

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 8 1990

Madraskompostering i
Odense og Århus kommuner

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

628.473 : 628.4.042

B410

ex.2

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 8/1990

Madraskkompostering i Odense og Århus kommuner

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Indholdsfortegnelse

	<u>Indledning</u>	5
<u>1.</u>	<u>Madraskompostering i Odense</u>	7
1.0	Sammendrag	7
1.1	Generel beskrivelse af madraskomposteringsmetoden	11
	1.1.1 Madrasperioden	13
	1.1.2 Mileperioden	19
	1.1.3 Lagerperioden	21
	1.1.4 Dimensionering af madras- komposteringsplads	22
1.2	Første madraskompostering i Odense	29
	1.2.1 Driftsmæssige erfaringer	29
	1.2.2 Kemiske og fysiske resultater	35
1.3	Samkompostering af haveaffald og organisk industriaffald	38
	1.3.1 Organisk industriaffald i Odense	38
	1.3.2 Forsøgsplan for samkompostering	42
	1.3.3 Foreløbige resultater	49
1.4	Erfaringer fra andre madraskomposte- ringspladser	54
	1.4.1 Udenlandske madraskomposte- ringspladser	54
<u>2.</u>	<u>Madraskompostering i Århus</u>	59
2.1	Sammendrag	59
2.2	Madraskomposteringsprojektet i Århus	61
2.3	Måleprogram og resultater	63
	2.3.1 Måleprogram	63
	2.3.2 Materialeflow	63
	2.3.3 Procesforhold	66
	2.3.4 Kompostanalyser	68
	2.3.5 Driftserfaringer	69
2.4	Økonomi	73
Bilag 1.	Instruks for Århus kommunes komposteringsplads	75
Bilag 2.	Eksempel på ugerapport	85
	Litteraturliste	87

Indhold.

Indledning.

Denne rapport indeholder en afrapportering af forsøg med madraskompostering af have- og parkaffald i Odense og Århus kommuner. Forsøgene, der er støttet af Rådet vedrørende genanvendelse og renere teknologi, startede i henholdsvis efteråret og foråret 1987.

Rapportens kapitel 1 indledes med en generel gennemgang af madraskomposteringsmetoden. Herefter følger resultaterne fra første halvdel af forsøgene på Odense madraskomposteringsanlæg, hvor der blev komposteret rent have- og parkaffald. I Odense blev der desuden i november 1988 iværksat forsøg med samkompostering af have-/parkaffald og organisk industriaffald. Ideen heri og planerne for det konkrete forsøg gennemgås, hvorimod selve forsøgsresultaterne først afrapporteres på et senere tidspunkt. Kapitel 1 afsluttes med en kort gennemgang af erfaringer fra andre udenlandske madraskomposteringspladser.

Kapitel 2 omhandler forsøget på Århus madraskomposteringsanlæg, der blev afsluttet foråret 1989. Århus kommune har efterfølgende besluttet at fortsætte med at anvende madraskomposteringsmetoden med visse ændringer på en ny permanent komposteringsplads.

Målgrupper

Rapporten henvender sig hovedsageligt til personer, der arbejder i praksis med drift eller planlægning af komposteringsanlæg.

Forfattere

Rapportens kapitel 1 er udarbejdet af Per Hauge og Anne Bechsgaard, Birger Lund A/S, mens kapitel 2 er udarbejdet af Per Hauge, VIAK, Peter Erik Jørgensen, Dankompost og Poul Høgh Knudsen, Århus kommune.

1. Madraskompostering i Odense.

1.0. Sammendrag.

Metode

Idéen i madraskompostering af have- og parkaffald er, at affaldet forkomposteres i en madras, der opbygges af forholdsvis tynde lag haveaffald udlagt over et forholdsvis stort areal. Madrassen kan f.eks. være som i Odense: 45 x 25 m. På madrassen sker der løbende en opblanding mellem nyt og underliggende materiale.

Madraskompostering er en rationel behandlingsmetode for store mængder haveaffald. Metoden kræver store maskiner og kan derfor kun betale sig, når der er store mængder haveaffald til rådighed, det vil sige 10.000 - 15.000 t/år.

3 perioder

Håndteringen af haveaffaldet på en madraskomposteringsplads kan opdeles i 3 perioder:

- Madrasperioden, vil ideelt forløbe fra november til november, idet der i Danmark vil blive leveret haveaffald hele året. Haveaffaldet lægges ud i lag på madrassen og findeles af en grenknuser. Lagene luftes og blandes jævnlgt af en gummiged, der er forsynet med en langtandet grab. Gummigeden, der bevæger sig baglæns, graver ned i madrassen, løfter materiale op, og efterlader det løst ovenpå madrassen. Madrassen bygges op til ca. 3 meters højde.
- Mileperioden. Råkomposten fra madrassen lægges i miler. Mileperioden varer normalt 3 til 4 måneder, fra december til marts.
- Lagerperioden varer, indtil komposten er afsat. Lagerperioden skulle gerne være så kort som muligt.

Dimensionering

I dimensioneringen af madrasserne i Odense er brugt følgende data:

Areal

Kapacitet på madrassen:	1,5 ton/m ² /år
Højde af madrassen:	op til 3 m
Omsætning i madrassen:	20 % af haveaffaldet
Omsætning i milerne:	20 % af råkomposten

Sigterest:	30 % af komposten fra milerne. Genbruges i næste madras
Deponeringsrest:	0%

Milerne er 5 m høje.

Sigteresten kan anvendes igen på madrassen, da den består af komposterbart materiale. Der bliver således ingen rest til deponering på losseplads.

Der regnes med plads til et års lagring, af den færdige kompost.

Det totale arealbehov til en madraskomposteringsplads incl. eftermodningsmiler og lagerplads er 1 m²/t indleveret haveaffald, excl. tilkørselsvej og vej rundt om pladsen. Pladsen skal være indhegnet for at undgå misbrug og plastflugt.

Maskiner Driften af en madraskomposteringsplads kræver

- en grenknuser
- en traktor
- en gummiged

Endvidere kræves en sigte, der eventuelt kan lejes eller deles med andre lignende pladser.

Til neddeling af haveaffaldet har Odense Kommune købt en Willibald UMF 22F grenknuser og som trækraft en traktor af typen Steyer 8320 A, 206 kW.

Til fordeling og beluftning af haveaffaldet er der anskaffet en gummiged af typen Hanomag 44 D med en skovl med forlængede tænder.

Driftsud-
gifter

Der har været en del vedligeholdelsesudgifter på maskinerne. For grenknuseren drejer det sig især om udskiftning og reparation af slagler. Dette har gennemsnitlig beløbet sig til 21,50 kr/t behandlet haveaffald. Vedligeholdelsesudgifterne på traktor og gummiged har tilsammen været gennemsnitlig 11,90 kr/t behandlet haveaffald.

Personale

Hvis komposteringspladsen behandler 10-20.000 t haveaffald pr. år, kræver dette 2-3 medarbejdere på fuldtid.

1. Madras Den første madras-kompostering af haveaffald i Odense blev startet i november 87. Madrassen blev opbygget af 1450 t haveaffald fra nov. 87 til aug. 88, hvorefter materialet blev lagt i eftermodningsmiler.

Dette var imidlertid for tidligt i forhold til den omsætning, der havde været i madrassen.

Som følge heraf måtte materialet ligge længe i eftermodningsmiler, før komposten var moden. Først i juni 89 blev det skønnet, at komposten var moden til sigtning og afsætning.

Temperatur Temperaturen i madrassen blev målt fra marts 88 til aug. 88. I denne periode steg temperaturen fra ca. 10° til mellem 50 og 55° i juni og juli.

Næringsstoffer Der er analyseret for N, P og K i kompost udtaget dec. 88. Det skal dog bemærkes, at komposten på dette tidspunkt på grund af den dårlige omsætning i madrassen nærmere må betegnes som råkompost end som færdig kompost. Næringstofindholdet var i % af tørstof:

0,68 % N 0,12 % P 0,26 % K

Tungmetaller Endvidere er der lavet tungmetalanalyser, der viser følgende indhold i komposten (ppm = mg/kg ts):

Pb	31	Cu	15,2
Cd	0,54	Ni	20
Hg	0,25	Zn	94
Co	3,2		

Samkompostering I nov. 88 startede man i Odense en madras til samkompostering af haveaffald og organisk affald fra Albani-bryggeriet og Gasa (frugt og grønt). I madrassen skal ialt komposteres ca. 2.500 t haveaffald og mellem 150 og 300 t andet organisk affald.

Albani-affaldet er homogent og har et tørstofindhold på 3-6 %. Slammet spredes over hele madrassen hver gang, der leveres en mængde.

Gasa-affaldet er meget inhomogent. Når affaldet består af letomsætteligt materiale (frugt, grønsager m.m.), fordeles det over så stort areal som muligt. Når affaldet består af potteplanter og lignende træagtigt affald, indgår det på linie med det øvrige haveaffald.

For at kunne sammenligne samkomposteringsmadrassen opbygges sideløbende en madras udelukkende af haveaffald.

Der udtages løbende prøver og måles temperatur i madrasserne. Prøverne bruges til bestemmelse af næringsstofindhold, tørstof, organisk tørstof, pH, tungmetalindhold, massefyldebestemmelser m.m.

Endvidere noteres timeforbruget for personale og maskiner, og masseflowet gennem madrasserne beregnes ud fra ind- og udvejningsdata.

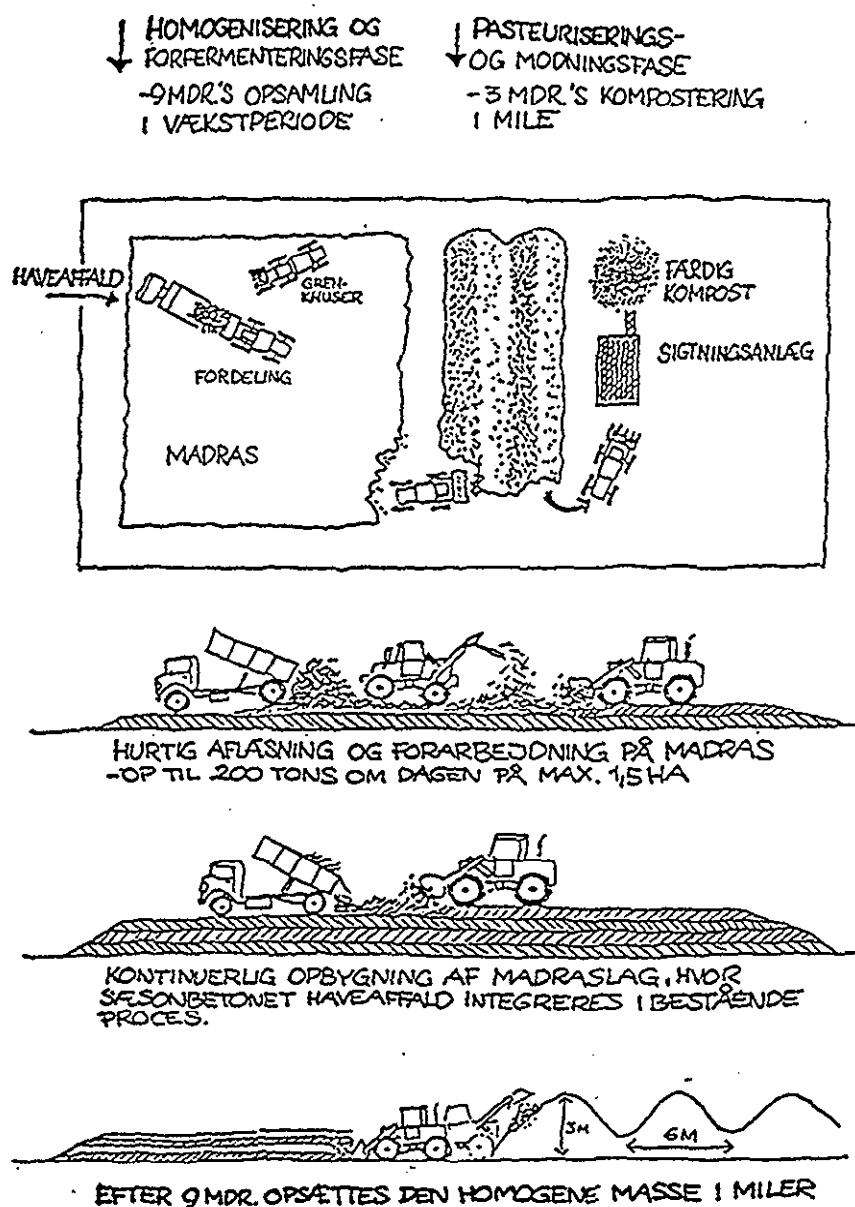
Foreløbig er følgende resultater fundet:

Massefylde	Massefylden af haveaffald ved modtagelsen er 0,1 t/m ³ . Efter 8 mdr. i madrassen er massefylden 0,6 t/m ³ .
Tørstofprocent	Tørstofprocenten lå i apr. 89 mellem 55 og 65 i begge madrasser.
Arbejdsbehov	Timeforbruget har været højest i sep. og okt. 88. Det meste af tiden er gået med at sortere og transportere haveaffaldet, inden det lægges på madrassen. Sorteringen har primært bestået i frasortering af fejlsorteret affald. Over 60 % af gummigedens tid og ca. 50 % af traktorens (og dermed grenknuserens) tid er gået med sortering og transport. Dette er uacceptabelt lang tid at bruge på sortering.

1.1. Generel beskrivelse af madraskomposteringsmetoden.

Madraskompostering er en rationel behandlingsmåde for store mængder haveaffald. Metoden kræver store maskiner og kan derfor kun betale sig, når der er rigelige mængder haveaffald til rådighed i pladsens opland.

Princippet i metoden fremgår på udmærket vis af figur 1 (fra Mähner Römerhof's reklamemateriale ved P. E. Jørgensen, 1986). På figuren er angivet hhv. 3 måneders og 9 måneders kompostering. Disse perioder er ikke fulgt nøje på de anlæg, der har været i drift i Danmark.



Figur 1.
Princippet i madraskompostering.

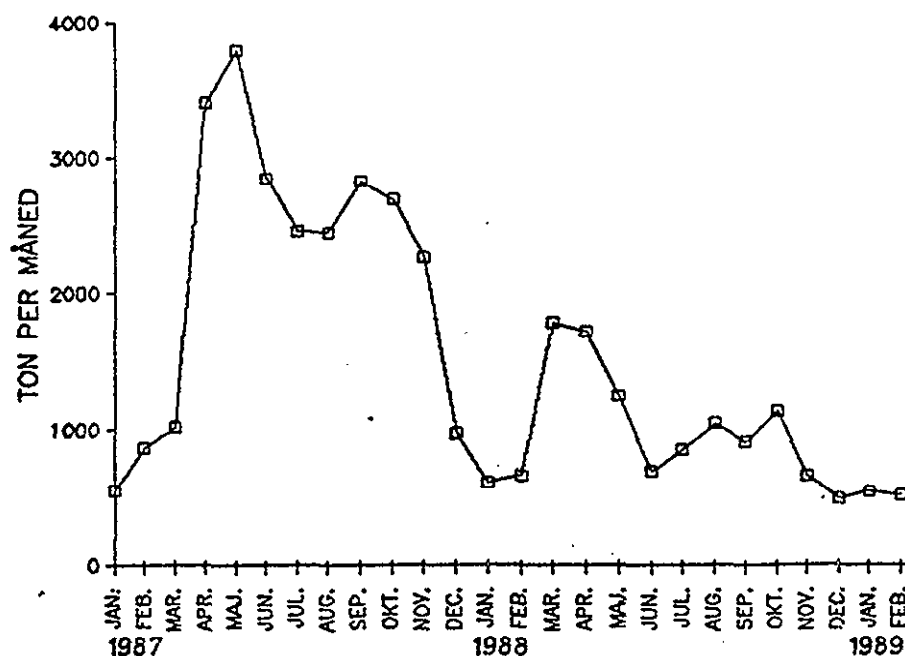
Metoden passer godt til den årstidsvariationen, der er i mængden af haveaffald. På figur 2 ses årsvariationen af have- og grenaffald, der er modtaget på Stige Ø losseplads.

Det meste af affaldet modtages i forårs- og efterårsmånederne. I disse perioder skal man kunne behandle affaldet hurtigt og enkelt, og det kan lade sig gøre med madraskomposteringsmetoden. I Odense ser man en stor forskel i de indleverede mængder fra 1987 til 1988.

Forskellen skyldes, at stadsgartneren er holdt op med at levere grenaffald efter affalds- afgiftens indførsel. Pr. 1.7.89 har Odense kommune imidlertid fået dispensation for stats- afgiften på 40 kr/t. De indvejede mængder sorteret haveaffald fra stadsgartnerne er herefter steget. Dispensationen gælder de resterende 2 år, hvor lossepladsen er i drift.

Håndteringen af haveaffaldet på en madraskom- posteringsplads kan opdeles i 3 perioder:

- Madrasperioden, der ideelt vil forløbe fra november til november, idet der i Danmark vil blive leveret haveaffald hele året.
- Mileperioden, der normalt vil vare 3 til 4 måneder, fra december til marts.
- Lagerperioden, der gerne skulle være så kort som muligt. Den kan dog godt være flere år, afhængig af den afsætning der er af kompos- ten.



Figur 2.

Årsvariation i modtaget have- og grenaffald på Stige Ø losseplads. 1987 og 1988.

Haveaffaldet kan afleveres direkte på madrassen, hvis det er rent nok (uden indhold af andet end haveaffald). Det fordeles med en gummiged og neddeles af en grenknuser. Når madrassen lægges i miler gøres dette med gummigeden. Denne proces kan være tidskrævende. Efter milekomposteringen sigtes komposten. Sigteresten lægges tilbage på den nye madras, og komposten sælges.

Det er mest fordelagtigt at have komposten klar til salg i forårsmånederne.

Resten af dette kapitel er en mere detaljeret beskrivelse af de arbejdsprocesser, der udføres, samt en beskrivelse af dimensioneringsgrundlaget for en komposteringsplads.

1.1.1.

Madrasperioden.

En komposteringsplads i Danmark vil modtage have- og grenaffald hele året. Det er derfor nødvendigt, at have en komposteringsmadras liggende hele året.

I vintermånederne, hvor der ikke kommer så meget affald, behøver madrasarealet ikke at være så stort. Hvilket i praksis betyder, at antallet af madrasser kan nedsættes i vintermånederne. I marts, hvor affaldsmængderne stiger, udvides madrasarealet, så det svarer til den mængde affald, man forventer at modtage det pågældende år.

Det affald, der modtages vil ændre karakter i gennem året. Det er vigtigt, at have meget grenmateriale i opbygningsperioden, således at madrassen bliver meget porøs i bunden. Derved sikres en god ilttilførsel, og man undgår kompakte anaerobe områder.

Modtagelse og fordeling af materialet på madrassen.

Rent haveaffald kan køres direkte op på madrassen. Enkelte urenheder i materialet bliver sorteret fra direkte på madrassen.

Man kan også have to madrasser, en til helt rent haveaffald, en anden til det affald, der er forurennet. Ved indvejningen af affaldet må man afgøre renhedsgraden af det og derefter dirigere affaldet til den rigtige madras. Dette system praktiseres på Sengeløse losseplads.

Forureningen i haveaffaldet kan være alt fra plastposer til gamle cykler. Malerbøtter, batterier og andet, der kan give afsmitning af tungmetaller skal man være særligt på vagt overfor.

Det er vigtigt at kompostpladsen orienterer vognmændene og borgerne om, at små fejl kan gøre stor skade.

En god regel vil være, at nægte at modtage haveaffald i sorte plastikposer. Plastikposerne kan dels skjule fejlsorterede ting, dels give problemer med anaerobe forhold, hvis affaldet lagres længe, f.eks. på grund af driftsstop på komposteringspladsen. Endelig er det ikke godt at få tilført komposteringen plastik.

Efter aflæsning bliver materialet fordelt på madrassen i et 0,5 til 1 m tykt lag. Traktorføreren skal sørge for at lave en ligelig fordeling mellem de forskellige slags haveaffald (grenaffald skal blandes med blade og lignende), således at der ikke er steder i madrassen med kun en slags materiale.

Fordelingen sker med en gummiged, der har forlængede tænder på skovlen. Materialet rystes ud af skovlen for at få det til at ligge jævnt.

Når materialet fordeles skal det lægges helt ud til madrassens kanter, således at madrassens sider er så lodrette som muligt.

Neddeling af materialet.

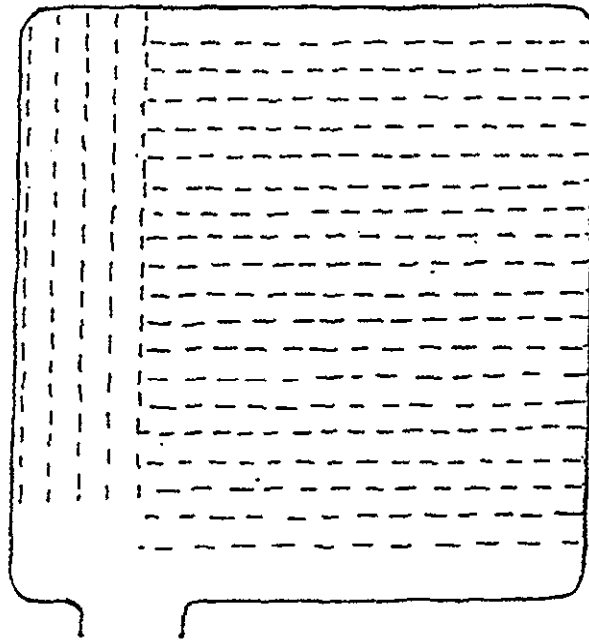
Haveaffaldet neddeles med en grenknuser, der med roterende slagler slår materialet i stykker. Princippet i arbejdsprocessen er vist på figur 4.

Den første neddeling sker lige efter, at haveaffaldet er fordelt på madrassen. De efterfølgende neddelinger sker efter beluftning.

Når haveaffaldet neddeles, køres der hen over materialet 2 gange, idet der bakkes tilbage i det samme spor, som man kørte frem i.

På figur 3 ses et eksempel på placeringen af kørespor. Det er nødvendigt at starte neddelingen med at lave plads til at skifte kørespor. Dette gøres ved at køre 4-5 spor langs kanten af madrassen på tværs af den køreretning, der skal bruges til resten af neddelingen.

Plads til skift
af kørespor



Opgang til
madras.

----- = KØRESPOR

Figur 3.

Eksempel på kørsel under neddeling af haveaffald på en madras.

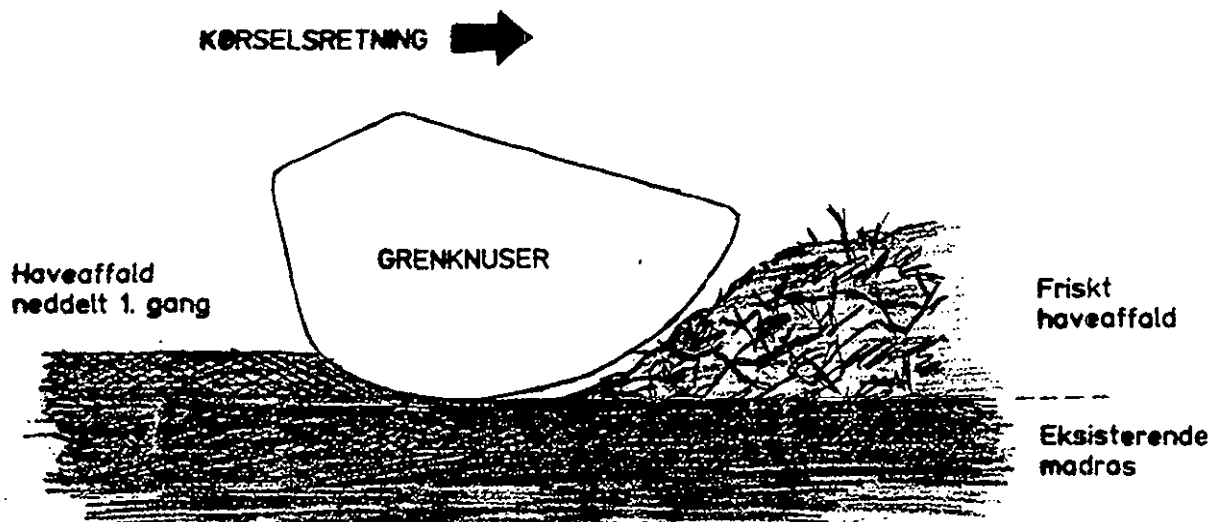
Kørselsretningen på madrassen bør varieres således, at det ikke er det samme areal, der bruges til skift af spor hele tiden.

Grenknuseren kan vippe i forskellige hældninger. Dette benyttes under neddelingen af haveaffaldet.

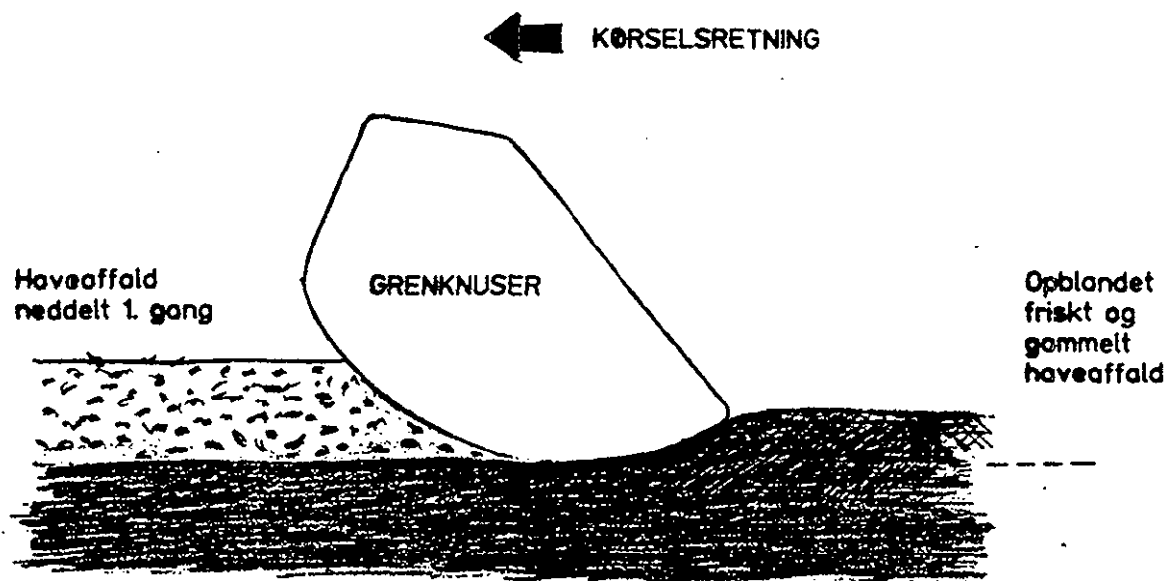
Under fremkørsel vippe den forreste ende af grenknuseren op, så der kan indfanges mest muligt materiale. Bagenden hviler på det eksisterende materiale, og der sker ingen opblanding.

Når der bakkes tilbage i det samme spor, ændres hældningen på grenknuseren, så bagenden løftes, og forenden presses ned i den eksisterende madras. Dette bevirker, at der sker en opblanding af det nye haveaffald med det øverste lag af madrassen.

På figur 4 er princippet i grenknuserens bevægelser ved de to kørselsretninger vist.



a. Grenknuserens hældning ved 1. overkørsel.
Kørselsretning fremad.



b. Grenknuserens hældning ved 2. overkørsel.
Kørselsretning baglæns.

Figur 4.
Grenknuserens hældning under neddelingen af haveaffald.

Traktorføreren skal være opmærksom på, at grenknuseren ikke vippes så meget tilbage, at der kan slynges sten op på traktoren.

Hver gang der køres et spor på madrassen, laves der et lille overlap med det forrige spor. Overlapningen må ikke blive for stort.

Kørselshastigheden med grenknuseren ligger normalt mellem 1000 m/h og 1500 m/h afhængig af haveaffaldets beskaffenhed og traktorførerens rutine.

Under grenknusningen er det vigtigt at være opmærksom på urenheder i materialet. Jernstænger, ståltrådshegn og lign. giver driftsstop. I Odense har man oplevet, at tomatplanter har viklet sig rundt om grenknuseren, med det resultat at kileremmen blev brændt i stykker.

Beluftning.

Beluftning af madrassen har flere virkninger. Materialet iltes og får ny struktur. Endvidere sker der en opblanding, som udvisker den aldersbestemte lagdeling.

Beluftningen bruges også til at styre procesforløbet i madrassen, hvilket omtales i næste afsnit.

Madrassen beluftes med en gummihjulslæsser, der har en grab med forlængede tænder. Grabben stikkes 0,5 - 1,5 m ned i madrassen med en vinkel på 45°. Materialet løftes fremad og op, således at materialet vendes. Herfra rystes det af grabben. Gummigeden bakker 0,5 til 1 meter og gentager processen.

Madrassen har efter beluftningen en række små buler. Disse udjævnes med grenknuseren, på samme måde som efter pålægning af nyt materiale. Udjævningen kan ske fra få timer til et par dage efter beluftningen afhængigt af vejret og madrassens tilstand.

Styring af processen.

Kompostering er bl.a. en biologisk forbrænding af organisk materiale. Processen bruger ilt og udvikler varme og dermed fugtighed.

Til den daglige styring og kontrol af madrassen

registreres madrassens temperatur, fugtighed og lugt. Følgende forhold er vigtige, for at den biologiske proces kan forløbe kontrolleret:

- Temperaturen skal ligge mellem 30 og 50°C.
- Fugtigheden skal være mellem 40 og 60 %. Materialet må hverken blive for vådt eller for tørt. Er fugtigheden for høj, (der kan presses vand ud af komposten) vil der dannes anaerobe zoner, der lugter dårligt og hæmmer komposteringsprocessen. Er materialet for tørt (det støver), sker der ingen omsætning.
- Lugten skal være sødlig, "skovmuldsagtig". Er lugten syrlig, betyder det, at omsætningen er gået for hurtigt. Lugter komposten som rådne æg, er der sket for stor sammentrykning.

Til at styre processen i madrassen har man følgende muligheder:

- Beluftning.
- Placering af de forskellige materialer.
- Vanding.
- Andet organisk materiale end haveaffald.

Den vigtigste styringsmulighed er beluftningen. Den bruges til at omlejre materialet og til at tilføre materialet ilt. Tidspunktet for "lukning" af madrassen med grenknuseren efter en beluftning afhænger af, hvorfor man belufter og vejr situationen.

Er temperaturen for høj i madrassen, beluftes der og madrassen står "åben" 1 til 2 dage.

Er temperaturen for lav i madrassen, beluftes der, og madrassen lukkes umiddelbart efter. Denne procedure følges også, hvis det blæser meget. Hvis årsagen til at temperaturen er lav, er at madrassen er for tør, kan det være en fordel at lade den stå åben i regnvejr.

Hvis madrassen er for våd, beluftes der og den kan eventuelt stå åben i nogen tid. Især hvis det blæser, er dette en god måde at løse problemet på. Herved fordamper den overskydende fugtighed.

Lugter madrassen nogle steder dårligt, som rådne

æg eller som spildevandsslam, skal der beluftes på disse steder.

Lugten kan skyldes, at for meget strukturfattigt materiale er lagt på et lille område. Materialet synker sammen, og der opstår iltfattige områder, der lugter dårligt.

Foruden beluftning kan der, hvis området er stort, tilføres strukturmateriale efterfulgt af fornyet opblanding med gummigeden.

En vigtig del af den daglige styring af madrassen, består i at styre fordelingen af materialet på den. Ved en korrekt blanding af stukturholdigt materiale og strukturløst materiale kan mange problemer undgås. Hvis der alligevel opstår zoner med dårlig omsætning, kan disse zoner forbedres, f. eks. på følgende måder.

På tørre steder kommes vådt affald eller vand på.

Vanding af madrassen kan komme på tale i en meget tør sommer. Problemet er, at der kan blive tale om meget store vandmængder, der er vanskelige at fremskaffe og fordele. Endvidere er det dyrt at vande.

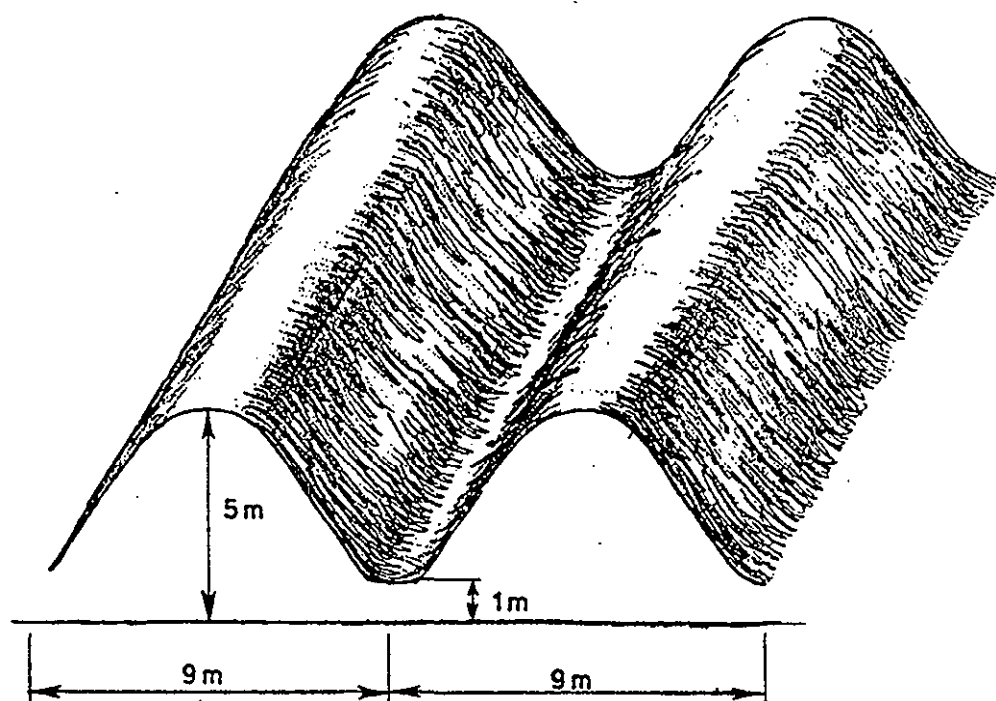
1.1.2.

Mileperioden.

I månederne november og december, når mængden af tilført haveaffald går ned, lægges madrassen i miler (fig. 1.). Milerne kan være 4 - 5 m høje og 7 - 9 m brede ved foden. De lægges tæt ved siden af hinanden så foden støder sammen. På denne måde udnyttes pladsen bedst muligt. På figur 5 ses formen på milerne.

Milerne kan passe sig selv, hvis der har været den rette fugtighed i madrassen, og der samtidig er tilstrækkeligt med omsætteligt organisk materiale tilbage.

Hvis disse betingelser er opfyldt, vil temperaturen i midten af milerne stige til ca. 70°C i den første uge, efter milen er oplagt. Denne temperatur vil holde sig ca. 1 måned, hvorefter den vil falde langsomt til omgivelsernes temperatur.



Figur 5.
Dimensioner på eftermodningsmiler.

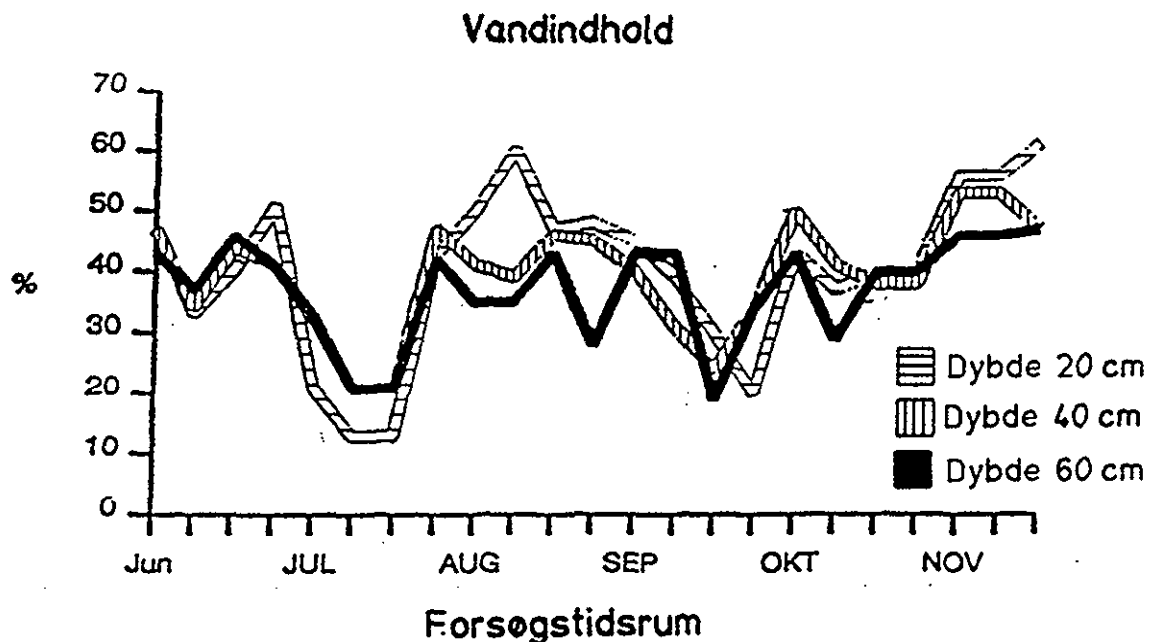
Når milerne skal sigtes i marts - april, skal komposten helst have den rette tørstofprocent (55% til 70%), for at få en effektiv sigtning. Denne tørstofprocent opnås, hvis der har været den rette temperaturudvikling i mileperioden.

Hvis temperaturen i milerne ikke stiger efter de er oplagt, kan det skyldes at madrassen enten har været for tør eller for fugtig.

Et eksempel på en for tør mile, oplevede man i Odense sommeren 1988, hvor milerne allerede blev lagt op i august måned. Resultatet var, at der aldrig kom nogen temperaturstigning i milerne. Først da komposten blev sigtet og lagt i lager, kom der gang i omsætningen igen.

En mulig forklaring på de tørre miler er, at madrassen var meget tør i juli måned på grund af stor fordampning.

En tysk undersøgelse af procesforholdene på en madras viser, at der er et meget lavt væskeindhold i madrasserne i juli måned, se figur 6.



Figur 6.
 Årsvariationen på vandindholdet i en komposteringsmadras. Schriefer 1987.

Hvis der er for meget vand i madrassen og for lidt stukturmateriale, kan milerne blive for våde og kolde. Temperaturstigninger udebliver, idet der skal bruges meget energi til at varme vandet op. Desuden har luften svært ved at trænge ind, når materialet er for klægt.

Miler, der er for fugtige, kan reddes ved påny at vende dem. Det er dog meget dyrt i arbejdstid og brændstofforbrug.

1.1.3.

Lagerperiode.

Når milerne har ligget i 3 måneder, kan de sigtes. Komposten kan dog ligge på lager usigtet. Pladsforhold på komposteringspladsen kan være afgørende for, hvornår der skal sigtes.

Sigteresten kan bruges på den nye madras, hvis den ikke er forurenset med for meget plast.

Komposten kan ligge på lager i længere tid. Der vil sandsynligvis ske en temperaturstigning igen efter sigtningen. Dette betyder, at der stadig sker en omsætning af det organiske materiale.

Kvælstoffet i komposten mineraliseres også, når den ligger i lager.

Maskin- og arbejdskraftbehov.

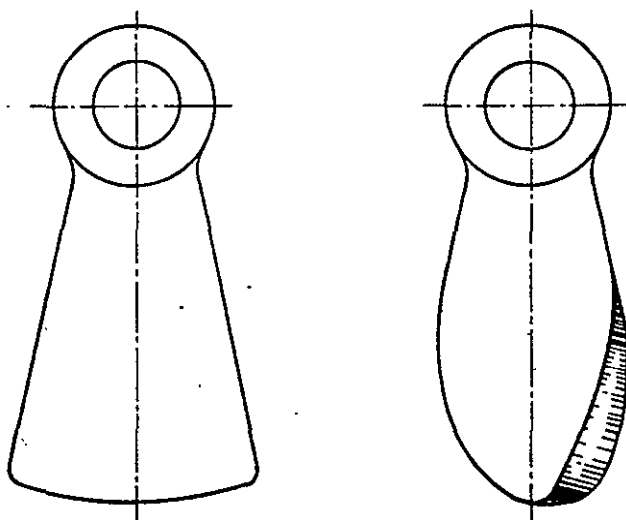
Når en komposteringsplads er i fuld drift, må man regne med, at der skal bruges:

- En grenknuser.
- En traktor til at trække grenknuseren.
- En gummiged med skovl, der har forlængede fingre.
- En sigte.

Sigten kan dog deles med andre lignede pladser, eller eventuelt lejes.

Grenknuseren.

I Danmark forhandles to fabrikater af grenknusere, der kan bruges til madraskompostering. Det er den tyske Willibald i 2 størrelser og den danske Ugerløse. I tabel 2 ses de tekniske data for de 2 fabrikater. Det er vigtigt at bemærke antallet af slagler og prisen for en slagle, da dette er en vigtig driftsudgift.



Figur 6a.

En ny og en nedslidt slagle af den type, der bruges i Odense. Højden af slaglerne er ca. 20 cm.

På de danske madraskomposteringspladser benyttes forskellige typer slagler.

I Århus og Sengeløse benytter man slagler udviklet af firmaet Enmarco i stedet for original slaglerne. De har en levetid fra 35 timer til 80 timer afhængig af haveaffaldets beskaffenhed. I Århus har man konstateret af slaglerne holder i 35 timer, når haveaffaldet er tørt og 75 timer, når haveaffaldet er vådt. I Sengeløse vender man slaglerne efter 70 driftstimer. De er herefter slidt ned efter ialt 80 driftstimer.

I Odense benytter man slagler, der minder mere om de originale tyske slagler. Levetiden for disse er mellem 15 og 20 driftstimer. Nye slagler koster mellem 285 kr/stk. og 197 kr/stk. Reparation af nedslidte slagler koster fra 71-81 kr/stk.

I Sengeløse har man erfaring for, at slaglerne kan repareres 8 til 10 gange, før der er så stort slid i akselhullerne, at det ikke er forsvarligt at bruge slaglerne mere.

Tabel 2 Grenknusere til madraskompostering på det danske marked.

Fabrikat		Willibald		Ugerløse.
Model		UMF 180	UMF 225	WK 1600
Pris	kr	121.000	147.000	76.000
Pris/slagle	kr	237	237	172
Arbejdsbredde	m	1,87	2,29	1,6
Totalbredde	m	2,23	2,63	1,9
Vægt	kg	1.420	1.650	1.500
Effektbehov PTO	kW	85	100	>75
Omdrejninger PTO	OPM	1.000	1.000	1.000
Antal slagler		36	44	48/32/24*

* Slagleantallet kan variere efter opgaven.

Der skal advares mod, at anvende slagler, der ikke er støbte. I Sengeløse og Odense har man konstateret revner i slagler, der er lavet ved at skærebrænde den ud af en tyk jernplade. Det er set både på Stige Ø og Sengeløse losseplads, at en løsrevet slagle slynges ud af grenknuseren med stor fart.

Tungmetaller

Det er store mængder metal, der slides af

slaglerne. Ved vejning er det konstateret, at hver slagle af Enmarco typen taber ca. 1 kg, inden der skal påsvejses et nyt slidstykke.

For at kunne vurdere om dette tab får betydning for kompostens indhold af jern og tungmetaller, er der lavet en overslagsberegning på baggrund af oplysninger fra Århus kommunes madraskomposte-ringsplads.

Det skal gøres klart at denne beregning kun er et overslag, og at den skal verificeres ved senere målinger.

Forudsætningerne er følgende:

- Der behandles mellem 1000 og 2000 tons haveaffald pr. slagleskift.
- Der er 36 slagler på grenknuseren.
- 50% af haveaffaldet fordamper og omsættes under komposteringen.
- Max 20% af nyt slidmateriale er svejsemateriale.
- Svejsematerialet indeholder 15% crom eller nikkel.
- Den færdige kompost har et tørstofindhold på 60%.

Koncentrationen af jern er beregnet til at ligge mellem 0,0036% og 0,0072% i komposten. Almindelig jord indeholder fra 0,5% til 5% jern Scheffer (1979). På baggrund af denne beregning kan det konkluderes, at tabet af jern ikke får nogen betydning for kompostkvaliteten.

Ved beregning af det mulige indhold af tungmetal i det værst tænkelige tilfælde fås en koncentration på 3 - 4 mg (Cr eller Ni) pr. kg TS kompost. I danske landbrugsjorde ligger koncentrationen af Cr fra 1,6 til 23 mg/kg TS jord og koncentrationen af Ni fra 1,5 til 10,3 mg/kg TS jord. Jespersen (1988).

Den beregnede koncentration ligger indenfor, hvad der er naturligt forekommende. Usikkerheden taget i betragtning bør de benyttede forudsætninger verificeres inden hovedrapporten skrives.

I Århus har man udover en Willibald grenknuser også en Strømas grenknuser til at bearbejde store grene.

Traktor

Traktoren skal tilpasses den grenknuser, man har. I Sengeløse og Århus har man BM-trac, medens man i Odense bruger Styer. Fordelen ved Styer traktoren er, at kraftudtaget er uafhængigt af traktorens fremdrift.

Det betyder, at man kan holde et konstant omdrejningstal på grenknuseren, selv om traktoren kører med forskellig hastighed inden for samme gear.

Gummiged

I tabel 3 er de traktorer og gummigeder, der bliver anvendt på de danske komposteringspladser opstillet.

Tabel 3 Traktorer, grenknusere og gummigeder der anvendes på danske kompostpladser.

Sted.	Sengeløse	Odense	Århus	Vejle*	København
Grenknuser	Willibald	Willibald	Willibald	Svartek	Ugerløse
Model	2 UMF 180	UMF 225	UMF 180	Statio- nært	WK 1600
Pris ved ans.	130.000	146.000	130.000	600.000	76.000
Traktor	HB-Trac	Steyer	Valmet		Case H1
Model	2 styk 1500	8320 A	2105		1455 XL
Effekt kW	110	206	150		100
Pris ved ans.	650.000	924.200	470.000		500.000
Gummiged	Cat	Hanomag	Volvo BM	Cat	Cat
Model	936	44 D.	4500	966 C	IT 18
Pris.	650.000		300.000	1.000.000	700.000

* Vejle bruger et stationært system til grnknusning og har derfor ikke nogen traktor (beskrevet i kapitel 6). Maskinen bruges også til andet arbejde.

Gummigeden skal være så stærk, at den kan belufte madrassen uden problemer. I Odense har der været lidt problemer med at få gummigeden til at virke perfekt.

Sigte

De typer af sigter, der har været på tale til de danske madreskomposteringspladser, er anført i tabel 4. Det er indtil videre kun Sengeløse, der har indkøbt en sigte, men det må forventes, at de andre pladser også skal have en.

Arbejdskraft

Kommer man op på en behandlingsmængde på mellem 10.000 og 20.000 ton/år, må man forvente, at pladsen skal bemandes med to til tre driftsmedarbejdere.

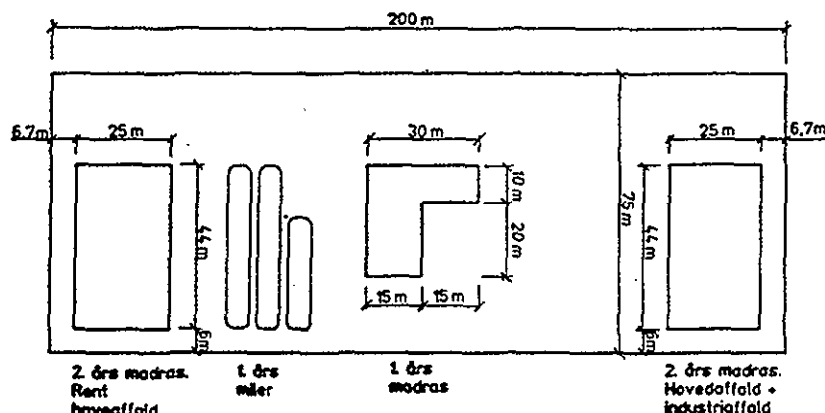
Tabel 4 Sigter der kan anvendes på madraskomposteringspladsen.

Fabrikat	Farwick		Vedbysønder		Doppstadt	
Model	Favorit Super	Favorit	Combi Tromle	Mobil sigte	SM 318	SM 518
Pris	296.000	181.000	271.000	720.000	595.000	685.000
Kapacitet. m ³ /h	20-45	10-25	30-150	30-150	15-35	20-60
Tromle diam. m	1,3	1,8		2,2/1,7	1,8	1,8
Tromle længde m	2,7	2,0		4,1	3,2	4,7
Vægt ton	2,6	2,0	13	14	8,0	8,8
Kraftforsyning	el/dies.* el/ben.		el	dies*	dies*	dies*
Effekt kW	15	8		43	34	34

* Sigterne kan drives med forskellige typer motorer: El, diesel og benzin. Der er en lille forskel i pris, når der bruges anden kraftforsyni

1.2. Første madraskomposterings i Odense.

Madraskomposteringspladsen i Odense ligger på Stige Ø losseplads på et areal, der er opfyldt og slutaftdækket. Oversigtsplanen, for komposteringspladsen ses på figur 7. Der er et slamdeponi mod vest. Mod øst og syd er der losseplads, der er under opfyldning.



Figur 7.

Oversigt over placeringen af forsøgsmadrasserne på Stige Ø losseplads under projektperioden.

Den første madras blev startet d. 17. november 1987. Kompostpladsen var de 3 første måneder meget blød, hvilket betød, at det materiale, der blev lagt op, næsten forsvandt i mudder. Først fra marts til august skete der en ordentlig opbygning af madrassen. I august blev materialet lagt i miler. I november og december blev de første prøvesigtninger foretaget, og samtidig blev der taget prøver til kemiske analyser.

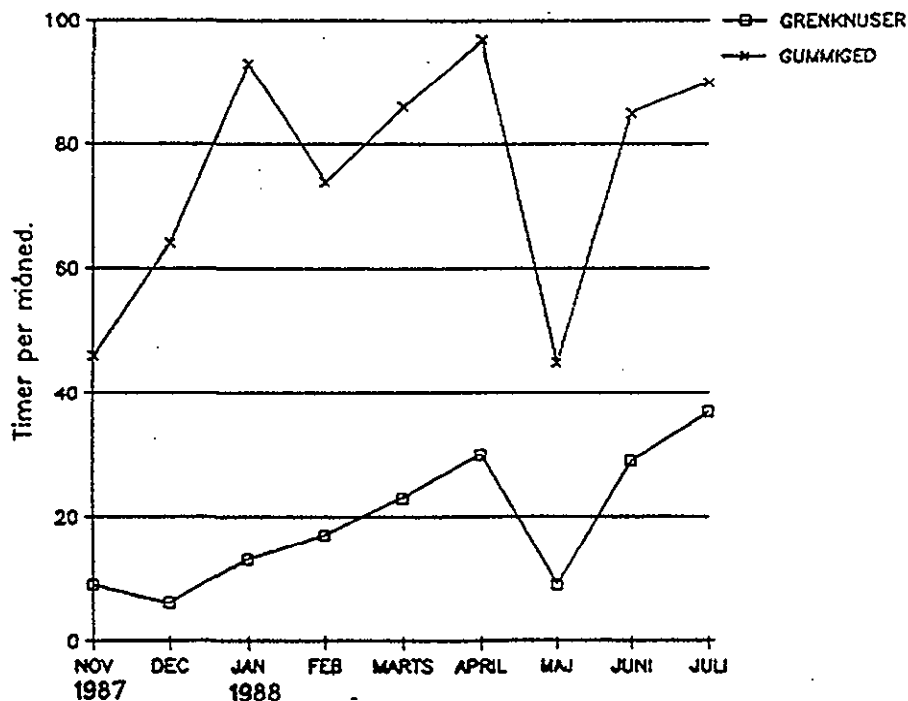
1.2.1.

Driftsmæssige erfaringer.

Anvendt maskinsystem.

Til neddelingen af haveaffaldet har Odense kommune indkøbt en Willibald UMF 225 grenknuser og en stor traktor af typen Steyer 8320 A, 206 kW, til at trække grenknuseren. Arbejdsbredden på grenknuseren er 2,29 m.

Til fordeling og beluftning af haveaffaldet er der anskaffet en gummiged af typen Hanomag 44 D. På gummigeden er der monteret en skovl med forlængede tænder. Forlængelsen er ca. 1,2 m.



Figur 8.

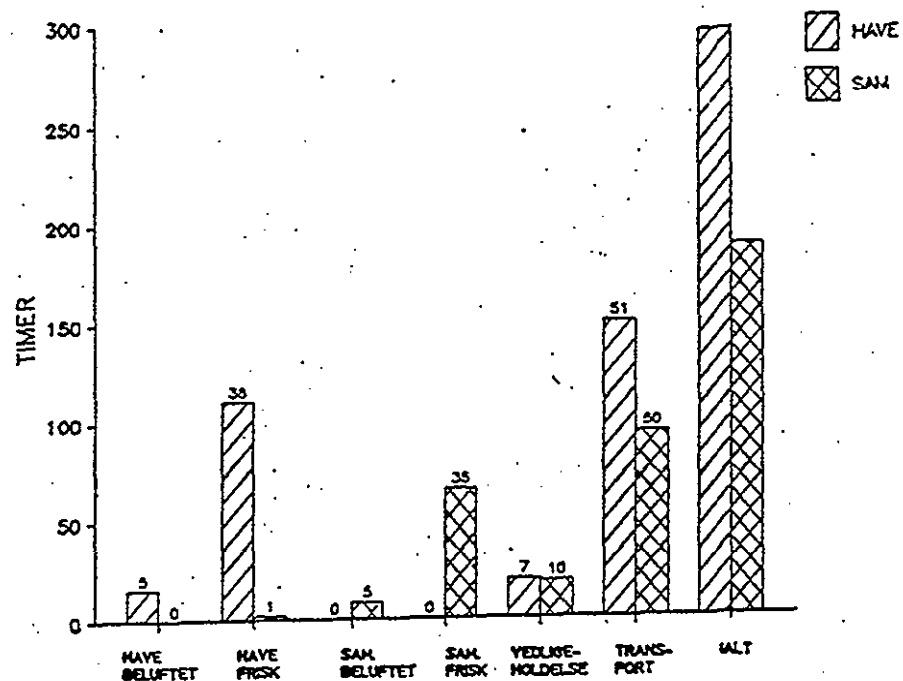
Månedlig timeforbrug for grenknuser og gummiged på 1. års madras i Odense.

Da man har valgt at sortere haveaffaldet på en plads 200 m fra madrassen, benytter man en tipvogn til at transportere haveaffaldet fra sorteringspladsen til madrassen. Tipvognen, der er fra fabrikken "de blå tipvogne", er af typen ACE 8, højtipvogn. Det er normalt Steyer traktoren, der trækker tipvognen.

Maskinernes timeforbrug bliver aflæst hver måned. Figur 8 viser det månedlige timeforbrug for Steyer traktoren (grenknuseren) og gummigeden. Traktoren er brugt både til at transportere haveaffaldet fra sorteringspladsen til madrassen og til at neddele haveaffaldet på madrassen.

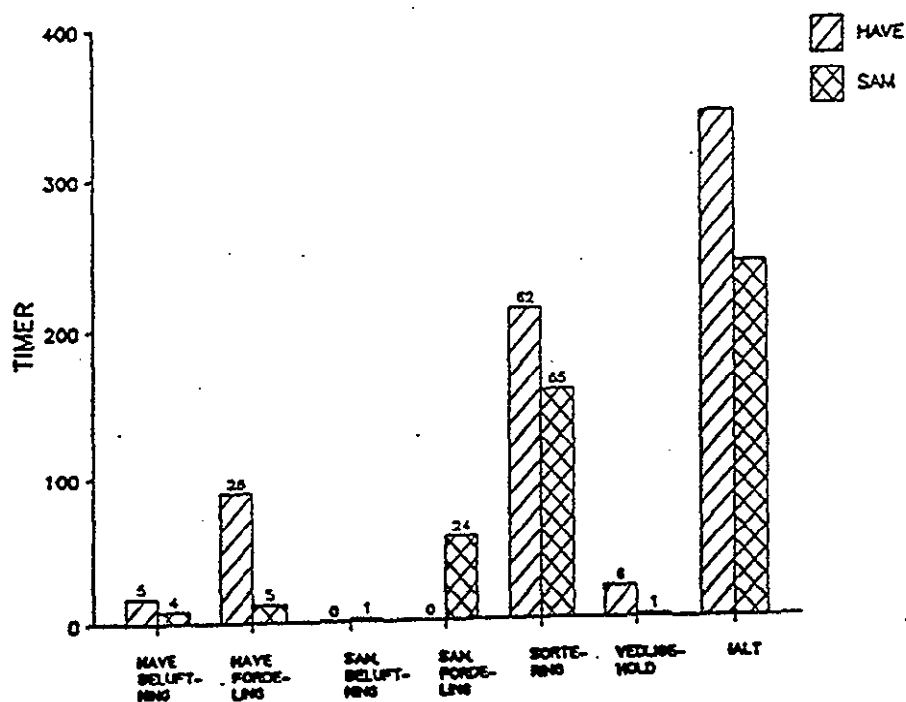
Gummigeden er benyttet til sortering af affaldet, fordeling på madrassen samt beluftning. På figurerne 8a og 8b er vist de 2 maskiners tidsforbrug fordelt på de forskellige arbejdsopgaver.

Figureerne viser først tidsforbruget fra september 1988, men det formodes, at fordelingen har været nogenlunde tilsvarende under behandlingen af den første madras.



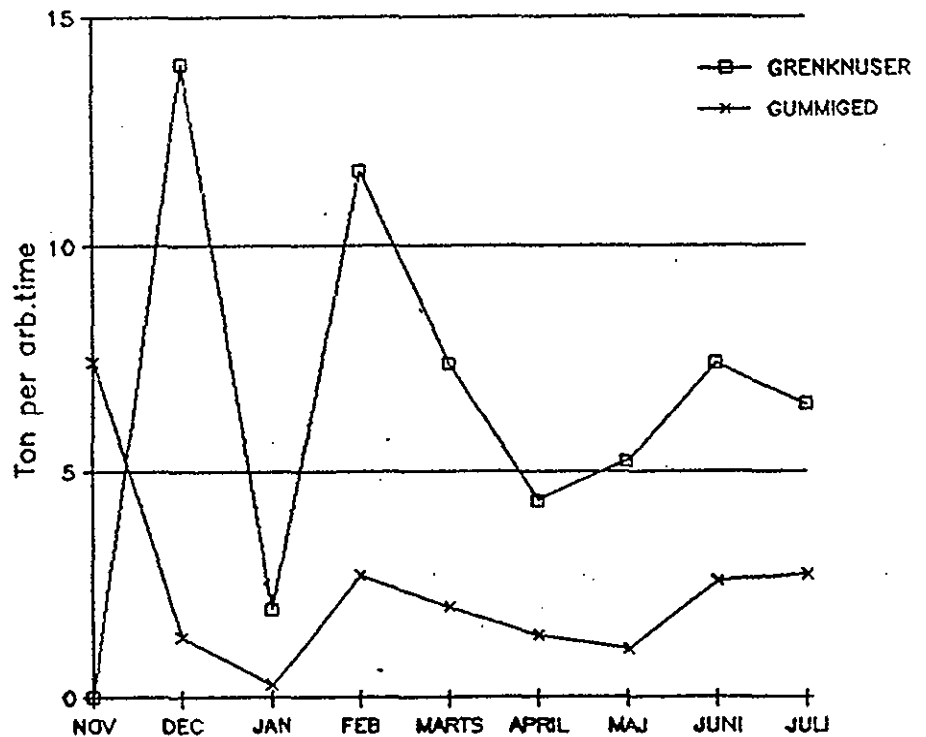
Figur 8a.

Fordelingen af gummigedens totale arbejdstid, på de forskellige arbejdsopgaver, i timer og %.



Figur 8b.

Fordelingen af grenknuserens totale arbejdstid på de forskellige arbejdsopgaver, i timer og %



Figur 9.

Komposteringsmaskinernes effektivitet vist som behandlet ton affald per arbejdstime (1988).

Gummigeden har i ca. 65 % af sin tid været anvendt til at sortere affaldet, og traktoren er i ca. 50 % af sin tid benyttet til at transportere affaldet fra sorteringspladsen til madrasen.

Der er endnu ikke regnet økonomisk på maskintiden, men af figur fremgår, hvor mange ton hver maskine behandler per driftstime. Figuren viser månedsgennemsnittet.

Timeforbruget kan være behæftet med fejl, da maskinerne en gang imellem bliver brugt til andet arbejde. Blandt andet kan de store udsving i januar måned tyde på, at maskinerne har været brugt til andet arbejde.

Der har været en del vedligeholdelse på maskinerne. Fra november 87 til august 88 er der brugt 31.150 kr. på grenknuseren og 17.260 kr. på traktor og gummiged tilsammen.

Udgifterne til grenknuseren stammer hovedsageligt fra udskiftning og reparation af slagler. En lille del (2.700 kr) er brugt på nye kileremme. Kileremmen er brændt i stykker 2 - 3 gange på grund af, at tomatplanter har viklet sig om grenknuserens slagler.

Omregnes udgifterne til kr./behandlet ton fås at grenknuseren koster 21,5 kr./behandlet ton.

Traktor og gummiged koster tilsammen 11,9 kr./behandlet ton. Det ses, at alene til vedligeholdelse af maskiner er der brugt 33,4 kr./behandlet ton.

Arbejdsgangen på madrassen.

På Stige Ø madraskomposteringsplads afleveres det næsten rene have- og grenaffald på en sorteringsplads 200 m fra madrassen. Her frasorteres eventuelle urenheder, så som møbler, cykler og hårde hvidevare, samt store rødder og stammer. Store stammer over 15-20 cm i diameter kan ikke neddeles af grenknuseren.

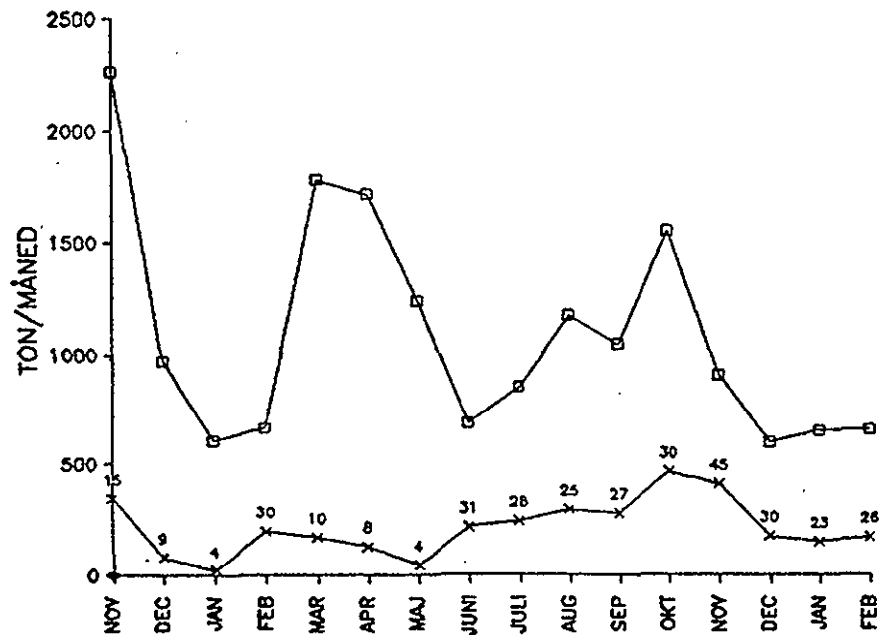
Det rene sorterede grenaffald køres over vægten og op til madrassen og lagres der, indtil det fordeles. På denne måde har man et meget nøjagtigt kendskab til den mængde affald, der er behandlet på pladsen.

Tilførte mængder.

Odense kommune har dimensioneret pladsen til at kunne behandle 10 - 15.000 ton de første år, med en planlagt udvidelse til 20 - 25.000 ton i permanent drift.

På den første madras blev modtaget 1.450 ton. Disse fordelte sig på følgende måde: Fra november 87 til 1/3 - 1988 blev der lagt 650 ton på madrassen. I perioden fra marts til august blev der lagt 800 ton op på madrassen.

Have- og grenaffaldsmængden varierer efter årstiden. Der afleveres store mængder om efteråret og om foråret. På figur 10 ses mængden af det tilførte have- og grenaffald til Stige Ø losseplads i den periode, der har være madraskompostering.



Figur 10.

Mængde af have- og grenaffald behandlet på Stige Ø losseplads.

□ = Totalt tilført Stige Ø losseplads.

X = Komposteret på madraskomposteringsplads.

Tal = Komposteret i % af den totale mængde.

På samme figur er vist mængden af madraskomposteret have- og grenaffald. Af figuren fremgår, at den komposterede mængde, udgør mellem 4 og 30% af den totalt tilførte mængde.

Af den komposterede andel var så lav, skyldes at det have- og grenaffald, der blev leveret til Stige Ø losseplads, var så forurenet med andet affald, at personalet på lossepladsen ikke kunne nå at sortere mere end 4-30%. Efter indførelsen af nærgenbrugsstationer i Odense kommune er det ikke mere nødvendigt at sortere haveaffaldet. Containerne fra nærgenbrugsstationerne køres direkte op på komposteringsmadrassen.

Den totale mængde have- og grenaffald, der tilførtes Stige Ø losseplads under opbygningen af den første madras, var ca. 10.000 ton. Denne mængde kunne godt være større, hvis stadsgartneren havde leveret sit affald til pladsen. Efter 1.7.89 har Odense kommune imidlertid fået dispensation for statsafgiften, og stadsgartneren har herefter leveret sorteret haveaffald.

Haveaffaldet i den 1. periode blev leveret af private vognmænd, der tømte containere for

private, anlægsgartnere samt containere fra de gamle genbrugstationer.

Madrassen blev udlagt som et L med kantlængder på 30 m og en brede på 10 og 15 m. Da den blev lagt i mile var den 1 til 1,5 m høj. På figur 7 ses formen af 1. madras.

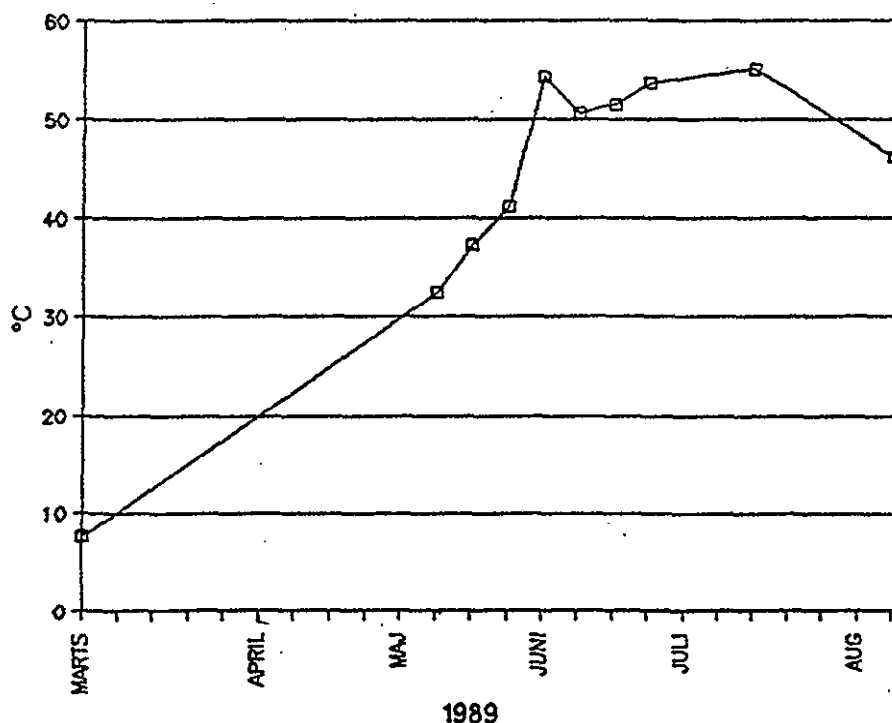
1.2.2.

Temperatur

Kemiske og fysiske resultater.

Da madrassen i marts 88 begyndte at tage form, påbegyndtes temperaturmålingerne. Temperaturen var i marts under 10°C, efter 3-4 måneder steg den til 50°C, hvorefter den lå jævnt omkring 53°C. På figur 11 er temperaturen i madrassen vist.

Kurven i figur 11 viser en gennemsnitstemperatur af 9 - 25 målepunkter. Det bør bemærkes, at det er den højeste temperatur ved hvert målepunkt, der er noteret. Derved viser temperaturmålingerne ikke et reelt billede af procestemperaturen i madrassen.



Figur 11.

Temperaturmålinger på 1. års madras. Uge gennemsnit af de højeste temperaturer i 9 - 25 målepunkter.

Kemiske analyser

Til at beskrive kompostens kvalitet er der udført analyser af kompostens tungmetalindhold (Pb, Cd, Hg, Co, Cu, Ni og Zn) og hovednæringsstofferne N, P og K.

Der er analyseret på 3 prøver af den sigtede kompost. Proceduren for prøveudtagningen har været følgende: Der er udtaget 10 delp prøver af ca. 1 kg. Disse er blandet grundigt, og af denne blanding er der udtaget en prøve på ca. 1 kg., der er sendt til analysering. På miljø- og levnedsmiddelkontrollen er prøverne blevet kværnet, inden analyserne er blevet udført.

Tungmetaller

Resultatet af tungmetalanalyserne ses i tabel 5. I tabellen er Odense-komposten sammenlignet med Miljøstyrelsens udkast til grænseværdier for affaldsstoffernes anvendelse på landbrugsjord, madraskompost fra Sengeløse og Århus samt kompost af grønt husholdningsaffald fra AFAV og København.

Odensekomposten er meget tør og har et højt indhold af aske. Den sigtede kompost bør for at fremtræde mere indbydende befugtes til et tørstofindhold på 50-60%.

Tungmetalindholdet i Odense-komposten ligger under de værdier, Miljøstyrelsen har foreslået som nye grænseværdier.

Tabel 5 Tungmetalanalyser af kompost fra Odense madraskomposteringsplads 1988 sammenlignet med kompost fra andre anlæg i Danmark. Jørgensen (1989), Hauge (1989), Hirsbak (1989)

	Odense madraskompost - x	Nye grænse- værdier **	Sengeløse kompost (2-87)	Århus madraskompost	AFAV grøn komp.	København grøn kompost ***
TS%	78		43	70	65	45
VS% af TS	17		66	18,3	74	76
pH	7,4		7,5	7,7	8	7,6
mg/kg TS						
Pb	31	80-120*	5,2	67	100	39
Cd	0,54	0,8	0,3	0,42	0,77	0,36
Hg	0,25	0,8	> 0,02	0,14	0,42	0,17
Co	3,2				3,2	
Cu	15,2	100			12	11
Ni	20	30	7,4	17		
Zn	94	1000			340	
* 80 gælder private have, 120 for anbringelse på landbrugsjord.						
** Miljøstyrelsens udkast til nye grænseværdier						
*** Gennemsnit af målinger på komposttyper.						

N 0,68% = 6,8 g/kg ; P 0,12 = 1,2 g/kg ; K 0,26% = 2,6 g/kg

1.3. Samkompostering af haveaffald og organisk industriaffald.

Samkomposteringen af haveaffald og andet organisk affald, har begrænset sig til kun at omhandle kompostering af haveaffald og organisk industriaffald fra udvalgte industrier.

Samkomposteringen af "gråt" husholdningsaffald og haveaffald blev ikke iværksat. Miljøstyrelsen og Odense kommunes rådgivere skønnede, at det grå husholdningsaffald ikke var egnet til madraskompostering uden forbehandling.

Den grå fraktion i Odenses indsamlingssystem er den del af husholdningsaffaldet, der er tilbage, når tørt genbrugeligt affald og miljøfarligt affald er frasorteret.

Det tørre genbrugelige affald, den grønne fraktion, består af glas, papir, plastik og metal. I det miljøfarlige affald er bl.a. medicin, batterier, maling og lakrester, termometre og støvsugerposer.

1.3.1.

Organisk industriaffald i Odense.

For at få et overblik over behovet for at kompostere organisk industriaffald er der foretaget en henvendelse til 17 industrier, der arbejder med forarbejdning af levnedsmidler eller lign. produkter.

Virksomhederne er udvalgt fra Odense kommunes erhvervsregister, og der er kun rettet henvendelse til virksomheder med mere end 20 ansatte. I tabel 6 ses en opgørelse over de firmaer, der er rettet henvendelse til.

Det generelle indtryk er, at virksomhederne allerede har løst problemet med rester fra produktionen. Affaldet anvendes til:

- Foder
- Kød og benmel
- Organisk tilskud til renseanlæggets biologiske N-fjernelse

Tabel 6 Industrier, der er rettet henvendelse til vedr. levering af organisk affald.

	ugentlig mængde	volume	årlig mængde	kommentarer
	TON	m ³	TON	
Albani	10	10	520	flydende
Gasa	7,5	≈21	390	div rester sæson udsn.
Tulip				
Odense konserver- fabrik				Der kommer evt. slam
Mette Munk	2,5	2,5	130	Skøn dejrester ikke ikke tilgængeligt nu
Mejeriselskabet Danmark				Alt organisk genbruges
Loctosan A/S	÷ 1	3	52	Æggeskaller
Havnemøllerne A/S			1	
Fynbo brød				Alt org. rest bruges til foder
Mayo Odense				
Dæhnfeldt	15	30	390	Støv fra græs fra 15/7 til pro
De forenede is- værker				Kun lager
Odense marcipan				
Kims Snack				Alt går til foder
A/S Slots is	1		52	Fejlproduktion er som
A/S Cardia				Honning til B i foder
Genfiber A/S	300	300	15.600	To slags affald 50% af hver

På nogle virksomheder er der mindre mængder organisk materiale, der ikke bliver genanvendt. Det er typisk fejlprodukter eller affald i varierende mængder.

Enkelte virksomheder har anselige mængder, der for tiden bliver deponeret på lossepladsen. Det drejer sig om Albani og Gasa.

Disse virksomheder inddrages i forsøget med mængder, der nogenlunde svarer til den udnyttelse, man kan forvente senere.

Generelt ser det ud som om, de organiske affaldsstoffer, der kan komme på tale til madras-kompostering, stammer fra enkelte virksomheder, der ikke kan finde anden anvendelse for deres affaldsstoffer.

Arten af affald vil variere fra landsdel til landsdel. Det er derfor svært, at udføre et forsøg hvor resultaterne kan overføres direkte til andre byer i Danmark.

Det, der især kan videregives fra forsøgene i Odense og komposteringspladsen i Sengeløse, er erfaringer med at behandle affaldstyper med meget forskellig konsistens.

Koncentrationen af industriaffald på madrassen.

Komposteringspladsen i Sengeløse er det eneste sted, der tidligere har samkomposteret organisk industriaffald og haveaffald efter madraskomposteringsmetoden. Erfaringer herfra viser, at industriaffaldet kan udgøre op til 20% af haveaffaldet. Normalt blandes ca. 10% industriaffald i haveaffaldet.

Haveaffaldet kommer ikke kontinuerligt, idet der er mest forår og efterår. Industriaffaldet forventes at komme nogenlunde kontinuerligt. Dette medføre, at der vil blive en større koncentration af industriaffald på madrassen sommer og vinter, i forhold til forår og efterår. Hvis industriaffaldet er vådt, kan dette være en fordel om sommeren, men en ulempe om vinteren.

I Odense er den potentielle mængde af gren- og haveaffald ca. 15.000 ton/år. Mængden af industriaffald, der kan behandles i Odense, udgør således mellem 1500 ton/år og 3000 ton/år, når tidligere erfaringer er anvendt.

Med udgangspunkt i at forsøgsmadrassen er 30 m bred og 45 m lang, og der kan placeres 1,5- 2 ton/m², sættes det årlige forbrug af haveaffald til 2.500 ton. På madrassen har der indtil 1/4 89 være udlagt ca. 1.000 ton. I de resterende 7 måneder skal der bruges ca 1.500 ton haveaffald. Mængden af organisk industriaffald, der skal bruges ligger da mellem 150 og 300 ton.

I dette forsøg vil industriaffaldet blive tilført jævnt. Mængden, der skal tilføres per uge, vil ligge mellem 22 og 44 ton. Den endelige mængde bestemmes først efter en indkøring med de aktuelle affaldsstoffer.

Der vil i en periode blive lavet forsøg med at tilføre ekstra meget industriaffald for at konstatere, hvor meget madrassen kan belastes.

Vejledning i arbejdet med industriaffald.

Albani-affald

Affaldet fra Albani er slam med et tørstofindhold på mellem 3 og 6%. Der kommer 1 til 2 containere (å 30 m³) om ugen. Slammet tømmes i slamgraven og tilføres herfra komposteringsmadrassen med lossepladsens slamsuger. På den måde kan slammet tilkøres, når der er behov for det.

Under indkøringen findes det bedste tidspunkt for tilkørsel af slammet, samt hvilken metode, der skal bruges.

Det forventes, at slammet skal spredes på hele madrassen hver gang, hvis det er muligt. Ellers skal der holdes regnskab med, hvor man placerer det. Mængden kan således variere mellem 7 og 14 kg friskvægt/uge/m².

Der er følgende mulige udbringningstidspunkter:

1. Før udlægning af nyt materiale.
2. Ovenpå nyt materiale inden knusning.
3. Før en beluftning.

Sandsynligvis er den første løsning den bedste. Slammet bliver blandet med friskt materialet og nedbragt forholdsvis hurtigt efter udlægning.

GASA affald

Fra GASA vil affaldet være meget inhomogent. En uge kan der ankomme en container, hvor halvdelen af indholdet er æbler; næste uge kan hovedparten af affaldet bestå af afskårne blomster.

Hvis affaldet er meget letomsætteligt (frugt, grønsager m.m.), bør det fordeles over et stort areal. Hvis affaldet hovedsageligt består af potteplanter og lignende træagtigt affald, behandles det som almindelig haveaffald.

1.3.2.

Forsøgsplan for samkompostering.

Som affaldsleverandører er det valgt at bruge Albani og GASA. Affaldet forventes at være ensartet og komme kontinuerligt fra Albani. Derimod forventes en sæsonvariation på affaldet fra Gasa.

Alt affaldet fra Albani og GASA anvendes på madrassen i hele perioden. Affaldet fra Genfiber bruges til at supplere op til den ønskede totalmængde og til at lave forsøg med større mængder af industriaffald.

Forsøg med større mængder af industriaffald lægges i månederne juni og september. Disse måneder er valgt, da der er stor forskel i klimaet mellem juni og september. Klimaet forventes at have indflydelse på madrassens fugtighed og dermed komposteringsprocessen. I juni forventes der en lille nedbørsmængde og en stor fordampning. I september forventes nedbørsmængden at være større og fordampningen mindre, Aslyng (1978).

Måleprogram for samkompostering.

I det følgende beskrives, hvordan de valgte undersøgelser udføres. Samtidig omtales de skemaer, der skal anvendes til den nødvendige registrering.

Måleprogrammet kan opdeles i to hovedemner:

- Procesmålinger.
- Driftsundersøgelser.

Procesmålingerne omfatter undersøgelser af temperaturen, fugtigheden og omsætningen af organisk materiale i madrassen og i milerne.

Af de tre parameter er det kun temperaturen, der er let at måle jævnlige.

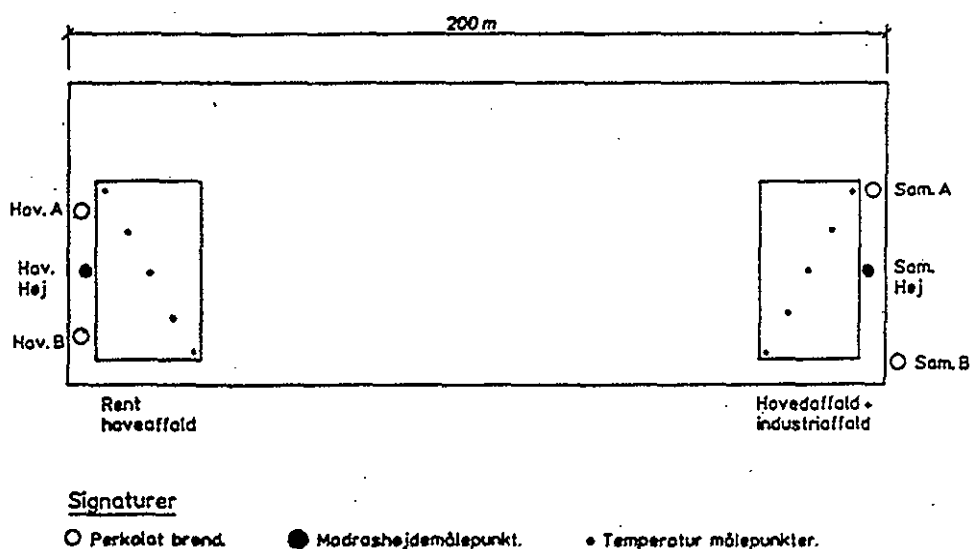
Fugtigheden og omsætningsgraden kan kun bestemmes ved større indgreb i processen.

Klimatiske data og den færdige komposts kvalitet fortæller også, hvordan processen er forløbet. Det er dog ikke parametre, personalet registrerer dagligt.

Driftsmålingerne omfatter tidsforbrug af personer og maskiner, reparationer af maskiner, tilførte mængder af materialer, samt mængderne af kompost, der lægges i miler og sigtes.

Temperaturmålinger.

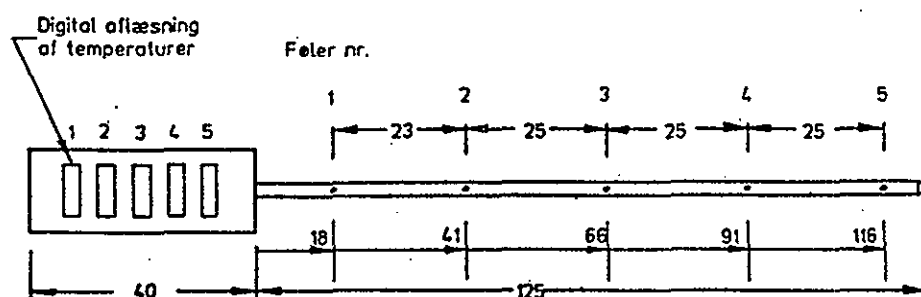
Madrassernes temperatur måles en gang om ugen i 5 dybder og 5 steder på hver madras. I figur 12 ses placeringen af målestederne. Målingerne indføres i et skema, der bruges til senere databehandling.



Figur 12.

Placering af målesteder på forsøgsmadrasserne i 1989.

Til målingerne anvendes et termometer, der er specielt konstrueret til at måle på madrasserne, se figur. Termometret er ekstra solidt, og det er muligt at fastlægge den dybde, hvori målingerne er udført.



Figur 13.

Termometer med 5 følere. Tallene angiver afstande i cm. Øverste skala angiver afstanden mellem følerne. Mellemske skala angiver afstanden fra bunden af aflæsningskasse til de enkelte følere. Nederste skala viser instrumentets samlede længde.

I milerne måles temperaturen en gang om ugen med det samme termometer som anvendes til målinger på madrassen. Den endelige metode fastlægges, når milerne er sat op.

Perkolatmålinger.

Mængden af perkolat bestemmes en gang om ugen ved at måle afstanden til væskeoverfladen i de 4 perkolatbrønde. Måleresultater føres ind på skema 1. Placeringen af perkolatbrøndene er indtegnet på figur.

Kemiske undersøgelser på perkolatet foretages efter den plan, der er vist på skema 2. Resultaterne af de kemiske analyser føres ind i et skema.

Fugtighed, omsætningsgrad og pH.

Under komposteringsforløbet udtages prøver til undersøgelse af kompostens tørstofindhold, indholdt af organisk tørstof og pH. Der udtages prøver 3 gange i madrasperioden og 3 gange i mileperioden.

Der udtages prøver fra madrassen ved at grave et hul ned i madrassen, så langt gummigeden kan komme. Snitfladen på en af siderne bør være så ren som overhovedet mulig.

På denne side udtages 3 prøver, en fra toppen, en fra midten og en fra bunden. Hver prøven bør fylde 5 - 10 l og bestå af flere delprøver fra det samme lag. Delprøverne skal udtages tilfældigt.

Prøverne udtages et nyt sted hver gang.

Ved udtagelse af prøver fra milerne graves et hul ind fra siden af milen med gummigeden. Der udtages 3 prøver, en fra midten, en fra kanten og en ca. 50 cm fra kanten.

Der laves en karakterisering af milen ved hver prøveudtagning. Den første gang der udtages prøver, bør man grave flere huller, for at konstatere om der er synlige forskelle på milerne. Man kunne forestille sig at de miler, der lå i vindsiden, var mere tørre end de andre.

Tilsvarende tages der også prøver af den færdig-sigtede kompost, når den har ligget en uge.

Resultaterne fra målingerne føres ind i skemaer.

Klimatiske data.

For at undersøge om der er nogen sammenhæng mellem vejret og udviklingen af processen i madrassen, er det nødvendigt med data om nedbør, solskinstimer, vindhastighed, vindretning og temperatur.

Det er tidskrævende og dyrt at lave disse observationer på komposteringspladsen. Derfor er der valgt at bruge observationer fra Odense lufthavn og Årslev forsøgstation. Begge disse observationssteder indgår i Danmarks Meteorologiske Instituts uge- og månedsberetninger.

Massefyldebestemmelser.

For at kunne dimensionere fremtidige kompostpladser er det nødvendigt at kende både affaldets og kompostens massefylde i de forskellige faser af komposteringsprocessen.

Da affaldet er meget inhomogen, kan man ikke udføre en nøjagtig måling. Det er derfor nødvendigt at bruge en tilpasset metode. Den metode, der er beskrevet nedenfor, tager ikke hensyn til de meget store grenes indvirkning på massefylden.

På de kompostprøver, der udtages til tørstof-analyser, laves også massefyldebestemmelser.

Den metode, der bruges i Odense til at bestemme massefylden af komposten er følgende:

Massefyldebestemmelsen udføres ved at veje 3-5 liter løst lejret kompost i en 5 l spand. Komposten trykkes sammen, og man aflæser det nye volumen. De to fremkommende massefylder angives som maximum og minimum.

Metoden er specielt udviklet til dette forsøg. Sammenligning med andre forsøgstal for massefylde skal derfor laves med et vist forbehold.

Samme procedure bruges også til kompost fra milerne og den færdige kompost.

Kemiske undersøgelser.

Der er opstillet et analyseprogram for de kemiske undersøgelser, der skal udføres på komposten. Programmet omhandler både næringsstoffer og tungmetaller.

Resultaterne indføres i et skema, der trykkes i slutrapporten. Der er i midlertid ikke afsat penge til at lave statistiske undersøgelser på resultaterne.

Tidsforbrug manuelt og maskinelt.

For at få et indtryk af fordelingen af tidsforbruget på de forskellige arbejdsrutiner er der lavet to skemaer, som traktorførerne skal udfylde. Skemaerne er lavet, så de kan sidde i førerhuset på de to maskiner. Der er et for grenknuseren (skema 1) og ét for gummigeden (skema 2).

Ud over disse skemaer, bliver maskinernes timeforbrug aflæst hver måned.

Masseflow.

Mængden af affald, der tilføres madrassen, bliver registreret i vejehuset. Det er muligt at få dags-, uge- og månedsrapporter på disse registreringer.

Skema 1 Registrering af forbrugt arbejdstid i timer for:

GRENKNUSER

Ugedag		Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
--------	--	--------	---------	--------	---------	--------

Dato

Ansvarlig pers.

HAVEAFFALD

Beluftet materiale

Friskt materiale

SAMKOMPOSTERING

Beluftet materiale

Friskt materiale

Håndsortering

Måling/Aflæsning

Vedligeholdelse

Transport

Arbejdstid ialt

NOTATER

Skema 2 Registrering af forbrugt arbejdstid i timer for:

GUMMIGED

Ugedag

Mandag

Tirsdag

Onsdag

Torsdag

Fredag

Dato

Ansvarlig pers.

HAVEAFFALD :

Beluftning

Fordeling

SAMKOMPOSTERING :

Beluftning

Fordeling

Affaldssortering

Måling/aflæsning

Vedligeholdelse

Arbejdstid ialt

NOTATER

Mængden af kompost, der lægges i miler efter madrasperioden, er det ikke muligt at veje. I stedet bruges volumebestemmelser og massefyldebestemmelser til at beregne mængden. Ved hjælp af mængden af omsat organisk stof kan den mængde, der lægges i miler beregnes.

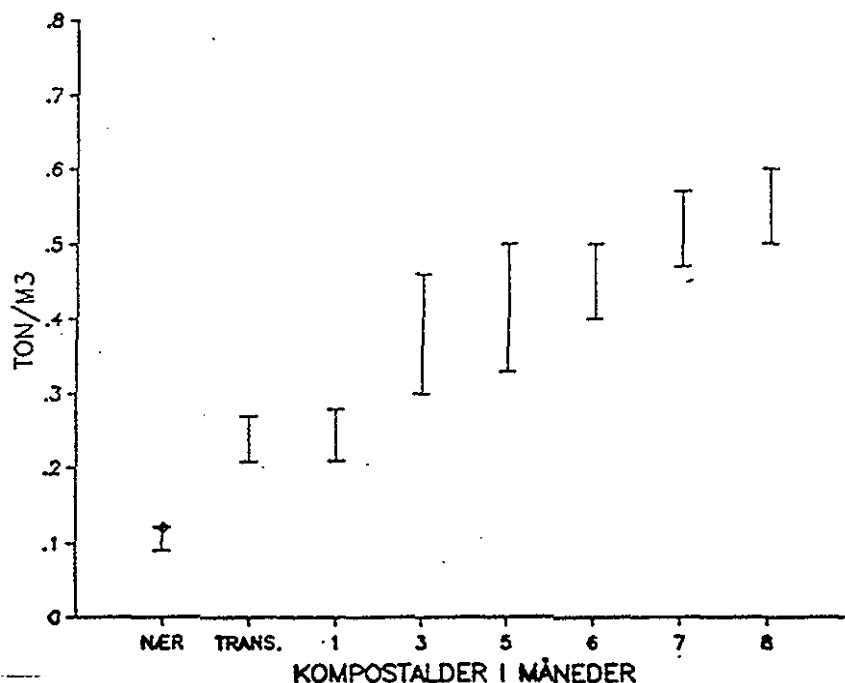
Den færdige kompost vejes, når den forlader komposteringspladsen. Det er ikke muligt at veje den sigterest, der lægges på den ny madras. Derfor laves kontrolmålinger af, hvad en vognfuld eller grabfuld vejer. Derefter tælles antallet af vognfulde eller grabfulde, der lægges på den nye madras.

1.3.3.

Foreløbige resultater.

En del af de undersøgelser, der er omtalt ovenfor, er sat igang. Det er derfor muligt allerede at præsentere nogle resultater og beregninger.

Beregningerne er dog lavet på et spinkelt grundlag og kan blive anderledes, når der er udført flere målinger.



Figur 14.

Massefylde på friskt haveaffald og komposteret haveaffald.

- NÆR = Haveaffald fra nærgenbrugsstationer.
- TRANS = Haveaffald der transporteres fra sortering til madraskompostering.
- 1-8 = Kompostens alder i måneder på madrasen.

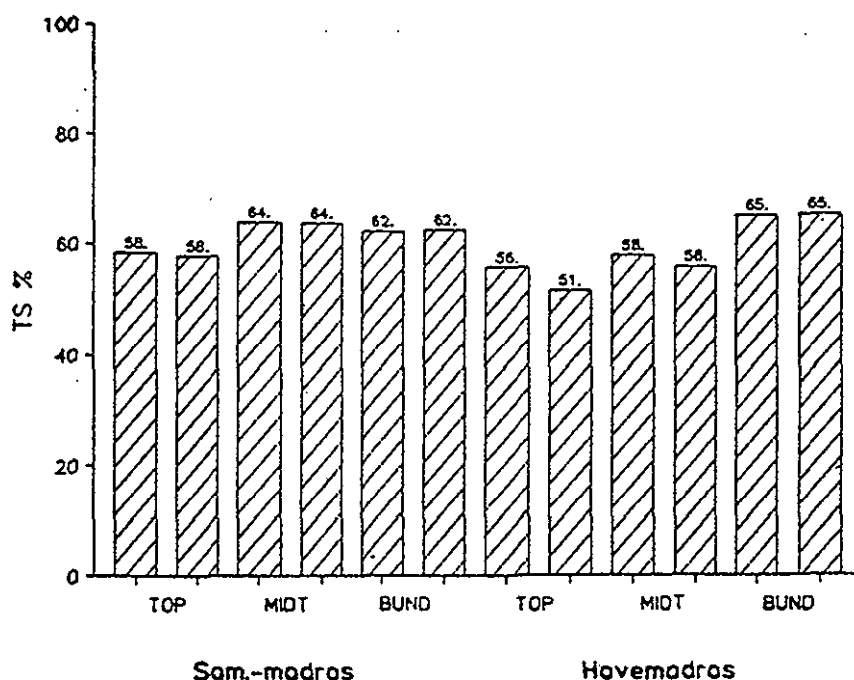
Massefyldebestemmelser.

Der er lavet beregninger og målinger af massefylden på det friske haveaffald, der tilføres Stige Ø Losseplads og på madraskompost i forskellige aldre. Massefylden stiger fra 0,1 ton/m³ i friskt affald til 0,6 ton/m³ i 8 måneder gammel kompost.

Resultaterne er vist i figur 14. Intervallet på det tilførte have- og grenaffald er nok for lille. Det burde nærmere være fra 0,05 til 0,3 ton/m³.

Tørstofprocent.

Den 7. april 1989 gennemførtes den første tørstofmåling på madrasserne. Undersøgelsen viste, at tørstofprocenten ligger mellem 50 og 65 %, se figur.



Figur 15.

Tørstofproducenter i tre lag: Top, midt og bund fra de to forsøgsmadrasser, sam og have. Prøverne er udtaget d. 7/4-89. Begge resultater fra dobbeltbestemmelserne er vist.

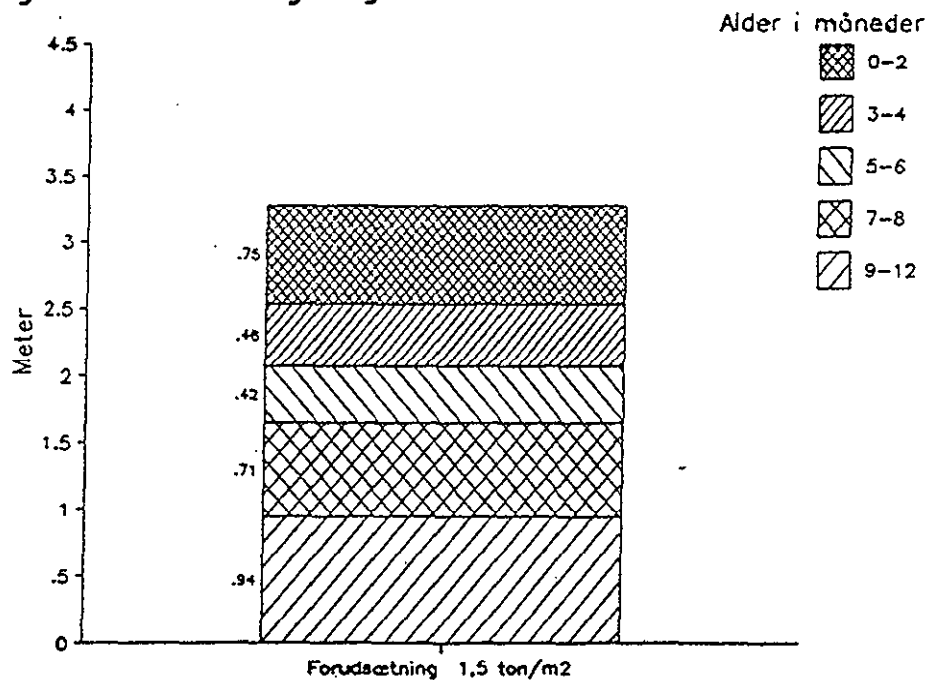
Der er ikke umiddelbart nogen sammenhæng mellem tørstofprocenten og kompostalderen eller mellem tørstofprocent og kompostens placering i madrassen.

De senere undersøgelser vil vise om kompostens tørstofprocent kun afhænger af klimaet, som antydtes tidligere og vist i figur 6.

Madrashøjden.

Ved hjælp ovennævnte massefyldeberegninger og tørstofprocenter, samt skønnede værdier for omsætningsgrader og årstidsvariationer på leveret haveaffald, er der lavet en model, der kan beregne madrassens højde, når den skal lægges i miler.

Indgangsparameteren i modellen er madrassens kapacitet i ton haveaffald per m^2 madras. Ved henholdsvis 1, 1,5 og 2 ton/m^2 er højden 2,2 m, 3,3 m og 4,3 m. I figur 16 ses tykkelsen af de forskellige lag. I tabel 1 ses forudsætningerne for beregningen.



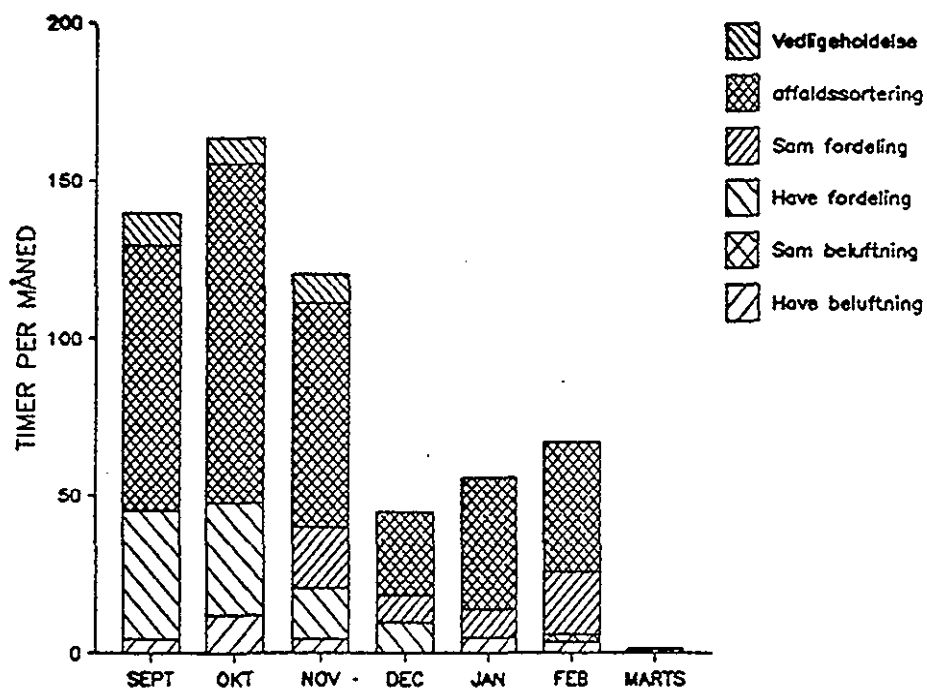
Figur 16.

Højden på de forskellige lag i madrassen, før den opsættes i mile. Der er taget hensyn til lagenes omsætningsgrad og massefylde, samt til årsvariation i haveaffaldets levering.

De fremtidige målinger vil blive anvendt til at verificere forudsætningerne i denne model.

Timeforbrug.

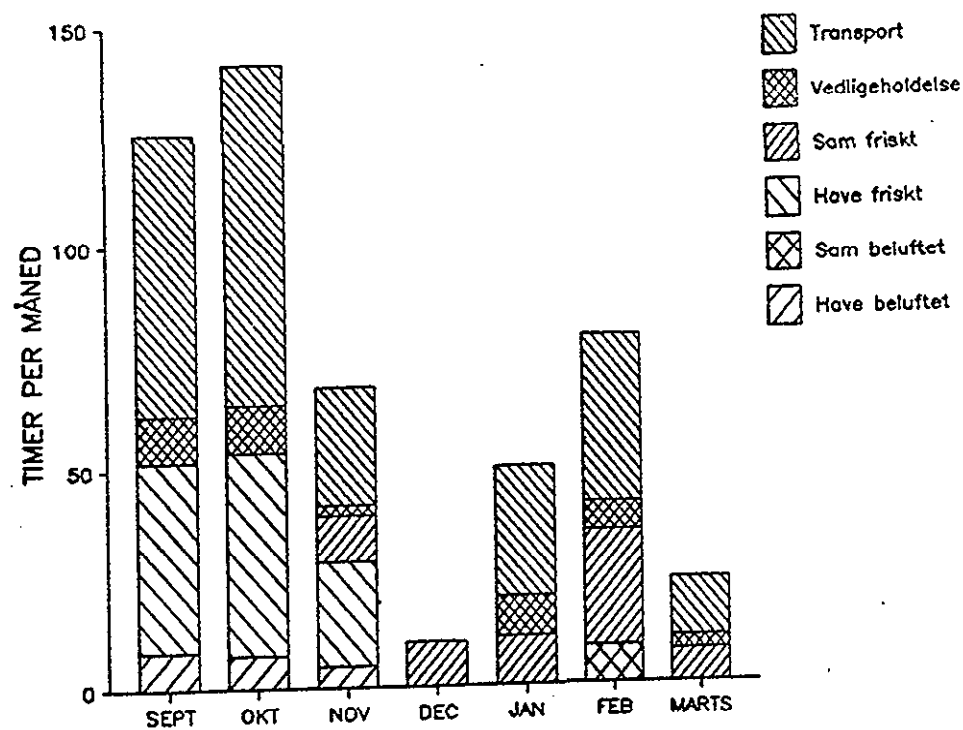
Traktorførerne har siden september registreret forbruget af deres tid på de forskellige arbejdsopgaver. Resultatet af denne registrering kan ses af figur 17 og 18.



Figur 17.

Det månedlige timeforbrug for føreren af gummigeden, fordelt på de forskellige arbejdsopgaver.

Timeforbruget har været højest i september og oktober. Det meste af tiden er gået med at sortere og transportere have- og grenaffald, inden det komposteres. På figur 19 ses, at 62 til 65 % af gummigedens totale tid er gået med at sortere grene. Grenknuseren har brugt 50 % af sin totale tid til at transportere affald.



Figur 18.
 Det månedlige timeforbrug for føreren af gren-
 knuseren, fordelt på de forskellige arbejdsop-
 gaver.

1.4. Erfaringer fra andre madraskomposteringspladser.

Madraskompostering er udviklet i Tyskland af Phillip Mähn. I 1980 startede den første offentlige madraskomposteringsplads i Darmstadt. Sidenhen er der startet ca 10 madraskomposteringspladser med behandling af haveaffald. I de sidste par år er der startet forsøg med at blande organisk husholdningsaffald i haveaffaldet.

Madraskomposteringsmetoden er indført i Danmark af Peter Erik Jørgensen fra Dankompost. I 1986 startede den første madras her i landet på Sengeløse losseplads. Sidenhen er madraskomposteringsmetoden anvendt til haveaffald i Århus, Odense, Vejle og København.

Selv om metoden snart har været benyttet i 10 år i Tyskland, er der skrevet forbavsende lidt om den. Det har kun været muligt at finde beskrivelser om et anlæg i Bremen og om et i Mainz. På dansk er der udarbejdet en procesbeskrivelse og en driftsvejledning til Århus kommune af Dankompost. Metoden endvidere er vurderet i et projekt, Cowiconsult har udført for Frederiksborg Amt og Miljøstyrelsen om kompostering af haveaffald.

Gennem litteratursøgning på databaser har det ikke været muligt at finde nogen omtale af madraskomposteringsmetoden.

1.4.1.

Udenlandske madraskomposteringspladser.

De to udenlandske rapporter, som skal omtales her, omhandler forsøg med samkompostering af organisk husholdningsaffald og haveaffald i Mainz samt haveaffaldskompostering i affaldsdeponiet Blockland i Bremen.

Bremen

På Blockland-deponiet i Bremen har man komposteret organisk affald i lang tid. Man har både benyttet milemetoden og madrasmetoden. Forsøgene er beskrevet af Dr. Thomas Schriefer.

Fra maj 1986 til maj 1987 lavede man et forsøg med madraskompostering. I dette forsøg har man forsøgt at måle alle de parametre, der har betydning for komposteringsprocessen og kompostens kvalitet.

Desværre er dette meget gennemarbejdede måleprogram udført på en madras, der ikke blev styret efter samme principper, som vi anvender i Danmark.

Madrassen var 70m x 60m og 1,5 m høj, da den blev lagt i miler i slutningen af november 1986. I madrasperioden blev der kun beluftet 2 gange, i modsætning til Sengeløse, der belufter en gang om ugen. Dette er af afgørende betydning for den omsætning, der opnås i madrassen i Bremen.

Der er lavet en stationær målestation midt i madrassen, hvorfra der er målt temperatur, fugtighed, perkolat, sammensynkning, CO₂ og omsætningsgrad.

Temperaturen lå konstant over 40 °C i alle madrassens lag og i milerne. I det første lag af madrassen var temperaturen oppe over 60°C i starten. Senere faldt temperaturen til omkring 40°C med nogenlunde samme hældning som faldet i udetemperaturen. I milerne var der ikke denne korrelation mellem udetemperatur og komposteringstemperatur, idet miletemperaturen var højest ved lav udetemperatur.

Fugtigheden i madrassen svinger mellem 30 og 50 %. Fugtigheden er afhængig af nedbøren og fordampningen og svinger derfor meget. I juli måned, hvor der ingen regn er faldet og fordampningen er stor, falder madrassens fugtindhold til mellem 10 og 20 %. Den efterfølgende nedbør er dog istand til at have fugtigheden relativt hurtigt.

Der er ikke nogen direkte sammenhæng mellem madrassens fugtighed og dens temperatur. I et materiale, hvor der kun er 10 % vand, er den mikrobielle aktivitet meget begrænset og temperaturen burde derfor dale kraftigt.

Arsagen til, at der ikke indtræffer et temperaturfald, er en ringe luftgennemgang og, at komposten er et godt isoleringsmiddel. Der er således en meget lav energiafgivelse fra madrassen og næsten ingen mikrobiologisk aktivitet.

Forklaringen ovenfor viser, at temperaturen i komposten ikke altid kan bruges til at fortælle om den mikrobielle aktivitets størrelse.

Perkolatmængde fra madraskompostering er lille og ikke korreleret med nedbørsmængden, Schriefer (1987). I gennemsnit genfindes kun 0,83 % af nedbørsmængden som perkolat. Der er maximalt målt 1,92 % af nedbøren som perkolat.

Ved milekompostering genfindes mellem 2,4 og 40 % af nedbøren som perkolat. Schriefer (1987).

Der er en meget lille sammensynkning af madrassen i Bremen. I følge Schriefer skyldes dette, at haveaffaldet udsættes for en kraftig neddeling og komprimering under opbygningen af madrassen.

Sammensynkningen skal dog ses i sammenhæng med den omsætning, der sker i madrassen og måden, man måler omsætningen på. Schriefer påviser en kraftig omsætning i det øverste lag af madrassen, men en meget ringe omsætning i de andre lag.

Omsætningen er målt ved at bestemme mængden af organisk stof i nogle gaseposer med "standard haveaffald". Gaseposerne er lagt ind i madrassen under opbygningen af denne. Gaseposerne tages ud under og efter kompostering, således at udviklingen i omsætningen kan måles.

Denne måde at måle omsætningen på umuliggør imidlertid beluftning og neddeling en gang om ugen, sådan som det praktiseres i Sengeløse. Derfor vil aktiviteten i madrassen i Bremen undersøgelserne være ringere, end den er i Sengeløse.

På grund af den mindre omsætning vil sammensynkningen ikke være så kraftig.

CO₂-indholdet i madrasluften ligger mellem 15 og 30²%. Dette er meget højt og vidner om, at den mikrobile aktivitet er hæmmet på grund af iltmangel.

Af ovenstående ses, hvor vigtigt det er at belufte madrassen. Denne arbejdsrutine svarer til det, der sker, når man i milekompostering omstikker. Materialet bliver omlejret og får en direkte adgang til friluft. Når der ikke beluftes, sker mikroorganismernes ilttilførsel kun ved diffusion og termiske bevægelser i luften. Den termiske lufttransport er hæmmet i en madras på grund af formen i forhold til i en mile.

Det skal imidlertid bemærkes, at beluftningen af en komposteringsmadras også sker for at øge proceshastigheden. Hvis der var et ubegrænset areal til rådighed til madraskompostering, ville det ikke være økonomisk rentabelt at belufte madrassen så ofte, som når arealet er den begrænsende faktor.

I den efterfølgende mileperiode sker der en større omsætning, og resultatet er en fin kompost, der er fri for ukrudt. Schriefer (1987)

Mainz

I Mainz havde man i perioden 1986-1987, udover en komposteringsmadrass til haveaffald også forsøgsmadrasser, hvor organisk køkkenaffald komposteres sammen med haveaffald.

Den fraktion af husholdningsaffaldet, der komposteres i Mainz, er: alt organisk køkkenaffald, vådt indpakningspapir, hygiejnepapir og papirposer.

Følgende konklusioner kan drages af forsøget:

- Det er nødvendigt at have rigeligt med stukturmateriale at blande i køkkenaffaldet.

I Mainz har det i perioder været nødvendigt at tilføre halm.

- Blandingsforholdet mellem køkkenaffald og haveaffald kan være 1:1 under normale forhold. I meget regnfulde perioder skal der tilsættes mere haveaffald for at undgå tilslæmning.
- Der er en temperaturgradient i madrassen. I de øverste 20 til 30 cm er temperaturen højest. Der er målt op til 55 °C. I bunden ligger temperaturen mellem 30 og 35 °C, når madrassen er over 80 cm. Gennemsnitstemperaturen ligger mellem 40 og 45 °C.
- Den optimale opholdstid i madrassen har været 2 - 3 måneder, efterfulgt af en 3 - 4 måneders mileperiode.
- Perkolatmængden fra komposteringen er i en af madrasserne målt til 0,012 l/m²/dag svarende til 0,016 l/m³/dag.

Generelt er der produceret en kvalitetskompost uden skadelige stoffer. Samkompostering kræver noget mere af medarbejderne på komposteringspladsen, idet det er vanskeligere at styre en kompostering, hvor der også er organisk køkkenaffald i.

2. Madraskompostering i Århus.

2.1. Sammendrag.

Mængder	Århus kommune har fra maj 1987 til maj 1989 gennemført forsøg med madraskompostering af haveaffald. I forsøgsperioden er der behandlet ca. 15.000 tons haveaffald.
Variation	Der har været en stor variation på mængden af behandlet haveaffald. I efterårs- og forårsmånederne modtoges de største mængder. Foruden årstidsvariationen var der en stor variation fra uge til uge. Som eksempel modtoges der 100 tons en uge og i den efterfølgende uge 200 tons. Mængden af modtaget haveaffald varierede mellem 50 ton/uge og 200 ton/uge.
Urenheder	I begyndelsen af forsøget modtoges en del affald, der indeholdt materialer som plastik, murbrokker og lignende. For at undgå dette, modtoges der kun affald på komposteringspladsen, når den var bemandet. Senere begyndte medarbejderne på komposteringspladsen at arbejde forskudt, således at pladsen var bemandet i hele lossepladsens åbningstid fra 07.00 til 16.30 på hverdage og 08.00 til 12.00 om lørdage. I forsøget gennemførtes der 4 madraskomposteringsperioder og 3 mileperioder.
Madrassernes fugtighed	Generelt har madrasserne været for tørre. I 1987 opstartede man den første madras med grene, der i længere tid havde ligget på lager og var blevet tørre. Dette medførte at madrassen var meget tør i starten. Senere på efteråret opnåede man en passende fugtighed i denne. De madrasser, der blev anlagt i 1988 blev meget tørre, på grund af den tørre sommer. Det resulterede i, at komposten fra dette år blev meget ringe. Det blev forsøgt at vande madrasserne med almindeligt kommunevand, men det havde ingen god effekt, og det var for dyrt på længere sigt. En løsning på dette problem i fremtiden vil være at tillade mere fugtige materialer som hestegødning og uforurenset organisk slam fra industrier. I Odense undersøges effekten af at blande andre materialer i madrassen end haveaffald.

Lugt	I forsøgsperioden har der ikke været problemer med ubehagelig lugt fra komposteringspladsen.								
Kompostkvalitet	Analyser af den færdige kompost viser at tungmetallindholdet er så lavt, at komposten kan anvendes uden begrænsninger.								
Driftserfaringer	Det område på lossepladsen, hvor kompostpladsen har ligget, var for lille. I fremtiden bør komposteringen ske på en anden plads, hvor der er bedre plads til at håndtere de forventede mængder haveaffald. I forsøget anvendtes 2 typer grenknusere og en gummiged. Den traktormonterede Willibald grenknuser havde problemer med at neddele store grene. Man begyndte derfor at anvende en større gren- og affaldsknuser fra Stømas. De to grenknusere supplerer nu hinanden ved, at den store grenknuser behandler store grene, før de lægges på madrassen. Når materialet lægges på madrassen bliver det neddelt endnu engang og blandet med det forrige lag grenaffald af Willibald grenknuseren.								
Kapacitet	Der blev i alt behandlet 15.000 ton grenaffald. Til at behandle dette blev der forbrugt 5550 arbejdstimer, 629 driftstimer med Willibald grenknuseren og 1898 timer med en gummiged. Den gennemsnitlige kapacitet er som følger: <table> <tr> <th></th><th>Kapacitet i ton/time</th></tr> <tr> <td>Personale</td><td>2,5</td></tr> <tr> <td>Willibald</td><td>23,8</td></tr> <tr> <td>Gummiged</td><td>7,9</td></tr> </table> De gennemsnitlige kapaciteter burde være større. Den trange plads har bevirket, at der er gået en del mere tid end forventet. Det er ikke muligt at beregne en kapacitet for den store grenknuser, da den ikke var i brug under hele forsøget, og den ikke behandlede alt haveaffaldet.		Kapacitet i ton/time	Personale	2,5	Willibald	23,8	Gummiged	7,9
	Kapacitet i ton/time								
Personale	2,5								
Willibald	23,8								
Gummiged	7,9								
Vedligeholdelse	Der har været en del vedligeholdelse på maskinerne. Det var meget belastende for traktoren at trække Willibald grenknuseren, og der var stor slitage på slaglerne, der knuser grenene. Gummigeden var af ældre årgang, så den havde en del stop på grund af almen slitage.								
Økonomi	Til vedligeholdelse og arbejdstid blev der i alt brugt 1.195.400 kr svarende til 79 kr/ton behandlet affald. Investeringerne i komposteringsplads og maskiner var 1.950.000 kr.								

2.2.MADRASKOMPOSTERINGSPROJEKTET I ÅRHUS.

Placering.	Madraskomposteringsforsøget blev udført på Århus kommunes kontrollerede losseplads i Edslev. Lossepladsen ligger i landlige omgivelser ca. 12 km fra Århus centrum.
Indretning.	Komposteringsanlægget blev indrettet på lossepladsens etape 5, der ikke var helt afsluttet. Anlæggets bund består af ca. 0,5 m ler lagt ud oven på affaldet. Der blev anlagt et dræn på langs og på tværs af pladsen i dennes udkant. Drænet afsluttedes i 3 brønde. Hele pladsen er omkranset af volde i 2 til 3 meters højde. Madraskomposteringsarealet var oprindelig 2.500 m², dette blev senere udvidet til det dobbelte.
Maskiner	Til neddeling af haveaffaldet blev der benyttet en frontmonteret grenknuser af typen Willibald UFM 180. Grenknuseren var monteret på en Valmet traktor type 2105, med en effekt på 150 kW. Til fordeling af haveaffaldet og beluftning anvendtes en gummihjuls-læsser af mærket Volvo BM 4500, forsynet med hurtigskift mellem skovl og gafler. Der anvendtes endvidere en mobilgrenknuser fremstillet af Torps Elektro- og Maskinværksted. Denne blev benyttet til neddeling af større grene.
Benyttet affald	Det var hensigten udelukkende at anvende rent have- og parkaffald i forsøget. Affaldet kom fra kommunens stadsgartner og private. Private kunne enten benytte kommunens containerpladser eller levere direkte på lossepladsen, via en vognmand. Der var i begyndelsen tvivl om, hvor rent materialet skulle være. Dette bevirkede, at der kom en del jord sammen med affaldet. En del læs blev kasseret efter de modtoges på anlægget, fordi de indeholdt urenheder som plastik, cementbrokker, jernskrot og lignende.
Tidsforløb	Indsamlingen af haveaffald startede i januar 1987. Oplægning af affaldet på en madras startede først i april 1987 og forsøget sluttede i juni 1989. I denne periode var der opstartet 5 madraskomposteringsforløb. I tabel 7 er disse forløb beskrevet.

Denne rapport behandler data fra de første 4 forløb, dog er komposten endnu ikke færdig modnet fra 4. komposteringsforløb.

Tabel 7.

Komposteringsforløbet i de forskellige madras-ser.

Madras nr.	1	2	3	4	5
Start	maj. 87	feb. 88	maj. 88	nov. 88	maj 89
Sat i miler	dec. 87	aug. 88	nov. 88	maj 89	-
Sigtet	aug. 88	maj. 89	maj. 89	-	-

2.3.

MÅLEPROGRAM OG RESULTATER.

2.3.1 Måleprogram.

Måleparametre

Under komposteringsforsøget blev følgende parametre registreret:

- Kompostens temperatur.
- Omgivelsernes temperatur.
- Tilførte mængder af haveaffald.
- Maskinforbrug.
- Mandskabsforbrug.

På den færdige kompost blev der udført analyser af næringstoffer og tungmetaller.

Registreringen skete med stigende intensitet igennem forsøgsperioden. I denne rapport vil det sidste forsøgsår være særlig grundigt beskrevet.

Eksempel på de ugerapporter, der blev benyttet under forsøget, er vist i bilag 2.

Fugtigheden i madrasserne og milerne blev også forsøgt målt, men resultaterne var ikke anvendelige, da det benyttede instruments måleområde viste sig at være for lille.

Der var udlagt dræn under pladsen for at opsamle perkolat.

2.3.2. Materialeflow.

I starten af forsøget var det ikke muligt at måle mængden af haveaffald, der blev tilført lossepladsen. Vægten blev i denne periode skønnet ud fra volumenet. Fra 1. juli 1987 blev alt haveaffaldet vejlet på en nyinstalleret vægt.

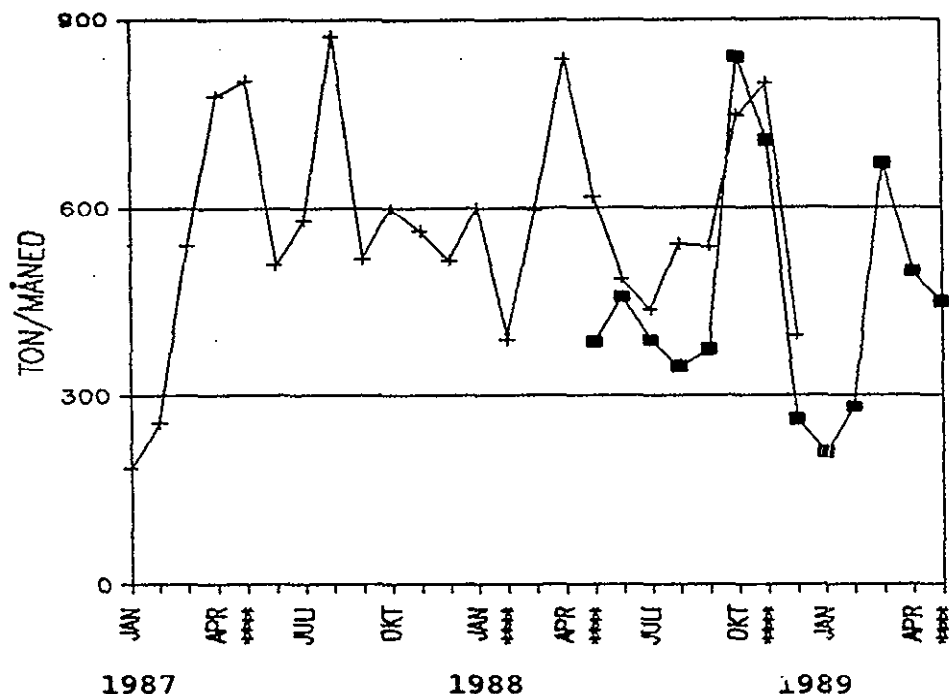
Sæsonvariation

Der var variation i tilførslen af haveaffaldet. De største mængder modtoges i perioderne september til november og marts til maj. I vintermånederne modtoges den laveste mængde.

Variationerne i forsøgsperioden kan ses af figur 19.

Den modtagne mængde haveaffald varierede mellem 200 og 900 ton per måned. I gennemsnit blev der indleveret 530 ton/måned i forsøgsperioden, svarende til 6.360 ton/år. Der var forventet ca 15.000 ton/år.

Hovedårsagen til, at der ikke blev tilført så meget haveaffald, er at park- og kirkegårdsforvaltningen ikke ville indlevere sit grenaffald, når der skulle betales 40 kr. i behandlingsafgift. I stedet købte de en mobil neddeler og brugte det neddelte grenaffald som jorddække og lignende.



Figur 19.

Tilførte Haveaffaldsmængder i ton per måned.

Århus forsøg 1987 til 1989.

**** = Starttidspunkt for madrasserne.

++++ = Haveaffald tilført lossepladsen.

■ ■ ■ ■ = Haveaffald tilkørt madrassen.

Ugevariation

Der var en stor variation fra uge til uge i den mængde haveaffald, der behandlede på komposteringsanlægget. Figur 20 viser denne variation i perioden fra maj 1988 til maj 1989.

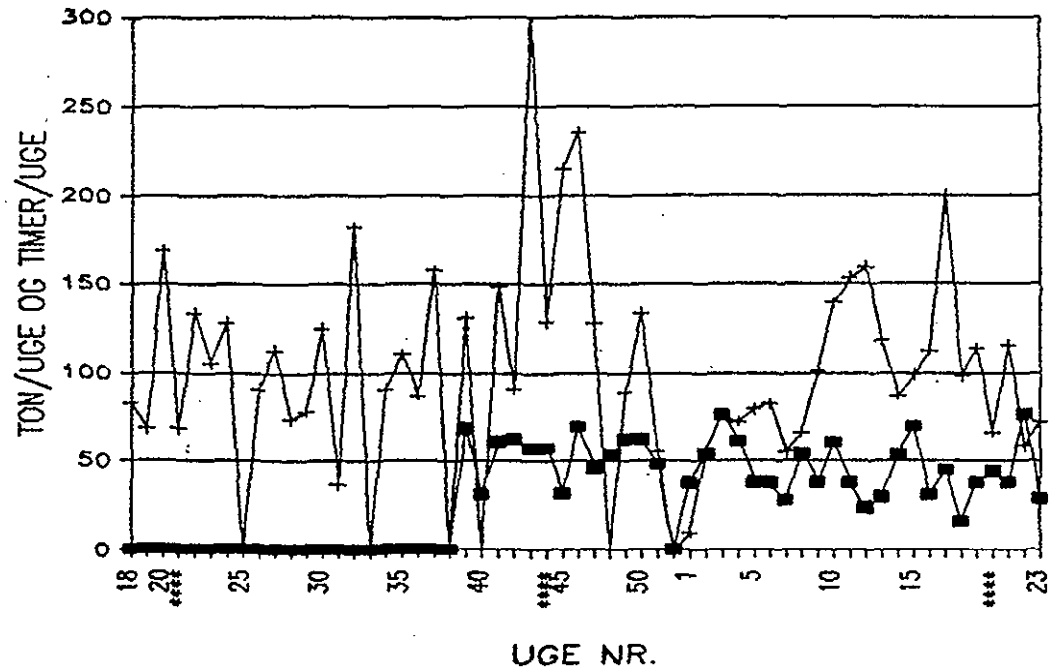
Total mængde

Til de madrasser, der afsluttedes i forsøgsperioden, modtoges ca. 15.000 tons haveaffald. Fordelingen på de enkelte madrasser har været følgende i afrundede tal:

- Madras 1 6.000 ton.
- Madras 2 4.000 ton.
- Madras 3 2.500 ton.
- Madras 4 2.500 ton.

Sigtning

Det komposterede materiale blev sigtet efterhånden som de oplagte miler blev færdige. Nedenfor angives den sigtede kompost i m³, da det ikke var muligt at veje komposten før og efter sigtningen.



Figur 20.

Den ugentlige variation i haveaffald tilkørt kompostpladsen, sammenholdt med det ugentlige arbejdstimeforbrug. Århus forsøg 1988-1989.

**** = opstart af ny madras.

++++ = Tilkørt haveaffald ton/uge

■■■■ = Ugentligt arbejdstimeforbrug.

Vægtfylden af kompost før og efter sigtning blev skønnet ved en grov metode til henholdsvis 500 kg/m³ og 800 kg/m³. Værdierne er usikre og ikke repræsentativ nok til at lave en massestrøm.

Tabel 8.

Sigtet kompost i Århus forsøg.

	kompost før m ³	kompost efter m ³	sigterest m ³
August 1988	260	200	60
Oktober 1988	560	410	150
Maj 1989	1400	400	1000

Sigterestens volumen udgjorde ca 25 % kompostens volumen, i de to første sorteringer. I vægt % er det ca 10 %.

I maj 1989 blev der sigtet på materiale fra madras 2 og 3. Madrasserne var meget tørre, da de blev lagt i miler, og der var ikke den forventede temperaturstigning i milerne, hvilket

tyder på at omsætningen har været meget lav mens materialet har ligget i mile. Sigteresten blev derfor uforholdsmæssig stor.

Sigteresten indeholdt større emner, som det ikke kunne betale at kompostere videre på. Den blev derfor kørt på lossepladsen.

Med de data, der blev målt har det ikke været muligt at lave en massebalance, der viser omsætningsgraden af haveaffaldet under komposteringen.

Kompostanvendelse

9 ton af komposten er brugt af Skov- og Naturstyrelsen til forsøg i Ulfborg Skovdistrikt. 40 ton er anvendt til en sigtedemonstration på Skårup losseplads.

Der er ikke taget stilling til anvendelsen af den resterende kompost, men den formodes at blive anvendt af stadsgartneren.

2.3.3 Proces forhold.

Haveaffaldet var meget uhomogent selv efter neddeling med grenknuser. Dette gør at en beskrivelse af et procesforløb hovedsageligt må ske på subjektive bedømmelser, der kræver indsigt og erfaring i komposteringsprocessen. Vigtige parametre til at beskrive processen er:

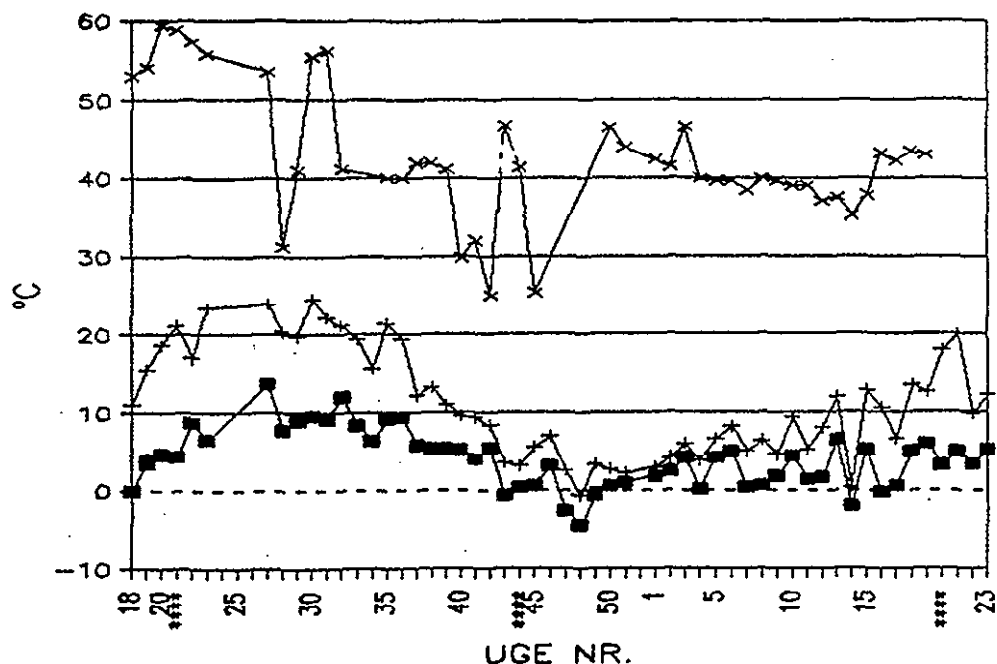
- Temperaturen.
- Fugtigheden.
- Lugt.
- Forekomst af svampemyselier.

Madras temperatur

I dette forsøg blev der brugt et batteridrevet digital termometer, der kan stikkes ca 30 cm ned i madrassen og i milerne. Målepunkterne var tilfældigt fordelt over hele madrassen.

Temperaturen i madrasserne lå i omkring 40 °C, når den var etableret. På figur 21 se madrassernes middel temperatur fra foråret 1988 til foråret 1989. Under opstarten af nye madrasser målte man ikke temperaturene, det er derfor ikke muligt at se temperatur variationerne ved afslutning og opstart af en ny madras.

I figur 21 er omgivelsernes dag- og nattemperaturer også vist. Det er ikke muligt på baggrund af disse målinger at vise en sammenhæng mellem udetemperatur og madrastemperatur.



Figur 21.

Variationer i madrassens temperatur og omgivelsernes temperatur. Århus forsøg 1988 og 1989.

**** = Opstart af ny madras.

++++ = Dag temperatur.

■■■■ = Nat temperatur.

xxxx = Madras temperatur.

Fugt, lugt og omsætning

Fugtindholdet blev forsøgt målt med et instrument udviklet til at bestemme fugtigheden af halm. Desværre kunne det kun vise, om fugtigheden var over eller under 40 %, da dens måleområde standsede der.

Generelt var der problemer med at madrasserne har været for tørre, hvilket har hæmmet omsætningen af materialet. Udtørringen i de forskellige madrasser har haft flere årsager.

1. madras

I den 1. madras skyldtes udtørringen i starten, at opbygningen skete med beskæringsgrene, der havde ligget på lager nogle måneder og var meget tørre da de blev neddelt. I løbet af efteråret fik denne madras en tilpas fugtighed, og da den blev lagt op i miler havde den en behagelig muldagtig lugt, og grenene var angrebet af svampemyselier.

Milerne gennemgik en stabil modningsfase og blev sigtet i løbet af 1988. Dog måtte den ene mile flyttes på grund af tilstrømmende regnvand, der gjorde milen meget våd i bunden.

2. madras

Madras 2 blev anlagt på et for lille areal og voksede for hurtigt. Dette medførte en for

kraftig omsætning, og dermed steg temperaturen op til 60 °C. Den høje temperatur og et tørt forår udtørrede madrassen, så omsætningen gik i stå.

Det normale kondenseringslag 5 til 10 cm nede i madrassen manglede helt. Man forsøgte at afhjælpe situationen ved at vande madrassen. Dette havde ingen synlig effekt, selv efter at der på en dag blev spredt 12,5 ton vand på. Vandingen blev indstillet, da det var for dyrt og for besværligt. Madrassen blev opgivet og skubbet sammen i en mile i august 1988.

3. og 4. madras

Da madras 3 og 4 blev anlagt, var forholdet mellem areal og tilførte mængder bedre. Der skal beregnes 0,7 m²/ton haveaffald man forventer at tilføre. (Sengeløse Kompost)

Madrassen havde et normalt procesforløb med en mere korrekt fugtighed. Når man forsøgte at måle fugtigheden, var den næsten hele tiden over 40 %, hvilket betyder at madrassen ikke var for tør.

Under de besøg konsulentten havde på pladsen i forsøgsperioden, var der ikke konstateret ubehagelig lugt, hvilket betyder, at der ikke var anaerob omsætning på pladsen.

2.3.4. Kompost analyser.

Tabel 9.

Kemiske analyser af Århus kompost.

	Aug 88	Nov 88
pH	7,7	7,82
Citratopl. P % i TS.	0,1	<0,05
Vandopl. K % i TS.	0,27	0,22
Total N % i TS.	0,8	0,48
Lv.	3,9	4,5
Kaliumværdi	149	162
Fosforværdi	22	127
Nitratværdi	12	13,5
Tørstof %.	69,8	69,8
Aske % i TS.	81,7	58,1
Bly, mg/kgTS.	67	3,8
Cadmium, mg/kgTS	0,42	<0,25
Kviksølv, mg/kgTS.	0,14	0,04
Nikkel, mg/kgTS.	17	5,9

Der er udført analyser to gange på komposten i forsøgsperioden. Kompostprøverne til laboratoriet blev udtaget repræsentativt fra en stor færdig sigtet bunke. I tabel 9 ses resultaterne af analyserne.

Tungmetalindhold

Generelt kan det siges, at kompostens indhold af tungmetallerne bly, cadmium, kviksølv og nikkel var lavere end de grænseværdier, der kommer til at gælde for kompostprodukter. Der er en meget stor variation i blyindholdet, som er vanskelig at forklare. Det er dog almindeligt med store variationer i komposts blyindhold.

Næringsstofindhold

Indholdet af plantetilgængelige næringsstoffer er fint. Der er ikke nogen fornuftig forklaring på, hvorfor citratopløseligt fosfor er højt, og fosforværdien er lav i prøven fra aug. 88, og at det modsatte gør sig gældende i den anden prøve.

pH, Ledningsevne og aske

pH og ledningsevne ligger på et fint leje for kompost. Den store variation, der er i askeindholdet må skyldes, at der i den første madras kom meget jord sammen med haveaffaldet. Affald med jord er man senere blevet bedre til at afvise på pladsen.

2.3.5. Driftserfaringer.

Areal

Komposteringspladsen har været for lille, hvilket har medført, at materialet er blevet flyttet rundt flere gange end nødvendigt. I ligeledes har det lille areal medført at en af madrasserne voksede for hurtigt.

Arbejdsforbrug

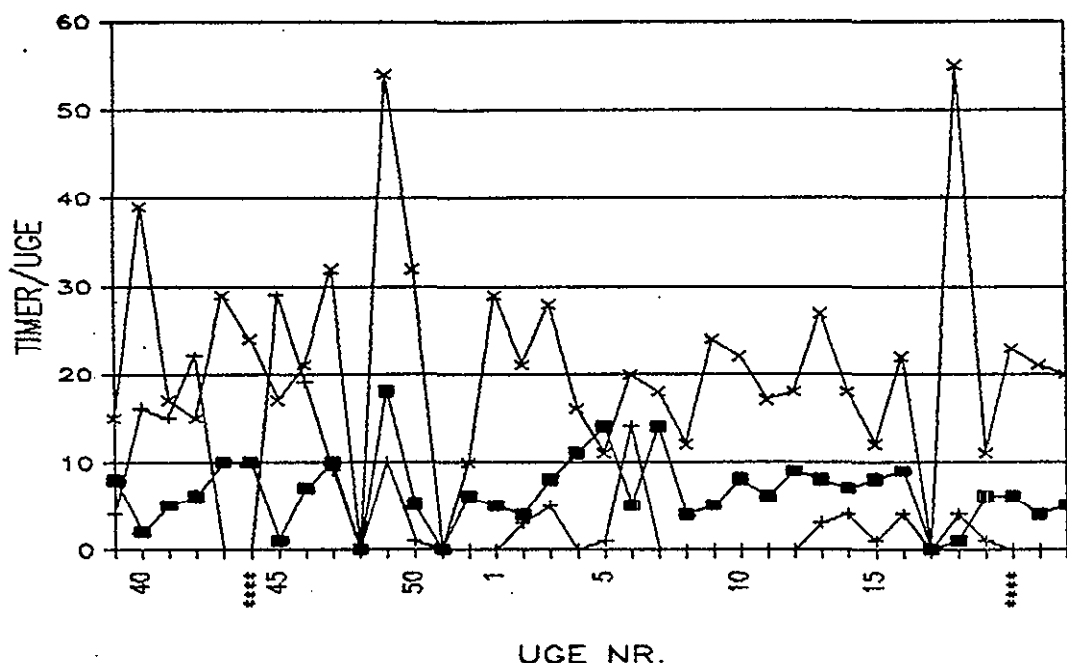
Der var en del problemer med kontrol af det affald, der henvistes til pladsen. Urenheder som betonfliser, jernstænger og store mængder af jord i de modtagne læs medførte, at de to mand der arbejdede på pladsen, ændrede deres arbejdstider, således at komposteringspladsen var bemannet i hele lossepladsens åbningstid.

Vognmændene blev informeret om komposteringspladsen og hvad der måtte komme der op, men desværre var der nogen, der kom med urenheder i læsene.

I forsøgsperioden blev der brugt 1,5 medarbejder, svarende til 5550 arbejdstimer. I denne periode behandledes der ca 15.000 ton haveaffald, hvilket giver en kapacitet på 2,7 ton/arbejdstime. Ca halvdelen af arbejdstiden blev brugt

til at køre med maskinerne, resten af tiden gik med kontrol af affaldet, frasortering af urenheder og målinger på pladsen.

Der er ikke nogen direkte sammenhæng mellem arbejdstiden og den tilførte mængde affald. Af figur 19 ses variationen i det ugentlige arbejdsforbrug sammenholdt med den behandlede mængde haveaffald. Det ses at arbejdstiden varierede omkring 50 timer per uge uafhængigt af, om der behandlede meget haveaffald. Juleugen i 1988 var dog en undtagelse.



Figur 22.

Det ugentlige timeforbrug til de anvendte maskiner. Århus forsøg 1988 og 1989.

**** = Opstart af ny madras.

++++ = Stømas

■■■■ = Valmet

xxxx = Volvo BM

Willibald
Valmet

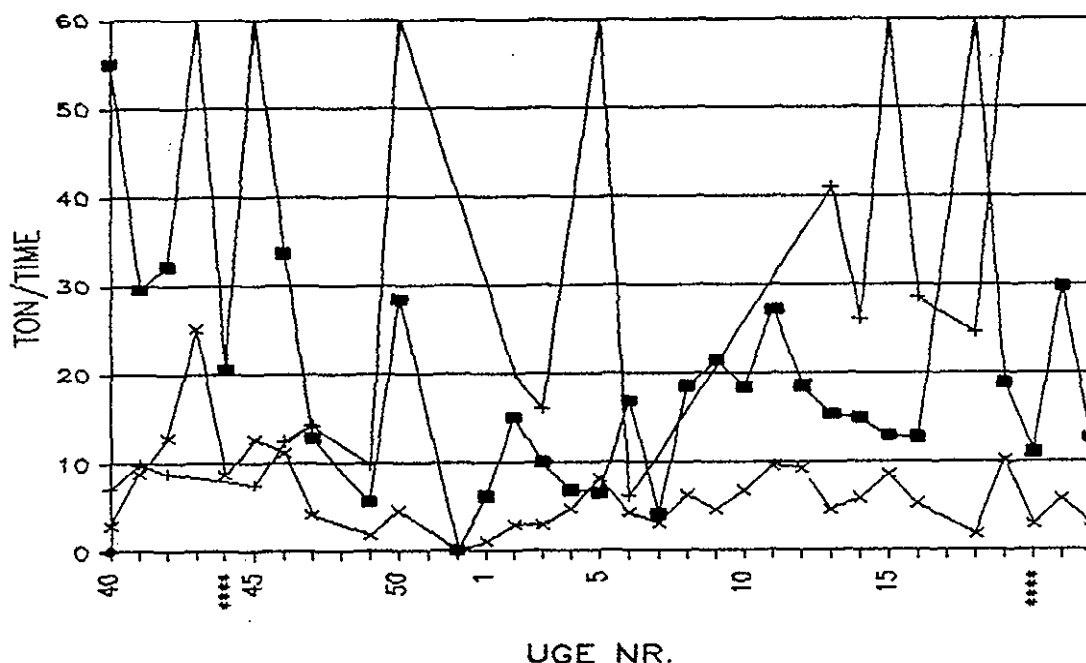
Kombinationen af en frontmonteret Willibald grenknuser og en Valmet traktor har vist sig at være uhensigtsmæssig. Placeringen foran på traktoren gav et dårligt udsyn for føreren, hvilket gør det vanskeligt at se emner, der kan stoppe eller belaste grenknuseren hårdt.

Om sommeren hvirvledes der meget støv op, som satte sig i køleren, med en overophedning af motoren til følge. Frontmonteringen, med styrehjulene lige bag ved grenknuseren, gav problemer med store udsving når kursen justeredes. Dette medførte, at der opstod striber på madrassen, der ikke behandlede.

Valmet traktoren har kun et bakgear, så det var ikke muligt at variere kørselshastigheden, når der blev kørt baglæns med grenknuseren. Konsekvensen af dette var, at behandlingsintensiteten af materialet ikke kunne varieres, når der blev bakket. Dette bevirkede, at noget materiale blev knust for meget og andet for lidt.

Der var især problemer med neddeling af større grene. Dette medførte at man tog en mobil Strømas grenknuser i brug, der er velegnet til behandling af de store grene, men ikke buske og lign.

Willibaldens originale slagler blev udskiftet med nogle dansk-producerede slagler fra Enmarco. De danske slagler havde en levetid på 75 timer i fugtigt materiale og 35 timer i tørt materiale. De originale slaglers levetid var ca 25 timer.



Figur 23.

Variationerne i maskinernes ugentlige kapacitet ton/time. Århus forsøg 1988 og 1989.

**** = Opstart af ny madras.

++++ = Stømas

■■■■ = Valmet

xxxx = Volvo

Kapacitet

Valmet traktoren og grenknuseren har under forsøget haft 629 driftstimer og 273 værksstedstimer. Det giver en gennemsnitlig kapacitet på 23,8 timer per ton, hvilket er normalt i følge Sengeløse kompost.

Af figur 22 kan variationen i det ugentlige timeforbrug ses, og af figur 23 ses variationen i maskinernes kapacitet. Grenknuseren brugtes sjældent mere end 10 timer per uge, og kapaciteten varierede mellem 10 og 35 ton/time. De meget høje værdier, der går ud over skalaen på figur 23 skal ikke medregnes, da de skyldes, at maskinen stod stille i de uge.

Vedligehold

Der var en del vedligeholdelse på Valmet traktoren og grenknuseren. På traktoren var det især kraftoverføringen fra traktorens bagende til frontmonteringen, der gav problemer.

På grenknuseren var det især udskiftning og vending af slagler, der tog tid og kostede penge.

Volvo BM

Gummihjulslæsseren har i forsøgsperioden kørt 1898 timer og været 204 timer på værksted. Den gennemsnitlige kapacitet på denne maskine var 7,9 ton/time. Det ses af figur 23, at kapaciteten sjældent kom over 10 ton/time.

Et timeforbrug på 1898 timer til 15.000 ton er ca 600 timer for meget i følge Sengeløse kompost. Det forøgede timeforbrug skyldes, at der var brugt uforholdsvist meget tid til udsortering af urene læs og omrokering af miler på grund af pladsproblemer.

Gummihjulslæsseren har haft driftsstop på grund af overrivning af hydraulik- og bremserør, forårsaget af grene der blev kørt op under maskinen. Andre driftsstop kan skyldes almindelig slitage, da maskinen har kørt 10.000 timer og står for en udskiftning.

Stømas

Den mobile grenknuser har kørt i 230 timer og har haft 410 timer på værksted. Der er ikke nogen mening i at snakke om en gennemsnitlig kapacitet, da maskinen ikke deltog i forsøget fra starten, og da det ikke er al haveaffaldet, der behandlede gennem denne. Af figur 22 ses, at det ugentlige timeforbrug med denne grenknuser lå mellem 0 og 30 timer. Dette er en stor variation.

Perkolat

Da kompostpladsen blev etableret udlagdes et dræn til opsamling af perkolat. Dette dræn var desværre placeret for højt, så det blev kørt i stykker af de tunge maskiner.

Det blev opserveret at madrasserne var helt tørre i bunden når de blev vendt og lagt i miler.

2.4. ØKOMOMI.

Til anlægning af komposteringspladsen har Århus kommune investeret følgende beløb:

Lermembran, volde og dræn	kr.	50.000
Traktor med grenknuser.	kr.	600.000
Mobil grenknuser.	kr.	1.000.000
Gummihjulslæsser (handelsværdi)	kr.	300.000
I alt	kr.	1.950.000

Investeringerne har været holdt nede ved, at man har kunnet etablere pladsen på den eksisterende losseplads, og at man har kunnet benytte maskiner, som var til stede i forvejen.

Driftsudgifterne for forsøgsperioden kan opstilles på nedenstående måde. Arbejdslønnen er sat til 130 kr./time og vedligeholdelsesomkostningerne er for forsøgsperioden, hvor der ca er behandlet 15.000 ton haveaffald.

	Drift- timer	Vedl. omk. kr	kr/ton
Valmet	629	212.300	14
Strømas	230	123.600	8
Volvo BM	1898	138.000	9
Arb. tid	5550	721.500	48
I alt		1.195.400	79

I Valmet traktorens vedligeholdelsesudgifter indgår udgifterne til Willebald grenknuseren. Disse udgør ca. 65 %. Udskiftning af slagler og reparation på slaglebom udgør ca 100.000 kr i forsøgsperioden, svarende til 6,6 kr. per ton behandlet affald.

Juni 1988
VI LBJ/IH

INSTRUKS

for

ARHUS KOMMUNES KOMPOSTERINGSPLADSER

1. LEDELSE

Driften af komposteringspladser varetages af Stadsingeniørens Kontor, Renovationsafdeling, Orla Lehmanns Allé 3, postboks 539, 8100 Århus C., tlf. 06 13 20 00.

Den daglige ledelse varetages af en driftsformand. Denne er overfor Renovationsafdelingen ansvarlig for, at de i nærværende instruks gældende bestemmelser for komposteringspladser drift nøje overholdes.

I tilfælde af driftsformandens fravær varetager en blandt driftspersonalet udpeget person dennes opgaver.

2. ADMINISTRATION

Driftsformanden forestår administration, driftskontrol og kundekontakt i forbindelse med den daglige drift.

3. MODTAGELSE AF AFFALD

Der modtages kun rent haveaffald.

4. AFVISNING/HENVISNING
AF AFFALD

Haveaffald, der er blandet med andet affald henvises til Kontrolleret Losseplads, Pindsmøllevej 11.

Generelt

I tilfælde af afvisning og henvisning til kommunalt behandlingsanlæg udleveres altid skriftlig henvisningsordre, som skal fremvises på den anviste lokalitet. Kopi af henvisningsordre opbevares.

Ved telefonisk kontakt til den anviste lokalitet skal det kontrolleres, at henvist affald afleveres. Såfremt dette ikke kan bekræftes, indberettes forholdet til Renovationsafdelingen.

Såfremt der i et konkret tilfælde opstår tvivl om, hvorvidt affald må modtages eller skal afvises, rettes henvendelse til Renovationsafdelingen.

5. ADGANGSFORHOLD

Tilkørsel til komposteringspladser må kun finde sted ad adgangsvejene.

Udenfor åbningstid skal adgangsvejene holdes afspærret.

Adgangsvejene skal løbende renholdes. I vinterperioden foretages snerydning og glatførebekæmpelse efter behov, således at færdsel til og fra komposteringspladser kan afvikles med mindst mulig gene.

Færdsel/ophold

Uvedkommende færdsel og ophold på komposteringspladser og tilliggende arealer er ikke tilladt.

Adgang for besøgende, som ikke skal benytte komposteringspladser, tillades kun efter nærmere aftale med driftsformanden eller Renovationsafdelingen.

Ved enhver benyttelse af komposteringspladser skal unødigt ophold undgås. Henstilling af køretøjer på området må kun finde sted kortvarigt og kun når særlige forhold gør dette påkrævet.

6. DRIFTSFORHOLD

Forinden aflæsning finder sted skal det kontrolleres, at affaldets art og sammensætning er i overensstemmelse med de gældende regler for kompostering

Affaldets vægt registreres via vognvægt. Hvis vognvægt ikke forefindes registreres affaldets mængde ud fra gennemsnitsvægt afhængigt af køretøjernes tilladelige totalvægt.

MADRASSENS OPBYGNING OG DRIFT

Dimensionering

Pladsbehovet er 1,5 - 2 tons affald pr. m². - 2 tons, hvis det er rent haveaffald med mange grene, - 1,5

hvis der tilføres store mængder strukturløst materiale som græs og løv.

Start-tidspunkt

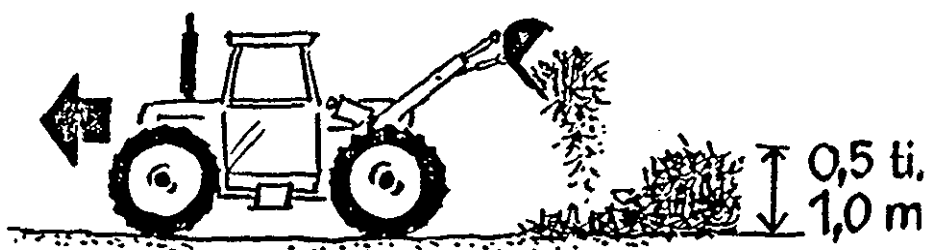
Madrassen anlægges tidligt om foråret. Eller om vinteren, hvis mængden af grene, som typisk kommer på denne årstid, er stor nok til at sikre en kontinuerlig drift.

Er grenmængden om vinteren ikke stor nok, lægges i depot, da det er vigtigt for madrassens struktur at grene placeres i bunden.

Udlægning af materiale

Når madrassen startes, udlægges haveaffaldet i lag på $1/2 - 1$ m ved hjælp af gummihjulslæsserens kompostgreb. (Se fig. 1).

FIG 1.



Udlægning af haveaffald er en meget vigtig funktion, hvor personalet bør være opmærksom på at få blandet materialet så godt som muligt. En effektiv blanding af de forskellige haveaffaldstyper er afgørende for et stabilt procesforløb og en god kompostkvalitet.

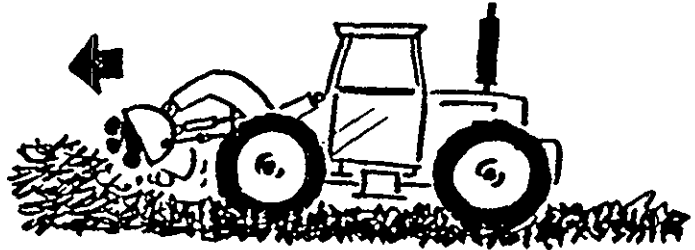
Stømas grenknuser anvendes til neddeling af større grene, rødder mm., der kan udlægges på madrassen sammen med andet haveaffald.

Knusning af materialet

Når der på et større område af madrassen er udlagt haveaffald, knuses dette med Willibald grenknuser. Grenknuseren åbnes helt i kørselsretningen. Maskinen føres over materialet

med fra 800/3500 m i timen alt efter materialetype (Se fig. 2.).

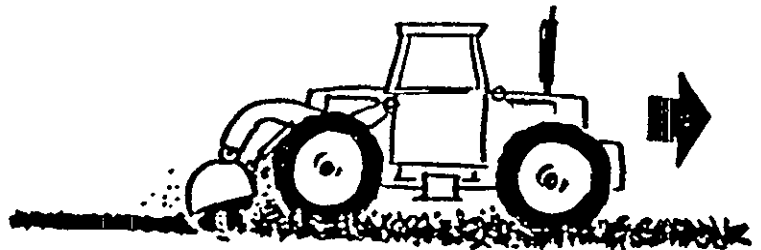
FIG 2.



Når kørselsretningen ændres vippes knuseren, så den står halv åben i modsat retning, og maskinen føres tilbage i samme spor. (Se fig. 3.).

Hvis knuseren vippes, så den står helt åben, er der risiko for stenslag og dermed ødelæggelse af maskinens frontrude.

FIG 3.



Chaufføren bør være opmærksom på faldende omdrejningstal, og om knuseren skubber materialet op foran sig, begge dele forhindres ved at hæve/vippe knuseren.

Udlægning og knusning af strukturløst materiale

Ved opbygning af madrassen gælder det om at få fordelt haveaffaldet så jævnt som muligt.

Især det strukturløse materiale som græs og løv bør fordeles jævnt imellem det øvrige materiale.

Dette gøres bedst ved at udlægge grene på madrassen og kun knuse dem i fremadgående retning, oven på dette lag drysses det strukturløse materia-

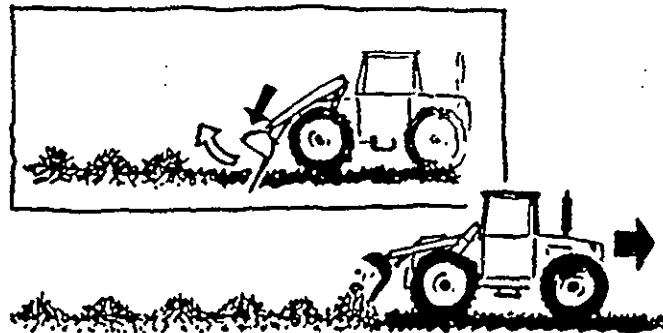
le og herefter køres der baglæns med knuseren hen over det hele.

Beluftning

Beluftning af madrassen foretages med kompostgreben på gummihjulslæsseren. Greben stikkes med en vinkel på 45° ned i madrassen og løftes frem i liften, så materialet trækkes op og løsnes.

Maskinen bakker 1/2 - 1 m og funktionen gentages (Se fig. 4.)

FIG 4.



Efter at det beluftede område har ligget urørt hen i 5-24 timer, lukkes det med grenknuseren som ved normal knusning.

Madrasstyring

Under opbygningen af madrassen skal de biologiske driftsparametre, temperatur, fugtighed, lugt og svampe kontrolleres jævnlige hver arbejdsdag.

Målinger og bemærkninger noteres i en rapport, der sendes til Renovationsafdelingen hver uge.

Er temperaturen over 50°C eller under 30°C beluftes madrassen

Fugtigheden kontrolleres med fugtighedsmåler. Vandindholdet kan i øvrigt skønnes ved at presse materialet i hånden. Materialet skal føles fugtigt, men må ikke danne vandperler.

Lugt og svampe kontrolleres ved at åbne madrassen på udvalgte steder.

Lugten fra åbningen af madrassen skal være behagelig og må ikke være sur. De lyse svampes ernæringstråde bør kunne ses tydeligt overalt.

Afviger iagttagelserne fra det beskrevne bør madrassen beluftes.

Lykkes det ikke inden for 4-5 dage at få madrassen i normal proces igen, skal Renovationsafdelingen kontaktes.

MILEOPBYGNING

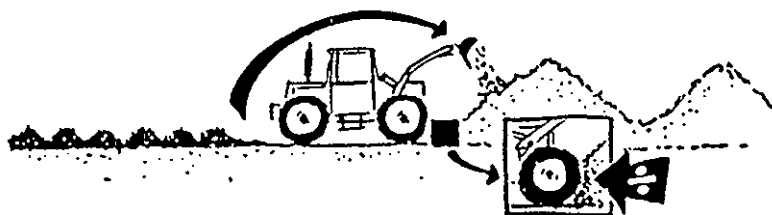
Når vækstperioden er forbi i efteråret, sættes madrassen op i miler.

Arbejdet udføres med gummi-hjulslæs-ser, som vist på fig. 5.

Det er vigtigt, at hver skovlfuld løftes helt op i liften og kastes ud på milen. Derved opnås en løs struktur og en grundig beluftning af materialet.

Føreren af maskinen bør være omhyggelig med ikke at presse hjul ind i milefoden, så denne ikke komprimeres. (Se fig. 5.)

FIG 5.



Mile dimensioner

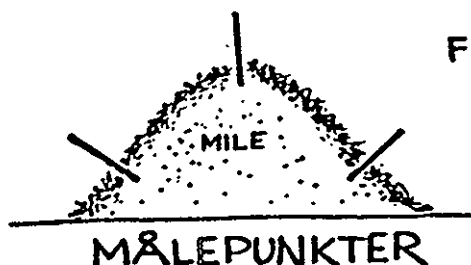
Milens længde er ubegrænset. Højden bør ikke overstige 4 m.

Milestyring og temperaturforløb

Når milen er opsat, foretages der temperatur- og fugtighedsmålinger hver arbejdsdag.

Disse målinger deles jævnt over hele milen med ca. 10 m's afstand, både i milens top og ved foden. (Se fig. 6)

FIG 6.



Målingerne noteres på vedlagte skema.

Få dage efter milens opsætning er temperaturen steget til 70°C, her bliver den 3-4 uger, derefter falder temperaturen til 60-65°C og bliver stabil her i 1-2 måneder.

Når temperaturgennemsnittet igen udviser en faldende tendens, konstateres fugtighedsindholdet. Er dette 30-40%, kan milen sigtes.

Er vandindholdet højere omstikkes milen. Efter 2-3 uger vil materialet være tørt nok til sigtning.

Eftermodning

I det tilfælde, at der ønskes en meget fin kompostkvalitet, kan de omstukne miler blive liggende, temperaturen falder da til under 40°C eventuelt helt ned til 25°C, og efter 1/2-1 års forløb vil materialet være fuldkomment omsat og tæt besat med orme.

7. ØVRIGE DRIFTSFORHOLD

Bekæmpelse af gener

Afbrænding må ikke finde sted. Selvantændelse skal omgående bekæmpes eventuelt ved henvendelse til Århus Brandvæsen, telefon 06 12 14 55.

Støvgener skal dæmpes ved udsprinkling af vand.

Konstateres skadedyr på området rettes henvendelse til et af stadsingeniørens distriktskontorer, MIDT 06 15 95 11, NORD 06 21 51 00, SYD 06 14 18 00.

Arbejde med maskiner på pladserne udover en halv time efter lukketid må ikke finde sted.

8. AFGIFTER

Ved enhver benyttelse af komposteringspladser opkræves pladstilsynet de til enhver tid gældende afgifter.

I efterfølgende tilfælde opkræves dog ikke afgift:

- mindre mængder haveaffald fra private husstande, se instruktion.

Afregning

Ved kontantbetaling udleveres altid kvittering på afregningsbeløbet.

Kunder, der ønsker betaling efter regning, kan få oprettet konto ved henvendelse til stadsingeniørens kontor, bogholderiet, telefon 06 13 20 00.

Såfremt chaufføren ved aflæsning af affald, ikke er i besiddelse af kontanter til betaling af afgift, iværksettes følgende procedure:

- ad. 1. Vognmandsfirmaets navn og adresse samt vognens indregistreringsnummer noteres. Chaufføren adviseres om retningslinier for afregning af affald.
- ad. 2. Såfremt der ønskes afregning via konto informeres bogholderiet.
- ad. 3. Såfremt der ønskes kontant betaling afregnes ved ankomst af næste læs. Kommer der ikke flere læs, fremsendes regning bilagt folderen "Orientering om affaldsbehandling - Industri- og erhvervsaffald".

Regnskab

Indkomne kontanter afleveres dagligt efter arbejdstids ophør i bank i henhold til aftale med bogholderiet.

Det kontante rådighedsbeløb samt beholdning af kvitteringer deponeres i pladsens pengeskab. Opgørelse over de kontanter, der er afleveret til bank underskrives og vedlægges. Opgørelser opbevares i 14 dage af hensyn til opklaring af eventuelle fejl i regnskab.

Samlet regnskabsopgørelse foretages ugentlig og afleveres med tilhørende bilag til bogholderiet.

9. ARBEJDSFORHOLD

Arbejdstid

Arbejdsforhold er nærmere fastlagt i overenskomsten

Arbejdstiden tilrettelægges inden for den fastsatte åbningstid.

Overtimer afspadseres snarest - efter gældende bestemmelser og aftale med driftsformanden.

Arbejde på lørdage afvikles efter særlig turnusplan.

Ferie

Ferie afvikles efter særlig turnusplan.

Sygdom

I tilfælde af fravær på grund af sygdom skal driftsformanden underrettes omgående. Specielt er det vigtigt, at personale, der har morgenvagt, meddeler fravær så hurtigt som muligt, så åbningstiden kan overholdes.

Renovationsafdelingen
Den 14. juni 1988

T. T. Truelshøj

UGERAPPORT UGE nr. _____ ÅR 19 _____

	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag
VEJR : 1=sol 2=halvskyet 3=regn 4=sne						
REGN/SNE i mm						
LUFT TEMP dag C						
LUFT TEMP nat C						
LUFT FUGTIGHED dag%						
MADRAS nr.1 TEMP C						
MADRAS FUGTIGHED %						
MADRAS nr.2 TEMP C						
MADRAS FUGTIGHED %						
MILE nr.1						
MILE TEMP C						
MILE FUGTIGHED %						
MILE nr.2						
MILE TEMP C						
MILE FUGTIGHED %						
HAVEAFFALD I TON						
MASKINTIMER						
STOMAS						
VALNET 2105						
VOLVO BM 4500						
MANDETIMER						
AFFALD TIL LOSSEPLADS I TON						
Bemærkninger						

Rapporten fortsætter på bagsiden

Litteraturliste.

- Aslyng H.C. (1978): Forelæsninger over vanding i jordbruget, 4. udg. DSR Forlag, Den kongelige veterinær-og landbohøjskole.
- Miljøstyrelsen (1989): Udkast til bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål.
- Statens Forsøgsstation Askov (1985): Husdyrgødning og dens anvendelse. Statens Planteavlfsforsøg beretning nr. 51809 1985.
- Jespersen, Lizzie Melby (1988): Grønne kompostprodukters kvalitative egenskaber i relation til forskellige anvendelsesformål og miljømæssige aspekter. Miljøprojekt nr. 1988. Crone og Koch.
- Scheffer, F og P. Schachlschabel 1979: Lehrbuch der Bondenkunde, 10 durchges. Stuttgart: Enke 1979.
- Römerhof, Mähn 1986: Reklamemateriale om madraskompostering.

