



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Vurdering av behandlingstønsninger for hestemøkk på Øksnevad VGS

NIBIO RAPPORT | VOL. 8 | NR. 169 | 2022

Roald Aasen, Ove Bergersen, Øistein Vethe, Roald Sørheim  
Divisjon for miljø og naturressurser

**TITTEL/TITLE**

Vurdering av behandlingsløsninger for hestemøkk på Øksnevad VGS

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Roald Aasen, Ove Bergersen, Øistein Vethe, Roald Sørheim

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKT NR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
23.12.2022	8/169/2022	Åpen	52804	22/00217
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-03204-5	2464-1162	16	-	

**OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:**

Øksnevad vidaregåande skole

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Torbjørn Haavardsholm

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Hestemøkk, kompostering

Horse manure, composting

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Bioressurser og kretsløpsteknologi

Bioresources and Recycling Technologies

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Øksnevad vidaregåande skole har bedt NIBIO om en gjennomgang av forutsetninger og planer for håndtering av hestemøkk og annet organisk avfall på gården. Denne rapporten beskriver muligheter for behandling av hestemøkk som skapes på skolen, og skisserer driftsregime for et komposteringsanlegg.

**LAND/COUNTRY:**

Norge/ Norway

**FYLKE/COUNTY:**

Rogaland

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Klepp

**STED/LOKALITET:**

Øksnevad

**GODKJENT /APPROVED**

Trine Eggen

NAVN/NAME

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Roald Aasen

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Innhold

1	Bakgrunn.....	4
1.1	Oppdragsbeskrivelse .....	4
1.2	Øksnevad vgs.....	4
2	Befaring og dagens behandlingsløsning.....	6
2.1	Dagens håndtering av hestemøkk på gården .....	6
2.1.1	Mengder.....	8
2.1.2	Kvalitet .....	8
3	Mulige behandlingsløsninger for hestemøkk.....	9
3.1	Kompostering .....	9
3.2	Biogass.....	9
3.3	Tørking og pelletering.....	10
3.4	Pyrolyse .....	10
3.5	Ekstern behandlingsløsning.....	10
3.6	Økonomiske forhold .....	10
4	Anbefalinger .....	12
4.1	Klima- og miljøpåvirkning .....	12
4.2	Foreslått driftsinstruks.....	13
	Referanser .....	15

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Oppdragsbeskrivelse

Etter en befaring på Øksnevad og gjennomgang av forutsetninger og planer for håndtering av hestemøkk og annet organisk avfall på gården, skal NIBIO levere en rapport til skolen. Rapporten skal gi en vurdering av eksisterende planer for nytt komposteringsanlegg og mulige løsninger for samkompostering med andre gylle eller annet organisk gårdsavfall. Mulig håndtering av avrenning fra komposteringen skal beskrives, og fare for utslipp av lukt og klimagasser skal vurderes. Aktuelle løsninger for etterbehandling av komposten (sikting) skal beskrives sett i forhold til noen aktuelle bruksområder for ferdig kompost. Økonomiske aspekter ved valgte løsninger skal omtales.

## 1.2 Øksnevad vgs

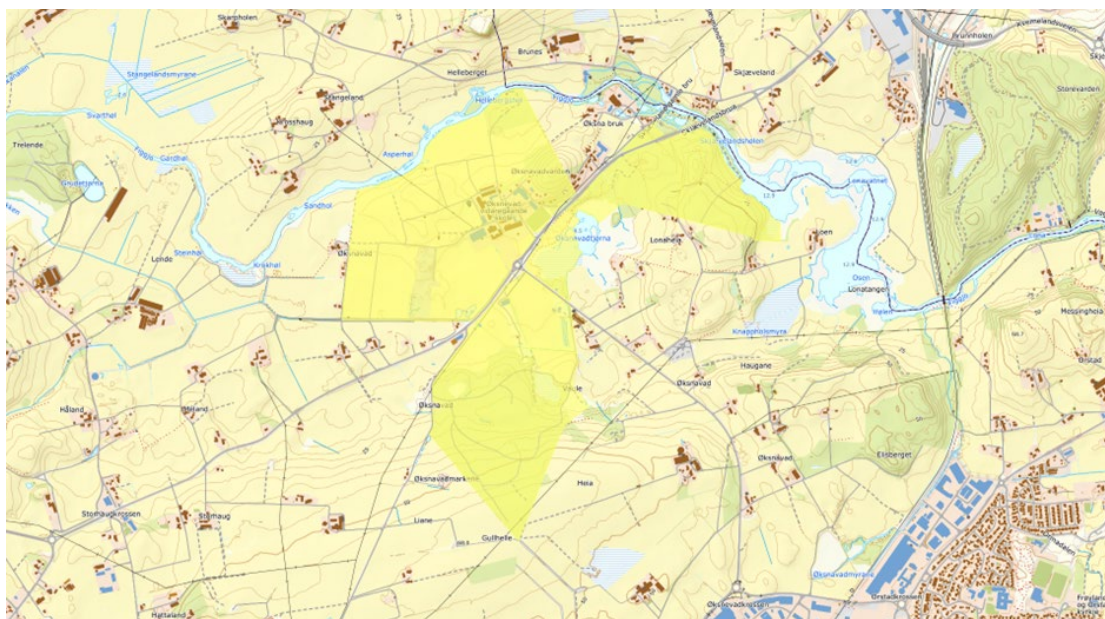
Øksnevad videregående skole (vgs) ligger i Klepp kommune. Rogaland fylkeskommune eier og driver skolen og gården. Skolen åpnet i 1940 og har for tiden om lag 400 elever. Medregnet gården er dette en av de største videregående skolene i landet i areal med totalt 1503 dekar fulldyrka mark, noe beite og tre teiger med skog utenom bygningene og veier.

Elevene kan velge mellom studieretningene Bygg- og anleggsteknikk, Naturbruk og Naturbruk med dyrekunnskap samt et tilbud om tilrettelagt undervisning med arbeidstrening for elever som tas opp på særskilt grunnlag. Undervisninga er lagt opp med videregående kurs (Vg) 1, 2 og 3 som varer i ett skoleår.

Bygg- og anleggsteknikk gir fagutdanning som anleggsgartner, i anleggsteknikk, arbeidsmaskiner eller som anleggsmekaniker fra Vg 2 av.

Naturbruk gir en mer praktisk vei til generell studiekompetanse eller til fagutdanning som agronom, gartner, hestefaglært, dyrefaglært, hovslager eller anleggsgartner.

Naturbruk med dyrekunnskap gir spesiell studiekompetanse som krever realfag for høyere utdanning som veterinær eller dyrepleier, eller andre utdanninger innafor dyr, natur, miljø, bærekraft eller realfag.



Figur 1. Arealet til Øksnevad vgs er om lag 1503 dekar, vist i gul skravering. Kilde: © 2022 Norkart AS/Geovekst og kommunene/NASA, Meti, © Mapbox © OpenStreetMap

Øksnevad vgs er opptatt av at bærekraft skal være et sentralt element i valg av løsninger for behandling av hestemøkk og annet organisk avfall på skolen. Bærekraft er et ord som i dag vanligvis betyr at noe passer med idealet om bærekraftig utvikling, det vil si en utvikling som tilfredsstiller behovene til menneskene som lever nå, uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov. Diskusjoner om bærekraft dreier seg særlig om å bekjempe miljøproblemer, fattigdom og nød, og er gjerne inspirert av FNs 17 bærekraftsmål. I denne sammenhengen er det mest naturlig å relatere til FNs bærekraftsmål nr. 15: Beskytte, gjenoppbygge og fremme bærekraftig bruk av jordas økosystemer, sikre bærekraftig forvaltning av skog, trygge arts mangfoldet, bekjempe ørkenspredning og stoppe og reversere erosjon.

For å drive garden på Øksnevad vgs etter dette målet og de generelle prinsippene for bærekraft, er det naturlig å tenke at en må ta vare på de ressursene en rår over på gården: jorda i inn og utmark, skogen, dyr og planter som blir avlet fram, møkka fra husdyra, kapp og avfall fra planteproduksjonen, rester fra gras og annet fôr. En bærekraftig behandling av disse ressursene må skje innenfor fornuftige økonomiske rammer.

Bærekraftig håndtering av hestemøkk og annet organisk avfall, vil måtte innebære at det etableres et helhetlig system på gården for å gjenvinne ressursene i disse massene på en måte som er kretsløpsbasert. Dermed reduseres tapet av næringsstoffer og organisk materiale fra gården, noe som er både ressurseffektivt og klimavennlig.

For skolen er også undervisning av elevene i et bærekraftig jordbruk og håndtering av avfall svært relevant. Det er viktig for elevene å lære om bærekraftig tenking og ikke minst bærekraftige praktiske løsninger, og selv kunne se og være med og arbeide praktisk med bærekraftige løsninger. Elevene ved skolen representerer framtida, og det en får med seg som ung av holdninger og løsninger, har en ofte med seg for resten av livet.

Om for eksempel et nytt anlegg for kompostering blir bygget, kan skolen gi elevene praktisk trening i kompostering, vise hvordan et kompostanlegg virker og hvordan en kan bruke kompost. Elevene på maskinførerlinja kan eksempelvis øve seg på å blande avfall, legge det i ranker og vende kompostrankene enten med hjullaster eller egne vendemaskiner.

## 2 Befaring og dagens behandlingsløsning

En befaring på skolen ble gjennomført av Roald Aasen fra NIBIO 16. september 2021 sammen med avdelingsleder for gardsdrift Torbjørn Haavardsholm og driftsoperatør Trond Stiansen fra Øksnevad videregående skole.

Befaringen startet med en orientering om skolen med de utdanningslinjene som elevene kan velge blant. Videre ble det orientert om gårdsdriften på skolen hvor spesielt de ulike fraksjonene av avfall og mengden av disse fra hver produksjon ble gjennomgått: gressklipp fra grøntområdene, avfall fra dyrking av grønnsaker i åker og dyrking av blomster og grønnsaker som tomat og agurk i drivhus, kyllingproduksjon, hestehold med om lag 45 hester på stall, samt storfe fjøs. Deretter ble den eksisterende komposteringsløsningen, bestående av fire støpte binger med åpning på ene kortveggen, befart. Ved befaringen var tre av bingene dekket av en stor haug med komposteringsmasser som ble vendt med en gravemaskin. Den siste bingen ble benyttet for å blande nytt avfall som skal til kompostering.

Grusområdet hvor blant annet trening til maskinoperatører foregår, ble besøkt, og det ble diskutert om dette kunne være en alternativ plassering for et nytt kompostanlegg.

Deretter tok vi turen til hestestallene hvor vi så på stallen og på Ecodrying AS sitt tørke- og pelleteringsanlegg for avfall fra hestestallene.

Drivhusene med anlegg for å blande næringsvann til plantene ble vist. Et slikt anlegg gir muligheter for gjenbruk av plantenæringsstoffer fra eksempelvis sigevann fra komposteringsprosessen som en del av et næringsstoffkretsløp på gården. I det ene drivhuset var det en gårdsbutikk med et utvalg varer fra Øksnevad. Vareutvalget i butikken av grønnsaker og blomster varierer etter årstidene og tilgjengelig produksjon. Det ble også solgt kompost i sekker til private fra butikken.

Den tiltenkte plassen for det nye komposteringsanlegget ble avslutningsvis befart. Plassen ligger helt inn mot dreneringsbekken mot naboeiendommen mot øst.

### 2.1 Dagens håndtering av hestemøkk på gården

I dag blir mesteparten av hestemøkka fra stallene kompostert i et eldre komposteringsanlegg sammen med gressrester fra fôring i fjøsene, rester av grønnsaker, gress fra plenklipping, gamle rundballer med gress og annet grøntavfall, (figur 2).



**Figur 2. Kompostering av hestemøkk og annet organisk avfall fra garden i stor haug over binger i betong. Gravemaskinen i bildet blir brukt til å vende massene. Den tomme båsen til venstre blir brukt til å samle opp nytt daglig avfall og blande dette før kompostering. (Foto: Roald Aasen, NIBIO)**

Komposteringsanlegget ligger utomhus uten tildekking og er konstruert med fire store båser av støpt armert betong med endevegg og skillevegger. Dimensjonene på bingene er om lag 2 meters høyde, 3 meters bredde og 8 meters dybde med en rist for drenering i midten av bingene. Den ene kortsida er åpen slik at en traktor med frontlaster kan kjøre inn på gulvet for å lesse av og ta ut ferdige masser. Avfallet blir blandet med en gravemaskin i den ene bingen og deretter lesset i en stor haug over de to andre bingene. Nye masser legges inn hver dag. Haugen med ferdig blandede masser er om lag så høy som løftehøyden til gravemaskinen; omtrent 2-3 meter over kanten av bingene. Det er en støpt flate foran bingene, som også til dels er dekket av kompostmasser.

Det går mye tid med til å vende på den store haugen med kompost med gravemaskinen. Vår erfaring med slike store komposthauger med hestemøkk, er at komposteringsprosessen går sakte fordi haugen og massene i seg sjøl isolerer så bra at varmen fra komposteringsprosessen ikke slipper raskt nok ut av massene. Da blir temperaturen lett høyere enn det komposteringsbakteriene trives best med, og nedbrytingen går sakte eller stopper helt opp. Volumreduksjonen av massene blir også mindre når den varme og vannmetta lufta ikke får strømme raskt nok ut av haugen. Da får heller ikke massene inn nok ny oksygenrik luft til å oppnå god kompostering. Resultatet er at massene sakte blir «kokt» i stedet for kompostert.

Det nåværende kompostanlegget er i utgangspunktet dimensjonert for kompostering av møkk fra 16 hester, men brukes til behandling av hestemøkk fra skolens 42 hester samt noe annet organisk avfall fra gården. Dette overskrider anleggets kapasitet i vesentlig grad og gjør driften lite rasjonell. Dagens drift er derfor langt fra optimal for en effektiv komposteringsprosess, særlig på grunn av dårlig lufttilgang i massene. Prosessen blir langsom, og det oppstår lett anaerobe soner i massene som kan gi utslipp av de potente klimagassene metan og lystgass. Sluttproduktet blir ikke stabilt, og vil sannsynligvis kreve etterbehandling og/eller lang lagringstid før det kan regnes som en moden kompost.

Sigevann fra anlegget blir samlet opp fra dren i de tre åpne bingene og ledet til en støpt nedgravd tank.

### 2.1.1 Mengder

Komposteringsanlegget ble i sin tid bygget for kompostering av møkk fra om lag 16 hester pr. år. Det er nå behov for å håndtere møkk fra vel 40 hester og et mindre volum av strø, samt fôr- og grøntavfall.

Årlig mengde produsert hestemøkk anslås til ca. 340 tonn. Dette anslaget er basert på at en voksen hest produserer noe i overkant av 8 tonn møkk pr år, (Smith and Swanson, 2009; McKinnon, 2017). I tillegg kommer strø som brukes i stallen. Dette kan utgjøre opp mot 2 – 4 ganger volumet av den rene møkka, og resultere i en totalproduksjon av på anslagsvis 12 tonn med stallavfall pr år pr hest, totalt ca. 500 tonn med 42 hester på stallen. Volumet av dette utgjør i størrelsesorden 1000-1500 m<sup>3</sup>/år.

Andre avfallsmasser er gressrester fra fôring i fjøsene, rester av grønnsaksavfall, gress fra plenklipping, gamle rundballer og annet grøntavfall blir blandet inn i anslagsvis følgende mengder:

13,5 m<sup>3</sup> planterester/år

130 m<sup>3</sup> strø fra fjørfe/år

12 m<sup>3</sup> fôrrester fra storfe/år

14 m<sup>3</sup> gammel silo/år

36 m<sup>3</sup> gressklipp/år

Volummessig utgjør dette relativt lite i forhold til stallavfallet, men kan bidra med næringsstoffer til komposten. Særlig nitrogenbidraget fra disse avfallsfraksjonene kan bidra til å redusere C/N-forholdet i kompostmassene og dermed tilrettelegge for en effektiv komposteringsprosess.

### 2.1.2 Kvalitet

Vi antar at blandingen av hestemøkk og strø har ca. 45 % tørrstoffinnhold (Holdhus). Rein hestemøkk inneholder ca. 5,5 kg nitrogen (N)/tonn, 1 kg fosfor (P)/tonn og 5 kg kalium (K)/tonn (NIBIO, Gjødslingshåndboka på nett). Med utgangspunkt i at hver hest produserer 8,3 tonn møkk per år, vil næringsinnholdet være om lag 46 kg N, 8 kg P og 42 kg K i hestemøkka per hest per år, og det totale næringsinnholdet vil være ca. 2000 kg N, 350 kg P og 1760 kg K per år.



## 3 Mulige behandlingsløsninger for hestemøkk

### 3.1 Kompostering

Kompostering omdanner og stabiliserer organisk avfall som ellers vil kunne råtne og gi lukt og andre miljøproblemer. Bakterier og andre mikroorganismer omdanner det lettomsattelige organiske materialet i avfallet under tilgang på oksygen, altså en aerob prosess. I en vellykket komposteringsprosess frigjøres varme, vann og karbondioksid (CO<sub>2</sub>), og den ferdig omdannede komposten vil utgjøre et mye mindre volum enn det opprinnelige avfallet. Varmen som utvikles når prosessen går godt og lenge nok, vil hygienisere avfallet. Som oftest må avfallet som skal behandles, tilføres strukturmateriale for å gi god lufting av massene.

Det produseres avrenning i prosessen som må håndteres som næringsrikt vann. Noe vann frigjøres også fra avfallet som vanddamp. Strukturmateriale som flis blandes gjerne inn for at massene i komposten skal bli porøs nok til at gassutvekslingen blir effektiv. Blir massene for tette, vil porene fylles med vann som blokkerer for luftingen slik at det gradvis oppstår anaerobe forhold, og etter hvert stopper komposteringsprosessen opp. Hestemøkk som skal behandles inneholder relativt store mengder strø (gjerne kutterflis) som bidrar med struktur og dermed god lufttilgang under kompostering. Struktur i massene er avgjørende for gode komposteringsprosesser og det kan være aktuelt å tilføre ekstra flis dersom avfallet er for fuktig.

Etter en tid vil mikroorganismene omsette det organiske avfallet til forbindelser som er vanskelige å bryte ned videre. Når det er mindre biologisk omsettbart materiale igjen, reduseres den mikrobiologiske aktiviteten og det frigjøres mindre varme. Dermed går temperaturen i komposten gradvis ned og den blir stabil. Når mye av karbonet er frigjort som CO<sub>2</sub>, vil den uorganiske andelen av avfallet øke. Vanntapet medfører også at avfallet minker i volum, gjerne med opptil 50% av utgangspunktet. Strukturmateriale som brukes i prosessen kan også siktes ut fra den ferdige komposten og brukes på nytt.

Kompostering vil alltid medføre utslipp av drivhusgasser til lufta, først og fremst CO<sub>2</sub>. En dårlig gjennomført kompostering der det oppstår anaerobe soner i massene, kan i tillegg gi utslipp av de mer potente klimagassene metan og lystgass.

Hva og hvor mye som blandes inn i hestemøkk av andre avfallsfraksjoner, vil påvirke både volumet av de samlede massene som skal komposteres, kvaliteten på kompostblandingen og komposteringstiden.

### 3.2 Biogass

Biogassproduksjon fra organiske avfallsressurser som gjødsel og matavfall, har blitt vanlig i Norge i løpet av de siste 10-15 årene. Ved behandling i biogassanlegg blir avfallet omdannet uten tilgang på oksygen, altså en anaerob prosess. Ved mikrobiell nedbryting av avfallet uten tilførsel av luft, blir det produsert metan og CO<sub>2</sub>, dvs. biogass. Biogass kan benyttes som drivstoff i kjøretøy, eller til elektrisitet via generatorer. Ved siden av biogassen gir prosessen en biorest som kan være en velfungerende gjødsel hvor næringsstoffene er mer konsentrert enn i det opprinnelige avfallet og hvor sluttproduktet er mer stabilt enn avfallet.

Biogassbehandling kan utføres med ulik grad av vann i prosessen. Det vanligste er høyt vanninnhold (anslått tørrstoffinnhold er 4-10%), men også «tørre» prosesser benyttes (tørrstoffinnhold >30%). Faktorer som taler mot behandling av hestemøkk i biogassanlegg er at strøandelen er høy og at dette strøet gjerne er vanskelig nedbrytbart (eks kutterspon/-flis). Dersom det benyttes halmstrø, vil biogass lettere kunne utvinnes fra hestemøkk, men erfaring tyder på at det er behov for forbehandling av halm for å unngå driftsproblemer i biogassreaktorer

Biogassproduksjon kan bare utføres i lukkede systemer (reaktorer). Disse er generelt kostbare og krever erfaring og kompetanse for å oppnå jevn drift. Kommersielt tilgjengelige løsninger er ofte dyre både i anskaffelse og drift. Det mest formålstjenlige vil nok være om det kunne finnes lokale biogassanlegg som kunne motta skolens hestemøkk for behandling, men det er neppe behov for ytterligere organiske gjødselvarer i skolens nærrområde.

### 3.3 Tørking og pelletering

For å avlaste kompostanlegget har skolen vurdert å etablere et anlegg som kan brukes til å tørke hestemøkka. Det meste av hestemøkka kan på denne måten brukes til produksjon av brennbriketter. Varmen som trengs til tørking av den ferske møkka, vil i normal drift kunne komme fra brenning av slike briketter i en integrert fyrkjel, mens overskuddet av briketter kan benyttes i f.eks. kjeler for flisfyring. Kapasiteten på det aktuelle anlegget er angitt å være om lag 750 tonn hestemøkk pr år med 55 % fukt, tilsvarende møkk fra 50 hester.

Fordelene med denne behandlingsformen er at hestemøkken behandles på stedet. Så lenge det tørkede materialet ikke blir fuktet, vil det kunne lagres over tid uten vesentlig lukt. Ulemper med metoden er at næringsstoffer og jordforbedringsmidler tapes uten å utnytte ressursene. Oppvarming/tørking må forventes å føre til avdamping av ammoniakk, og videre forbrenning gjør at andre ressurser i hestemøkken også tapes.

### 3.4 Pyrolyse

Ved pyrolyse blir avfallet varmet til høy temperatur med lite tilgang på oksygen. Hestemøkk med strø og evt andre organiske avfallsstrømmer med lavt vanninnhold omdannes til kull, ofte kalt biokull. I tillegg dannes syntesegasser og ulike destillater som kan benyttes til bioenergi. Avfallets volum blir vesentlig redusert. I hvilken grad de ulike produktene dannes, er avhengig av råvarene og prosessparametere som f.eks temperatur.

I en oversiktsartikkel (Guangcan Su, 2022) vurderer forfatterne pyrolyse som behandlingsmetode for gjødsel. De konkluderer med at pyrolyse kan gi godt utbytte av bioenergi, men det finnes store utfordringer, bl.a. kostnader, energiforbruk og dårlig kvalitet på sluttprodukt. Pyrolyse av hestemøkk ser ikke ut til å være utbredt.

Pyrolyse kan imidlertid også være bra i et bærekraftperspektiv. Biokullet som produseres er et svært stabilt produkt som kan bidra til å binde karbon og hindre utslipp av CO<sub>2</sub>. Det er blant annet foreslått å tilføre biokull til jord for å øke karboninnholdet. Studier har generelt vist få ulemper og til dels positiv virkning på plantevekst. Utfyllende informasjon kan f.eks finnes på <https://nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/biokull>.

### 3.5 Ekstern behandlingsløsning

Gårdens hestemøkk kan leveres til eksterne, nærliggende behandlingsanlegg for kompostering, biogassproduksjon eller forbrenning. Dette vil medføre kostnader til lagring på gården, samt senere transport og behandling. Gården blir kvitt hestemøkk og annet organisk avfall, men må betale for løsningen. Egen behandling og bruk på skolen vil gi vesentlig større fordeler i undervisning og tilgjengelig gjødselvarer, og synliggjøre skolens satsning på bærekraftige løsninger.

### 3.6 Økonomiske forhold

De ulike behandlingsmetodene nevnt over, vil variere med teknologiinvesteringer, driftsregime, avfallsmengder og produktverdi. Når en henvender seg til ulike leverandører vil det naturlig oppstå en konkurransesituasjon som vil kunne påvirke hvilken pris et anlegg vil kunne anskaffes for. Dette gjør

det umulig å tallfeste kostnader ved de ulike behandlingssystemene. På generell basis kan det imidlertid forventes at de mest forutsigbare kostnadene vil oppnås ved å levere til ekstern behandlingssystem dersom det er aktuelt.

Forbrenning, pyrolyse og biogassproduksjon i egne anlegg må forventes å ha store investerings- og vedlikeholdskostnader. Dette har sammenheng med at behandlingssystemet for disse behandlingssystemene må forventes å ha relativt omfattende teknologiske løsninger og overvåkingssystemer sett i forhold til for eksempel rankekompostering.

Rankekompostering benytter moderat avanserte tekniske løsninger og forventes relativt sett å ha ganske lave investeringskostnader og driftskostnader. Personellmessig antas det å være behov for opptil ett årsverk for å drifte et rankekomposteringsanlegg, dvs blanding av behandlingsmaterialer, vending av ranker, sikting av produkt osv. God kompostering krever erfaring og gode rutiner for å lykkes. For å redusere behandlingssystemets sårbarhet er det best om driftsansvaret fordeles på et par personer som etter hvert vil bygge nødvendig kompetanse for å sikre god drift og sluttprodukt.

Andre fordeler med kompostering er at skolens elever vil kunne bygge kompetanse og erfaring gjennom en ganske robust teknologi. Det vil kunne gi nyttig kompetanse innen biologiske prosesser ved omdannelse av organisk materiale, driftsovervåking, klimagasser og miljøavtrykk, sirkulering av plantenæringsstoffer og maskinbruk.

## 4 Anbefalinger

Etter en helhetsvurdering vil vi anbefale skolen å satse på en komposteringsløsning for håndtering av hestegjødsel på gården. Løsningen kan gjerne omfatte sambehandling med annet organisk avfall som oppstår i gårdsdriften, samt utnyttelse av komposten til jordforbedring og gjødsel på egne arealer.

Det bør opparbeides en flate for kompostering med rett helling for drenering av vatn og med grøfter for oppsamling og avskjæring av vann. Flaten bør asfalteres eller ha et annet fast dekke, og det må bygges en samlelum for drenert vann fra komposteringsflata. Det er nødvendig at den nærliggende bekken mot naboeiendommen mot øst skjermes for tilførsel av avrenning fra hestemøkkbehandlingen.

Tilbudet fra Norsk Landbruksrådgiving fra 10.05.2019 på bygging av et anlegg for kompostering med fast dekke og tak, vurderes som egnet. Arealet som settes av til kompostering må tilpasses realistisk mengde og type avfall som skal komposteres i årene som kommer. I planleggingen av området for kompostering vil vi råde skolen til også å sette av noe reserveareal som kan brukes til eventuelt å gjøre komposteringsplassen større dersom erfaringen fra komposteringen viser at det er nødvendig.

For å oppnå en god kompost er det viktig at den får god tid til ettermodning. Fortrinnsvis bør dette foregå under tak for å hindre utvasking av næringsstoffer og å holde passe fuktighet i komposten.

Et område for behandling og videre prosessering av ferdig kompost bør også tas med i planene for området. Videre prosessering kan være operasjoner som sikting av komposten for å ta ut strukturmateriale, lagring av utsiktet strukturmateriale og ferdig siktet kompost. Om en ønsker å lage flere produkter med basis i komposten, bør areal for blanding av kompost og sand eller andre fraksjoner også tas med, inkludert plass for å lagre ferdige blandinger som kan egne seg til for eksempel jordforbedringsmidler, kompostjord for blomster og hage osv. Det vil i driften av komposteringsanlegget være viktig å holde de ulike stadiene og kvalitetene av kompost godt adskilt, bl.a. for å unngå evt. smitteoverføring mellom ferske og modne masser.

Utvikling og salg av ferdige kompostblandinger i storsekk eller småsekker kan også være en mulighet på sikt. Dette krever også økt plass på området. Verdien av produktene øker ved salg i mindre kvanta og med større grad av videreføring i forhold til salg av kompost i bulk rett fra rankene. Kostnadene øker ved slik produksjon av mer målretta produkter, sammen med krav til dokumentering av kvaliteten sett i forhold til aktuelle bruksområder. Produktene må prøvetas og analyseres. Det må gjennomføres vekstforsøk for å dokumentere riktig bruk og kvalitet.

### 4.1 Klima- og miljøpåvirkning

Kompostering vil normalt gi noe lukt, spesielt når rankene blir vendt når de er varme. Ved vending blir massene fritt eksponert og varm luft metta med damp slippes ut til omgivelsene. Flere luktsterke stoffer følger gjerne med dampen. Om det er vindstille og kaldt vintervær, kan den varme luften kjøles ned og dette ned langt fra anlegget og gi luktproblemer der. På Klepp og på Jæren generelt er det som oftest rikelig med vind og sjelden vinterkaldt, så dette antas ikke å være et stort problem. Likevel bør en vurdere vending etter vindretning slik at lukta er til minst mulig bry for naboene. Lukta fra kompostering skiller seg fra kumøkk og annen husdyrgjødsel og legges derfor godt merke til. Skolen kan vurdere å etablere et nettverk av naboer som kan varsles via tekstmelding, Facebook eller liknende sosiale medier når vending av rankene er planlagt. Naboene kan da også varsle tilbake om de merker lukt. Erfaringene med slike nettverk fra avfallsanlegg for matavfall, tilsier at de demper konflikter med naboene fordi anleggene er åpne på hva de gjør. Naboene får raskt vite hvorfor det er nye lukter rundt husene. Et slikt nettverk kan også benyttes som en indikator for hvordan komposteringsprosessen går og hva som gir minst bry for områdene rundt skolen.

Sigevann fra rankene inneholder rikelig med næringsstoffer som vil kunne medføre eutrofiering og algeoppblomstring i nedstrøms resipienter som bekker og andre vannforekomster. Sigevannet må

derfor samles opp. Sigevannet kan brukes til fortykning av gylle fra storfe på gården når den skal spres. Det bør derfor anlegges en ledning med pumpe fra samleikum til gjødselkjeller.

Medisinrester og plantevernmidler vil i ulik grad brytes ned under kompostering. For å hindre unødvendig spredning til miljøet bør det iverksettes særlige tiltak f.eks. for møkk fra medisinerede hester. En mulighet kan være separat oppsamling og avhending til forbrenning. Problemstillingen med medisinrester i hestemøkk er undersøkt av Pommeresche og medarbeidere (2017). De viste at forekomst av trimetoprim, sulfadiazin, fenbedazol og pyrantelbonat ble påvist i møkk fra hester som var behandlet med stoffene, men mengden reduseres raskt etter medisinerings. Møkk fra behandlede hester bør ifølge Pommeresche og medarbeidere (2017) skilles fra annen møkk inntil 1-3 dager etter behandling.

En må være oppmerksom på at dersom driftsregimet ikke sikrer optimal kompostering (dvs god lufttilførsel som gir oksygen til prosessen og fjerner karbondioksid, samt påfølgende varmeutvikling), vil det kunne utvikles anaerobe prosesser med påfølgende utslipp av potente klimagasser som metan og lystgass.

Eriksson og medarbeidere (2016) har utført livssyklusanalyse (LCA) for behandling av hestemøkk. De konkluderte at deres resultater viste at biogassbehandling gir den mest effektive behandling av hestemøkk når en vurderer utslipp av klimagasser, men forbrenning sparer energi og utslipp som bidrar til forsuring og eutrofiering av vassdrag. Undersøkelsen indikerte også at enkel kompostering (rankekompostering) gir utslipp som kan bidra til eutrofiering hvis det ikke etableres tilfredsstillende løsning for håndtering av sigevann. Undersøkelsen behandler i liten grad nedbrytbarhet og tilhørende forhold i biogassanlegg. Heller ikke komposteringens bidrag i undervisning og som jordforbedringsmiddel omtales nevneverdig.

For at kompostering av hestemøkk med strø skal bli en god behandlingsmetode som gir et attraktivt sluttprodukt, er det avgjørende at det iverksettes et godt driftsregime. Et slikt regime vil for eksempel innebære bruk av egnet blande- og vendeutstyr, evt tilførsel av strukturmateriale for å sikre tilstrekkelig luftgjennomstrømning, gode vanderutiner, kontroll med sigevann/avrenning og temperaturovervåking og kontroll av hygienisk status (se avsnitt 4.2).

Skolens gårdsbruk er en viktig arena for å vise elevene hvordan bærekraftige løsninger kan tas i bruk i praksis. Et godt drevet komposteringsanlegg vil kunne synliggjøre hvordan en kan ta vare på hestemøkk og annet organisk avfall som finnes på gården og omdanne det til en nyttig resurs som kan inngå i et kretsløp for næringsstoff og karbon, og bidra til både god plantevekst, økning av moldinnhold og en bedret jordstruktur på gårdens dyrka mark.

## 4.2 Foreslått driftsinstruks

Driftsinstruksen for anlegget er avhengig av avfallets sammensetning og mengde, oppdeling og blanding av råvarene, evt tilført strukturmateriale, tilgjengelig utstyr, driftsoperatørens kunnskap og erfaring, samt gode overvåkingsrutiner. Årstidsvariasjoner i driftsregimet må forventes. Det anbefales å søke råd fra kompetansemiljø med god erfaring innen rankekompostering, f.eks. med befaring på anlegget og deretter utarbeide driftsinstruks i samarbeid mellom operatører og kompetansemiljø. Eksempler på driftsrutiner er gitt av Bergersen og Ødegaard (2022).

Generelt anbefales å etablere ulike soner i prosessen, fra hestemøkk til ferdig kompost. Driftsregimet skal sørge for at materiale fra ulike soner ikke blandes. Ubehandlet avfall eller kompost i prosess må ikke komme i kontakt med ferdig produkt. Utsiktet strukturmateriale kan tilbakeføres og brukes på nytt:

- o. Lager for hestemøkk og annet gårdsavfall, og blanding av råvarer som skal inngå i komposteringen
1. Rankekompostering

2. Ettermodning
3. Sikting
4. Ferdiglager og evt pakking

Sone 0: Hestemøkk og annet gårdsavfall samles og blandes evt med strukturmateriale vha hjullaster eventuelt med soldeskuffe/Aluskuffe. Det forventes at hestepærer og gårdsavfall på denne måten brytes opp og gjøres tilgjengelig for mikrobiell nedbryting. Kutterflis kan brukes som strukturmateriale, men mengden må styres av fuktighetsinnhold i ferdig blandet materiale.

Sone 1: Det legges ut ranker som i utgangspunktet kan anslås til 4-5 m brede og 2-2,5 m høye (Amlinger, 1993).. Rankene overvåkes med temperatursensorer som stikkes inn i rankene. Det bør være mulig å logge temperaturmålingene slik at tilfredsstillende temperatur i rankene kan dokumenteres. Rankene ligger i ro og temperaturen øker. Etter bortimot et par uker ved 55-70 grader C vendes ranken. Deretter hygieniseres massen ved at temperaturen i ranken igjen holder mer enn 55 grader C i ca 14 dager. Temperaturen styrer når rankene kan vendes. Dersom temperaturen i ranken ikke stiger til minst 55 grader C, må det iverksettes tiltak, f.eks. tilførsel av mer strukturmateriale og blandes på nytt. Etter hygienisering flyttes komposten til ettermodning.

Sone 2: Komposten vendes dersom temperaturen stiger igjen. Normaltemperatur for ettermodning er mindre enn 45 grader C.

Sone 3. Når temperaturen i komposten ikke stiger igjen, kan den siktes. Utsiktet stukturmateriale kan med fordel brukes på nytt. Etter sikting føres komposten videre til sone 4.

Sone 4. Komposten skal nå være relativt tørr og lukte jord. Nå kan komposten prøvetas for kjemisk og biologisk analyse. Etter at tilfredsstillende kvalitet er dokumentert, kan komposten pakkes og omsettes.

Kontroll av ferdig kompost:

Det tas ut blandprøver (10 -15 uttak per parti) som blandes godt. Nødvendig prøvemengde er minst 500 g. Prøvene analyseres av akkrediterte prøvingslaboratorier. Analyseres for næringsinnhold, og tungmetaller iht NS2890. I tillegg analyseres for Salmonella, Termotolerante koliforme bakterier (TKB), og evt. E. coli for ytterligere dokumentasjon på hygienisering.

Omsetting og bruk av kompost reguleres av Gjødselvereforskriften (se Lovdata.no). Dersom komposten forventes solgt (eller brukt) utenfor skolens områder, bør Mattilsynet rådspørres.

# Referanser

Amlinger, F. 1993. Handbuch der Kompostierung. Ludwig Boltzmann-Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie, Wien. ISBN 3-85224-86-7.

Bergersen, O. og Ødegaard, E. 2022. Aerob kompostering av ulike avfallsstrømmer ved Maaruds fabrikk ved Disenå 2020 og 2021. NIBIO rapport vol 8. Nr 79.

Eriksson, O., Hadin, Å., Hennessy, J. og Jonsson, D. 2016. Life cycle analysis of horse manure treatment. Energies. Vol 9. Doi: 10.3390

McKinnon, K., Eggen, A., Ryen, B., Engan, E. 2017. Hestemøkk som gjødselkilde – en god håndtering for tilbakeføring til dyrkingsjord, Norsøk/Skjetlein videregående skole, NLR Sør-Trøndelag

NIBIO, Gjødslingshåndboka,  
<https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok?locationfilter=true>)

Pommeresche, R., Mckinnon, Sørheim, K, Svahn O., Bjørklund, E. og Hansen, S. 2017. Biologiske metoder for nedbryting av medisinerester i gjødsel, Sluttrapport. NORSØK rapport vol 2. nr 11

Smith, C., & Swanson, C. A. 2009. Horse Manure Management. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech., publication 406-208, 1-5.

Su, G, Ong, HC., Zulkifli, NWM., Ibrahim, S., Chen, WH., Ching, CT., Ok, YS. 2022. Valorization of animal manure via pyrolysis for bioenergy: A review. J Cleaner Production 243: 1-13.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.