbefalt som underlagsmateriale (Seedorf, Schröder et al. 2007).

## 2 Regelverk

Organisk avfall som har animalsk opprinnelse, og som ikke er beregnet til konsum, er omfattet av forskrift 2007-10-27 nr 1254 om "animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum" som implementerer forordning (EU) nr. 1774/2002 som norsk rett og forskrift 2003-07-04 nr 951 om "gjødselvarer mv. av organisk opphav". Formålet med forordningen er å hindre spredning av smittsomme dyresykdommer, og å kunne tilbakespore og hindre at smittestoffer i animalske biprodukter kommer inn matproduksjonskjeden på nytt via opptak gjennom fôr og gjødsel på eng og beite. Forordningen inndeler biproduktene i 3 avfallskategorier, der avfall i kategori nr. 1. skal forbrennes eller graves ned. Avfall i gruppe 2 skal hovedsakelig ikke bli brukt som fôr, og omfatter selvdøde dyr, husdyrgjødsel og slakt som ikke er beregnet til konsum på grunn av fare for smittespredning. Med unntak av husdyrgjødsel må avfallet bli forbehandlet før det for eksempel går til komposterings- eller biogasanlegg. Gruppe 3 har lav risiko og kan bli viderebehandlet med en lavere grad av forbehandling, og omfatter for eksempel deler av slakt fra friske landdyr, fisk, blod og tidligere næringsmidler. Matavfall og melk er også kategori 3-materiale, men er unntatt fra kravet om forbehandling. Forordningen omfatter også godkjenning av behandlingsanlegg, deponering, transport og behandlingsmetode. Husdyrgjødsel er omfattet av både biproduktforordningen, som i realiteten ikke stiller særlige krav for bruk og omsetning av husdyrgjødsel fra friske dyr og av gjødselvarerforskriften. For salg og distribuering av kompostert gjødsel utenfor Norges grenser stiller biproduktforordningen blant annet krav til behandlingsanlegget. Et slikt anlegg skal være utstyrt med en lukket komposteringsreaktor som materialet må passere. Anlegget må kunne overvåke og registrere komposttemperaturen i forhold til sann tid og inneha et sikkerhetssystem mot utilstrekkelig oppvarming. Rankekompostering oppfyller generelt ikke kravene til en lukket kompostering, men dispensasjon kan bli gitt så fremt anlegget innehar en tilfredsstillende skadedyr kontroll og en prosessstyring som leder til en full hygienisering av komposten over en gitt tid. Husdyrgjødsel skal generelt ha en varmebehandling på minst 70 °C i 60 minutter dersom det ferdige produktet skal bli klassifisert som behandlet og omsatt utenfor Norges grenser.

Gjødselvarerforskriften sin definisjon av husdyrgjødsel er møkk eller urin, med eller uten strø, fra husdyr. Hestegjødsel kan bli lagret direkte på bakken, så lenge det blir skjermet mot overflatevann og at lagringen ikke medføre fare for avrenning. Slike lager skal bli fjernet regelmessig og minimum 1 gang/år. Ellers så gjelder gjødslingsplanen med spredetidspunkt og krav til spredningsareal for kompost som for gjødsel for øvrig. Dersom husdyrgjødsel blir omsatt og brukt på andre enn egne arealer innen Norge, gjelder gjødselvarerforskriften sin del II om tilvirking. Foruten krav til internkontroll, analyser og kvalitetskrav, stiller forskriften krav til smittevern, registrering og merking. For omsetning av kompost som har opprinnelse fra gjødsel gjelder gjødselvarerforskriften og de bestemmelser som gjelder for distribusjon og salg innen Norge. Kravene som blir stilt til behandlingsanleggene kommer inn under del II og del III som omfatter bestemmelser om tilvirking, lagring og bruk. Det vil si at lagring av komposten ikke skal medføre forurensningsmessige, helsemessige eller hygienske ulemper. Dersom komposteringsanlegget befinner seg på et sted hvor produksjonsdyr holdes og som ikke bare benytter husdyrgjødsel fra disse dyrene, skal anlegget være plassert i hensiktsmessig

avstand fra produksjonsdyrenes område, og i alle tilfelle skal anlegget være fullstendig fysisk atskilt fra dyrene, deres fôr og strø, om nødvendig med gjerde.

Av § 32 i forskriften framgår det at Mattilsynet i særlige tilfeller kan dispensere fra del II i forskriften. Eventuelle dispensasjonssaker blir alltid vurdert og behandlet enkeltvis av Mattilsynet som godkjenner slike anlegg. De enkelte kommunene har i denne sammenheng ansvaret for å følge opp anlegget i forhold til eventuelle forurensningssaker og må generelt godkjenne plan før nybygg eller utvidelse av gjødsel "lagre" blir foretatt. Fylkesmannen miljøvernnavdeling har mandat ut fra sakens art. Hvis anlegget tar imot/omsetter betydelige mengder gjødsel ut over selvproduksjon, annet avfall eller mottar avfall fra industri skal miljøvernnavdelingen bli forelagt en søknad om dette. Det samme gjelder hvis en betydelig økning i gjødselomsetning kommer i konflikt med reguleringsplanene eller det foreligger klager som krever en utvidet dokumentasjon i henhold til forurensningsloven (<http://www.fylkesmannen.no>). Produkter som kommer inn under gjødsel forskriften del II skal registreres hos landbrukstilsynet.



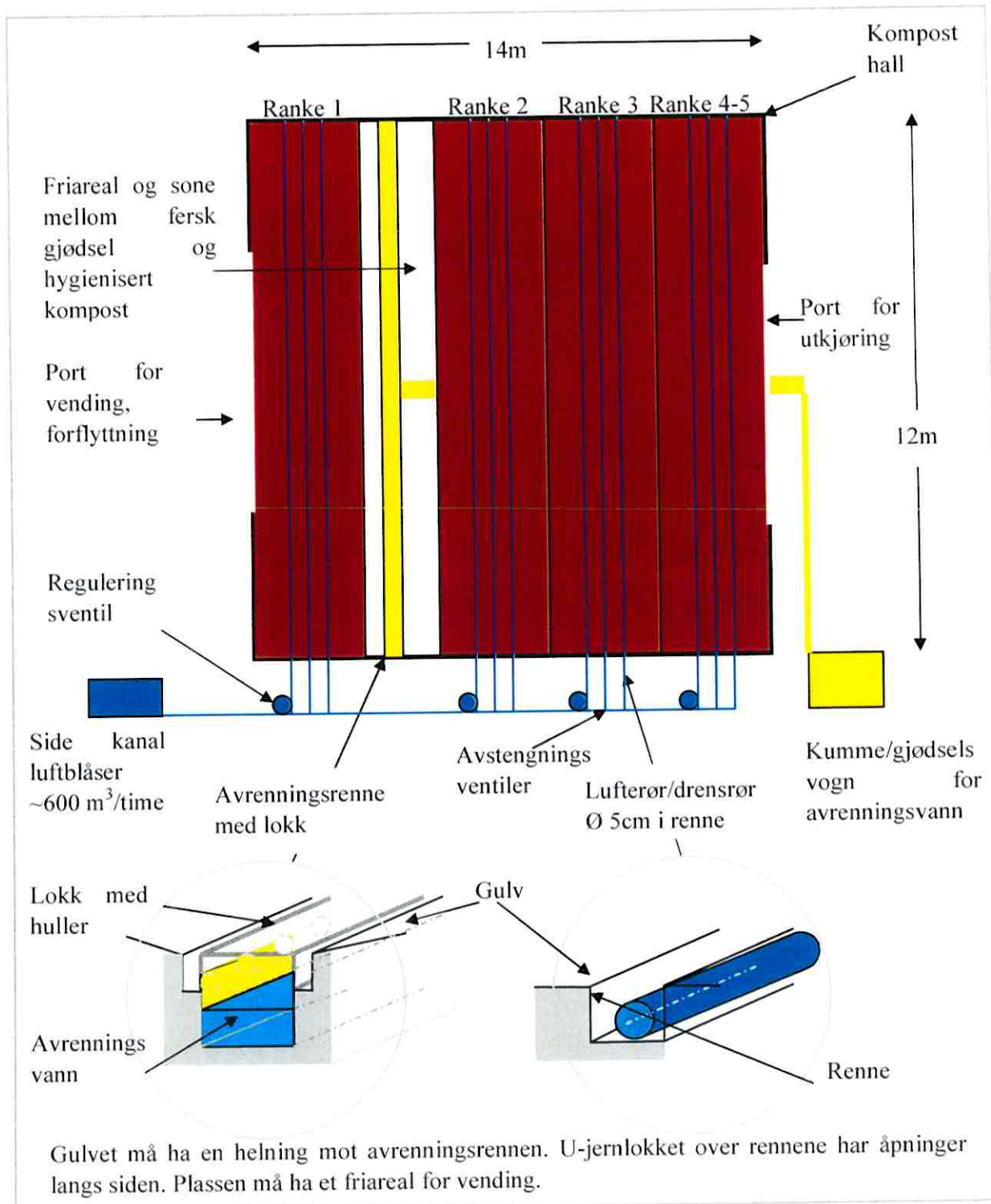
### 3 Veiledning til kompostering av hestegjødsel

Kompostering av hestegjødsel bør være uproblematisk, siden avfallet har et riktig C/N forhold, god struktur og et fuktinnhold som gjør at varmeutviklingen i avfallet starter uten noen hjelp. For å ende opp med et stabilt jordforbedringsprodukt må imidlertid prosessen bli fulgt opp, der opprettholdelse av fukt og luftinnholdet er de viktigste styringsparametrene. Utenom komposteringsprosessen er det viktig å ta høyde for at ferskt organisk avfall kan inneholde potensielle helseskadelige vannbårne partikler, bakterier og sopp som virvles opp ved vending av rankene (Romano, Krogmann et al. 2006). I denne prosessen blir det også frigitt gasser som karbondioksid, metan og hydrogensulfid som setter krav til god utlufting. For en generell informasjon om produksjon og bruk av kompost er det i tillegg til dette arbeidet blitt utarbeidet veiledere som finnes i rapportene; (Berland 2005; FAGUS 2005).

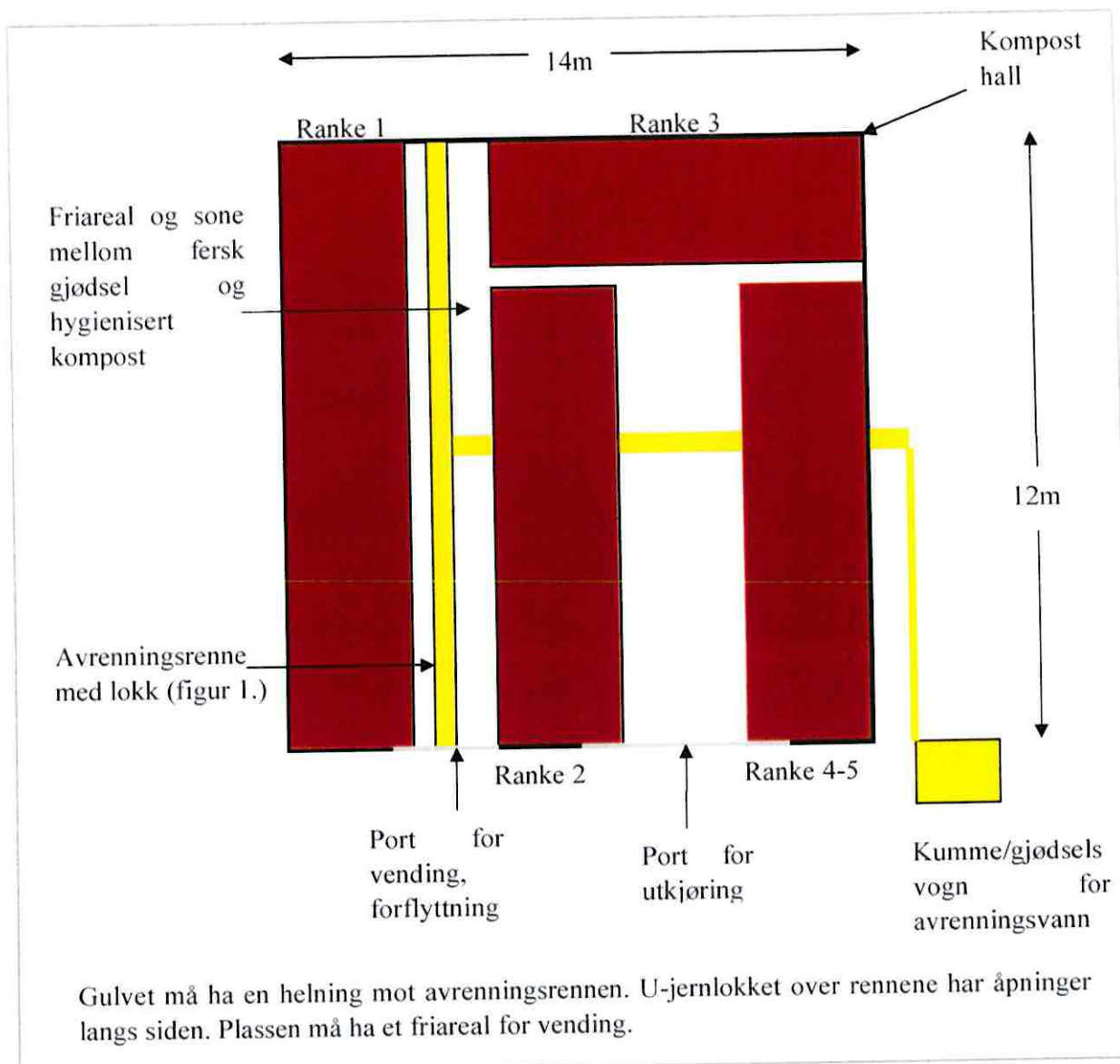
#### 3.1 Ranke komposteringsanlegg

Den enkleste formen for kompostering er å legge avfallet i ranker, der ranken med ferskt avfall blir separert fra de eldre og temperatur hygieniserte rankene (figur 1). Anlegget må ha mulighet til å skjerme komposten mot regnvann og kunne samle opp avrenningsvannet i tanker. Avfallet kan også bli kompostert i lukkede tanker, store avvanningsposer eller i kommersielle kompostreaktorer. Hvis komposten skal bli solgt videre til kunder, så krever bl.a. gjødselvareforskriften gode internkontrollrutiner som skal ivareta HMS, smittevern og vern av det ytre miljø.

Det er viktig at det på et tidlig tidspunkt i byggingen av et rankekomposteringsanlegg blir gjort riktige valg. Spesielt gjelder dette valg av materialer som må kunne tåle høy temperatur i kombinasjon med et surt miljø. Blir det bygd et innendørs anlegg må luftemulighetene være gode og bygningen må være dimensjonert for å kunne vende rankene med for eksempel en traktor. Anlegget bør kunne separere mellom hygiensert og ikke hygienisert materiale og ha måleutstyr for logging av temperatur spesielt for første del av komposteringen. Generelt så bør gulvet ha en god helning mot en renne som ligger på tvers av rankene og som er koblet mot en avrenningstank eller en gjødselsvogn. For å unngå at rennene blir fylt av kompost bør de bli dekket med et U-jern med små innløp langs siden. Blir det lagt opp til aktivt luftning av rankene, så kan gulvet bli bygd med 3 mindre lufteør renner per ranke. I figur 1 og 2 er det vist et forslag på utforming av et rankekomposteringsanlegg med eller uten aktiv innblåsning av luft.



**Figur 1.** Forslag til komposteringsanlegg av ranker på 60 m<sup>3</sup> med aktiv innblåsning av luft. Anlegget bør ha tak eller presenning for å beskytte rankene mot regnvann.



**Figur 2.** Forslag til komposteringsanlegg basert på vending av rankene. Anlegget bør ha tak eller presenning for å beskytte rankene mot regnvann.

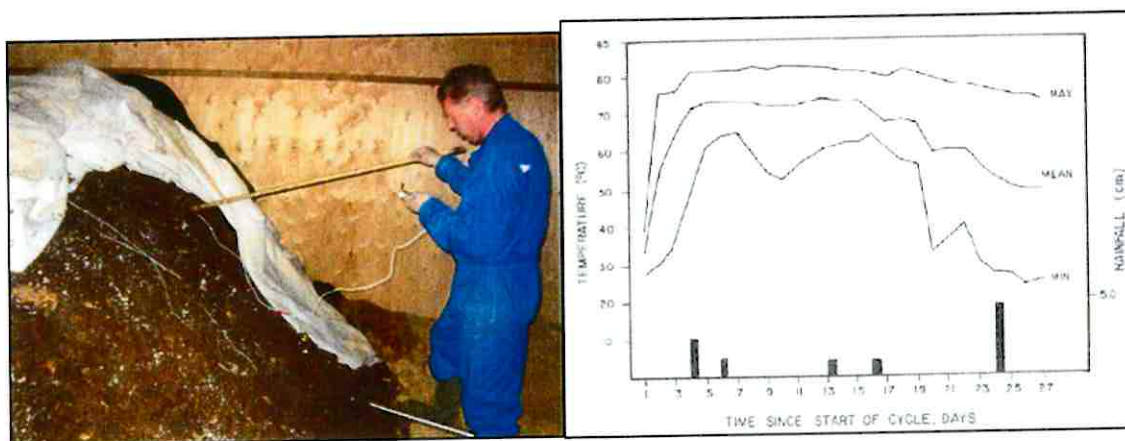
### 3.2 Rankeoppbygging og prosessparametere

Hestegjødsel trenger ingen tilførsel av annet avfall eller næringsalter for å starte komposteringsprosessen. Blir det brukt mye strø kan komposten ha godt av å bli tilført ekstra nitrogen i form av urin eller kalksalpeter. Som regel vil ekstra nitrogen tilførsel i brukt strø og i hestemøkk føre til et høyere nitrogentap. I første del av komposteringen kan også ekstra tilførsel av kalium/kalk senke komposteringstiden noe ved å nøytralisere en del syrer i gjødselen (Smårs 2002). For å øke kalk- eller næringsaltverdien i ferdig kompost er det normalt bedre å ettergjødse komposten for å oppnå den verdien en er på jakt etter.

**Forbehandling;** Normalt krever ikke hestegjødsel noen forbehandling angående C/N forholdet, fukt eller struktur, som kan være nødvendig for andre typer av organisk avfall. Litt avhengig av strøinnholdet kan vann bli tilført hvis gjødselen er for tørr. Mangel på strø vil også kunne påvirke struktur og luftinnholdet i komposten og øke behovet for tilsetning av strukturmateriale.

**Ranke oppbygging;** Hestegjødsel blir lagt opp i en haug eller i en ranke som er ca. 3 meter høy og ca. 3 meter bred. I de første 3-4 ukene bør ranken bli vendt 1-2 ganger for å sikre hygienisering av hele komposten, men også for å blande avfallet og for å tilføre den luft. Den ferdig hygieniserte ranken blir deretter flyttet til et ettermodningssted avskilt fra det ferske avfallet (figur 1).

**Temperatur;** Temperaturen i ferskt avfall øker raskt til 55-70 °C for så å avta mot 20-40 °C utover ettermodningsfasen. Sopp og bakterier bryter først ned lett nedbrytbart materiale for så å begynne på de mer tungt nedbrytbare fraksjoner som strø og høy. Unormalt høyt strøinnhold kan i første del av komposteringen påvirke temperaturutviklingen i massene (Airaksinen, Heinonen-Tanski et al. 2001) og hindre en tilstrekkelig høy hygieniseringstemperatur (Moncol 1996). Høyt karboninnhold (dvs. strø, høy) i forhold til nitrogen kan også forlenge komposteringstiden (Airaksinen, Heinonen-Tanski et al. 2001). Temperaturutviklingen er et godt mål på aktivitet og utgjør en viktig styringsparameter i tillegg til fukt og luftinnholdet. Er aktiviteten for eksempel for lav eller for høy (bilde 1) vil effekten av tilført fukt eller luft enkelt bli målt med et termometer. I noen få tilfeller som ved energiutnyttelse av kompostvarmen kan overdrevent bruk av aktiv luft innblåsning medføre at temperaturen stopper opp. Måling av temperatur er tilslutt nødvendig for å avgjøre om komposten er ferdig. Komposten blir regnet som ferdig når temperaturutviklingen i en 1m<sup>3</sup> ny snudd haug ikke har steget mer enn 20 °C i løpet av ett døgn.



**Bilde 1.** Enkel temperatur måling for å kunne følge temperaturutviklingen og nedbrytingen i komposten. Temperatur prosessdiagram for ulike komposteringsbetingelser og regn tilførsel (Haug 1993).

**Karbon:nitrogen forholdet.** Normalt er C:N forholdet i fersk hestegjødsel rundt 30:1 som er optimalt for kompostering. Er forholdet høyere er prosessen vanskeligere å få i gang og er det lavere så vil nitrogentapet potensielt bli høyere og rankene vil lukte ammonium. Nedbrytingen av strø tar tid og tilgjengelig karbon blir i tidlig fase tatt fra de mer lett nedbrytbare materialene i hestemøkken. Strø inneholder mye urin og tilfører komposten opp mot 50 % av nitrogenet som er tilgjengelig spesielt tidlig i komposteringsforløpet. I modnet kompost er C:N forholdet ned mot 10:1.

**Fukt;** Vanninnholdet i hestegjødselen bør være mellom 45-70 % for at komposteringen ikke skal stoppe opp. En enkel måte å kontrollere at det er tilstrekkelig fukt i komposten er å klemme sammen noe av komposten i hånden og holder den ikke sammen er den for tørr. Rankene kan bli alt for tørr spesielt i de første 2-4 ukene når varmeaktiviteten er som høyest. Spesielt i disse ukene før hygienisering kan en tilføre oppsamlet avrenningsvann. Inneholder komposten for mye fukt vil dette kunne påvirke porøsiteten og bidra til at komposten bli for tett og innholdet av oksygen blir redusert.

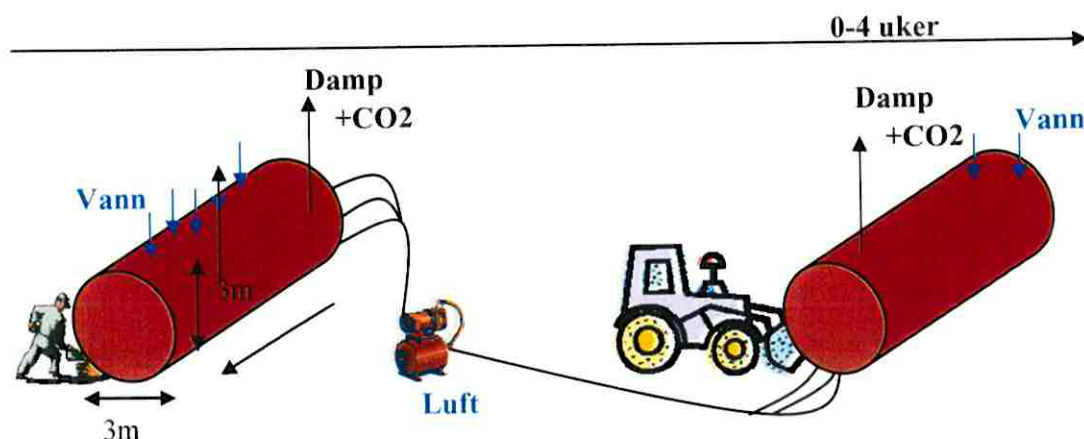
**Luft;** Oksygeninnholdet i en kompostranke bør ikke være lavere enn 4-5 % og bør helst ligge mellom 10-20 % for at nedbrytingen skal være aerob med lav produksjon av anaerobe forråtnelsesprodukter som metan og andre illeluktende gasser og syrer. Luft med oksygen blir tilført rankene ved å vende dem eller ved å aktivt tilføre luft. Bruk av trykkluft har vist å gi en raskere komposteringsprosess, bedre kompostkvalitet og et mindre tap av nitrogen (Brodie, Gouin et al. 1994; Sanchez-Monedero, Bernal et al. 1996; Tiquia and Tam 1998; Tiquia and Tam 2000; Solano, Iriarte et al. 2001); (Càceres, Flotats et al. 2006). Innblåsning av luft kan imidlertid øke behovet for vanning på grunn av økt fordampning. Hyppig vending kan øke, men også senke temperaturen ved at prosessen blir forstyrret. En vending av rankene medfører som regel et høyere tap av nitrogen komponenter, samtidig som det medfører en dårligere temperaturkontroll (Cayuela, Bernal et al. 2004). Bruk av strukturmateriale gjør at luften fordeler seg bedre i komposten og at avgassene lettere forsvinner. Tester utført i prosjektet viser at hestegjødsel som inneholder flis ikke trenger ekstra strukturmateriale (tabell 2).

**Dekk- og underlagsmateriale:** Det blir anbefalt å bruke underlagsmateriale av bark for å bedre kunne lede bort avrenningsvann, men også for å unngå nedkjøling av komposten langs bakken. Som dekkmateriale sørger barken for en høy temperatur helt ut til ytterkant av ranken og for at noe av vanddampen blir kondensert og fanger noe av de flyktige nitrogenforbindelsene som vil renne tilbake i komposten. Bruk av presenning fører også til kondensering, men kan også medføre en tørrkompostert sone nær ytterkant av presenningen som ikke blir fullstendig hygienisert.

**Tabell 1.** Anbefalt tilsatt næringsalter til hestekompost bør ligge rundt middels for å oppnå en god plantevekst.

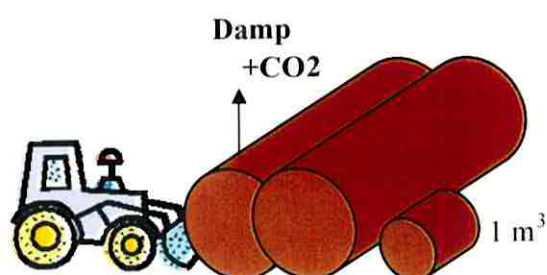
Næringsstoff verdi (g/kg kompost)	lav	middels	høy
Fosfor	2	3,-6	7-15
Kalium	5	6-14	15-29
Kalsium	80	81,-130	130-210
Magnesium	2,2	2,3,-4,3	4,2-9,3

### 3.3 Fremgangsmåte



1. Bygg opp en ranke med ca. høyde:bredde på 3x3m.
2. Dekk ranken helst med bark eller presenning ved utekompostering.
3. Start måling av temperaturen som skal være over 60 °C.
4. (Start innblåsning av luft i 5-10 minutters intervaller over 30-60 minutter hver 3. dag\* og tilfør komposten vann/avrenningsvann hvis den er tørr).
5. Deler eller hele ranken blir vendt etter minimum 2 til 4 uker. Når full rankelengde er oppnådd blir ranken flyttet til et område separert fra den nye gjødsel ranken. Sørg for god utlufting.
6. (Forsett med innblåsning).
7. Mål temperaturen som etter en stund skal være over 60 °C igjen. Ved henstand i ytterligere 1 døgn så er komposten hygienisert.
8. Tilfør fukt hvis nødvendig, ikke avrenningsvann.
9. Start oppbygging av gjødselranke nr. 2 (pkt 1.)

1-6 mnd. →



10. De ferdig hygieniserte rankene kan nå bli stablet etter hverandre. Rankene kan også bli blandet, men det vil øke den totale komposteringstiden.
11. Vend 1-6 mnd. gammel kompost ca. 1 gang/mnd. og/eller blås inn luft minimum 2-1 gang per 14. dag.
12. Temperaturen avtar og komposten omsetter tungt nedbrytbart høy/strø.

4-12mnd. →

13. Når temperaturen etter 4-12 mnd kommer under 40 °C kan komposten bli kontrollert om den er ferdig. Vend ca. 1m<sup>3</sup> kompost og mål temperaturen direkte og etter 1 døgn. Er temperaturforskjellen mindre enn 20 °C er komposten klar til å bli brukt. pH~7.
14. Komposten kan bli brukt direkte eller tilført næringsalter som i tabell 1.
15. Bruk maksimum ca. 30 % kompost ved nedmolding og ca. 5 cm ved toppdekke på eng.
16. Ved salg må det kunne bli fremlagt produktinformasjon som inneholder bla. minimum 1 gangs nærings salt- analyse (vedlegg).

## 4 Forsøkskompostering av hestegjødsel

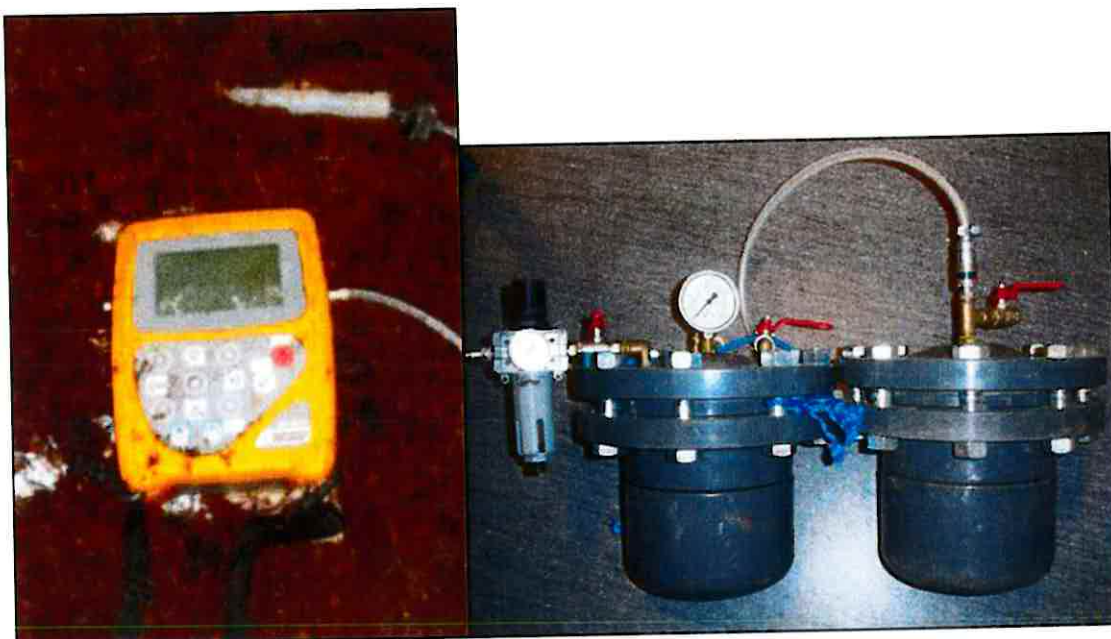
Hestegjødsel ble forsøkt kompostert i et utendørs komposteringsanlegg ved Riska hestesenter. Senteret har i dag en produksjon på ca. 10-15 m<sup>3</sup> med hestegjødsel og strø per uke (fra ~50 hester). Anlegget som ble oppført er et lettdrevet utendørs rankekomposteringsanlegg (figur 1A, bilde 2) med gjødselsranker på L:B:H (12:4:4 m) som gradvis blir fylt opp med 60-90 m<sup>3</sup> hestegjødsel og strø per måned. Selve kompostanlegget har et areal på ca. 12m\*12m\*5m (144 m<sup>2</sup>) og vil etter 5-6 måneder være potensielt fullt (300 m<sup>3</sup>). Anlegget må ta sikte på å omdanne ca. 660 m<sup>3</sup> hestegjødsel per år, noe som innebærer at hallen må bli tømt ca. 2 ganger per år som igjen krever et spredningsareal på ca. 34 dekar.



Bilde 2. Forsøkskompostering i anlegget til Riska hestesenter.

### 4.1 Forsøksoppsett

Rankene i anlegget ble vendt for å tilføre komposten luft og for å oppnå en homogen og hygienisert masse. Presenning for vern av rankene mot regnvann og for å bibeholde noe av de flyktige nitrogenforbindelser ble oppgitt på grunn av sterk vind i området. I komposteringsprosessen ble temperatur, fukt og luft innholdet målt og produksjonsgassene CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO og H<sub>2</sub>S fulgt igjennom alle stegene i omsetningen (bilde 3). Avrenning og lukt fra komposten ble registrert og innholdet av næringsstoffer og tungmetaller ble analysert for hesteavfallet, kompost og for det endelige kompostproduktet (vedlegg tabell 4, figur 4 og 5). I vårsesongen ble ferdig kompostert hestegjødsel fraktet ut og nedmoldet eller brukt som et 5 cm topplag på eng. I forsøksfeltene ble effekten mot spiring, gressproduksjon og jord porøsitet målt (Annan and White 1998; Luz Ruggieria 2008).



**Bilde 3.** GA-2000 IR gassmåler og et pyknometer/tetthetsmåler for henholdsvis logging av gassene; CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO og H<sub>2</sub>S og for måling av porositeten eller luft rommet i komposten.

I løpet av den første måneden var temperaturforløpet ved utendørs kompostering middels (figur 3) og ikke vesentlig forskjellig fra det som tidligere har blitt observert for innendørs kompostering. I starten var nedbrytingen rask og førte til at andelen av tungt nedbrytbart strø økete utover i perioden (tabell 2). Etter 5 måneder flatet temperaturen ut og etter ytterligere 5 måneder var komposten tilnærmet ferdig og hadde en temperaturutvikling i nysnudd kompost på rundt 20 grader (figur 3). I løpet av den første uken reduserte den høye mikrobielle aktiviteten raskt luftmengden i komposten til under 5 %. Dette førte til en økning i forråtnelses gassene metan og hydrogensulfid som holdt seg høyt helt til første vending. Når komposten ble snudd så holdt oksygennivået seg over 10 % i 3 dager før den falt på nytt (figur 4). Ideelt sett skulle en da tilført luft hver tredje dag i denne perioden for å holde en maksimal nedbrytingsrate. Oksygeninnholdet var generelt for lavt også senere i komposteringen og vending av massene hadde bare en kortvarig effekt inntil temperaturen etter 6 måneder nådde 30-40 °C.

Som det fremgår av tabell 2 så lå luftporevolumet i rankene innenfor eller over anbefalt område på 30-60 % av total volum. Det vil si at komposten ikke trengte mer strukturmateriale eller ytterligere vendinger for å øke porositeten (Annan and White 1998). For å presse ned komposteringstiden uten hyppig og arbeidskrevende vendinger ble komposten tilført kompressor luft. I anlegget til Riska så ble 3 stk perforerte PE80 32 mm vannslanger lagt på et 15 cm kompostlag i bunnen av ranken. Anlegget var ikke automatisert og kompressoren på 550 L/min viste seg å være alt for liten til å få til en effektiv lufting. Ved Stople gjenvinning ble 3 meter høye ranker tilført 3 stk 5 cm diameter drenerør (bilde 4). I tillegg til vending hver 2. uke, så ble hvert rør i ranken tilført 30 sekunders intervaller med 7,5 m<sup>3</sup>/min. i løpet av 5 minutter en gang per uke. Som et mål på aktivitet og nedbryting var nedgangen i temperaturen (y) over dobbelt så rask når rankene ble tilleggslufting i forhold til bare buk av vending ( $y_{\text{luft}} = -0,8008x$  mot  $y_{\text{vending}} = -$



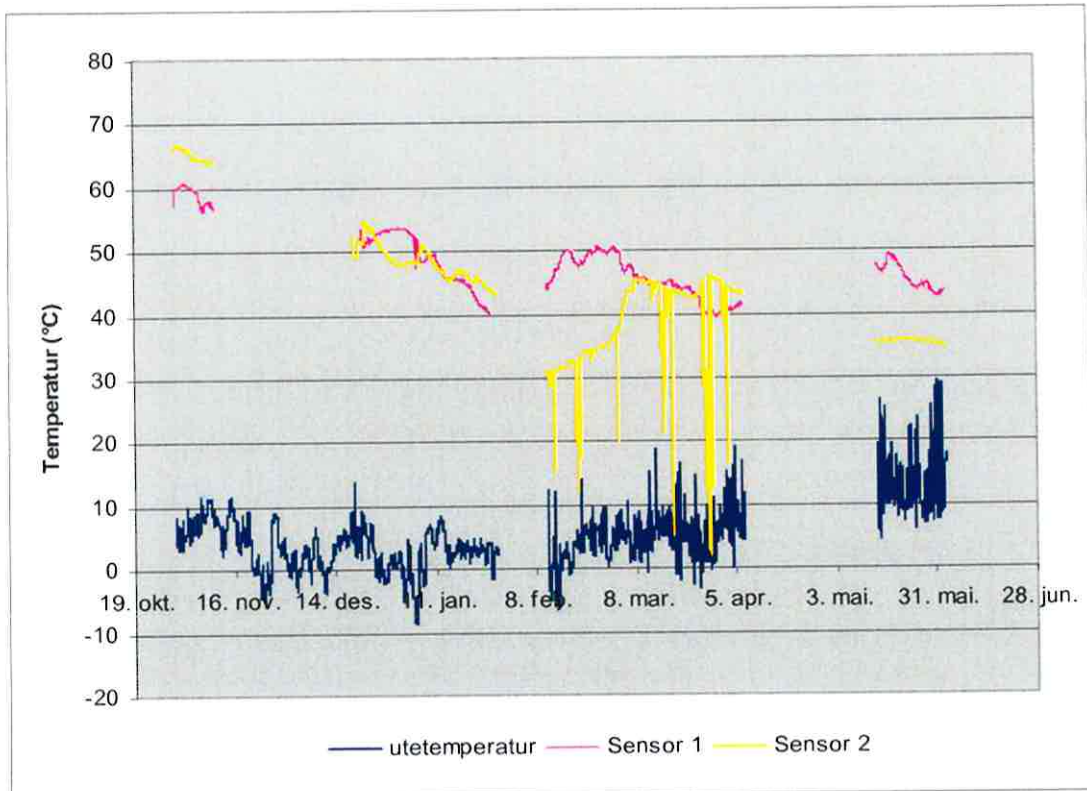
0,2187x, der x= tid). Totalt ble komposteringstiden redusert med 3-4 måneder fra rankene ble lagt opp til at temperaturen i komposten ble redusert til 40 °C (Vedlegg figur 7, figur 3).



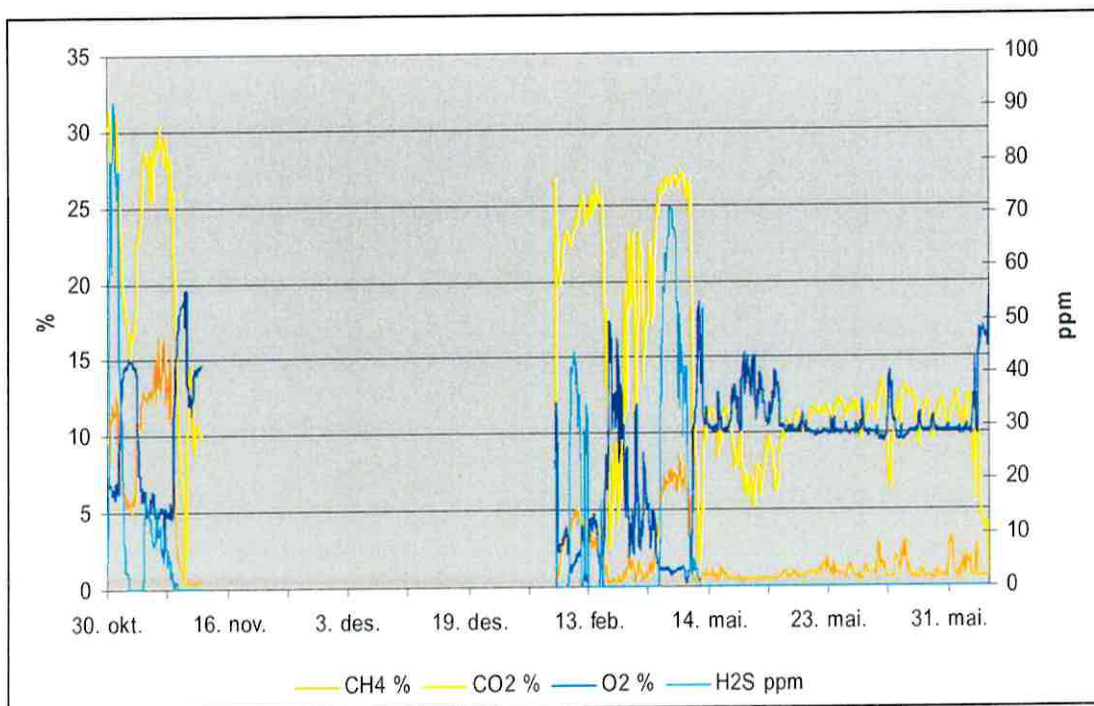
**Bilde 4.** Rankeoppbygging med innblåsingsrør for luft som ble lagt i et 20 cm tykt bark lag. Ferdig ranke med 3 stk. 5 cm diameter drensør.

**Tabell 2.** Hestegjødselsammensetning med målinger av pH, fukt og porøsitet (FAS; free air space) i en ranke i løpet av 10 mnd kompostering.

	fersk	2 mnd	5 mnd	8 mnd	10mnd
Møkk (vekt %)	58	47	47	50	42
Strø (vekt %)	42	53	53	50	58
Fukt	66	59	64	67	68
pH	7,7	8,3	8	7,3	7,7
Porøsitet (%) FAS	56,1 ± 0,1	77,8 ± 0,1	71,4 ± 0,1	65,5 ± 0,1	45 ± 11

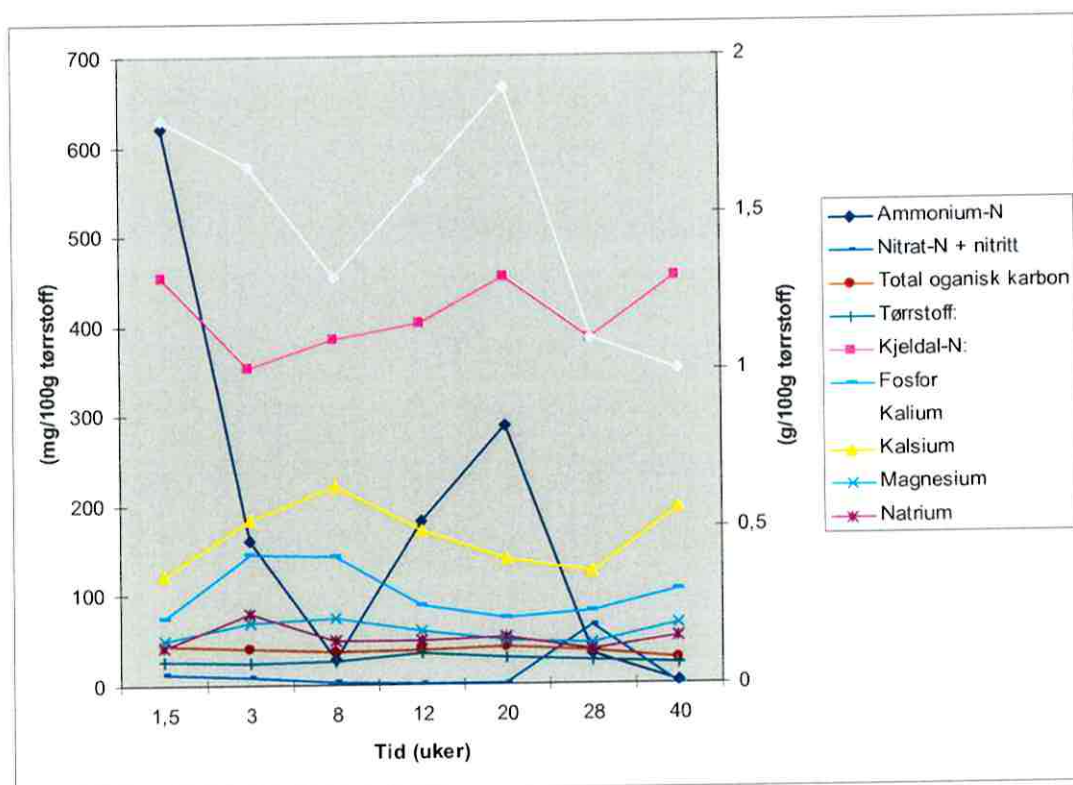


**Figur 3.** Temperaturutvikling i hestegjødsel i løpet av 7 mnd. kompostering bare basert på vending. Nedgangen i temperaturen de 3 første månedene var  $Y=-0,2187x$ ,  $R^2=0,97$ , der x er tid.



**Figur 4.** Gassutvikling i hestegjødsel i løpet av 7 mnd. kompostering med regelmessig vending.

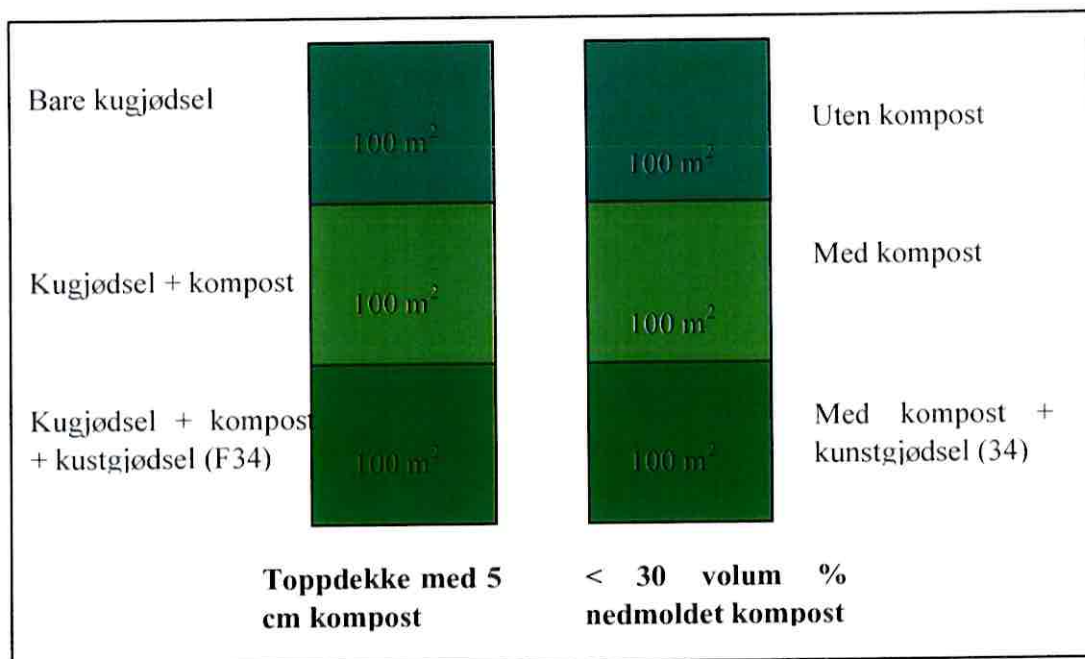
Etter 10 måneders kompostering hadde tilførselen av regnvann tilført komposten et fuktinnhold på over 70 % samtidig som det hindret en oppkonsentrering av næringsalter når kompostvolumet ble redusert med 40-50 % (figur 5). Spesielt har utvaskingen vært stor i etterkomposteringsfasen, der bla. fosfor og kalsium ble redusert istedenfor å øke fra uke 8 til uke 28. I de første 8 ukene med høy mikrobiell aktivitet forsvinner over 90 % av ammonium nitrogenet, der ca.10 % blir omdannet til fritt nitrat/nitritt, 20 – 50 % (Total-N) forsvinner til luft og resten blir til organisk bundet nitrogen. Å beholde nitrogen i komposten er viktig for den endelige gjødseffekten og for at strø og høy med høyt karboninnhold i komposten skal raskt bli omsatt. Ved et karbon/nitrogenforhold på over 30:1 går omsetningsraten ned, mens et lavere forhold vil føre til at nitrogen forsvinner via gasser spesielt i den første tiden av komposteringen. I dette anlegget vil det være hensiktsmessig å redusere rankehøyden eller aktivt å tilføre luft for å redusere komposteringstiden. Rankene bør være dekket med en semipermeabel presenning eller bark for å begrense tilførselen av regnvann og for å bibeholde fukt og nitrogen. Bli imidlertid rankene dekket må vanninnholdet i komposten bli mer fulgt opp.



**Figur 5.** Kompostering av hestegjødsel. Innhold av næringsalter, organisk karbon og tørrstoff i komposten over tid. Ammonium og nitrat/nitritt er oppgitt i mg/100g TS.

## 4.2 Hestegjødselkompost som jordforbedringsmiddel

Hestegjødselkompost ble testet som et jordforbedringsmiddel i to forsøksfelt med leirholdig jord mot vekst av timotei gress. Stabil kompost (10 mnd) ble enten blandet ned med 70 % leirholdig jord eller brukt som et 5cm topplag direkte på eng. I forsøksfeltet med nedmolding ble først dyrkningsfeltet behandlet med Roundop og Sterone en måned før feltet ble frest og tilført kompost. Etter ytterligere 14 dager ble det sådd med gressfrø og gressveksten ble registrert etter 3 måneder. I hvert forsøksfelt (figur 6) på 100 m<sup>2</sup> ble rotutvikling (bilde 7), gressproduksjon og jordporøsiteten målt (tabell 3). Produksjonen av gress ble veid for hvert felt, mens rotutviklingen ble målt for 25 planter og porøsiteten ble målt i 3 parallelle prøver per felt.



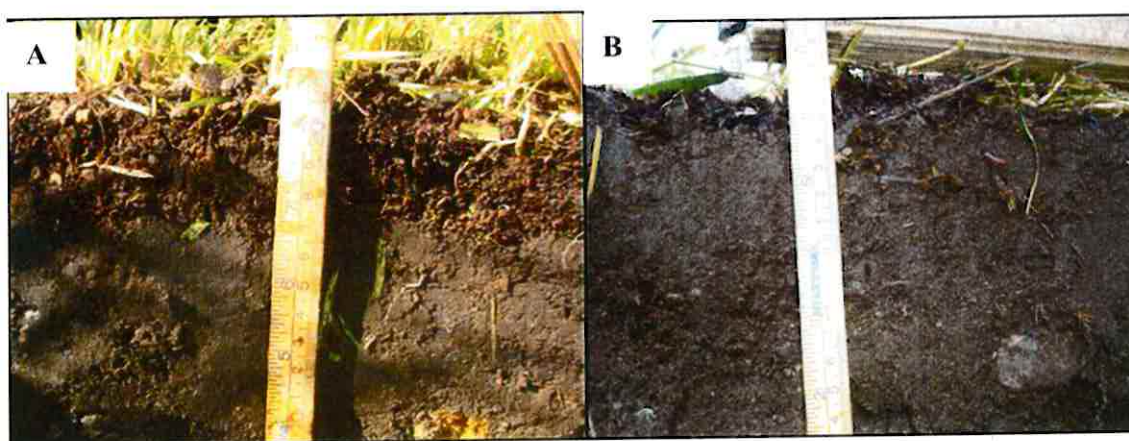
**Figur 6.** Forsøksfelt med uttesting av hestegjødselkompost for gressproduksjon i leirholdig jord.

Resultatene etter 3 måneder vekst viser at kompost som ble tilført gress som et 5 cm topplag verken skader eller tilfører plantene ekstra næringssalter for økt vekst. Dette var imidlertid vanskelig å vurdere siden hele forsøksfeltet ble behandlet med kugjødsel. Kompost tilførte jorden økt porøsitet selv om kompostlaget ble redusert til under 1 cm i løpet av dyrkningsperioden (bilde 5). Gressproduksjonen var høyest i testfeltet som inneholdt kompost og kunstgjødsel og var dårligst i feltet med kompost og kugjødsel. Det kan se ut som om mikrobene i komposten konkurrerer med gress for opptak av næringssalter. Dette sees igjen i forsøket med nedmoldet kompost, der gress produksjonen og gress lengden var betydelig redusert. Gressveksten var sporadisk og gresset fra feltet med bare kompost var synlig lysere enn gress som vokste i ubehandlet jord (bilde 6). I feltet med ekstra gjødsel var spiringen og produksjonen høyere, men var fortsatt lavere enn i det ubehandlede feltet.

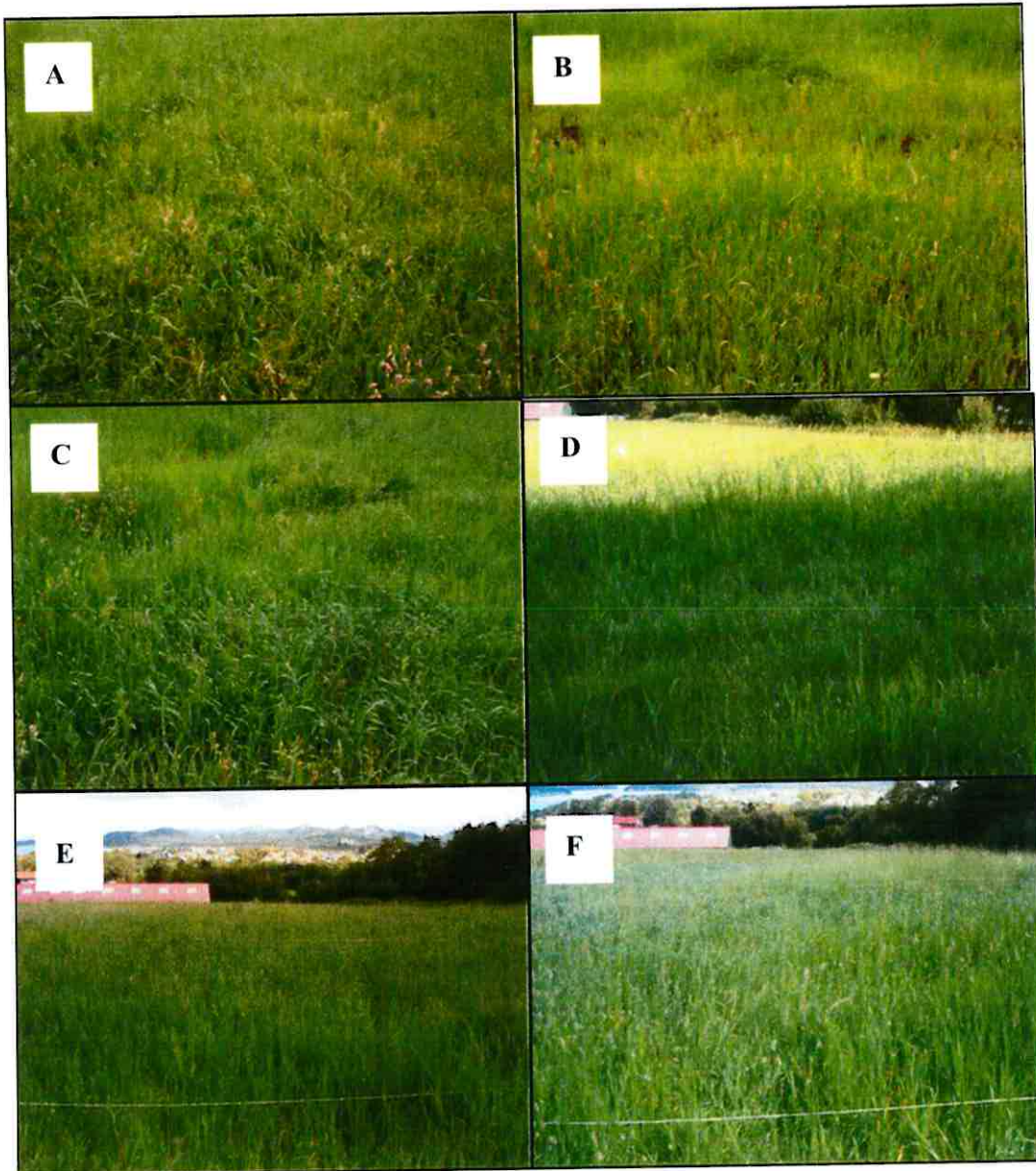
Bruk av kompost kunne ikke bli knyttet opp mot økt rotutvikling i dette forsøket. Her må det sies at nedfresing av komposten ikke var vellykket og at komposten bør bli pløyd ned for å få en tilstrekkelig god innblanding (bilde 5). For å oppnå en totalevaluering av hestegjødselkompost mot plantevekst i leirholdig jord, så må en måle effekten over lengre tid enn 3 måneder.

**Tabell 3.** Effekt av hestegjødselkompost på leirholdigjord og vekst av timotei gress. n= antall planter. Plantefelt 100 m<sup>2</sup>. FAS; free air space. \* Redusert spireevne grunnet dårlig nedmolding av kompost.

Behandling	Kugjødsel	Kugjødsel + 5 cm komp.	Ku- + kunst gjødsel + 5 cm komp.	Ingen gjødsel	Nedfrest komp.	Nedfrest komp. + kunstgjødsel
Kompost behandling	På gress	På gress	På gress	Nedmoldet	Nedmoldet	Nedmoldet
Rotutvikling/stråle engde (cm), n=25	6 ± 2 58 ± 18	9 ± 3 69 ± 15	8 ± 2 59 ± 22	10 ± 3 44 ± 12	8 ± 2 22 ± 5	7 ± 2 46 ± 10
Gressproduksjon (kg/100 m <sup>2</sup> )	372	342	390	306	84*	242
Porositet (øvre 10 cm) % FAS	21 ± 3	25,6 ± 0,4	23,5 ± 0,1	8 ± 3	16 ± 6	20 ± 0,1



**Bilde 5.** Jordprofil av det øverste laget av moldfattig leirjord, 3 mnd etter kompost ble tilført via A; nedfresing, B; som et 5 cm topplag.



**Bilde 6.** Testområdene på 10 m<sup>2</sup> behandlet med A: Ingen gjødsel, B 30 % nedfrest kompost, C: 30 % nedfrest kompost og fullgjødsel, D: kugjødsel, E: kumøkk + 5 cm kompostlag og F: kunstgjødsel + kumøkk + 5 cm kompostlag.



**Bilde 7.** Måling av rot- og gresslende.

### 4.3 Konklusjon

- Hestegjødsel er lett komposterbart og trenger ikke tilførsel av andre avfallfraksjoner for å få en tilfredsstillende prosess og et godt kompostprodukt.
- Hestegjødsel har en god struktur som sørger for luftrom i komposten. Komposten må imidlertid bli tilført ekstra luft spesielt i løpet av den første måneden, via minimum 1-2 vendinger eller ved at luft blir blåst inn i komposten hver 3. dag.
- Innblåsning av luft i komposten vil kunne redusere behovet for vending, samtidig som produksjonstiden i første del av komposteringen vil kunne bli redusert med 50 %.
- Binding av urin i strøfraksjonen utgjør ca. 50 % av nitrogenet i gjødselen, der 90 % av ammoniumet blir omdannet de første månedene til nitrat/nitritt, forsvinner til luft eller blir organisk bundet opp i komposten.
- Kompostering uten beskyttelse mot regnvann fører til en betydelig utvasking av næringssalter og bør unngås.
- Kompostering av hestegjødsel temperaturstabiliserte, hygieniserte og reduserte gjødselvolumet med opp mot 50 %.
- Anleggsfasilitetene ved Riska hestesenter fungerte bra med tanke på å få omdannet gjødsel til et hygienisert kompostprodukt i løpet av 10-12 måneder ved hjelp av en enkel prosessstyring.
- Bruk av kompost som et jordforbedringsmiddel i moldfattig leirjord hadde en negativ effekt på gressproduksjonen. Dette skyldes at komposten ikke ble blandet tilstrekkelig ned i bakken, slik at selve komposten var konsentrert i øvre rotsone og bidrog til en konkurranse om næringsopptaket mellom mikrober og plantene.
- Nedmolding førte til økt porøsitet, men effekten mot rotutvikling og var ikke entydig.
- Et topplag på 5 cm kompost tilførte jorden en økt porøsitet, men førte ikke til en økt plante- eller rotvekst.
- Den langsiktige effekten av hestegjødselkompost i leirholdig jord er ikke blitt belyst i denne rapporten.



## 5 Referanser

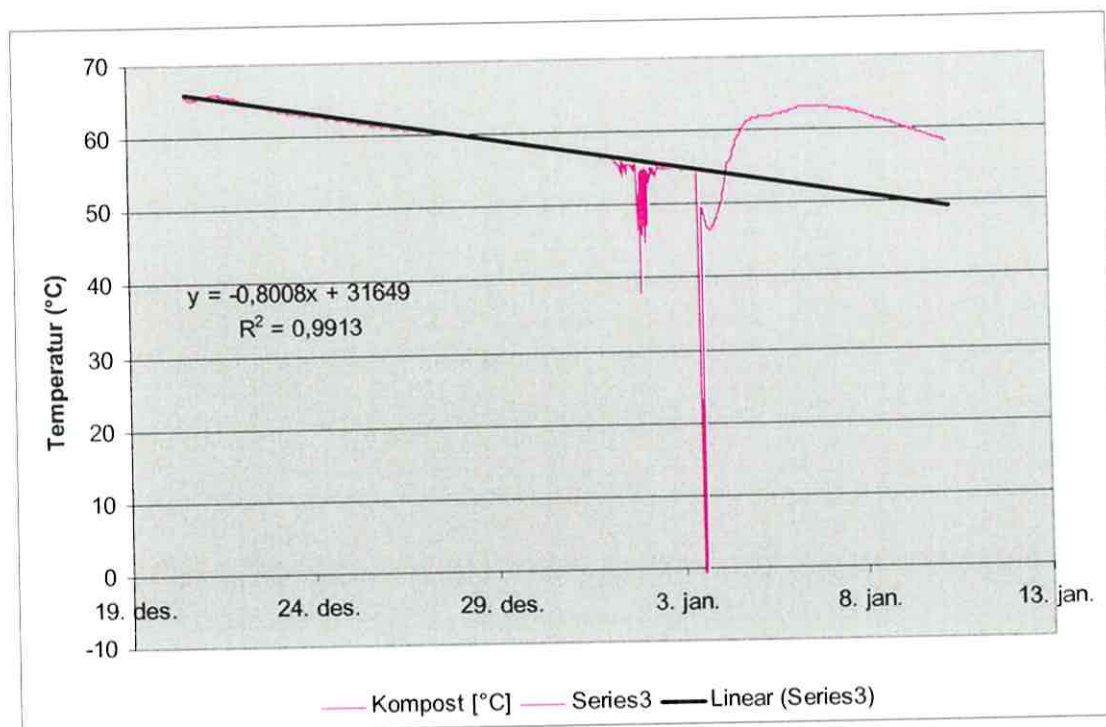
- Airaksinen, S., H. Heinonen-Tanski, et al. (2001). "Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure." Journal of Equine Veterinary Science 21(3): 125-130.
- Annan, J. S. and R. K. White (1998). Evaluation of techniques for measuring air filled porosity in composts of municipal biosolids and wood chips. Composting in the Southeast Proceedings of the 1998 conference. K. C. G. Das, E.F. SC, USA: 88-96.
- Berland, H. (2005). Bruk av organiske avfallsfraksjoner fra privat næringsdrift i Rogaland, med en kort veileder mot kompostering, *Iris* - 2005/270: 15.
- Brodie, H. L., F. R. Gouin, et al. (1994). "What Makes Good Compost." Biocycle 35(7): 66-68.
- Càceres, R., X. Flotats, et al. (2006). "Change in the chemical physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies." Waste management 26((2006)): 1081-1091.
- Cayuela, M. L., M. P. Bernal, et al. (2004). "Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use." Compost Science & Utilization 12(2): 130-136.
- FAGUS (2005). Brukerveiledning for kompost og slam i grøntanlegg, FAGUS - Fagelig utviklingssenter for grøntanleggsektoren.: 35.
- Haug, R. T. (1993). The practical handbook of compost engineering.
- Luz Ruggieria, T. G., Adriana Artolaa and Antoni Sánchez (2008). "Air filled porosity measurements by air pycnometry in the composting process: A review and a correlation analysis" Bioresource Technology 100(10): 2655-2666.
- Moncol, D. J. (1996). "Composting equine stall waste using shredded newsprint for bedding." Equine Practice 18(8): 18-22.
- Romano, P. V., U. Krogmann, et al. (2006). "Small-scale composting of horse manure mixed with wood shavings." Compost Science & Utilization 14(2): 132-141.
- Sanchez-Monedero, M. A., M. P. Bernal, et al. (1996). The effectiveness of the Rutgers system and the addition of bulking agent in reducing N-losses during composting, Kuwer Academic.
- Seedorf, J., M. Schröder, et al. (2007). "Suitability of biocompost as a bedding material for stabled horses: respiratory hygiene and management practicalities." Equine Veterinary Journal 39: 129-135.
- Smårs, S. (2002). Influence of different temperature and aeration regulation strategies on respiration in composting of organic household waste. Uppsala, Swedish university of agricultural science.
- Solano, M. L., F. Iriarte, et al. (2001). "Performance characteristics of three aeration systems in the composting of sheep manure and straw." Journal of Agricultural Engineering Research 79(3): 317-329.
- Tiquia, S. M. and N. F. Y. Tam (1998). "Composting of spent pig litter in turned and forced-aerated piles." Environmental Pollution 99(3): 329-337.

Tiquia, S. M. and N. F. Y. Tam (2000). "Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration." Bioresource Technology 72(1): 1-7.

## 6 Vedlegg

**Tabell 4.** Næringssaltanalyse av 0-10 mnd gammel hestegjødsel kompost, gress, gammelt og nytt strø.

Gress			Gammelt strø			Ferskt strø		
	Verdier	ending		Verdier	ending		Verdier	ending
Ledningsevne:		mS/m	Ledningsevne:		mS/m	Ledningsevne:		mS/m
Total-N:	0,12	g/100g TS	Total-N:	0,75	g/100g TS	Total-N:	0,028	g/100g TS
Ammonium-N	22	mg/100g TS	Ammonium-N	43	mg/100g TS	Ammonium-N	6	mg/100g TS
Nitrat-N + nitritt	3,1	mg/100g TS	Nitrat-N + nitritt	4,8	mg/100g TS	Nitrat-N + nitritt	2,5	mg/100g TS
Fosfor	0,27	g/100g TS	Fosfor	0,11	g/100g TS	Fosfor	<0,01	g/100g TS
Kalium	2,9	g/100g TS	Kalium	1,5	g/100g TS	Kalium	0,028	g/100g TS
Kalsium	0,22	g/100g TS	Kalsium	0,27	g/100g TS	Kalsium	0,08	g/100g TS
Magnesium	0,081	g/100g TS	Magnesium	0,095	g/100g TS	Magnesium	0,015	g/100g TS
Natrium	0,0062	g/100g TS	Natrium	0,089	g/100g TS	Natrium	0,00064	g/100g TS
Total organisk C	44,3	g/100g	Total organisk C	44,7	g/100g	Total organisk C	48,7	g/100g
Tørstoff:	84	%	Tørstoff:	49	%	Tørstoff:	85	%
Fersk komp.			3mnd komp.			>10mnd komp.		
	Verdier	ending		Verdier	ending		Verdier	ending
Enterobacteriaca			< 10		cfu/g			
sulf. klostridier					/g			
Salmonella			nei		+/-			
Vidas								
Ledningsevne:	563	mS/m	Ledningsevne:		mS/m	Ledningsevne:		mS/m
Total-N:	1,47	g/100g TS	Total-N:	1,1	g/100g TS	Total-N:	1,3	g/100g TS
Ammonium-N	603	mg/100g TS	Ammonium-N	29	mg/100g TS	Ammonium-N	2,9	mg/100g TS
Nitrat-N	10,4	mg/100g TS	Nitrat-N + nitritt	3,5	mg/100g TS	Nitrat-N + nitritt	0,85	mg/100g TS
Fosfor	0,17	g/100g TS	Fosfor	0,41	g/100g TS	Fosfor	0,3	g/100g TS
Kalium	1,23	g/100g TS	Kalium	1,3	g/100g TS	Kalium	1	g/100g TS
Kalsium	1,3	g/100g TS	Kalsium	0,63	g/100g TS	Kalsium	0,56	g/100g TS
Magnesium	0,146	g/100g TS	Magnesium	210	g/100g TS	Magnesium	190	g/100g TS
Natrium		g/100g TS	Natrium	0,14	g/100g TS	Natrium	0,15	g/100g TS
Total organisk C	45,4	g/100g	Total organisk C	38	g/100g	Total organisk C	29	g/100g
Tørstoff:	25,2	%	Tørstoff:	26,8	%	Tørstoff:	23,4	%
<b>Kadmium</b>	0,1	mg/kg TS	<b>Kadmium</b>		mg/kg TS	<b>Kadmium</b>	0,17	mg/kg TS
<b>Bly</b>	7,5	mg/kg TS	<b>Bly</b>		mg/kg TS	<b>Bly</b>	<0,3	mg/kg TS
<b>Krom</b>	3,3	mg/kg TS	<b>Krom</b>		mg/kg TS	<b>Krom</b>	1,1	mg/kg TS
<b>Arsen</b>	12,5	mg/kg TS	<b>Arsen</b>		mg/kg TS	<b>Arsen</b>		mg/kg TS
<b>Kvikksølv</b>	0,06	mg/kg TS	<b>Kvikksølv</b>		mg/kg TS	<b>Kvikksølv</b>	0,02	mg/kg TS
<b>Kobber</b>	9,8	mg/kg TS	<b>Kobber</b>		mg/kg TS	<b>Kobber</b>	9,7	mg/kg TS
<b>Sink</b>	39,7	mg/kg TS	<b>Sink</b>		mg/kg TS	<b>Sink</b>	56	mg/kg TS



**Figur 7.** Innendørs kompostering med innblåsning av luft.

**Tabell 5.** Kvalitetsklasser for kompost basert på tungmetallinnholdet.

Kadmium (Cd)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤0,4. 0,8. 2., 5 høyt
Bly (Pb)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤ 40. 60. 80. 200. høyt
Nikkel (Ni)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤ 20. 30. 50. 80. høyt
Krom (Cr)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤ 50. 60. 100. 150 høyt
Arsen (Ar)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Intet oppgitt
Kvikksølv (Hg)	mg/Kg TS	Tungmetall	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤ 0,2. 0,6. 3. 5. høyt
Kobber (Cu)	mg/Kg TS	Mikronæringsstoff	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤50. 150. 650. 1000. høyt
Sink (Zn)	mg/Kg TS	Mikronæringsstoff	<u>Kvalitetsklasse: 0. I. II. III.</u> Lavt ≤ 150. 400. 800. 1500. høyt

**Tabell 6.** Varedeklarasjon for gjødsel/kompost. Verdiene er basert på minimum 1 analyse for hver komposttype.

<b>Kompost med lokal opprinnelse</b>		
<b>Varedeklarasjon</b>		
<u>Varetype</u>	Kompost	
<u>Bruksområde:</u>	Urter, trer, blomstrer og busker	
<u>Batch</u>	1. feb. 2010	
<u>Kompost av:</u>	Hestegjødsel	
<u>Anbefaling</u>	Bør gjødsles	
		Verdi
<u>Kjemiske og fysiske egenskaper</u>	Tørrestoff:	%
	Organisk innhold:	g/100g
	Ledningsevne:	mS/m
	Total-N:	g/100g TS
	pH:	
		Verdi
<u>Plantenæringsstoffer (mg/L)</u>	Nitrat-N	mg/100g TS
	Ammonium-N	mg/100g TS
	Fosfor	g/100g TS
	Kalium	g/100g TS
	Kalsium	g/100g TS
	Magnesium	g/100g TS
	Natrium	g/100g TS
	Svovel	mg/kg TS
	Jern	mg/kg TS
	Mangan	mg/kg TS
	Bor	mg/kg TS
	Cobolt	mg/kg TS
	Kobber	mg/kg TS
	Molybden	mg/kg TS
	Sink	mg/kg TS
Alder		12 mnd.
Hygienisert (Fri for ugras og patogene bakterier)		Ja
<u>Leveranse</u>		Bulk
<u>Anbefalt lagring:</u>		Under tak
		Kan bli brukt
<u>Kvalitetsklasse (0,1,2,3)</u>	tungmetaller	0 direkte
<u>Produsent:</u>		
<u>Adresse</u>		
Tlf.		



International Research Institute of Stavanger

www.iris.no


Harald Berland

## Bruerveiledning for kompostering av hestegjødsel

Rapport IRIS – 2009/185

Prosjektnummer: 7151833  
Prosjektets tittel: Bruerveiledning for kompostering av hestegjødsel  
Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Rogaland, Landbruksavdelingen  
Forskningsprogram:  
ISBN: 978-82-490-06434  
Gradering: Åpen


Stavanger, 09.09.09

  
Harald Berland  
Prosjektleder

Sign.dato

  
Ingrid Taban  
Kvalitetssikrer

Sign.dato

  
Senterleder  
Biomiljø

Sign.dato

## **Forord**

Denne brukerveiledningen inneholder informasjon om ranke kompostering av hestegjødsel og er en del av rapporten "Brukerveiledning for kompostering av hestegjødsel" som også omfatter kompostering av hestegjødsel og utprøving av komposten som et jordforbedringsmiddel i leirrik jord (Berland 2009). Veilederen er laget på bakgrunn av en generell økning i antall hester og behovet for å kunne omsette det organisk avfallet på en økonomisk og miljømessig god måte. Fylkesmannen i Rogaland, landbruksavdelingen har vært initiativtaker bak prosjektet og har generelt vært en pådriver for å kunne tilby løsninger for resirkulering av organisk avfall.

IRIS takker alle som har bidratt til veilederen og for økonomisk støtte fra landbruksavdeling i Rogaland.

Stavanger 26. oktober 2009

Harald Berland  
(prosjektleder IRIS)

---

## **Innhold**

Innledning.....	- 2 -
Sammendrag .....	- 2 -
VEILEDNING TIL KOMPOSTERING AV HESTEGJØDSEL .....	- 3 -
Ranke komposteringsanlegg.....	- 3 -
Rankeoppbygging og prosessparametere.....	- 5 -
Fremgangsmåte.....	- 8 -
REGELVERK .....	- 9 -
REFERANSER .....	- 10 -

## Innledning

Hestehold genererer hvert år store mengder avfall som enten blir brukt som gjødsel, blir forbrent, deponert eller blir samlet opp og transportert til noen få private komposteringsanlegg. Dette medfører økte kostnader for hestesentrene som betaler for leveranse og transport. Det burde derfor være mer hensiktsmessig å kunne behandle avfallet lokalt, nært avfallsprodusenten og videre selge kompostproduktet eller bruke det på egne dyrkningsarealer.

Avfallshåndteringsproblemer fra hestehold er kjent og metoder som kompostering og forbrenning har blitt vurdert og testet ut. På Soma har kompostering av hestegjødsel strandet i drifts- og kostnadsproblemer ved bruk av trommelkompostering. Forbrenning av hestegjødsel har i samme området vært vurdert for utnyttelse av energi, siden hestegjødsel kan inneholde store mengder med strø og har et relativt lavt vanninnhold. Veldig ofte strander slike initiativer på manglende oppfølging og håndtering av "skjøre" og til dels dyre behandlingssystemer. I utgangspunktet kan kompostering være en kompleks prosess med krav til rett avfallssammensetning og tett prosesstyring for å kunne oppnå et godt sluttprodukt. Fordelene med hestegjødsel er at nitrogen og karboninnholdet er tilnærmet optimal for aerob nedbryting og krever således ikke innblanding med andre fraksjoner. Kompostering av avfallet krever imidlertid en forståelse og oppfølging av noen styringsparametere som luft- og fuktinnhold. I tillegg må en disponere et område der avfallet kan bli kompostert, luftet og lagret.

## Sammendrag

Veilederen gir en innføring i kompostering av hestegjødsel, regelverk og uttesting av kompost som et jordforbedringsprodukt.

Hestegjødsel lar seg lett kompostere uten noen tilførsel av andre avfallsfraksjoner. Prosessen starter raskt av seg selv, der en enkel oppfølging basert på vending og/eller kompressor lufting, temperaturmålinger og tilførsel av fukt gir et porøst produkt etter 4-12 måneder. Komposten er da blitt redusert med ca. 50%, og inneholder oppkonsentrerte og organisk bundne næringssalter som øker gjødslingseffekten over tid. Effekten av strø er viktig fordi den binder og tilfører komposten urin og struktur. Kompostering av hestegjødsel kommer nasjonalt innen gjødselvereforskriften som angir samme krav for omsetting av kompost som for gjødsel. For bl.a. hestesentre uten spredeareal burde dette være en fin anledning til å redusere utgiftene og eventuelt tilby kompost lokalt.

Som et jordforbedringsmiddel viste bruk av kompost direkte eller nedmoldet i leirjord en klar effekt ved å tilføre bakken porøsitet som øker evnen til å lagre og lede vann med mer. Gjødselseffekten av kompost på gressvekst er imidlertid klart knyttet opp mot næringsverdi som for hestegjødsel/kompost er lav. Vekst og spiring av gress er også klart knyttet opp mot hvordan komposten blir brukt (se (Berland 2009)).



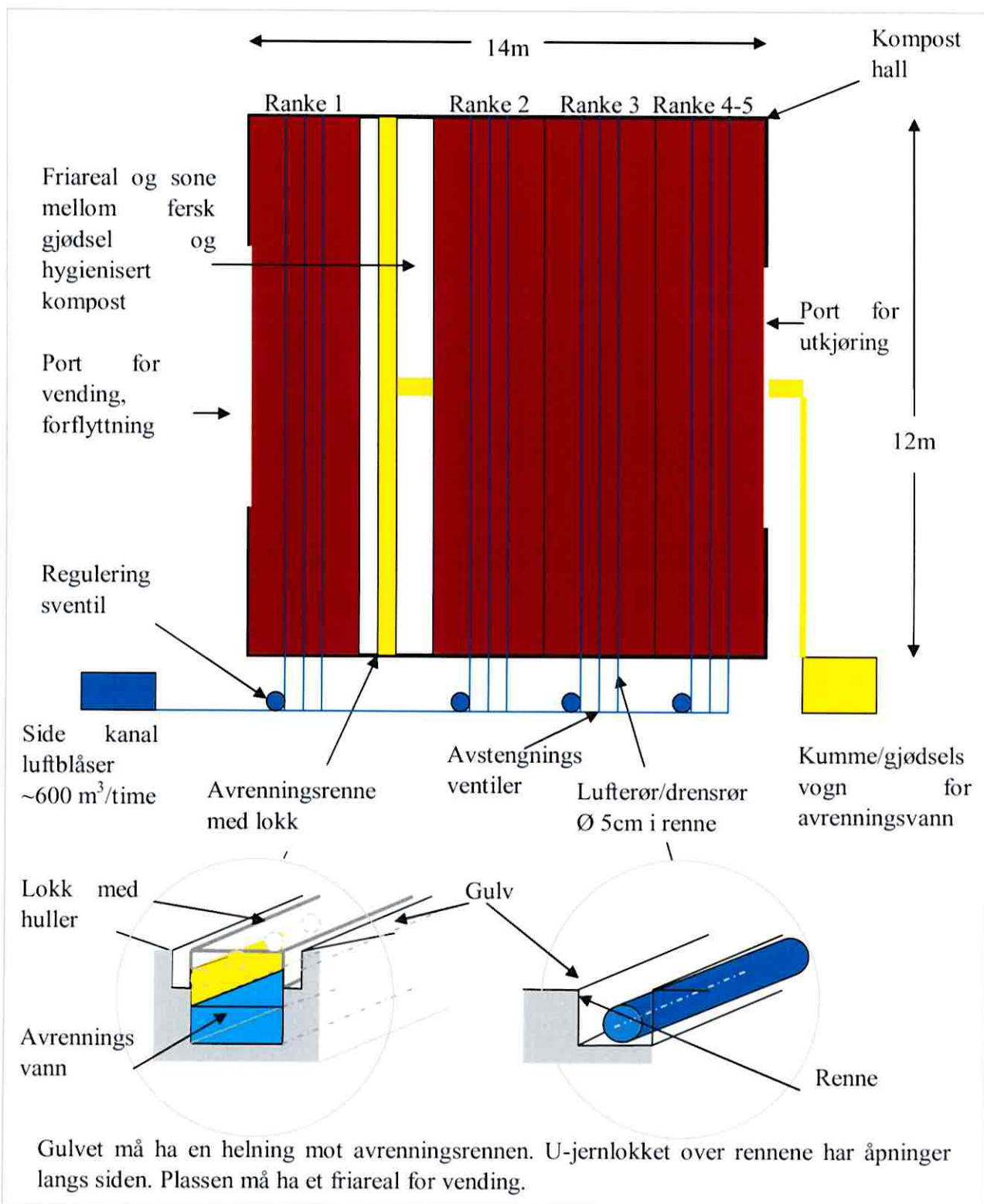
## **Veiledning til kompostering av hestegjødsel**

Kompostering av hestegjødsel bør være uproblematisk, siden avfallet har et riktig C/N forhold, god struktur og et fuktinnhold som gjør at varmeutviklingen i avfallet starter uten noen hjelp. For å ende opp med et stabilt jordforbedringsprodukt må imidlertid prosessen bli fulgt opp, der opprettholdelse av fukt og luftinnholdet er de viktigste styringsparametrene. Utenom komposteringsprosessen er det viktig å ta høyde for at ferskt organisk avfall kan inneholde potensielle helseskadelige vannbårne partikler, bakterier og sopp som virvles opp ved vending av rankene (Romano, Krogmann et al. 2006). I denne prosessen blir det også frigitt gasser som karbondioksid, metan og hydrogensulfid som setter krav til god utlufting. For en generell informasjon om produksjon og bruk av kompost er det i tillegg til dette arbeidet blitt utarbeidet veiledere som finnes i rapportene; (Berland 2005; FAGUS 2005).

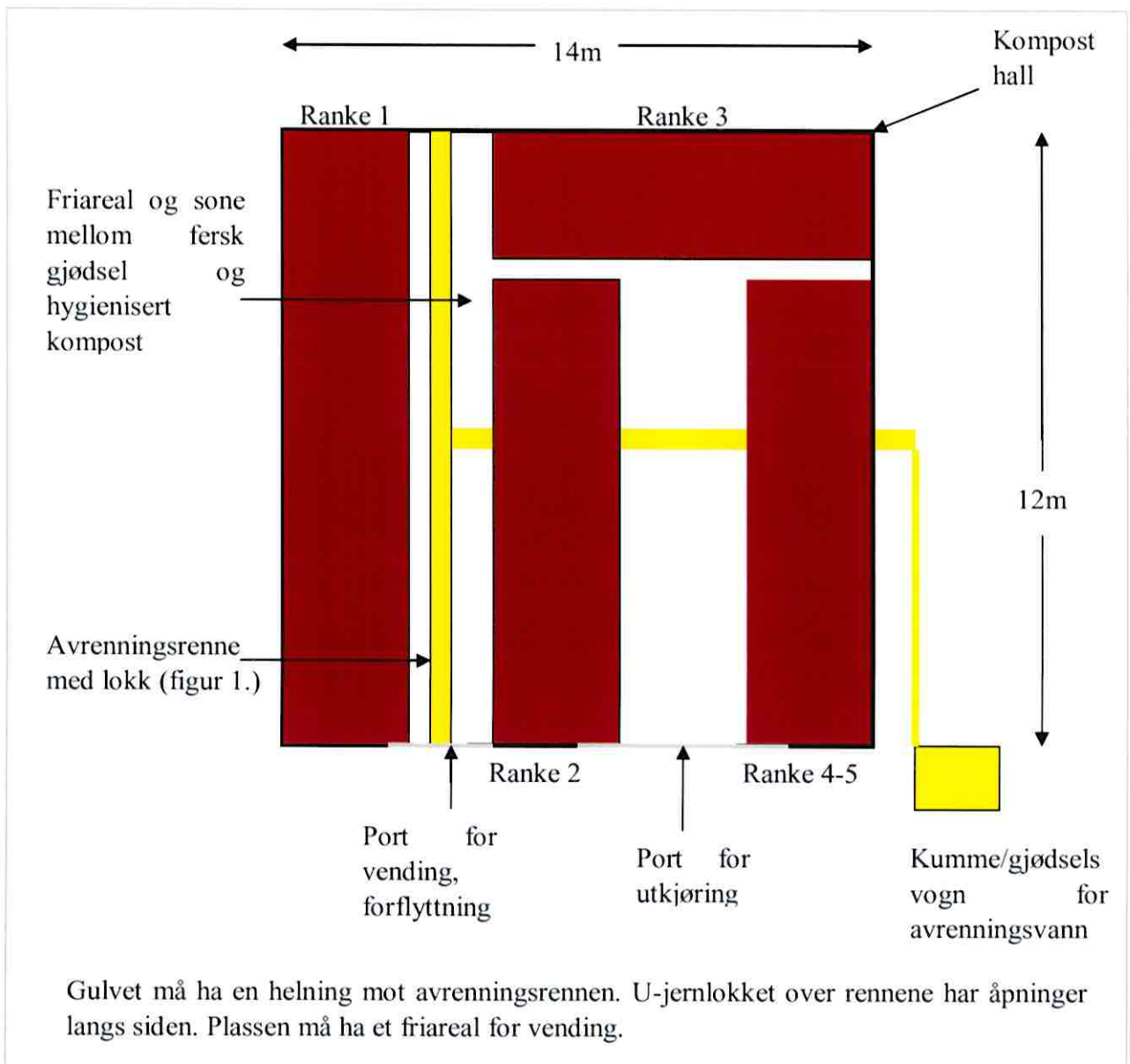
### **Ranke komposteringsanlegg**

Den enkleste formen for kompostering er å legge avfallet i ranker, der ranken med ferskt avfall blir separert fra de eldre og temperatur hygieniserte rankene (figur 1). Anlegget må ha mulighet til å skjerme komposten mot regnvann og kunne samle opp avrenningsvannet i tanker. Avfallet kan også bli kompostert i lukkede tanker, store avvanningsposer eller i kommersielle kompostreaktorer. Hvis komposten skal bli solgt videre til kunder, så krever bl.a. gjødselvarerforskriften gode internkontrollrutiner som skal ivareta HMS, smittevern og vern av det ytre miljø.

Det er viktig at det på et tidlig tidspunkt i byggingen av et rankekomposteringsanlegg blir gjort riktige valg. Spesielt gjelder dette valg av materialer som må kunne tåle høy temperatur i kombinasjon med et surt miljø. Blir det bygd et innendørs anlegg må luftemulighetene være gode og bygningen må være dimensjonert for å kunne vende rankene med for eksempel en traktor. Anlegget bør kunne separere mellom hygienisert og ikke hygienisert materiale og ha måleutstyr for logging av temperatur spesielt for første del av komposteringen. Generelt så bør gulvet ha en god helning mot en renne som ligger på tvers av rankene og som er koblet mot en avrenningstank eller en gjødselsvogn. For å unngå at rennene blir fylt av kompost bør de bli dekket med et U-jern med små innløp langs siden. Blir det lagt opp til aktivt luftning av rankene, så kan gulvet bli bygd med 3 mindre lufterør renner per ranke. I figur 1 og 2 er det vist et forslag på utforming av et rankekomposteringsanlegg med eller uten aktiv innblåsning av luft.



**Figur 1.** Forslag til komposteringsanlegg av ranker på 60 m<sup>3</sup> med aktiv innblåsning av luft. Anlegget bør ha tak eller presenning for å beskytte rankene mot regnvann.



**Figur 2.** Forslag til komposteringsanlegg basert på vending av rankene. Anlegget bør ha tak eller presenning for å beskytte rankene mot regnvann.

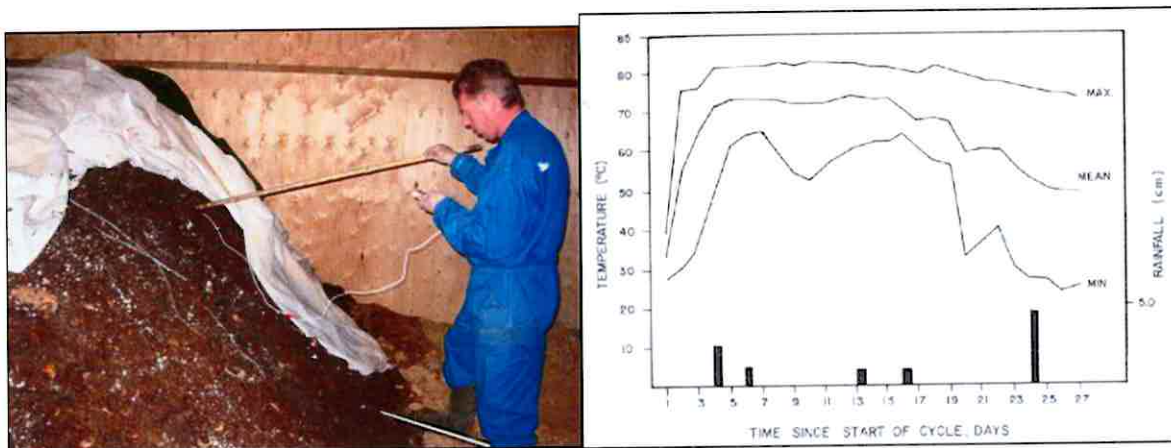
## Rankeoppbygging og prosessparametere

Hestegjødsel trenger ingen tilførsel av annet avfall eller næringsalter for å starte komposteringsprosessen. Blir det brukt mye strø kan komposten ha godt av å bli tilført ekstra nitrogen i form av urin eller kalksalpeter. Som regel vil ekstra nitrogen tilførsel i brukt strø og i hestemøkk føre til et høyere nitrogentap. I første del av komposteringen kan også ekstra tilførsel av kalium/kalk senke komposteringstiden noe ved å nøytralisere en del syrer i gjødselen (Smårs 2002). For å øke kalk- eller næringsstoffverdien i ferdig kompost er det normalt bedre å ettergjødsle komposten for å oppnå den verdien en er på jakt etter.

**Forbehandling;** Normalt krever ikke hestegjødsel noen forbehandling angående C/N forholdet, fukt eller struktur, som kan være nødvendig for andre typer av organisk avfall. Litt avhengig av strøinnholdet kan vann bli tilført hvis gjødselen er for tørr. Mangel på strø vil også kunne påvirke struktur og luftinnholdet i komposten og øke behovet for tilsetning av strukturmateriale.

**Ranke oppbygging;** Hestegjødsel blir lagt opp i en haug eller i en ranke som er ca. 3 meter høy og ca. 3 meter bred. I de første 3-4 ukene bør ranken bli vendt 1-2 ganger for å sikre hygienisering av hele komposten, men også for å blande avfallet og for å tilføre den luft. Den ferdig hygieniserte ranken blir deretter flyttet til et ettermodningssted avskilt fra det ferske avfallet (figur 1).

**Temperatur;** Temperaturen i ferskt avfall øker raskt til 55-70 °C for så å avta mot 20-40 °C utover ettermodningsfasen. Sopp og bakterier bryter først ned lett nedbrytbart materiale for så å begynne på de mer tungt nedbrytbare fraksjoner som strø og høy. Unormalt høyt strøinnhold kan i første del av komposteringen påvirke temperaturutviklingen i massene (Airaksinen, Heinonen-Tanski et al. 2001) og hindre en tilstrekkelig høy hygieniseringstemperatur (Moncol 1996). Høyt karboninnhold (dvs. strø, høy) i forhold til nitrogen kan også forlenge komposteringstiden (Airaksinen, Heinonen-Tanski et al. 2001). Temperaturutviklingen er et godt mål på aktivitet og utgjør en viktig styringsparameter i tillegg til fukt og luftinnholdet. Er aktiviteten for eksempel for lav eller for høy (bilde 1) vil effekten av tilført fukt eller luft enkelt bli målt med et termometer. I noen få tilfeller som ved energiutnyttelse av kompostvarmen kan overdrevent bruk av aktiv luft innblåsning medføre at temperaturen stopper opp. Måling av temperatur er tilslutt nødvendig for å avgjøre om komposten er ferdig. Komposten blir regnet som ferdig når temperaturutviklingen i en 1m<sup>3</sup> ny snudd haug ikke har steget mer enn 20 °C i løpet av ett døgn.



**Bilde 1.** Enkel temperatur måling for å kunne følge temperaturutviklingen og nedbrytingen i komposten. Temperatur prosessdiagram for ulike komposteringsbetingelser og regn tilførsel (Haug 1993).

**Karbon:nitrogen forholdet.** Normalt er C:N forholdet i fersk hestegjødsel rundt 30:1 som er optimalt for kompostering. Er forholdet høyere er prosessen vanskeligere å få i gang og er det lavere så vil nitrogentapet potensielt bli høyere og rankene vil lukte ammonium. Nedbrytingen av strø tar tid og tilgjengelig karbon blir i tidlig fase tatt fra de mer lett nedbrytbare materialene i hestemøkken. Strø inneholder mye urin og tilfører komposten opp mot 50 % av nitrogenet som er tilgjengelig spesielt tidlig i komposteringsforløpet. I modnet kompost er C:N forholdet ned mot 10:1.

**Fukt;** Vanninnholdet i hestegjødselen bør være mellom 45-70 % for at komposteringen ikke skal stoppe opp. En enkel måte å kontrollere at det er tilstrekkelig fukt i komposten er å klemme sammen noe av komposten i hånden og holder den ikke sammen er den for tørr. Rankene kan bli alt for tørr spesielt i de første 2-4 ukene når varmeaktiviteten er som høyest. Spesielt i disse ukene før hygienisering kan en tilføre oppsamlet avrenningsvann. Inneholder komposten for mye fukt vil dette kunne påvirke porøsiteten og bidra til at komposten bli for tett og innholdet av oksygen blir redusert.

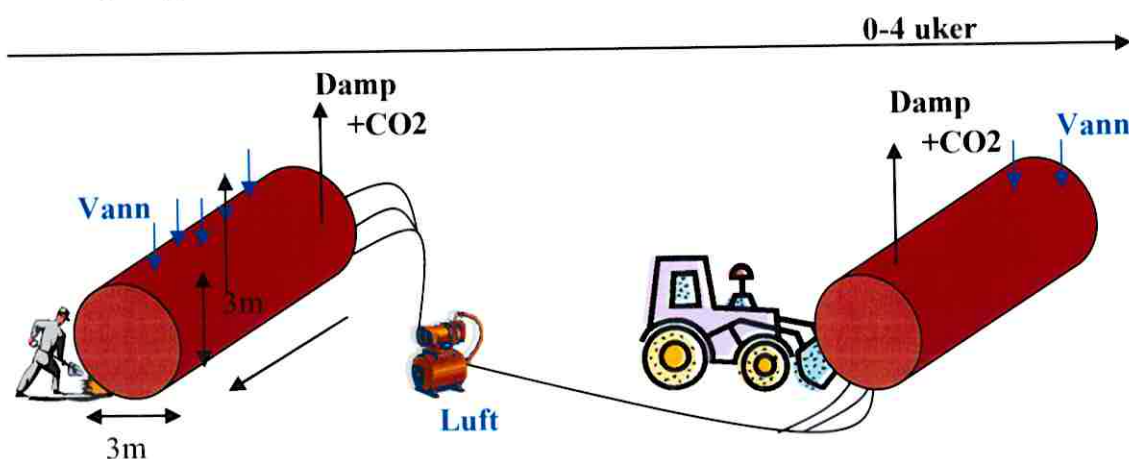
**Luft;** Oksygeninnholdet i en kompostranke bør ikke være lavere enn 4-5 % og bør helst ligge mellom 10-20 % for at nedbrytingen skal være aerob med lav produksjon av anaerobe forråtnelsesprodukter som metan og andre illeluktende gasser og syrer. Luft med oksygen blir tilført rankene ved å vende dem eller ved å aktivt tilføre luft. Bruk av trykkluft har vist å gi en raskere komposteringsprosess, bedre kompostkvalitet og et mindre tap av nitrogen (Brodie, Gouin et al. 1994; Sanchez-Monedero, Bernal et al. 1996; Tiquia and Tam 1998; Tiquia and Tam 2000; Solano, Iriarte et al. 2001); (Càceres, Flotats et al. 2006). Innblåsning av luft kan imidlertid øke behovet for vanning på grunn av økt fordampning. Hyppig vending kan øke, men også senke temperaturen ved at prosessen blir forstyrret. En vending av rankene medfører som regel et høyere tap av nitrogen komponenter, samtidig som det medfører en dårligere temperaturkontroll (Cayuela, Bernal et al. 2004). Bruk av strukturmateriale gjør at luften fordeler seg bedre i komposten og at avgassene lettere forsvinner. Tester utført i prosjektet viser at hestegjødsel som inneholder flis ikke trenger ekstra strukturmateriale..

**Dekk- og underlagsmateriale:** Det blir anbefalt å bruke underlagsmateriale av bark for å bedre kunne lede bort avrenningsvann, men også for å unngå nedkjøling av komposten langs bakken. Som dekkmateriale sørger barken for en høy temperatur helt ut til ytterkant av ranken og for at noe av vanndampen blir kondensert og fanger noe av de flyktige nitrogenforbindelsene som vil renne tilbake i komposten. Bruk av presenning fører også til kondensering, men kan også medføre en tørrkompostert sone nær ytterkant av presenningen som ikke blir fullstendig hygienisert.

**Tabell 1.** Anbefalt tilsatt næringssalter til hestekompost bør ligge rundt middels for å oppnå en god plantevekst.

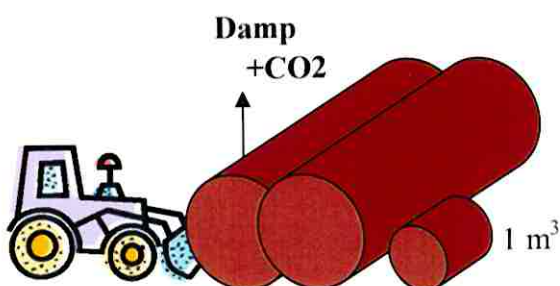
Næringsstoff verdi (g/kg kompost)	lav	middels	høy
Fosfor	2	3,-6	7-15
Kalium	5	6-14	15-29
Kalsium	80	81,-130	130-210
Magnesium	2,2	2,3,-4,3	4,2-9,3

## Fremgangsmåte



1. Bygg opp en ranke med ca. høyde:bredde på 3x3m.
2. Dekk ranken helst med bark eller presenning ved utekompostering.
3. Start måling av temperaturen som skal være over 60 °C.
4. (Start innblåsning av luft i 5-10 minutters intervaller over 30-60 minutter hver 3. dag\* og tilfør komposten vann/avrenningsvann hvis den er tørr).
5. Deler eller hele ranken blir vendt etter minimum 2 til 4 uker. Når full rankelengde er oppnådd blir ranken flyttet til et område separert fra den nye gjødsel ranken. Sørg for god utlufting.
6. (Forsett med innblåsning).
7. Mål temperaturen som etter en stund skal være over 60 °C igjen. Ved henstand i ytterligere 1 døgn så er komposten hygienisert.
8. Tilfør fukt hvis nødvendig, ikke avrenningsvann.
9. Start oppbygging av gjødselranke nr. 2 (pkt 1.)

1-6 mnd. →



10. De ferdig hygieniserte rankene kan nå bli stablet etter hverandre. Rankene kan også bli blandet, men det vil øke den totale komposteringstiden.
11. Vend 1-6 mnd. gammel kompost ca. 1 gang/mnd. og/eller blås inn luft minimum 2-1 gang per 14. dag.
12. Temperaturen avtar og komposten omsetter tungt nedbrytbart høy/strø.

4-12mnd. →

13. Når temperaturen etter 4-12 mnd kommer under 40 °C kan komposten bli kontrollert om den er ferdig. Vend ca. 1m<sup>3</sup> kompost og mål temperaturen direkte og etter 1 døgn. Er temperaturforskjellen mindre enn 20 °C er komposten klar til å bli brukt. pH~7.
14. Komposten kan bli brukt direkte eller tilført næringsalter som i tabell 1.
15. Bruk maksimum ca. 30 % kompost ved nedmolding og ca. 5 cm ved toppdekke på eng.
16. Ved salg må det kunne bli fremlagt produktinformasjon som inneholder bla. minimum 1 gangs næringsalt- analyse (vedlegg).

## Regelverk

Organisk avfall som har animalsk opprinnelse, og som ikke er beregnet til konsum, er omfattet av forskrift 2007-10-27 nr 1254 om "animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum" som implementerer forordning (EU) nr. 1774/2002 som norsk rett og forskrift 2003-07-04 nr 951 om "gjødselvarer mv. av organisk opphav". Formålet med forordningen er å hindre spredning av smittsomme dyresykdommer, og å kunne tilbakespore og hindre at smittestoffer i animalske biprodukter kommer inn matproduksjonskjeden på nytt via opptak gjennom fôr og gjødsel på eng og beite. Forordningen inndeler biproduktene i 3 avfallskategorier, der avfall i kategori nr. 1. skal forbrennes eller graves ned. Avfall i gruppe 2 skal hovedsakelig ikke bli brukt som fôr, og omfatter selvdøde dyr, husdyrgjødsel og slakt som ikke er beregnet til konsum på grunn av fare for smittespredning. Med unntak av husdyrgjødsel må avfallet bli forbehandlet før det for eksempel går til komposterings- eller biogasanlegg. Gruppe 3 har lav risiko og kan bli viderebehandlet med en lavere grad av forbehandling, og omfatter for eksempel deler av slakt fra friske landdyr, fisk, blod og tidligere næringsmidler. Matavfall og melk er også kategori 3-materiale, men er unntatt fra kravet om forbehandling. Forordningen omfatter også godkjenning av behandlingsanlegg, deponering, transport og behandlingsmetode. Husdyrgjødsel er omfattet av både biproduktforordningen, som i realiteten ikke stiller særlige krav for bruk og omsetning av husdyrgjødsel fra friske dyr og av gjødselvarerforskriften. For salg og distribuering av kompostert gjødsel utenfor Norges grenser stiller biproduktforordningen blant annet krav til behandlingsanlegget. Et slikt anlegg skal være utstyrt med en lukket komposteringsreaktor som materialet må passere. Anlegget må kunne overvåke og registrere komposttemperaturen i forhold til sann tid og inneha et sikkerhetssystem mot utilstrekkelig oppvarming. Rankekompostering oppfyller generelt ikke kravene til en lukket kompostering, men dispensasjon kan bli gitt så fremt anlegget innehar en tilfredsstillende skadedyr kontroll og en prosessstyring som leder til en full hygienisering av komposten over en gitt tid. Husdyrgjødsel skal generelt ha en varmebehandling på minst 70 °C i 60 minutter dersom det ferdige produktet skal bli klassifisert som behandlet og omsatt utenfor Norges grenser.

Gjødselvarerforskriften sin definisjon av husdyrgjødsel er møkk eller urin, med eller uten strø, fra husdyr. Hestegjødsel kan bli lagret direkte på bakken, så lenge det blir skjernet mot overflatevann og at lagringen ikke medføre fare for avrenning. Slike lager skal bli fjernet regelmessig og minimum 1 gang/år. Ellers så gjelder gjødslingsplanen med spredetidspunkt og krav til spredningsareal for kompost som fôr gjødsel for øvrig. Dersom husdyrgjødsel blir omsatt og brukt på andre enn egne arealer innen Norge, gjelder gjødselvarerforskriften sin del II om tilvirking. Foruten krav til internkontroll, analyser og kvalitetskrav, stiller forskriften krav til smittevern, registrering og merking. For omsetning av kompost som har opprinnelse fra gjødsel gjelder gjødselvarerforskriften og de bestemmelser som gjelder for distribusjon og salg innen Norge. Kravene som blir stilt til behandlingsanleggene kommer inn under del II og del III som omfatter bestemmelser om tilvirkning, lagring og bruk. Det vil si at lagring av komposten ikke skal medføre forurensningsmessige, helsemessige eller hygieniske ulemper. Dersom komposteringsanlegget befinner seg på et sted hvor produksjonsdyr

holdes og som ikke bare benytter husdyrgjødsel fra disse dyrene, skal anlegget være plassert i hensiktsmessig avstand fra produksjonsdyrenes område, og i alle tilfelle skal anlegget være fullstendig fysisk atskilt fra dyrene, deres fôr og strø, om nødvendig med gjerde. Av § 32 i forskriften framgår det at Mattilsynet i særlige tilfeller kan dispensere fra del II i forskriften. Eventuelle dispensasjonssaker blir alltid vurdert og behandlet enkeltvis av Mattilsynet som godkjenner slike anlegg. De enkelte kommunene har i denne sammenheng ansvaret for å følge opp anlegget i forhold til eventuelle forurensningssaker og må generelt godkjenne plan for nybygg eller utvidelse av gjødsel "lagre" blir foretatt. Fylkesmannen miljøvernnavdeling har mandat ut fra sakens art. Hvis anlegget tar imot/omsetter betydelige mengder gjødsel ut over selvproduksjon, annet avfall eller mottar avfall fra industri skal miljøvernnavdelingen bli forelagt en søknad om dette. Det samme gjelder hvis en betydelig økning i gjødselomsetning kommer i konflikt med reguleringsplanene eller det foreligger klager som krever en utvidet dokumentasjon i henhold til forurensningsloven (<http://www.fylkesmannen.no>). Produkter som kommer inn under gjødsel forskriften del II skal registreres hos landbruksstilsynet.

## Referanser

- Airaksinen, S., H. Heinonen-Tanski, et al. (2001). "Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure." *Journal of Equine Veterinary Science* **21**(3): 125-130.
- Berland, H. (2005). Bruk av organiske avfallsfraksjoner fra privat næringsdrift i Rogaland, med en kort veileder mot kompostering, *Iris* - 2005/270: 15.
- Berland, H. (2009). Brukerveiledning for kompostering av hestegjødsel. IRIS, IRIS: 28.
- Brodie, H. L., F. R. Gouin, et al. (1994). "What Makes Good Compost." *BioCycle* **35**(7): 66-68.
- Càceres, R., X. Flotats, et al. (2006). "Change in the chemical physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies." *Waste management* **26**((2006)): 1081-1091.
- Cayuela, M. L., M. P. Bernal, et al. (2004). "Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use." *Compost Science & Utilization* **12**(2): 130-136.
- FAGUS (2005). Brukerveiledning for kompost og slam i grøntanlegg, FAGUS - Fagelig utviklingssenter for grøntanleggsektoren.: 35.
- Haug, R. T. (1993). *The practical handbook of compost engineering*.
- Moncol, D. J. (1996). "Composting equine stall waste using shredded newsprint for bedding." *Equine Practice* **18**(8): 18-22.
- Romano, P. V., U. Krogmann, et al. (2006). "Small-scale composting of horse manure mixed with wood shavings." *Compost Science & Utilization* **14**(2): 132-141.
- Sanchez-Monedero, M. A., M. P. Bernal, et al. (1996). *The effectiveness of the Rutgers system and the addition of bulking agent in reducing N-losses during composting*, Kuwer Academic.
- Smårs, S. (2002). Influence of different temperature and aeration regulation strategies on respiration in composting of organic household waste. Uppsala, Swedish university of agricultural science.



- Solano, M. L., F. Iriarte, et al. (2001). "Performance characteristics of three aeration systems in the composting of sheep manure and straw." Journal of Agricultural Engineering Research **79**(3): 317-329.
- Tiquia, S. M. and N. F. Y. Tam (1998). "Composting of spent pig litter in turned and forced-aerated piles." Environmental Pollution **99**(3): 329-337.
- Tiquia, S. M. and N. F. Y. Tam (2000). "Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration." Bioresource Technology **72**(1): 1-7.