

Til
Innovationscenter for Økologisk Landbrug

Dokumenttype
Rapport med projektbeskrivelse og resultater

Dato
November 2023

Projekt
Kompost - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder

Projektet er finansieret af Promilleafgiftsfonden for Landbrug

Rapport

Massereduktion af pesticider og PFAS ved optimeret kontrolleret kompostering



Rapport

Massereduktion af pesticider og PFAS ved optimeret kontrolleret kompostering

Projektnavn **Kompost - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder**
Projektnr. **1100046090**
Modtager **Innovationscenter for Økologisk Landbrug**
Dokumenttype **Rapport til kunde**
Version **3**
Dato **2023-12-10**
Udarbejdet af **Per Haugsted Petersen (Rambøll)**
Kontrolleret af **Jakob Fink (Rambøll), Anita Rye Ottosen (Rambøll) og Sidsel Birkelund Schmidt (Innovationscenter for økologisk landbrug)**
Godkendt af **Per Haugsted Petersen**

Rambøll
Englandsgade 25
DK-5100 Odense C

T +45 5161 1000
<https://dk.ramboll.com>

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Indhold

1.	Indledning	1
2.	Sammenfatning	2
3.	English summary	3
4.	Baggrund/Formål	4
5.	Pilotprojekt	5
5.1	Formål	5
5.2	Generelt om kompostering	5
5.3	Komposteringsforløb	6
5.3.1	Opskrift på miler	6
5.3.2	Blanding af materialer til kompostering	7
5.3.3	Oplægning af kompostmiler	8
5.3.4	Biofilter bestående af færdigmodnet kompost	9
5.3.1	Monitering af komposteringsprocessen	9
5.3.2	Vending af milerne	11
5.3.3	Eftermodning	11
5.4	Prøvetagning	12
5.5	Analyser	12
5.5.1	Næringsstoffer	12
5.5.2	Miljøfremmede stoffer	12
5.5.3	Pesticider	12
5.5.4	PFAS	13
6.	Resultater	14
6.1	Massebalance for tørstof og PFAS	14
6.2	Massebalance for glyphosat og AMPA	14
6.3	Massebalance for mikroplast	15
6.4	Hygiejnisering	15
6.5	Omkostninger og energiforbrug	15
7.	Samlet vurdering	17

Bilag

Bilag 1

Oplægning af miler til kompostering

Bilag 2

Temperaturforløb ved kompostering

Bilag 3

Oversigt over analyseresultater for anvendte materialer

Bilag 4

Analyseresultater for pesticider i materialer til kompostering

Bilag 5

Analyseresultater for pesticider i kompost (1) og sigterest (2)

Bilag 6

Oversigt over analyseresultater for kompost og sigterest

Bilag 7

Analyseresultater for PFAS

Bilag 8

Massebalance for PFAS stoffer

Bilag 9

Deklaration for BIO kompost

Bilag 10

Deklaration for KOD kompost

Bilag 11

Deklaration for ØKO kompost

Bilag 12

Driftsomkostninger og energiforbrug

1. Indledning

Dette projekt er initieret og gennemført af Innovationscenter for Økologisk Landbrug med Rambøll som rådgiver og er støttet af Promilleafgiftfonden for Landbrug. Projektet løber fra januar 2021 til december 2023.

Projektet er gennemført af:

- Per Haugsted Petersen, Rambøll A/S, prp@ramboll.dk
- Anton Rasmussen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug
- Sidsel Birkelund Schmidt, Innovationscenter for Økologisk Landbrug
- Martin Johansen, Klintholm I/S

Formålet med projektet er at øge bæredygtighed og udbytterne i planteavl gennem en bedre og mere sikker udnyttelse af kompost fra have-/parkaffald og anden recirkuleret biomasse.

Målet med projektet er at målrette og optimere anvendelsen af kvalitetskompost med fokus på gødningsværdi og renhed, og forbedre jordfrugtbarheden ved at anvende komposterbare restbiomasser i planteavlen.

Kompost baseret på have-/parkaffald, og restbiomasse fra byer, virksomheder og landbrug, er en vital næringsstof- og kulstofressource, der i dag ikke udnyttes i tilstrækkelig grad i planteproduktionen, selvom indholdet af organisk stof og næringsstofpuljerne i landbrugsjord visse steder nærmer sig et kritisk lavt niveau. Projektet understøtter en øget anvendelse af kompostressourcen i landbruget, hvilket kræver en kontinuerlig indsats, herunder udvikling, formidling og implementering.

Projektet udvikler, sammensætter, og fremstiller højkvalitets kompost og gennemfører forsøg på bedrifter og jordtyper med forskellige behov ift. at tildele og øge næringsstof- og kulstofpuljerne. Forsøgene afrapporteres særskilt af Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

En væsentlig del af projektet er at gennemføre fuldskalaforsøg med optimeret termofil kompostering af restbiomasser fra byerne, så som have-parkaffald, kildesorteret organisk dagrenovation (KOD) og spildevandsslam (biogødning). Fuldskalaforsøget kortlægger kortlægning og omfang og mulighed for at reducere og eliminere pesticid, PFAS og plast i komposten.

Nærværende rapport indeholder resultaterne af det gennemførte fuldskalaforsøg med kompostering og undersøgelser af de anvendte organiske materialer og den fremstillede kompost for at belyse kompostering som effektiv biologisk behandlingsmetode.

2. Sammenfatning

Kompostering er en bredt anerkendt og anvendt metode til biologisk behandling af organisk materiale med henblik på fremstilling af kompost til anvendelse som jordforbedringsmiddel, gødning og vækstmedie. Tidligere gennemførte fuldskalaforsøg har vist at også miljøfremmede organiske stoffer, biocider og lægemiddelrester nedbrydes enzymatisk på linje med andet organisk stof i kompostmassen.

I dette projekt er der undersøgt nedbrydningseffekten af PFAS4 og PFAS12 og pesticiderne glyphosat og AMBA gennem termofil kompostering. Komposteringen er foregået over 2 måneder med 6 vendinger og efterfølgende 2 måneder med eftermodning.

Indholdet af de forskellige affaldsfraktioner er analyseret for miljøfremmede stoffer jf. Affald til jord-bekendtgørelsen, PFAS4, PFAS12 og pesticiderne glyphosat og AMBA inden sammenblanding. Efter kompostering er kompost og sigterest analyseret for PFAS4, PFAS12, glyphosat og AMBA.

Resultaterne viser, at der sker en vis nedbrydning af pesticider og PFAS, idet fjernelsesgraden er udregnet til 42% og 54% for hhv. PFAS4 og PFAS12, og 67% og 98% for hhv. glyphosat og AMBA. Resultatet er dog forbundet med usikkerhed blandt andet i forbindelse med prøvetagning og analyse.

De gennemførte kontinuerte temperaturmålinger viser, at temperaturen har været over 70°C i mere end 1 time tre gange i løbet af de foretagne vendinger. Der er derfor foretaget en behandling med hygiejnisering der er tilsvarende behandling i reaktor, som sikrer en temperatur på minimum 70°C i minimum 1 time eller tilsvarende hygiejnisering.

Analyserne af de fremstillede komposttyper viser endvidere, at indholdet af Escherichia coli, Enterococcus Species og Salmonella ligger under de gældende grænseværdier. De hygiejniske restriktioner for anvendelsen iht. Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål, BEK nr. 1001 af 27/06/2018, bilag 3 er må derfor anses at være overholdt og de tre komposttyper kan anvendes uden hygiejnisk begrundede restriktioner.

I forbindelse med blanding og oplægning af de tre miler er der foretaget registrering af tidsforbruget for det anvendte materiel. Derudover er anvendelse af materiel, tidsforbrug og brændstofforbrug samt omkostninger til leje skønnet for de øvrige aktiviteter ved gennemførelse af hele fuldskalaforsøget.

Beregninger for anvendt og estimeret brændstofforbrug viser, at forbruget er 1,85 l miljødiesel per ton materiale, der oplagt og anvendt til komposteringen, hvis der medregnes omkostninger til neddeling og sortering af have- og parkaffald inden komposteringen. Det svarer til et forbrug på 2 l miljødiesel per ton kompost fremstillet.

Hvis de kun medtages omkostninger til kompostering af have- og parkaffald, der i forvejen er sorteret og leveret, viser beregninger et brændstofforbrug på 1,2 l miljødiesel per ton materiale oplagt og anvendt til komposteringen. Det svarer til et forbrug på 1,3 l miljødiesel per ton kompost fremstillet.

3. English summary

Composting is a widely accepted and applied method for biological treatment of organic material in preparation for making compost for use as a soil improvement agent, fertilizer or growth medium. Earlier full-scale experiments have shown that environmentally harmful substances, biocides and medicine residues are also degraded alongside the other organic matter in the compost material.

This project investigates the degradation effect of PFAS4 and PFAS12 as well as the pesticides glyphosate and AMBA through thermophilic composting. The composting process consists of two months with six flippings followed by two months of post-ripening.

The content of the different waste fractions is analyzed for the environmentally harmful substances PFAS4, PFAS12, glyphosate and AMBA as entailed by the Executive Order on waste to soil. After the composting process, the compost and sieve residue are analyzed for PFAS4, PFAS12, glyphosate and AMBA.

The results show some degradation of pesticides and PFAS as the degree of removal is calculated to 42% and 54% for PFAS4 and PFAS12 respectively and 67% and 98% for glyphosate and AMBA respectively. The results are associated with some uncertainty related to sampling and analysis among other things.

The performed continuous temperature measurements show that the temperature has been above 70°C for more than one hour three times during the performed flippings. It is therefore concluded that a hygienization has been performed corresponding to one performed in a reactor that ensures a minimum temperature of 70°C for minimum one hour or equivalent.

The analyses of the produced compost types also show that the contents of Escherichia coli, Enterococcus Species and Salmonella are below the current limit values. The hygienic restrictions for application, as entailed by the Executive Order on waste to soil BEK no. 1001 from 27/06/2018 Appendix 3, are therefore concluded to be met and the three types of compost can be applied without hygienic related restrictions.

In relation to mixing and placing of the three piles, the time consumption for the used equipment has been registered. Furthermore, use of equipment, time consumption, fuel consumption and costs related to rent are estimated for the other activities by completion of the entire full-scale experiment.

The calculations for used and estimated fuel consumption show a consumption of 1.85 L biodiesel pr. ton of material placed and used in the composting process if costs for breakdown and sorting of garden and park waste before composting are included. This corresponds to a consumption of 2 L biodiesel pr. ton of compost produced.

If only costs related to composting of garden and park waste that are already sorted and delivered are included, calculations show a fuel consumption of 1.2 L of biodiesel pr. ton of material placed and used in the composting process. This corresponds to a consumption of 1.3 L biodiesel pr. ton of compost produce.

4. Baggrund/Formål

Kompost er utvetydigt godt for jordkvaliteten især ved gentagen tilførsel over lang tid. Jordstrukturen forbedres ved tilførsel af kompost, idet porøsiteten, og dermed også luftskiftet, øges, hvilket er vigtigt for planterøddernes respiration. Samtidig øges også vandretentionsevnen, så jorden bedre kan både afgive og holde på vand.

De aktive mikroorganismer i kompost bidrager til jordens frugtbarhed og omsætning af organisk materiale i jorden, så der er en god mineralisering og løbende næringsstoffrigivelse til planterne. Jordens kulstofindhold kan også øges gennem gentagende/årlig komposttilførsel, da de stabile kulstofforbindelser i komposten nedbrydes meget langsomt. Kompost-udbringning er dermed et potentielt betydeligt bidrag til kulstoflagring og biodiversitet i landbrugsjord.

Have-/parkaffald er en af de store næringsstoffressourcer, som er tilgængelig for økologer. Men have/park-affald alene er ikke en speciel god gødning - heller ikke hvis det komposteres. For at opnå en næringsstoffoptimeret kompost, skal have-/parkaffald blandes med mere næringsholdige substrater. Recirkulering af næringsstoffer fra byerne i form af kildesorteret organisk dagrenovation (KOD), slam fra biologisk rensning af spildevand (biogødning) samt have- og parkaffald kan være problematisk, hvis de indeholder større mængder af miljøfremmede stoffer og urenheder.

Tidligere gennemførte fuldskalaforsøg

(<https://www.phosphorusplatform.eu/images/download/Malmo-pharmaceuticals-workshop/Rye-Ottosen-Malm%C3%B6-27-10-16.pdf>) har vist, at miljøfremmede organiske stoffer, biocider og lægemiddelrester nedbrydes enzymatisk på linje med andet organisk stof i kompostmassen.

Nærværende fuldskalaforsøg skal vise i hvilket omfang rester af pesticider, PFAS-stoffer og mikroplast er til stede i de organiske næringsstoffer fra byerne, og i hvilket omfang de kan reduceres enzymatisk på linje med andet organisk stof ved en optimeret termofil kompostering.

5. Pilotprojekt

5.1 Formål

Formålet med de gennemførte komposteringsforsøg i fuldskala er, ved analyser og massebalancer, at vise i hvilket omfang rester af pesticider og mikroplast er til stede i de organiske næringsstoffer fra byerne, og i hvilket omfang de kan reduceres enzymatisk på linje med andet organisk stof ved en optimeret og kontrolleret termofil kompostering.

Da det indenfor den tidsmæssige og økonomiske ramme for forsøget ikke har været muligt at undersøge det kvantitative indhold af mikroplast, er der i stedet gennemført analyser og massebalancer for indhold af PFAS.

5.2 Generelt om kompostering

Kompostering er en biologisk nedbrydning af organisk materiale under tilstedeværelse af ilt. I komposteringsprocessen nedbryder mikroorganismer organisk materiale og producerer kuldioxid, vand, varme og humus, så der skabes et stabilt humusprodukt.

Omsætningen følger nedenstående grundlæggende regel, hvor indholdet af mikroorganismer i den aktive komposteringsfase kan være op til 10^6 gange højere end i jord eller cirka 10^9 per gram kompost:

Organisk stof + mikroorganismer + ilt + vand =>

humus + næringssalte + mikroorganismer + varme + kuldioxid

Komposteringsprocessen er betinget af, at en række forhold er til stede. Følgende overordnede forhold skal være optimerede, for at der opnås en hurtig og effektiv kompostering ved høj temperatur med hygiejnisering:

- Højt indhold af let omsætteligt organisk stof og tilstrækkelige mængder makro- og mikronæringsalte til at nære bakterievæksten under komposteringen (et optimalt C/N-forhold er 15-30)
- Strukturmateriale til at give massen en høj porøsitet og dermed iltindhold (min 30 % poreluft, svarende til en densitet på max 700 kg/m^3 færdigblandet kompost)
- Højt vandindhold således at bakterierne kan dele sig under hele komposteringsforløbet (50-60 % vand)

Er disse forhold til stede, vil mikroorganismene have optimale forhold, og komposteringsprocessen vil gennemløbe tre faser:

- Den mesofile fase (moderat temperatur), der varer i et par dage
- Den termofile fase (høj temperatur), der kan vare fra nogle få dage til flere måneder
- Køle- og modningsfasen, der kan vare i flere måneder.

Forskellige samfund af mikroorganismer dominerer i de forskellige faser af komposteringsprocessen. I starten nedbrydes de opløselige, let- nedbrydelige stoffer hurtigt af mesofile mikroorganismer. Den varme, de producerer som følge af nedbrydningsprocessen, får hurtigt temperaturen i komposten til at stige.

Efterhånden som temperaturen når op over ca. 40 °C, bliver de mesofile mikroorganismer mindre konkurrencedygtige og erstattes af termofile mikroorganismer. Ved en temperatur på 55 °C og derover bliver de fleste menneske- og plantepatogener ødelagt. Når mikroorganismer har optimale betingelser, sker komposteringen hurtigt, og der frigives så meget energi, at temperaturen i komposten stiger til over 70 °C i den termofile fase.

Da temperaturer på over ca. 65 °C dræber mange former for mikrober og begrænser nedbrydningsgraden, vil man på komposteringsanlæg søge mod at holde temperaturen i komposten under denne temperatur. Dette kan gøres ved at belufte og/eller vende komposten.

I den termofile fase fremskynder høje temperaturer nedbrydningen af proteiner, fedtstoffer og komplekse kulhydrater, som f.eks. cellulose og hemicellulose, som er de større strukturelle molekyler i planter. Komposttemperaturen falder gradvist efterhånden som mængden af disse højenergi-forbindelser opbruges, og til sidst tager de mesofile mikroorganismer igen over for at nedbryde det resterende organiske materiale i afkølings- og eftermodningsfasen.

Ved temperaturerne i den termofile fase kan det forventes, at en række mikroorganismer i vækstfasen samt patogener, parasitter og miljøfremmede organiske stoffer vil blive helt eller delvist nedbrudt:

- Smittestoffer, herunder bakterier, virus og parasitter uskadelliggøres i stor udstrækning på grund af den høje temperatur i kompostmassen og på grund af enzymatisk nedbrydning
- Miljøfremmede organiske stoffer, biocider og lægemiddelrester nedbrydes enzymatisk på linje med andet organisk stof i kompostmassen
- Den samlede tørstofmasse reduceres ved nedbrydningen, og vandindholdet reduceres i forbindelse med temperaturstigningen
- Mikroorganismer i hvilefase, f.eks. sporer, vil blive nedbrudt afhængig af sporestadiet og følsomhed overfor temperaturen
- Både levende snegle af typen iberisk skovsnegl, "dræbersnegl", samt disses æg vil ikke kunne overleve et kontrolleret komposteringsforløb, hvor temperaturen i længere perioder er 55-60°C

5.3 Komposteringsforløb

Projektet med optimeret kontrolleret kompostering er gennemført på Klintholm I/S's komposteringsanlæg, Klintholmvej 50, 5874 Hesselager i perioden 6. oktober 2022 til 7. februar 2023. Den aktive del af komposteringen er sket i perioden frem til den 22-12-2022, hvorefter milerne blev flyttet til eftermodning uden vendinger.

Først blev de udvalgte biomasser undersøgt for indhold af næringsstoffer og kulstof med henblik på fastsættelse af optimalt kulstof- til kvælstofforhold, vandindhold og densitet i blandingen, som skal komposteres. Dette er især vigtigt for den mikrobielle omsætning og kvaliteten af den producerede kompost.

5.3.1 Opskrift på miler

Det er vigtigt at have noget strukturrigt materiale, som forhindrer at milen falder sammen, og deraf risiko for at der opstår anaerobe, dvs. iltfrie, forhold. Som udgangspunkt tilstræbes 50% groft materiale i kompostblandingen. Det er vigtigt, at der er ilt til stede under hele komposteringsprocessen for at undgå dannelse og udslip af metan og lattergas. Dette hjælper det strukturrige materiale med, så der opnås minimum 30% poreluft – svarende til en kompostdensitet på max 700 kg/m³ i bunden af milen.

Desuden er der tilstræbt et højt, men passende, vandindhold således at bakterierne kan dele sig i hele forløbet. Et vandindhold på 50-60% er passende, men da komposteringen her foregik i efterårs- og vinterperioden, er et lavere vandindhold valgt i projektet for at sikre, at forventede nedbørsmængder over vinteren ikke skulle påvirke komposteringsforløbet i negativ retning. Hvis vandindholdet bliver mere end 60% vil den biologiske proces gå i stå da porevolumen i kompostmassen fyldes med vand og dermed forhindrer tilstrækkeligt med ilt.



Figur 5-1 Bunker af forskellige organiske materialer (kløvergræsensilage, tang og neddelte have-parkaffald) ligger klar til blanding og kompostering

5.3.2 Blanding af materialer til kompostering

Det vigtige er især, at strukturrigt, træstof-/kulstofholdigt materiale blandes med friskt, grønt kvælstofholdigt materiale, så kompostblandingen får et passende C/N-forhold (C/N 15-30). Til de oplagte miler er det kulstofholdige materiale snittet halm og have-/parkaffald. Det kvælstofholdige materiale kan f.eks. være ensileret kløvergræs, grønsagsaffald, madaffald (KOD), biogødning (slam) og tang. Biogødning er pt. ikke tilladt i økologien, men er i dette komposteringsforløb testet som iblanding til have/park-affald, idet biogødning er en god kilde til fosfor, der i recirkuleringsammenhæng er interessant, hvis slam bliver tilladt i økologien i fremtiden.

På grundlag af de indledende gennemførte analyser og ønsker om anvendelse af de forskellige organiske materialer der efter kompostering har et næringsstofindhold, der kan imødekomme udbringning af 120 kg N/ha, 60 kg K/ha og max 30 kg P/ha, blev der oplagt og komposteret i tre miler:

- BIO kompost
- KOD kompost
- ØKO kompost

Anvendelse af de forskellige organiske materialer fremgår af nedenstående tabel og detaljeret i bilag 1. Biogødning, kløvergræs, madaffald og tang er indvejet på brovægt på Klintholm I/S.

Organisk materiale til kompostering	Mængder i ton foreliggende		
	Mile 1 - BIO	Mile 2 - KOD	Mile 3- ØKO
Type			
Biogødning (slam)	3,6	0,0	0,0
Kløvergræs (ensilage)	3,1	0,0	15,0
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	10,9	14,0	5,0
Tang	4,1	4,0	4,0
Halm	1,1	0,0	0,0
Haveaffald	25,0	30,0	25,0
Oplagt i mile til kompostering	47,8	48,0	49,0
Moden kompost til afdækning af kompostmile	1,9	1,9	1,9
Oplagt til kompostering med afdækning	49,6	49,9	50,9

Tabel 5-1 Mængder og blandingsforhold i de tre oplagte miler

Disse blandingsforhold giver følgende parametre for optimal kompostering.

Beregning af parametre for kompostering	Mile 1 - BIO	Mile 2 - KOD	Mile 3- ØKO
Beregnet C/N ved oplægning	21	23	17
Beregnet % TS ved oplægning	50,0	52,4	46,4
Densitet t/m ³	0,39	0,40	0,41
Antal meter mile ved oplægning med tværsnit 8 m ²	15	15	15

Tabel 5-2 Væsentlige parametre for C/N, TS og densitet for de tre oplagte miler

5.3.3 Oplægning af kompostmiler

Biomasserne som komposteres, blandes til en homogen blanding hertil blev der anvendt en foderblander. Rækkefølgen hvori biomasserne tilsættes er afgørende. Det letteste materiale først dernæst det tungeste. Dette gør det nemmere at få blandingen ensartet. Umiddelbart inden blanding og oplægning af miler er der forskriftsmæssigt udtaget repræsentative prøver af de forskellige organiske materialer til laboratorieanalyser til bestemmelse af N, P, K, TS og kulstofindhold.

Mile 3 med fremstilling af ØKO kompost blev oplagt først, dernæst mile 2 med KOD kompost og til sidst mile 1 med BIO kompost. Denne rækkefølge er valgt for ikke at få rester af biogødning med i de to andre miler til økologisk anvendelse, da materiellet ikke blev rengjort mellem blanding af og oplægning af milerne. Hver af biomasserne blev vejede med vægt tilsluttet gummigedens skovl med en nøjagtighed på +/- 30 kg. Skema med procedure for blanding og mængder af de enkelte materialer fremgår af bilag 2.



Figur 5-2 Blanding i fuldfoder blander og oplægning miler hos Klintholm IS, Klintholmvej 50, 5874 Hesselager, torsdag den 6. oktober 2022

Der blev foretaget otte blandinger for hver mile. Til blanding blev anvendt en treakset fuldfoder blander. Efter blanding blev kompostmaterialerne oplagt i miler med en gummiged. Det blev tilsigtet, at milen danner en trapez-form med en bredde på 5,5 m og højde på 2,75 m, med 8 m² i tværsnit. [Fra have/park-affald til næringsrig kompost til økologisk landbrug - YouTube](#)

5.3.4 Biofilter bestående af færdigmodnet kompost

Den færdigmodnede kompost indeholder aktive mikroorganismer, som kan omsætte metan (metanotrofe bakterier som oxiderer metan med enzymet metan-monooxygenase) og ammoniak (nitrificerende bakterier og arkæer omdanner ammoniak til nitrit og nitrat, og mange mikroorganismer bruger desuden ammoniak som kvælstofkilde til dannelse af aminosyrer). Efter hver vending skal der ligges en nyt lag biofilter af færdigmodnet kompost på minimum 20 cm ovenpå.

Biofiltret, der dækker milen, har altså en vigtig funktion i at reducere klima- og miljøbelastningen af komposteringsprocessen, og sikrer desuden at komposten ikke gennemvædes ved kraftig regn. Hvis regnvandet ikke løber godt af på milens overflade, er der risiko for at næringsstoffer, især kalium og nitrat, udvaskes.

5.3.1 Monitering af komposteringsprocessen

Efter oplægning af kompostmilerne monteres udstyr til kontinuerlig logning af temperatur gennem hele komposteringsforløbet. Det er vigtigt at kunne følge og dokumentere komposteringsforløbet.

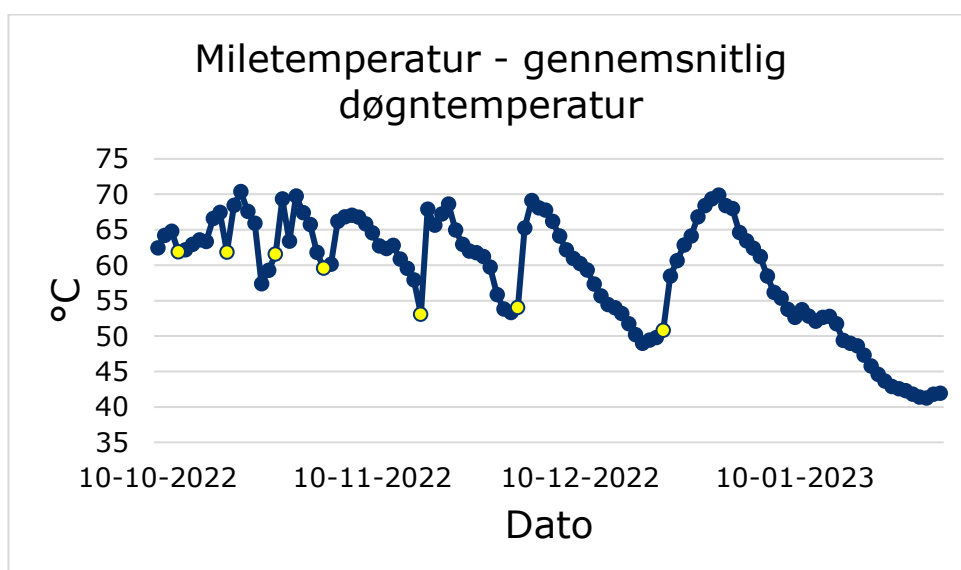
Målingerne er foretaget med spyd monteret med temperaturcensur, der måler både temperaturen i midten og yderst i milen. Der er anvendt TeleSense trådløse sensorer (<https://www.telesense.ag/>).



Figur 5-3 Mile, hvor temperaturen er fulgt under hele komposteringsforløbet med et temperaturspyd, der måler både temperaturen i midten og yderst i milen

Da milerne har været oppe på 70°C, også hver gang efter vending de første 2-3 uger, er ukrudtsfrø og patogene organismer dræbt og komposten er derved hygiejniseret.

Temperaturen i milen er et udtryk for varme fra aktiviteten af forskellige organismer. Omkring de 60°C er der god omsætning, men bliver temperaturen over 75-80°C, overtager de varmeelskende (hypertermofile) bakterier, og omsætningshastigheden reduceres væsentligt. Milerne vendes derfor hyppigt.



Tabel 5-3 Gennemsnitlig miletemperatur pr. døgn under komposteringsforløbet. De gule punkter angiver tidspunkterne for milevending

Temperaturforløbet under hele komposteringsforløbet i hver af de tre miler og den efterfølgende eftermodning fremgår af bilag 2.

5.3.2 Vending af milerne

De første 4 uger vendes milerne én gang om ugen. Under vendingen er formålet at få materialet blandet godt rundt, så det yderste kommer inderst, det øverste nederst, osv. for at sikre en kontrolleret kompostering med hygiejnisering. Det er ligeledes vigtigt at få løsnet eventuelle klumper, så der ikke opstår iltfattige områder med dannelse af metan og ammoniak.

Efter de første 4 uger med ugentlig vending, vendes der kun ca. hver anden uge. Den totale aktive komposteringstid var 10 uger.



Figur 5-4 Milen vendes, så det yderste kommer inderst og det inderste yderst

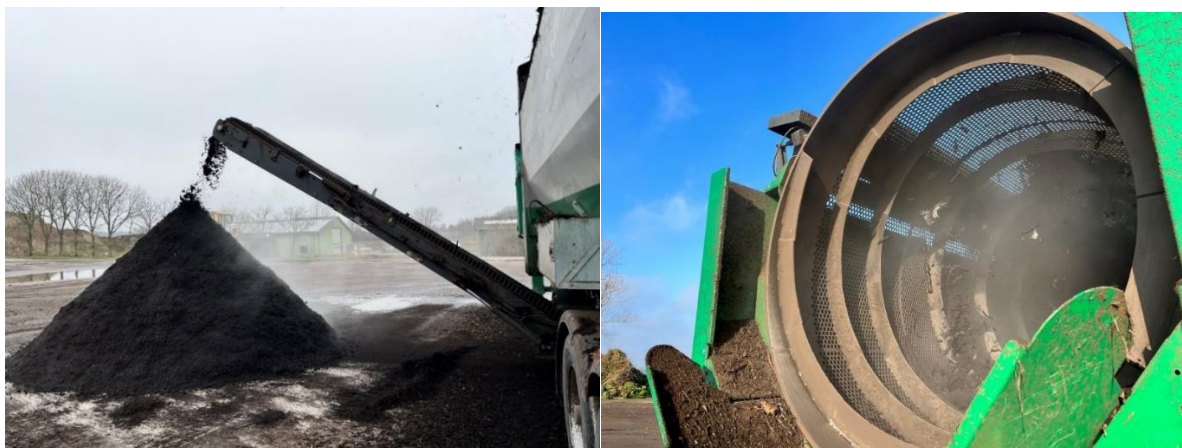
Vendinger af milerne i projektet er foretaget som følger:

1. vending: 13-10-2022
2. vending: 20-10-2022
3. vending: 27-10-2022
4. vending: 03-11-2022
5. vending: 17-11-2022
6. vending: 01-12-2022

5.3.3 Eftermodning

Da milerne har været oppe på 70°C, også hver gang efter vending de første 2-3 uger, er ukrudtsfrø og patogene organismer dræbt og komposten er derved hygiejniseret.

Temperaturen i milen er et udtryk for varme fra aktiviteten af forskellige organismer. Omkring de 60°C er der god omsætning, men bliver temperaturen over 75-80°C, overtager de varmeelskende (hypertermofile) bakterier, og omsætningshastigheden reduceres væsentligt. Milerne vendes derfor hyppigt.



Figur 5-5 Den færdige kompost sorteres på et 22 mm sold

5.4 Prøvetagning

Prøverne er udtaget af Rambøll i henhold til retningslinjer for udtagning af prøver til analyse for pesticider og PFAS, dvs. med 5 nedstik.

5.5 Analyser

Alle de organiske materialer der indgår i fuldskalakomposteringen, er forinden levering analyseret for tørstof og næringsstoffer kulstof (C), kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) og miljøfremmede stoffer (inkl. PCB og PFAS som der foreligger vejledende krav til) iht. Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Derudover er der også målt for pesticider.

5.5.1 Næringsstoffer

De anvendte organiske materialer er undersøgt for tørstof, kulstof og makronæringsstofferne N, P og K ved dobbeltbestemmelse inden kompostering og ligeledes igen er komposten og sigteresten undersøgt efter kompostering, modning og sortering. Analyserne fremgår oversigtlig af bilag 3.

5.5.2 Miljøfremmede stoffer

Biologisk spildevandsslam (biogødning) og kildesorteret organisk dagrenovation (KOD) er ligeledes undersøgt for miljøfremmede stoffer (LAS, PAH, NPE, DEHP og PCB) inden kompostering.

Analyseresultaterne viser, at de undersøgte materialer overholder grænseværdierne i Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Analyseresultaterne fremgår ligeledes af bilag 3.

5.5.3 Pesticider

De anvendte organiske materialer, bortset fra økologisk kløvergræs og halm, er undersøgt for pesticider (glyphosat og AMPA) inden kompostering og ligeledes igen er komposten og sigteresten undersøgt efter kompostering, modning og sortering.

Analyseresultaterne viser at indholdet af pesticider undersøgt efter gartnerpakken alle er under analysegrænseværdierne. Analyseresultaterne for Glyphosat og AMPA viser er der et større og uventet stort indhold i biogødningen og et mindre indhold i de øvrige organiske materialer.

Analyseresultaterne for de anvendte organiske materialer fremgår af bilag 4 og analyseresultaterne for den fremstillede kompost og sigteresten fremgår af bilag 5.

5.5.4 PFAS

De anvendte organiske materialer, bortset fra økologisk kløvergræs og halm, er undersøgt for indhold af PFAS 4 og PFAS 12 inden kompostering og ligeledes er komposten og sigteresten igen undersøgt efter kompostering, modning og sortering.

Analyseresultaterne viser, at der er et varierende indhold af PFAS 4 og PFAS 12 og at de alle er under de vejledende grænseværdier i Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Analyseresultaterne viser dog, at der er et større indhold i biogødningen og et mindre indhold i de øvrige organiske materialer og den fremstillede kompost og sigterest.

Analyserne fremgår oversigtlig af bilag 3.

6. Resultater

På grundlag af de gennemførte analyser og vejning af masser af de anvendte materialer til kompostering og den fremstillede kompost og kompostsigteresten efter sortering af kompostmassen er der foretaget beregning af massebalancer for tørstof, PFAS 4 og 12 samt glyphosat og AMPA. Ligeledes er udarbejdet deklaration for de tre fremstillede komposttyper BIO, KOD og ØKO iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Der er endvidere foretaget registrering af tidsforbrug, lejepris og brændstofforbrug for det anvendte materiel til gennemførelse af hele komposteringsforløbet på komposteringspladsen.

6.1 Massebalance for tørstof og PFAS

Der er kun gennemført beregninger af massebalancer for BIO-kompost, da denne indeholder alle de anvendte organiske materialer, samt at den største koncentration af såvel PFAS 4 som PFAS 12 er fundet i den anvendte biogødning.

Der er opnået en massereduktion på 5 % for indholdet af tørstof, 42 % for indholdet af PFAS 4 og 54 % for indholdet af PFAS 12. De opnåede massereduktioner i fuldskalaprojektet fremgår af nedenstående tabel.

Organisk materiale til kompostering i mile 1 (BIO kompost)	Mængde			PFAS 4		PFAS 22	
	tons	% ts	tons ts	µg/kg ts	mg	µg/kg ts	mg
Biogødning (slam)	3,6	21,5	0,8	8,7500	6,8101	15,6300	12,1648
Kløvergræs (ensilage)	3,1	25,6	0,8		-		-
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	10,9	35,0	3,8	0,2700	1,0319	3,91000	14,9440
Tang	4,1	37,3	1,5	0,200	0,3040	1,10000	1,6720
Tilslagsmateriale: Halm	1,1	88,0	1,0		-		-
Haveaffald neddelte (< 45 mm)	25,0	62,6	15,7	1,2200	19,0961	11,3000	176,8733
Oplagt i mile til kompostering	47,0	50,0	23,5		27,2421		205,6541
Moden kompost til afdækning af kompostmile 7 gange	13,0	72,5	9,4	0,8600	8,0732	5,6800	53,3207
Oplagt til kompostering med afdækning (biocover)	60,0	54,9	32,9		35,3153		258,9748
Produceret kompost 0-22 mm	51,5	56,5	29,1	0,6675	19,4092	3,8840	112,9369
Sigterest > 22 mm	4,7	46,6	2,2	0,4740	1,0336	3,1130	6,7884
Samlet efter kompostering	56,1	55,7	31,3		20,4428		119,7253
/Ændringer i mængder efter kompostering	- 6 %		- 5 %		-42%		-54%

Tabel 6-1 Massereduktioner af tørstof, PFAS 4 og PFAS 12 ved optimeret kontrolleret kompostering i mile

Det skal bemærkes, hvor analyseresultater er < detektionsgrænse for analysemetode, er anvendt 50 % af detektionsgrænsen samt at økologisk halm og kløvergræs ikke er analyseret og indgår derfor ikke i beregningerne.

Detaljerede beregninger af massereduktioner af de enkelte stoffer i såvel PFAS 4 som PFAS 12 fremgår af bilag 7.

6.2 Massebalance for glyphosat og AMPA

Der kun gennemført beregninger af massebalancer for BIO kompost, da denne indeholder alle de anvendte organiske materialer samt, at den største koncentration af såvel glyphosat som AMPA er fundet i den anvendte biogødning.

Der er opnået en massereduktion på 67 % for indholdet af glyphosat og 98 % for AMPA.

De opnåede massereduktioner fremgår af nedenstående tabel.

Organisk materiale til kompostering i mile 1 (BIO kompost)	Mængde			Glyphosat		AMPA	
	tons	% ts	tons ts	mg/kg ts	mg	mg/kg ts	mg
Biogødning (slam)	3,6	21,5	0,8	2,000	1.557	40,000	31.132
Kløvergræs (ensilage)	3,1	25,6	0,8	-	-	-	-
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	10,9	35,0	3,8	0,017	65	-	-
Tang	4,1	37,3	1,5	-	-	-	-
Tilslagsmateriale: Halm	1,1	88,0	1,0	-	-	-	-
Haveaffald neddelt (< 45 mm)	25,0	62,6	15,7	0,130	2.035	0,024	376
Oplagt i mile til kompostering	47,0	50,0	23,5		3.656		31.508
Moden kompost til afdækning af kompostmile 7 gange	13,0	72,5	9,4	0,065	610	-	-
Oplagt til kompostering med afdækning (biocover)	60,0	54,9	32,9		4.267		31.508
Produceret kompost 0-22 mm	51,5	56,5	29,1	0,025	1.287	0,025	727
Sigterest > 22 mm	4,7	46,6	2,2	0,025	117	0,025	55
Samlet efter kompostering	56,1	55,7	31,3		1.404		781
Ændringer i mængder efter kompostering	- 6 %		- 5 %		-67%		-98%

Tabel 6-2 Massereduktioner af glyphosat og AMPA ved optimeret kontrolleret kompostering i mile

Det skal bemærkes, hvor analyseresultater er < detektionsgrænse for analysemetode, er anvendt 50 % af detektionsgrænsen samt at økologisk halm og kløvergræs er ikke analyseret og indgår derfor ikke i beregningerne.

6.3 Massebalance for mikroplast

Da der ikke er foretaget analyser for indhold af mikroplast i fuldskalaforsøget som nævnt indledningsvis, kan der ikke foretages beregning af massebalance.

6.4 Hygiejnisering

De gennemførte kontinuerte temperaturmålinger i alle de tre miler viser, at temperaturen har været over 70° C i mere end 1 time tre gange i løbet af de foretagne vendinger. Der er derfor foretaget en behandling med hygiejnisering der er tilsvarende behandling i reaktor, som sikrer en temperatur på minimum 70 grader C i minimum 1 time eller tilsvarende hygiejnisering. Behandlingen er dokumenteret i form af registreret tid og temperatur. Temperatur registreringerne fremgår af bilag 2.

Analyserne af de fremstillede BIO, KOD og ØKO komposter viser, at indholdet af Escherichia coli, Enterococcus Species og Salmonella ligger under de gældende grænseværdier. De hygiejniske restriktioner for anvendelsen iht. Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål, BEK nr. 1001 af 27/06/2018, bilag 3 er derfor overholdt og de tre komposttyper kan anvendes uden hygiejnisk begrundede restriktioner.

Analyseresultaterne, der indgår i kompostdeklarationerne, fremgår af bilag 9 BIO kompost, bilag 10 KOD kompost og bilag 11 ØKO kompost.

6.5 Omkostninger og energiforbrug

I forbindelse med blanding og oplægning af de tre miler er der foretaget registrering af tidsforbruget for det anvendte materiel. Derudover er anvendelse af materiel, tidsforbrug og brændstofforbrug samt omkostninger til leje skønnet for de øvrige aktiviteter ved gennemførelse af hele fuldskalaforsøget.

Beregninger for kompostering af BIO kompostmilen, der indeholder flest materialer, viser at omkostningerne er kr. 88 per ton materiale, der er oplagt og anvendt til komposteringen, hvis der medregnes omkostninger til neddeling og sortering af have- og parkaffald inden komposteringen. Det svarer til en omkostning på kr. 96 per ton kompost fremstillet.

Hvis der kun medtages omkostninger til kompostering af have- og parkaffald, der i forvejen er sorteret og leveret, viser beregninger en omkostning på kr. 58 per ton materiale oplagt og anvendt til komposteringen. Det svarer til en omkostning på kr. 64 per ton kompost fremstillet.

Beregninger for anvendt og estimeret brændstofforbrug viser, at forbruget er 1,85 l miljødiesel per ton materiale, der oplagt og anvendt til komposteringen, hvis der medregnes omkostninger til neddeling og sortering af have- og parkaffald inden komposteringen. Det svarer til et forbrug på 2 l miljødiesel per ton kompost fremstillet.

Hvis de kun medtages omkostninger til kompostering af have- og parkaffald, der i forvejen er sorteret og leveret, viser beregninger et brændstofforbrug på 1,2 l miljødiesel per ton materiale oplagt og anvendt til komposteringen. Det svarer til et forbrug på 1,3 l miljødiesel per ton kompost fremstillet.

Beregningerne fremgår af bilag 12.

7. Samlet vurdering

Kompostering er en bredt anerkendt og anvendt metode biologisk behandling af organisk materiale med henblik på fremstilling af kompost til anvendelse som jordforbedringsmiddel, gødning og vækstmedie. Tidligere gennemførte fuldskalaforsøg har vist at også miljøfremmede organiske stoffer, biocider og lægemiddelrester nedbrydes enzymatisk på linje med andet organisk stof i kompostmassen.

I pågældende projekt er der undersøgt nedbrydningseffekten af PFAS4 og PFAS12 og pesticiderne glyphosat og AMBA gennem termofil kompostering. Forsøgene er foregået 2 måneder med 6 vendinger og efterfølgende 2 måneder med eftermodning.

Indholdet af de forskellige affaldsfraktioner er analyseret for miljøfremmede stoffer jf. Affald til jord-bekendtgørelsen, PFAS4, PFAS12 og pesticiderne glyphosat og AMBA inden sammenblanding. Efter kompostering er kompost og sigterest analyseret for PFAS4, PFAS12, glyphosat og AMBA.

Resultaterne viser, at der sker en vis nedbrydning af pesticider og PFAS, idet fjernelsesgraden er udregnet til 42% og 54% for hhv. PFAS4 og PFAS12, og 67% og 98% for hhv. glyphosat og AMBA.

Nærværende rapport har analyseret for de pågældende stoffer i materialer før og efter kompostering. De fundne fjernelsesgrader kan være et udtryk for at stofferne nedbrydes under komposteringen, men da fx PFAS som udgangspunkt ikke nedbrydes ved temperaturer omkring eller under 70°C, er det relevant at overveje andre årsager, som ikke er nærmere undersøgt i dette projekt:

- Usikkerhed forbundet med prøvetagning. Det kan være svært at udtage repræsentative prøver og der vil derfor være en stor usikkerhed forbundet med prøvetagning.
- Analyseusikkerhed. De enkelte analyser vil være forbundet med analyseusikkerhed. For PFAS-analyserne er der på enkeltstoffer en ekspanderende usikkerhed på 23%.
- Udvaskning med perkolat: Der er en potentiel risiko for at PFAS og pesticider er udvasket med perkolat. Der har ikke været perkolat fra det område, hvor milen har været udlagt, hvorfor den fejlkilde vurderes minimal. Det kan dog ikke udelukkes, at der fx i bunden af milen kan være opsamlet lidt perkolat.
- Fordampning under kompostering: Der er meget usikkerhed omkring PFAS's skæbne under fx tørring og forbrænding, herunder også kompostering som foregår ved temperaturer på niveau med tørring. Der kan potentielt være sket en fordampning af PFAS under komposteringen.

Forsøgene tyder på, at termofil kompostering også kan være en egnet metode til nedbrydning af PFAS og pesticider, men der er behov for yderligere testforsøg og analyser for at bekræfte de eksakte fjernelsesgrader.

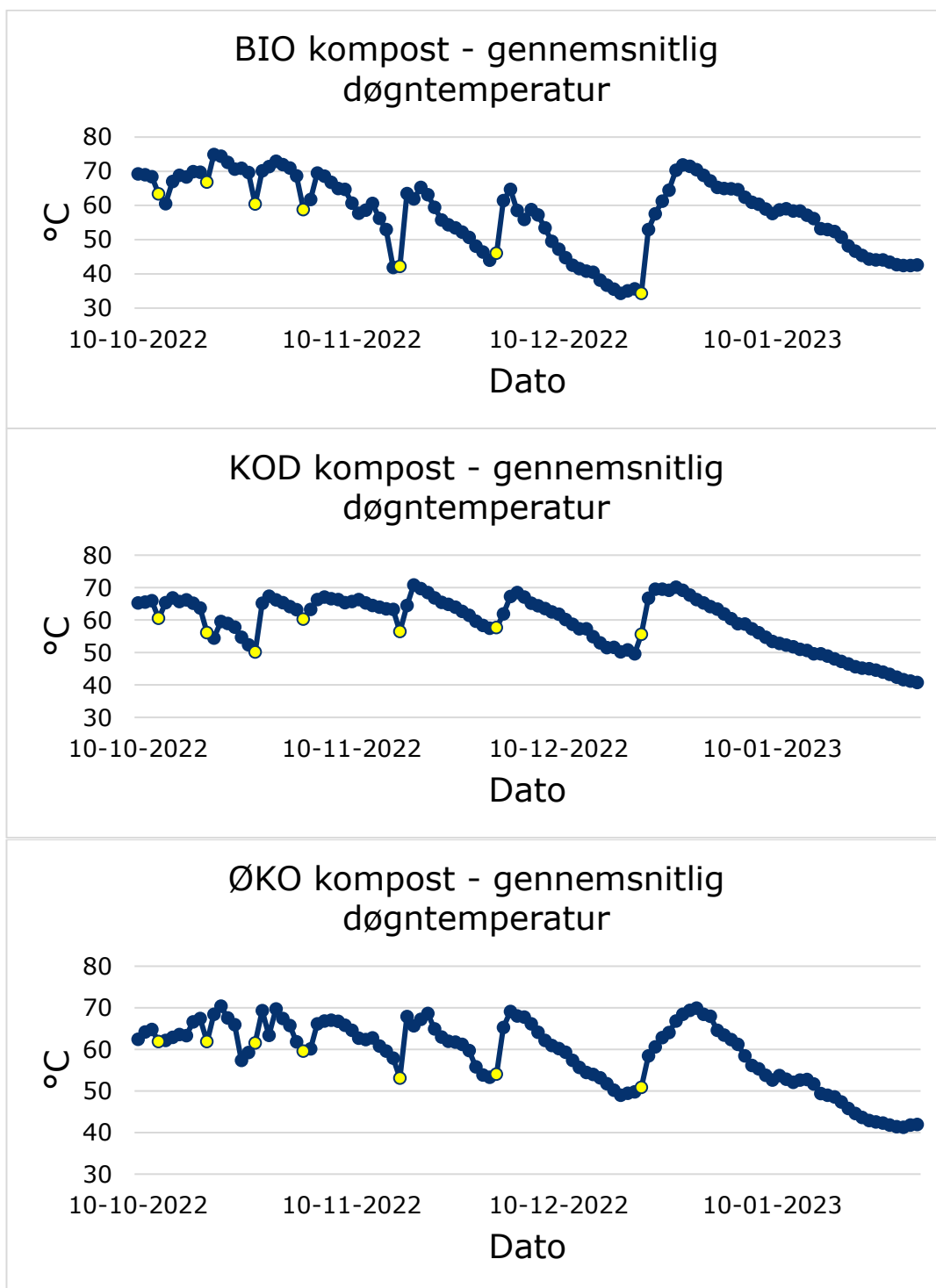
Bilag 1

Oplægning af miler til kompostering

Organisk materiale til kompostering i mile 1 - BIO kompost		Mængder				
Type	tons	tons/m ³	m ³	kg/blanding	m ³ /blanding	
Biogødning (slam)	3,6	1,00	4	453	0,5	
Kløvergræs (ensilage)	3,1	0,45	7	383	0,9	
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	10,9	0,35	31	1.365	3,9	
Tang	4,1	0,40	10	510	1,3	
Tilslagsmateriale: Halm	1,1	0,16	7	138	0,9	
Haveaffald	25,0	0,40	63	3.125	7,8	
Oplagt i mile til kompostering	47,0	0,39	121	5.875	15	
Moden kompost til afdækning af kompostmile	1,9	0,40	14			
Bemærkninger:						
Antal blandinger a 16 m ³	8					
Oplagt meter mile på 5,5 m x 2,75 m (8 m ² i tværsnit)	15					
Ton moden kompost på mile ved oplægning og efter 1. og 2. vending	5,55					
Organisk materiale til kompostering i mile 2 - KOD kompost						
Type	tons	tons/m ³	m ³	kg/blanding	m ³ /blanding	
Biogødning (slam)	0,0	1,00	0	0	0,0	
Kløvergræs (ensilage)	0,0	0,45	0	0	0,0	
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	14,0	0,35	40	1.750	5,0	
Tang	4,0	0,40	10	500	1,3	
Tilslagsmateriale: Halm	0,0	0,16	0	0	0,0	
Haveaffald	30,0	0,40	75	3.750	9,4	
Oplagt i mile til kompostering	48,0	0,40	120	6.000	16	
Moden kompost til afdækning af kompostmile	1,9	0,40	14			
Bemærkninger:						
Antal blandinger a 16 m ³	8					
Oplagt meter mile 1 på 5,5 m x 2,75 m (8 m ² i tværsnit)	15					
Ton moden kompost på mile ved oplægning og efter 1. og 2. vending	5,55					
Organisk materiale til kompostering i mile 3- ØKO kompost						
Type	tons	tons/m ³	m ³	kg/blanding	m ³ /blanding	
Biogødning (slam)	0,0	1,00	0	0	0,0	
Kløvergræs (ensilage)	15,0	0,45	33	1.875	4,2	
Bioaffald fra husholdninger (KOD)	5,0	0,35	14	625	1,8	
Tang	4,0	0,40	10	500	1,3	
Tilslagsmateriale: Halm	0,0	0,16	0	0	0,0	
Haveaffald	25,0	0,40	63	3.125	7,8	
Oplagt i mile til kompostering	49,0	0,41	120	6.125	15	
Moden kompost til afdækning af kompostmile	1,9	0,40	14			
Bemærkninger:						
Antal blandinger a 16 m ³	8					
Oplagt meter mile på 5,5 m x 2,75 m (8 m ² i tværsnit)	15					
Ton moden kompost på mile ved oplægning og efter 1. og 2. vending	5,55					

Bilag 2

Temperaturforløb ved kompostering



Gule markeringer angiver vendinger

Bilag 3

Oversigt over analyseresultater for anvendte materialer

Analyser af materialer til kompost - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder								
Analyse parametre	Materialer blandet til kompostering							Grænseværdier iht. Affald til Jord bekendtgørelsen
	Biogødning (slam) 23-08-22 og 24-11-2022	Kløvergræs (frisk) 27-09-2022	Bioaffald (KOD) 10-02-2020	Tang 04-10-2022	Halm (økologisk hvede)	Haveaffald 04-10-2022	Moden Kompost 27-09-2022	
Analyseparameter *)								
% TS	21,5	25,6	35	37	88	63	72	
Mængde i kg								
Næringsstoffer i mg pr. kg tørstof								
TOC	310.000	411.074	575.000	119.447	452.000	249.002	126.155	
Total N	54.200	23.205	28.000	6.335	5.300	10.094	10.919	
Total P	32.500	3.757	3.300	443	900	1.629	2.083	
Total K	1.760	34.240	9.600	644	1.500	5.989	7.373	
Tungmetaller i mg pr. kg tørstof								
Cadmium	0,77		<0,05		0,11	0,23	0,30	0,8
Kviksølv	0,5		<0,01		0,015	0,092	0,14	0,8
Bly	28,0		<2		<2	12	9,6	120
Nikkel	15,9		<1		<1	7,3	7,5	30
Chrom	21,6		<1		1,2	21	17	100
Zink	834		38		4,7	110	200	4.000
Kobber	311		9		<3	21	72	1.000
Tungmetaller i mg pr. kg fosfor								
Cadmium	23,7							100
Kviksølv	14,0							200
Bly	860							10.000
Nikkel	490							2.500
Miljøfremmede stoffer i mg pr. kg tørstof								
LAS (vaske- og overfladeaktive stoffer)	1.440		<50		<100	<50	210	1.300
Σ PAH (bla. fra ufuldstændig forbrænding)	0,74		0,39		0,027	0,28	0,56	3
NPE (overfladeaktive stoffer, emulgatorer)	<0,100		3,2		0,37	<0,01	0,64	10
DEHP (bla. blødgørere i PVC-plast)	9,6		<2		<2	<2	3,6	50
Σ PCB7 (bl.a. brandhæmmere og blødgørere)	0,02		0,0					0,2
ΣPFAS4	0,00880		ND	<0,00050		0,00082	0,00066	0,10000
ΣPFAS12	0,01400		ND	ND		0,00150	0,00098	0,40000
							0	
Pesticider i mg pr. kg tørstof							0	
Glyphosat	2,00		0,017			0,13	0,065	
AMPA (Aminomethylphosphorsyre)	40,00		0			0,02	39	

Bilag 4 Analyseresultater for pesticider i materialer til kompostering



ALS Denmark A/S
 Bakkegårdsvej 406 A
 DK-3050 Humlebæk
 Telefon: +45 4925 0770
 www.alsglobal.dk

ANALYSERAPPORT

Rambøll Danmark A/S
 Englandsgade 25, 2
 5000 Odense C
 Att.: Rambøll Danmark A/S

Udskrevet: 20-10-2022
Version: 1
Modtaget: 06-10-2022
Analyseperiode: 06-10-2022 -
 20-10-2022
Ordrenr.: 745522

Sagsnavn: Klintholm
Lokalitet: Klintholm
Udtaget: 06-10-2022
Prøvetype: Jord
Prøvetager: Rekv/NAH
Kunde: Rambøll Danmark A/S, Englandsgade 25, 2, 5000 Odense C, Att. Dorte Harrekilde

Prøvenr.:	228013/22	228014/22	228015/22	228016/22		
Prøve ID:	Biogødning	Neddelt have-/parkaffald	KOD	Moden kompost		
Kommentar	*1	*1	*1	*1		
Parameter					Enhed	Metode
Pesticider, gartneripakke					-	AK90 - GC/MS/SIM
Mechlorprop(MCPP)	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - LC/MS/SIM
MCPA	#	<0.010	0.028	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - LC/MS/SIM
Dichlorprop(2,4-DP)	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - LC/MS/SIM
2,4-D	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - LC/MS/SIM
Simazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Atrazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Dichlobenil	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Desisopropylatrazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Desethylatrazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Terbutylazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Bentazon	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - LC/MS/SIM
Pendimethalin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Hexazinon	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Cyanazin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Dimethoat	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
alfa-BHC	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
beta-BHC	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
gamma-BHC(Lindan)	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Heptachlor	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
delta-BHC	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Aldrin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Heptachlorepoxyd	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
p,p'-DDE	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
o,p'-DDE	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
DDE (sum af op'+pp')	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Endosulfan 1	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Dieldrin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
Endrin	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
p,p'-DDD	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM
o,p'-DDD	#	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS AK90 - GC/MS/SIM

side 1 af 2

Laboratoriet er akkrediteret af DANAK. Analyseresultaterne gælder kun for de(n) analyserede prøve(r).
 Analyserapporten må kun gengives i sin helhed, medmindre skriftlig godkendelse foreligger.
 Oplysninger om måleusikkerhed findes på www.alsglobal.dk

Tegnforklaring
 #: Ikke akkrediteret i.p.: Ikke påvist
 <: mindre end >: Større end



ALS Denmark A/S
Bakkegårdsvej 406 A
DK-3050 Humlebæk
Telefon: +45 4925 0770
www.alsglobal.dk

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	228013/22	228014/22	228015/22	228016/22			
Prøve ID:	Biogødning	Neddelt have-/parkaffald	KOD	Moden kompost			
Kommentar	*1	*1	*1	*1			
Parameter					Enhed	Metode	
DDD (sum af op' +pp')	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Endosulfan 2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
p,p'-DDT	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
o,p'-DDT	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
DDT (sum af op' +pp')	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
sum DDT+DDE+DDD	#	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Endrin aldehyd	#	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Methoxychlor	#	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Endosulfan sulfat	#	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Endrin keton	#	<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Malathion		<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Parathion-ethyl		<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Parathion-methyl		<0.010	<0.010	<0.010	mg/kg TS	AK90 - GC/MS/SIM	
Glyphosat og AMPA						AK145 - LC/MS/SIM	
Aminomethylphosphorsyre, AMPA	#	40	0.024	<0.010	mg/kg TS	AK145 - LC/MS/SIM	
Glyphosat	#	2.0	0.13	0.017	0.065	mg/kg TS	AK145 - LC/MS/SIM
Tørstofindhold		25.5	63.7	34.6	89.4	%	DS 204:1980

Kommentar

*1 Ingen kommentar

Dianna Andersen

Bilag 5 Analyseresultater for pesticider i kompost (1) og sigterest (2)



Eurofins Mijø A/S
Ladelundvej 85
8600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848198

Rambøll Danmark A/S
Englandsgade 25
5000 Odense C
Att.: Per Haugsted Petersen

Rapportnr.: AR-23-CA-23035870-01
Batchnr.: EUDKVE-23035870
Kundenr.: CA0000223
Modt. dato: 01.05.2023

Analyserapport

Prøvetype:	Kompost					
Prøvetager:	Rekvirenten					
Prøveudtagning:	01.05.2023 - 16.05.2023					
Analyseperiode:	01.05.2023 - 16.05.2023					
Prøvemærke:	Biokompost pesticid 1					
Lab prøver:	835-2023-03587001	Enhed	DL	Metode	Urel (%)	Urel (%)
Pesticider						
Glyphosat	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A	50
AMPA (Aminomethylphosphorsyre)	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A	50
Glufosinat	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A	50

Underleverandør:

A: Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) (DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-19579-02-00)

Tolforklaring:

<: mindre end *) Ikke omfattet af akkrediteringen
>: større end l.p.: ikke påvist
#: Ingen parametre er påvist l.m.: ikke målet
DL: Detektionsgrænse u): udført af underleverandør

Urel (%): Ekspanderede relative målesikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænse niveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.

*): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848196

Rambøll Danmark A/S
Englandsgade 25
5000 Odense C
Att.: Per Haugsted Petersen

Rapportnr.: AR-23-CA-23035870-01
Batchnr.: EUDKVE-23035870
Kundenr.: CA0000223
Modt. dato: 01.05.2023

Analyserapport

Prøvetype:	Kompost
Prøvetager:	Rekvirenten
Prøveudtagning:	
Analyseperiode:	01.05.2023 - 16.05.2023

Prøvemærke:	Biokompost pesticid 2
-------------	-----------------------

Lab prøvenr:	835-2023-03587002	Enhed	DL	Metode	Urel (%)
Pesticider					
Glyphosat	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A 50
AMPA (Aminomethylphosphorsyre)	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A 50
Glufosinat	<0.05	mg/kg	0.05	Intern metode LC-MS/MS	A 50

Underleverandør:

A: Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) (DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-19579-02-00)

16.05.2023

Kundecenter
Tlf: 70224231
lww@eurofins.dk

Neža Filipić
Neža Filipić
Kunderrådgiver Kunderråd

Tegnforklaring:

<: mindre end *): Ikke omfattet af akkrediteringen
>: større end l.p.: Ikke påvist
#: Ingen parametre er påvist l.m.: Ikke målelig
DL: Detektionsgrænse #: udført af underleverandør

Urel (%): Ekspanderede relative målesikkerhed med dækningsfaktor 2. For resultater på detektionsgrænse niveau kan usikkerheden være større end oplyst på rapporten.

°): Usikkerheder på mikrobiologiske parametre angives som logaritmeret standardafvigelse

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Side 2 af 2

Bilag 6 Oversigt over analyseresultater for kompost og sigterest

Analyser af kompost og sigterest - recirkuleret næring og kulstof til jord og afgrøder						
Analyse parametre	Kompost efter sortering			Sigterest efter sortering		
	Bio kompost (mile 1) 09-02-2023	KOD kompost (mile 2) 09-02-2023	Øko kompost (mile 3) 09-02-2023	Bio sigterest (mile 1) 09-02-2023	KOD sigterest (mile 2) 09-02-2023	Øko sigterest (mile 3) 09-02-2023
Analyseparameter *)						
% TS	56,5	58,6	54,8	46,6	49,3	46,3
Mængde i kg	51.460	52.100	48.000	4.680	4.410	4.730
Næringsstoffer i mg pr. kg tørstof						
TOC	135.740	154.306	160.413	263.226	303.836	312.507
Total N	11.787	12.776	11.960	12.995	11.579	11.643
Total P	2.929	1.886	1.716	3.595	1.817	2.039
Total K	4.991	5.437	7.514	6.063	5.439	7.759
Tungmetaller i mg pr. kg tørstof						
Cadmium						
Kviksølv						
Bly						
Nikkel						
Chrom						
Zink						
Kobber						
Tungmetaller i mg pr. kg fosfor						
Cadmium						
Kviksølv						
Bly						
Nikkel						
Miljøfremmede stoffer i mg pr. kg tørstof						
LAS (vaske- og overfladeaktive stoffer)						
Σ PAH (bla. fra ufuldstændig forbrænding)						
NPE (overfladeaktive stoffer, emulgatorer)						
DEHP (bla. blødgørere i PVC-plast)						
Σ PCB7 (bl.a. brandhæmmere og blødgørere)						
ΣPFAS4	0,00066			0,00046		
ΣPFAS12	0,00215			0,00317		
Pesticider i mg pr. kg tørstof						
Glyphosat	< 0,05			< 0,05		
AMPA (Aminomethylphosphorsyre)	< 0,05			< 0,05		

Bilag 7 Analyseresultater for PFAS

Laboratorium	Højvang A/S		Eurofins		Eurofins		Eurofins		Eurofins		Eurofins		
	Batch	2218-609-04	EUA59-22056577	EUDKVE-22128443	EUDKVE-23011643	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost	
Sagsnavn	HedeDanmark												
Sagsnummer/lokalitetsnr	2218-609-1	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	1100046090	
Udtagning: dato/initialer	44687	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	
Modtaget på laboratoriet	44687	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	06-10-2022	
Rapport (seneste rapportrevision)	44719	13-10-2022	AR-22-VL-01056577-01	20-12-2022	AR-22-CA-22128443-01	14-03-2023	AR-23-CA-23011643-01	20-12-2022	AR-22-CA-22128443-01	14-03-2023	AR-23-CA-23011643-01	20-12-2022	AR-22-CA-22128443-01
Prøvenummer	2218-609-1	862-2022-05657701	862-2022-05657702	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	862-2022-05657703	
Prøve mærke	Tang fra Greve Strand	Klintholm neddeilt haveaffald	Klintholm KOD	Klintholm Møden kompost	Biogødning fra Ejby Mølle, Odense	Bio, K1	Bio, K2	Bio, K1	Bio, K2	Bio, R1	Bio, R2	Bio, R2	
Rambøll/Klintholm	Materialer	Materialer indgået i kompostering											
Komponent	Enhed	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	
PFBA (Perfluorbutansyre)	µg/kg ts.	<0,10	0,68	<0,18	0,32	<0,10	0,27	0,29	<0,10	<0,10	0,37	<0,10	
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,19	0,28	0,36	0,12	0,12	0,4	0,12	
PFPeA (Perfluorpentansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	0,096	0,13	0,059	0,059	0,19	0,059	
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
PFHxA (Perfluorhexansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,48	0,48	0,43	0,18	0,18	0,67	0,18	
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,15	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	
PFHpA (Perfluorheptansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	0,078	0,054	<0,030	<0,030	0,1	<0,030	
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	
PFDA (Perfluoroktansyre)	µg/kg ts.	<0,10	0,27	<0,090	0,19	0,51	0,26	0,31	0,086	0,086	0,31	0,086	
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	0,55	<0,090	0,47	7,8	0,29	0,31	0,12	0,12	0,33	0,12	
6:2 FTS (Fluortelomersulfonat)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,35	0,15	0,13	<0,030	<0,030	0,059	<0,030	
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,76	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,057	<0,10	
PFNA (Perfluoronansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	0,29	0,058	0,077	<0,030	<0,030	0,057	<0,030	
PFNS (Perfluoronansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,80	<0,36	<0,40	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
PFDA (Perfluordekansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	1,9	0,15	0,11	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	
PFDS (Perfluordekansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<4,0	<1,8	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
PFDoDA (Perfluorodokansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	1,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
PFDoDS (Perfluorodokansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<4,0	<1,8	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
PFTriDA (Perfluortridekansyre)	µg/kg ts.	<0,10	<0,40	<0,18	<0,20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
PFTriDS (Perfluortridekansulfonsyre)	µg/kg ts.	<0,10	<4,0	<1,8	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	µg/kg ts.	<0,50	0,82	ND	0,66	8,8	0,61	0,7	0,21	0,21	0,7	0,21	
Sum af PFAS excl. LOQ	µg/kg ts.	Ikke påvist	1,5	ND	0,98	14	2,1	2,2	0,57	0,57	2,6	0,57	

Bilag 8 Massebalance for PFAS stoffer

Laboratorium	Højvang A/S Eurofins		Eurofins		Eurofins		
	2218-609-04	EUAAS9-22066577	EUDKVE-22128443	EUDKVE-23011643			
Batch	2218-609-04	EUAAS9-22066577	EUDKVE-22128443	EUDKVE-23011643			
Sagsnavn	HedeDanmark	Klintholm kompost	Klintholm kompost	Klintholm kompost			
Sagsnummer/lokalisatnr	2218-609-1	1100046090	1100046090	1100046090			
Udtagning: dato/initialer	44687	06-10-2022 00:00Rekvirenten,NAH	06-10-2022 00:00Rekvirenten,NAH	07-02-2023 00:00Rekvirenten,NAH			
Modtaget på laboratoriet	44687	06-10-2022	24-11-2022	07-02-2023			
Rapport (selest rapportrevision)	44719	13-10-2022/AR-22-VL-01056577-01	20-12-2022/AR-22-CA-22128443-01	14-03-2023/AR-23-CA-23011643-01			
Prøvenummer	2218-609-1	862-2022-05657701	862-2022-05657702	862-2022-05657703	835-2023-01164301	835-2023-01164302	
Prøve mærke	Tang fra Greve Strand	Klintholm nedbitt haveafald	Klintholm KOD	Klintholm Moden kompost	Biogødning fra Ejby Mølle, Odense	Biokompost < 25 mm	
Rambøll/Klintholm	Vægt i tons	1,520	3,822	9,387	0,778	32,910	
	Materialer	Input til kompostering					
Komponent	Enhed	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	
Tørstof	%	22	33,5	89,40	91	97,1	97,1
PFBA (Perfluorbutansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,32	0,05	0,29	0,37
PFBS (Perfluorbutansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,19	0,36	0,4
PFPeA (Perfluorpentansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,13	0,09
PFPeS (Perfluorpentansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,05	0,05
PFHxA (Perfluorhexansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,48	0,43	0,18
PFHxS (Perfluorhexansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,15	0,015	0,015
PFHpA (Perfluorheptansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,054	0,1
PFHpS (Perfluorheptansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,03	0,015
PFOA (Perfluoroktansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,05	0,19	0,51	0,31	0,086
PFOS (Perfluoroktansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,05	0,47	7,80	0,31	0,12
6:2 FTS (Fluorotelomersulfonat)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,35	0,13	0,015
PFOSA (Perfluoroktansulfonamid)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,76	0,05	0,05
PFNA (Perfluornonansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,29	0,077	0,015
PFNS (Perfluornonansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,18	0,20	0,10	0,1	0,1
PFDA (Perfluordekansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	1,90	0,11	0,05
PFDS (Perfluordekansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,015	0,015
PFUnDA (Perfluorundekansyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,05	0,05
PFUnDS (Perfluorundekansulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,40	1,00	0,50	0,5	0,05
PFDoDA (Perfluordodekarsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	1,20	0,05	0,05
PFDoS (Perfluordodekarsulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,90	1,00	0,50	0,5	0,5
PFTiDA (Perfluoridekarsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,09	0,10	0,05	0,05	0,05
PFTiDS (Perfluoridekarsulfonsyre)	µg/kg ts.	0,05	0,90	1,00	0,50	0,5	0,5
Sum af PFAS 4 excl. LOQ	µg/kg ts.	0,2	1,22	0,86	8,75	0,623	0,236
Sum af PFAS 22 excl. LOQ	µg/kg ts.	1,1	11,3	5,68	15,63	4,111	2,155
Bemærkning: Hør analyseresultater er < detektionsgrænse for analysemetode er anendt 50 % af detektionsgrænse							
*inkl. Økologisk halm og kløvegræs som ikke er analyseret							

*inkl. Økologisk halm og kløvegræs som ikke er analyseret

Bilag 9 Deklaration for BIO kompost

EUKDVE-23014511 – BIO-kompost**Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen****Kompost** Organisk Jordforbedringsmiddel fremstillet af:

Haveaffald	68% TS
Bioaffald (madaffald)	17% TS
Biogødning (biologisk slam)	3% TS
Halm	2% TS
Tang	6% TS
Kløvergræs (ensilage)	3% TS

ProduktionsstedKlintholm Komposteringsplads,
Klintholmvej 50,
5874 Hesselager**Produktansvarlig**

Innovationscenter for Økologisk Landbrug

Om brug af kompost

Kompost anvendes, hvor muldens dyrkningsegenskaber ikke er tilfredsstillende. Lerjorder bliver lettere at arbejde med (dræningsevne og luftskifte forbedres, komprimering og tilslemning modvirkes). Sandjorders evne til at holde på næringsstoffer forbedres, behovet for vanding mindskes og endelig nedsættes risiko for vind- og vanderosion.

Kompost er en god, organisk gødning med en flerårig kvælstofvirkning. Produktet er et alternativ til anden fosfor- og kaliumgødning og til kalkningsmidler.

Da denne BIO-kompost er kontrolleret hygiejniseret, kan den anvendes frit uden restriktioner jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Den vægtede udnyttelsesgrad af total kvælstof er beregnet til 5,7%.

Næringsstoffer i foreliggende kompost

	kg/m ³	kg/ton
Total kvælstof	3,8	5,75
Ammonium-kvælstof	0,046	0,07
Nitrat-kvælstof	0,032	0,048
Total fosfor	0,9	1,4
Total kalium	1,3	2,0
Total magnesium	0,7	1,0
Total svovl	0,5	0,7

	10mS/m	(interval)
Lv, ledningsværdi	6,8	(-)
Lt, ledningstal	9,5	(-)

	(ingen enbød)
pH-værdi, surhedsgrad	8,0
Rt, reaktionstal	8,2

Jordforbedrende egenskaber

udover tilførsel af mikroorganismer (Kalkvirkningsarket)

Kalkvirkning 14 kg jordbrugskalk / m³
- 21 kg jordbrugskalk / tonOrganisk stof 26 % af tørstof
(glødetab)CEC 42,7 meq / 100g tørstof
(kationbytningskapacitet)**Fysiske egenskaber**

Anvendt sold	22	mm
Tørstof	59	%
Rumvægt	0,66	ton / m ³
<small>(ved nævnte tørstofprocent)</small>		
Alle partikler under 5 mm	65,2	% af TS
Sten over 5 mm	10,6	% af TSf

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt eksterne laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen

14-04-2023

EUKDVE-23014511 – BIO-kompost

Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen

Ukrudt¹: 2,7 kimplanter / liter
Synlige urenheder²: 0,16 % af tørstof

1) Dvs. spiredygtige frø og plantedele. Meget lavt indhold: mindre end 0,5/l. Mærkbart indhold: 0,5-2/l. Stort indhold: mere end 2/l.
2) Dvs. indhold af plast+metal+glas over 2 mm, som maksimalt bør udgøre 0,5 % af tørstof. Delresultater skal opgives:
Plast: 0,13 % af tørstof. Metal: 0 % af tørstof. Glas: 0,03 % af tørstof.

Stabilitetsgrad	Ikke færdig	Frisk	Stabil	Meget stabil x
Stabilitetsgraden er som minimum fastsat ud fra iltforbrug og Solvita (analyseresultater skal oplyses):				
Total iltforbrug over 4 døgn: - mg O ₂ /gram organisk tørstof p	Solvita kompost test:		8	
Selvpovvarmning: 21 °C	Organisk-C/organisk-N i vandigt ekstrakt: - (ingen enhed)+			
Kompostens alder på tidspunktet for prøveudtagning: 5 måneder				

Tungmetaller i komposten (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Kompostbranchen anbefaler at analysere have-parkkompost for Cd og Pb

Overholder gældende grænseværdier: ja: **X** nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
Cadmium (Cd)	0,19	0,8
Bly (Pb)	9,1	120 (60 ²)
Kviksølv (Hg)	0,058	0,8
Nikkel (Ni)	5,3	30
Arsen ² (As)	< 2	25 ²
Chrom (Cr)	6,3	100
Zink (Zn)	91	4000
Kobber (Cu)	21	1000

1) Gælder pr. 1/7 2000 for råmateriale/modtaget affald. 2) Særlig grænseværdi ved brug i private haver.

Hygiejniseringsgrad (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Stabilisering/kompostering: **Kontrolleret** kompostering: **Kontrolleret** hygiejnisering: **X**

Escherichia coli: < 10 CFU/g Enterococcus Species: < 10 CFU/g Salmonella: ikke påvist/100g

jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Miljøfremmede stoffer (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Overholder gældende grænseværdier: ja: nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
DEHP (bl.a. blodgørere i pvc-plast)	1,19 mg/kg TS	100
LAS (vaske- og overfladeaktive stoffer)	71 mg/kg TS	2600
NPE (overfladeaktive stoffer, emulgatorer)	0,54 mg/kg TS	50
PAH (bl.a. fra ufuldstændig forbrænding)	0,28 mg/kg TS	6

1) Gælder for husholdningskompost og komposteret spildevandsslam.

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt eksterne laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.

Bilag 10 Deklaration for KOD kompost

EUKDVE-23014501 – KOD-kompost

Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen

Kompost Organisk Jordforbedringsmiddel fremstillet af: Bioaffald (madaffald): 19 af TS Have-/parkaffald: 75 % af TS Tang: 6 % af TS	Produktionssted Klintholm Komposteringsplads, Klintholmvej 50, 5874 Hesselager Produktansvarlig Innovationscenter for Økologisk Landbrug
--	---

Om brug af kompost

Kompost anvendes, hvor muldens dyrkningsegenskaber ikke er tilfredsstillende. Lerjorder bliver lettere at arbejde med (dræningsevne og luftskifte forbedres, komprimering og tilslemning modvirkes). Sandjorders evne til at holde på næringsstoffer forbedres, behovet for vanding mindskes og endelig nedsættes risiko for vind- og vanderosion.

Kompost er en god, organisk gødning med en flerårig kvælstofvirkning. Produktet er et alternativ til anden fosfor- og kaliumgødning og til kalkningsmidler. Da denne KOD-kompost er kontrolleret hygiejniseret, kan den anvendes frit uden restriktioner jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Den vægtede udnyttelsesgrad af total kvælstof er beregnet til 3,9%.

Da denne KOD-Næringsstoffer i foreliggende kompost

	kg/m ³	kg/ton
Total kvælstof	3,7	6,3
Ammonium-kvælstof	0,053	0,09
Nitrat-kvælstof	0,001	0,002
Total fosfor	0,7	1,3
Total kalium	2,3	3,9
Total magnesium	0,8	1,3
Total svovl	0,5	0,9

	10mS/m	(interval)
Lv, ledningsværdi	6,6	(-)
Lt, ledningstal	9,1	(-)

	(ingen enhed)
pH-værdi, surhedsgrad	8,4
Rt, reaktionstal	8,4

Jordforbedrende egenskaber

udover tilførsel af mikroorganismer (Kalkvirkningsarket)

Kalkvirkning	19 kg jordbrugskalk / m ³
- " -	32 kg jordbrugskalk / ton

Organisk stof 27 % af tørstof
(glødetab)

CEC 35 meq / 100g tørstof
(kationbytningkapacitet)

Fysiske egenskaber

Anvendt sold	22	mm
Tørstof	69	%
Rumvægt	0,58	ton / m ³
(ved nævnte tørstofprocent)		
Alle partikler under 5 mm	80,4	% af TS
Sten over 5 mm	6,22	% af TSf

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt ekstem laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.

EUKDVE-23014501 – KOD-kompost**Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen**

Ukrudt¹: 0 kimplanter / liter
Synlige urenheder²: 0,16 % af tørstof

1) Dvs. spiredygtige frø og plantedele. Meget lavt indhold: mindre end 0,5/l. Mærkbart indhold: 0,5-2/l. Stort indhold: mere end 2/l.
 2) Dvs. indhold af plast+metal+glas over 2 mm, som maksimalt bør udgøre 0,5 % af tørstof. Delresultater skal opgives:
 Plast: 0,02 % af tørstof. Metal: < 0,1 % af tørstof. Glas: 0,15 % af tørstof.

Stabilitetsgrad	Ikke færdig	Frisk	Stabil	Meget stabil x
Stabilitetsgraden er som minimum fastsat ud fra iltforbrug og Solvita (analyseresultater skal oplyses):				
Total iltforbrug over 4 dogn: - mg O ₂ /gram organisk tørstof p	Solvita kompost test: 7			
Selvopvarmning: 23 °C	Organisk-C/organisk-N i vandigt ekstrakt: - (ingen enhed)+			
Kompostens alder på tidspunktet for prøveudtagning: 5 måneder				

Tungmetaller i komposten (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Kompostbranchen anbefaler at analysere have-parkkompost for Cd og Pb

Overholder gældende grænseværdier: ja: **X** nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
Cadmium (Cd)	0,3	0,8
Bly (Pb)	11	120 (60 ²)
Kviksølv (Hg)	0,07	0,8
Nikkel (Ni)	6,7	30
Arsen ² (As)	2,0	25 ²
Chrom (Cr)	7,9	100
Zink (Zn)	120	4000
Kobber (Cu)	21	1000

1) Gælder pr. 1/7 2000 for råmateriale/modtaget affald. 2) Særlig grænseværdi ved brug i private haver.

Hygiejniseringsgrad (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)Stabilisering/kompostering: **Kontrolleret** kompostering: **Kontrolleret** hygiejnisering: **x**

Escherichia coli: < 10 CFU/g Enterococcus Species: < 10 CFU/g Salmonella: ikke påvist/100g

jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Miljøfremmede stoffer (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)**Overholder gældende grænseværdier:** ja: nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
DEHP (bl.a. blødgørere i pvc-plast)	< 2 mg/kg TS	100
LAS (vaske- og overfladeaktive stoffer)	< 50 mg/kg TS	2600
NPE (overfladeaktive stoffer, emulgatorer)	0,9 mg/kg TS	50
PAH (bl.a. fra ufuldstændig forbrænding)	0,1 mg/kg TS	6

1) Gælder for husholdningskompost og komposteret spildevandsslam.

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt eksterne laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.

Bilag 11 Deklaration for ØKO kompost

EUKDVE-23014507 – ØKO-kompost

Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen

Kompost Organisk Jordforbedringsmiddel fremstillet af: Haveaffald: 82% af TS Kløvergræs (ensilage): 17% af TS Tang: 6 % af TS	Produktionssted Klintholm Komposteringsplads, Klintholmvej 50, 5874 Hesselager Produktansvarlig Innovationscenter for Økologisk Landbrug
--	---

Om brug af kompost

Kompost anvendes, hvor muldens dyrkningsegenskaber ikke er tilfredsstillende. Lerjorder bliver lettere at arbejde med (dræningsevne og luftskifte forbedres, komprimering og tilslemning modvirkes). Sandjorders evne til at holde på næringsstoffer forbedres, behovet for vanding mindskes og endelig nedsættes risiko for vind- og vanderosion.

Kompost er en god, organisk gødning med en flerårig kvælstofvirkning. Produktet er et alternativ til anden fosfor- og kaliumgødning og til kalkningsmidler. Da denne ØKO-kompost er kontrolleret hygiejniseret, kan den anvendes frit uden restriktioner jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Den vægtede 1 års udnyttelsesgrad af total kvælstof er beregnet til 4,8%.

Næringsstoffer i foreliggende kompost

	kg/m ³	kg/ton
Total kvælstof	4,0	6,15
Ammonium-kvælstof	0,041	0,063
Nitrat-kvælstof	0,005	0,008

Total fosfor	0,7	1,1
Total kalium	2,7	4,2

Total magnesium	0,7	1,1
Total svovl	0,5	0,8

	10mS/m	(interval)
Lv, ledningsværdi	8,6	(-)
Lt, ledningstal	12	(-)

	(ingen enhed)
pH-værdi, surhedsgrad	8,5
Rt, reaktionstal	8,5

Jordforbedrende egenskaber

udover tilførsel af mikroorganismer (Kalkvirkningsarket)

Kalkvirkning 17,6 kg jordbrugskalk / m³
- 27,1 kg jordbrugskalk / ton

Organisk stof 28 % af tørstof
(glødetab)

CEC 38,3 meq / 100g tørstof
(kationbytningskapacitet)

Fysiske egenskaber

Anvendt sold	22	mm
Tørstof	57	%
Rumvægt	0,65	ton / m ³
(ved nævnte tørstofprocent)		
Alle partikler under 5 mm	60,8	% af TS
Sten over 5 mm	5,04	% af TSf

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt eksternt laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.

EUKDVE-23014507 – ØKO-kompost

Kompostdeklaration iht. Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen

Ukrudt¹: 3,7 kimplanter / liter
Synlige urenheder²: 0,04 % af tørstof

1) Dvs. spiredygtige frø og plantedele. Meget lavt indhold: mindre end 0,5/l. Mærkbart indhold: 0,5-2/l. Stort indhold: mere end 2/l.
 2) Dvs. indhold af plast+metal+glas over 2 mm, som maksimalt bør udgøre 0,5 % af tørstof. Delresultater skal opgives:
 Plast: 0,04 % af tørstof. Metal: 0 % af tørstof. Glas: 0 % af tørstof.

Stabilitetsgrad	Ikke færdig	Frisk	Stabil	Meget stabil x
Stabilitetsgraden er som minimum fastsat ud fra iltforbrug og Solvita (analyseresultater skal oplyses):				
Total iltforbrug over 4 døgn: - mg O ₂ /gram organisk tørstof p	Solvita kompost test: 8			
Selvopvarmning: 21 °C	Organisk-C/organisk-N i vandigt ekstrakt: - (ingen enhed)+			
Kompostens alder på tidspunktet for prøveudtagning: 5 måneder				

Tungmetaller i komposten (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Kompostbranchen anbefaler at analysere have-parkkompost for Cd og Pb

Overholder gældende grænseværdier: ja: **X** nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
Cadmium (Cd)	0,28	0,8
Bly (Pb)	6,4	120 (60 ²)
Kviksølv (Hg)	0,044	0,8
Nikkel (Ni)	5,7	30
Arsen ² (As)	2,2	25 ²
Chrom (Cr)	6,8	100
Zink (Zn)	110	4000
Kobber (Cu)	18	1000

1) Gælder pr. 1/7 2000 for råmateriale/modtaget affald. 2) Særlig grænseværdi ved brug i private haver.

Hygiejniseringsgrad (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Stabilisering/kompostering: **Kontrolleret kompostering: Kontrolleret hygiejnisering: X**

Escherichia coli: < 10 CFU/g Enterococcus Species: 20 CFU/g Salmonella: ikke påvist/100g

jævnfør bilag 3 i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

Miljøfremmede stoffer (ikke lovpligtig oplysning for ren have-parkkompost)

Overholder gældende grænseværdier: ja: nej:

Indhold i mg/kg tørstof	Gennemsnit	Grænseværdi ¹
DEHP (bl.a. blodgørere i pvc-plast)	i.a mg/kg TS	100
LAS (vaske- og overfladeaktive stoffer)	i.a mg/kg TS	2600
NPE (overfladeaktive stoffer, emulgatorer)	i.a mg/kg TS	50
PAH (bl.a. fra ufuldstændig forbrænding)	i.a mg/kg TS	6

1) Gælder for husholdningskompost og komposteret spildevandsslam.

Prøvetagning og kvalitetskontrol

Prøver er udtaget af Rambøll A/S iht. Vejledning i Miljøprojekt nr. 470 fra Miljøstyrelsen. Detaljeret procedure for intern kvalitetskontrol samt eksternt laboratoriums analyserapporter kan rekvireres.

Bilag 12

Driftsomkostninger og energiforbrug

Kompostering på Klintholm oktober 2022 til februar 2023							
Kompostering i mile 1: Biokompost Proces/enheder med neddeling og sortering af haveaffald	Mængder og kapacitet			Omkostninger og energiforbrug			
	Ton	T/time	Timer	Kr./time	L diesel/ time	Kr.	L diesel
Neddeling af haveaffald	25,0		0,63	1.735		1.084,38	
Neddeler		40			35		21,88
Frontlæsser		40			10		6,25
Sortering af haveaffald < 45 mm	25,0		0,63	920		575,00	
Frontlæsser		35			10		6,25
Sortering		35			6		3,75
Blanding og oplægning af mile	47,0		1,18	1.010		1.186,75	
Frontlæsser		40		590	10		11,75
Traktor med foderblander *		40		420	15		17,63
Vending af mile (6 gange)	60,0		0,07			41,60	
Frontlæsser		100		590	10		0,71
Sortering af kompost < 22 mm	56,1		1,87	920		1.721,63	
Frontlæsser		30			10		18,71
Sortering		30			6		11,23
Oplægning af moden kompost i lager	56,1		0,56			331,23	
Frontlæsser		100		590	10		5,61
Samlede driftomkostninger og energiforbrug							
Samlet	56,1					4.940,57	103,76
Omkostninger per ton komposteret	56,1					88,00	1,85
Omkostninger per ton kompost	51,5					96,01	2,02

*) Leje af traktor kr. 235 + diesel kr. 150 samt foderblander kr. 35

Kompostering på Klintholm oktober 2022 til februar 2023							
Kompostering i mile 1: Biokompost Proces/enheder <i>uden neddeling og sortering af haveaffald</i>	Mængder og kapacitet			Omkostninger og energiforbrug			
	Ton	T/time	Timer	Kr./time	L diesel/ time	Kr.	L diesel
Blanding og oplægning af mile	47,0		1,18	1.010		1.186,75	
Frontlæsser		40		590	10		11,75
Traktor med foderblander *		40		420	15		17,63
Vending af mile (6 gange)	60,0		0,05			31,20	
Frontlæsser		100		590	10		0,53
Sortering af kompost < 25 mm	56,1		1,87	920		1.721,63	
Frontlæsser		30			10		18,71
Sortering		30			6		11,23
Oplægning af moden kompost i lager	56,1		0,56			331,23	
Frontlæsser		100		590	10		5,61
Samlede driftomkostninger og energiforbrug							
Samlet	56,1					3.270,80	65,46
Omkostninger per ton komposteret	56,1					58,26	1,17
Omkostninger per ton kompost	51,5					63,56	1,27

*) Leje af traktor kr. 235 + diesel kr. 150 samt foderblander kr. 35