

Miljøprojekt Nr. 788 2003

# Indsamling af organisk affald fra husholdninger, små erhvervs- køkkener og fødevareforretninger i Aalborg kommune

Orla Jørgensen  
PlanEnergi

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>3</b>
<b>SAMMENFATTENDE ARTIKEL</b>	<b>5</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>11</b>
1.1 BAGGRUND	11
1.2 FORMÅL	12
1.3 PROJEKTETS OMFANG	12
<b>2 LEVERANDØRER</b>	<b>15</b>
2.1 SMÅ ERHVERVSKØKKENER	15
2.2 HUSHOLDNINGER	17
2.3 SUPERMARKEDER	19
2.4 SMÅ FØDEVAREFORRETNINGER	22
<b>3 RENOVATIONSVÆSENETS INDSAMLING</b>	<b>25</b>
3.1 INDSAMLINGSBIL	25
3.2 ARBEJDSMILJØ VED INDSAMLING	25
3.3 INDSAMLING FRA SMÅ ERHVERVSKØKKENER	26
3.4 INDSAMLING FRA HUSHOLDNINGER	26
3.5 INDSAMLING FRA SUPERMARKEDER OG SMÅ FØDEVAREFORRETNINGER	26
3.6 ØKONOMI FOR INDSAMLING	27
3.7 VURDERING AF INDSAMLING	30
<b>4 BEHANDLING</b>	<b>31</b>
4.1 BEHANDLINGSANLÆGGET	31
4.2 UNDERSØGELSE AF FORBEHANDLING I DeWASTER	31
4.2 KARAKTERISERING AF BIOMASSE FRA DeWASTER	31
4.3 GASPRODUKTION	35
4.4 MASSESTRØMME Gennem BEHANDLINGEN	35
4.5 VURDERING AF BEHANDLINGEN	36
<b>5 AFSÆTNING AF BIOMASSE OG REJEKT</b>	<b>37</b>
5.1 GØDNINGSVÆRDI AF ET TON AFGASSET BIOMASSE	37
5.2 OVERHOLDELSE AF GRÆNSEVÆRDIER FOR BIOMASSEN	37
5.3 OVERHOLDELSE AF KRAV TIL HYGIEJNISERING AF BIOMASSE	40
5.4 OVERHOLDELSE AF AREALKRAV FOR AFSÆTNING AF BIOMASSE	41
5.5 AFSÆTNING AF REJEKT TIL FORBRÆNDING	42
5.6 ENERGIBALANCE PR. TON INDSAMLET ORGANISK AFFALD	42
5.7 CO <sub>2</sub> -EFFEKT PR. TON INDSAMLET ORGANISK AFFALD	43
<b>6 ORGANISATION</b>	<b>45</b>
<b>7 SAMLET VURDERING</b>	<b>47</b>
7.1 TEKNIKKEN FUNGERER	47
7.2 ØKONOMI	48
7.3 ARBEJDSMILJØ	49
7.4 AFFALDETS FYSISKE KARAKTER	49
7.5 AFFALDETS KEMISKE SAMMENSÆTNING	50
7.6 HOVEDPROBLEMER	52

# Bilag

1	BILAG A: UNDERSØGELSESMETODER	55
2	BILAG B: INDSAMLINGSUDSTYR	61
3	BILAG C: RESULTATER SMÅ ERHVERVSKØKKENER	63
4	BILAG D: RESULTATER HUSHOLDNINGER	67
5	BILAG E: RESULTATER SUPERMARKEDER	77
6	BILAG F: RESULTATER SMÅ FØDEVAREFORRETNINGER	85
7	BILAG G: ARBEJDSMILJØ	91
8	BILAG H: FORBEHANDLING	101
9	BILAG I: FYSISK KARAKTERISERING	105
10	BILAG J: FOTO AF SIGTER	109
11	BILAG K: AFGASNING	115
12	BILAG L: ENERGIBETRAGTNINGER	117
13	BILAG M: CO <sub>2</sub> -EFFEKT	123
14	BILAG N: ØKONOMI	125
15	BILAG O: USIKKERHEDER OG FEJLKILDER	135
16	BILAG P: BILLEDER	141

# Forord

I Affald 21 (Regeringens affaldsplan 1998 – 2004) står, at organisk dagrenovation udgør en ressource, som i dag ikke i tilstrækkelig omfang udnyttes. Derfor er bl.a. iværksat fuldskalaforsøg med indsamling og bioforgasning af organisk dagrenovation for at vurdere, om der skal indføres obligatorisk kildesortering.

I 2001 har EU kommissionen udsendt 2. udkast til arbejdsrapport om bioaffald. Arbejdsrapporten lægger op til, at der enten skal indføres hjemmekompostering eller separat indsamling af madaffald fra husholdninger, erhvervskøkkener og forretninger.

Dette projekt har til formål at udvikle teknisk og økonomisk acceptable løsninger for indsamling og bioforgasning af organisk affald fra husholdninger, mindre erhvervskøkkener og forretninger i Aalborg kommune. I rapporten beskrives forsøg med indsamlingsordninger for de forskellige typer affald.

Projektet er ét af 4 storskalaforsøg med indsamling og bioforgasning af organisk affald, der støttes af Miljøstyrelsen. De 3 øvrige forsøg gennemføres i hhv. Kolding kommune, Århus kommune og hovedstadsområdet. Forsøget i Aalborg er det eneste, der omfatter madaffald fra erhverv.

Affaldet til forsøgene er indsamlet og leveret af Aalborg kommune, Renovationsvæsenet. DeWasteren, der benyttes til forbehandling af affaldet drives af Jysk Biogas International. Forbehandling og prøvetagning er sket på Vaarst-Fjellerad Biogasanlæg, som modtager biomassen til forgasning på en separat linie for kildesorteret organisk dagrenovation.

Projektgruppen består af:

Thorsten Nord og Kurt Sørensen, Aalborg kommune, Renovationsvæsenet  
Claus Sørensen og Jan Valentin, Aalborg kommunes BST  
Kjeld Johansen og John Nielsen, Jysk Biogas International  
Per Alex Sørensen og Orla Jørgensen, PlanEnergi  
Jes la Cour Jansen, Fa Jes la Cour Jansen  
Thomas Lyngholm, RenoNord  
og Vaarst-Fjellerad Biogasselskab ved Preben Knudsen, Niras.

Til projektet er desuden knyttet en styregruppe, der omfatter repræsentanter fra Miljøstyrelsen, KL og deltagere fra de tre fuldskalaforsøg.



# Sammenfattende artikel

**Indsamling af organisk affald til biogas kan etableres teknisk og økonomisk forsvarligt.**

Forsøg viser, at separat indsamling af organisk affald til bioforgasning har en positiv energibalance og CO<sub>2</sub>-effekt. Prisen bestemmes primært af antallet af indsamlinger. Hvis den eksisterende ugeindsamling erstattes af 14-dages indsamling af skiftevis organisk og restaffald, er det muligt at etablere systemet uden væsentlige ekstra omkostninger.

## *Baggrund og formål*

**Alt organisk affald skal udnyttes til biogas**

Det fremgår af Aalborg kommunes affaldsplan 2000-2012, at alt organisk affald fra små erhvervskøkkener, husholdninger, supermarkeder og detailhandel skal behandles i biogasanlæg.

Forsøget er gennemført for at udvikle teknisk og økonomisk acceptable løsninger for indsamling og behandling samt bortskaffelse af slutprodukter.

Ordringen er frivillig for husholdninger og forretninger. For erhvervskøkkenerne er sorteringen obligatorisk. I forsøgsperioden har deltaget:

- 151 køkkener,
- 647 enfamilieboliger med individuelle skraldespande
- 1647 etageboliger med fælles skraldespande
- 6 supermarkeder
- 21 små fødevarerforretninger

Deltagerne har sorteret det organiske affald fra i køkkenet eller butikken. Affaldet samles udendørs i en grøn container (80 l ved boliger og større ved erhverv).

Den grønne container tømmes af renovationsvognen "Vaskebjørnen", som også skyller containeren, hvis den er snavset.

Enfamilieboligerne får i forsøget hentet organisk affald hver 14. dag (restaffald uændret hver uge). Erhverv og etageboliger får hentet både organisk og restaffald hver uge.

Det organiske affald forbehandles i en mikser og en skruepresse (DeWaster) som fjerner plastposer og hårde dele. Herved fremkommer en biomasse, der er en lind grød med en partikelstørrelse under 2 mm. Biomassen afgasses i en biogasreaktor. Til sidst spredes biomassen sammen med afgasset gylle på landbrugsjord.

## *Undersøgelsen*

**Alle led fra leverandør til slutdisponering er med i undersøgelsen**

Der er gennemført undersøgelser af kundernes tilfredshed, arbejdsmiljø for renovationsarbejdere, mængde og sammensætning af det indsamlede affald, kvalitet af biomassen, gasproduktionen, økonomi, energi og massestrømme.

### Hovedkonklusioner

Der er ingen teknisk eller miljømæssig barriere mod kildesortering og bioforgasning

Indsamling af organisk affald til bioforgasning fungerer tilfredsstillende, der er en lille, men sikker, positiv CO<sub>2</sub> -effekt og energigevinst.

Erfaringerne fra forsøget tyder på, at følgende hovedproblemer skal overvejes inden etablering af indsamlingssystem for kildesorteret organisk dagrenovation:

1. Kildesorteringen virker kun med brugerens gode vilje. Derfor skal brugerne have et enkelt og klart system at sortere efter, der skal være en tydelig mærkning af materiel samt en god service og information.
2. Volumen af restaffald bliver ikke væsentlig mindre af, at den organisk fraktion sorteres fra.
3. Ved indsamlingen skal tages højde for lugtproblemer. Containere til uemballeret madaffald skal kunne skylles og der skal evt. være udstyr til bekæmpelse af lugt på indsamlingsbilen.
4. Forbehandlingen skal sikre, at den leverede gødning er uden synlige plaststumper mv. og overholder gældende grænseværdier. Det kan være nødvendigt at acceptere en høj rejktprocent, for at sikre dette.
5. Antallet af indsamlinger er væsentlige for de samlede omkostninger. Ønskes indsamlingen af organisk affald indført sammen med en uændret indsamling af restaffald, vil omkostningerne stige tilsvarende. Modsat er det muligt at etablere et system uden væsentlige ekstra omkostninger, hvis indsamlingen af restaffald nedsættes, så det samlede antal indsamlinger er uændret.

### Projektresultater

Ca. 13.000 tons organisk affald om året ved fuld udbygning

Renovationsvæsenet skønner at i alt ca. 48.000 boliger vil deltage i en frivillig ordning (65% af enfamilie- og 50% af etageboliger). Alle erhvervsenheder skal deltage. Ud fra de gennemførte forsøg, er det beregnet, hvor meget affald, der kan indsamles ved fuld udbygning (inklusiv storkøkkener). Mængden af slutprodukter er beregnet ud fra målinger på et antal stikprøver.

	Antal	Indsamlet	Biogas	Afgasset	Rejekt
	enheder	tons/år	Nm <sup>3</sup> /år	tons/år	tons/år
Erhvervskøkkener	350	491	51.287	295	156
Enfamilieboliger	30.000	9.051	940.081	5.306	2.806
Etageboliger	18.000	1.310	136.098	758	401
Supermarkeder	20	1.040	108.543	1.239	656
Detailforretninger	150	663	69.196	1.147	607
Storkøkkener	50	881	91.990	42	22
<b>I alt</b>	<b>48.570</b>	<b>13.438</b>	<b>1.397.196</b>	<b>8.787</b>	<b>4.648</b>

Tabel 1 Forventet mængde organisk affald fra hver kategori samt slutprodukter i form af biogas, afgasset biomasse og rejkt pr. år

Det skønnes at usikkerheden på mængderne er omkring 25%.



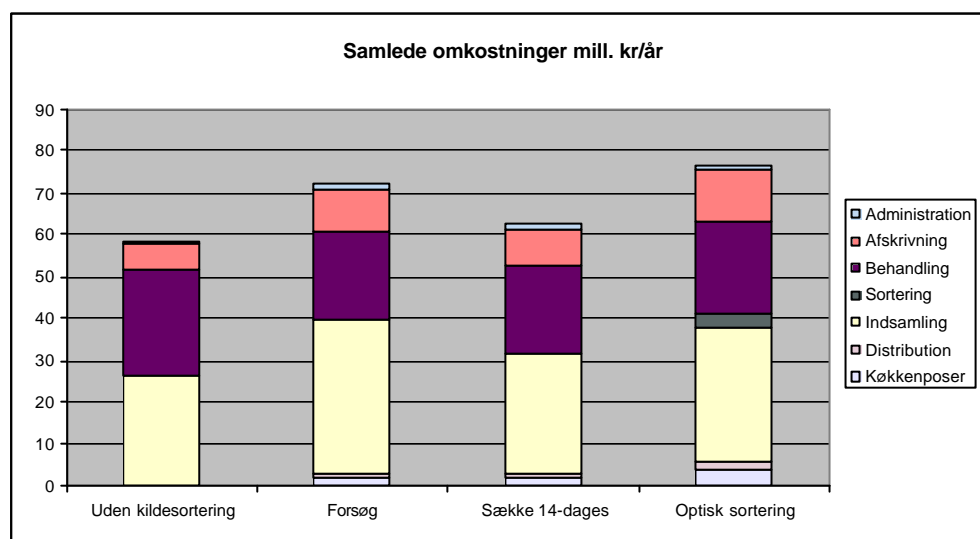
## Stigningen af renovationsafgiften kan holdes på 6% , hvis serviceniveauet sænkes

Indsamlingsfrekvensen er afgørende for økonomien. I forsøget indsamles restaffald uændret hver uge, mens organisk affald indsamles separat hver 14. dag fra enfamiliehuse og hver uge i etageområder. Derfor er ordningen dyrere end den eksisterende uden kildesortering.

Ud fra renovationsvæsenets enhedspriser anslås forsøgsordningen ved fuld udbygning at koste 72 mill. kr. pr. år, mens indsamling uden kildesortering anslås at koste 59 mill. kr. pr. år.

Hvis de enfamilieboliger, der ønsker at kildesortere i stedet får 14-dages indsamling af 2 sække kan kildesorteringen gennemføres til ca. 63 mill. kr. eller 6% mere end indsamling uden kildesortering.

Til sammenligning anslås ugentlig indsamling med optisk sortering at koste omkring 77 mill. kr. pr. år, så det er ikke billigere.

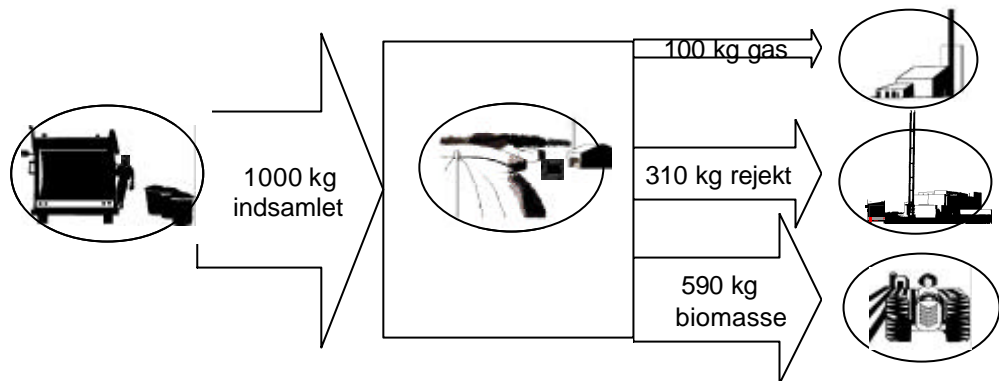


Figur 1 Samlede årlige udgifter hhv. uden kildesortering, udbygning af forsøgsordning, 14-dages indsamling og optisk sortering

Et ton organisk affald giver 100 Nm<sup>3</sup> biogas og 590 kg afgasset biomasse

Behandlingen medfører en klar opdeling i en våd fraktion af afgasset biomasse, en tør fraktion af rejekt samt biogas.

Den samlede behandling medfører, at et ton indsamlet organisk dagrenovation bliver til 100 kg (100 Nm<sup>3</sup>) biogas og 590 kg afgasset biomasse med 97% vand samt 310 kg rejekt til forbrænding. Usikkerheden på gasproduktionen skønnes til ±20%.



Figur 2 Massebalance beregnet for indsamlet organisk affald fra boliger

800.000 Nm<sup>3</sup> naturgas sparet pr. år

Energiproduktionen i det undersøgte system sker på to kraftvarmeværker. Det ene er affaldsfyret (forbrændingsanlægget), det andet er gasfyret.

Når kildesorteringen indføres vil mindre affald blive brændt på forbrændingsanlægget og produktionen af kraftvarme vil falde.

Til gengæld vil der blive produceret mere biogas til det gasfyrede kraftvarmeværk. Her vil produktionen af kraftvarme være uændret, men forbruget af naturgas vil falde.

Det betyder, at der produceres mindre el og varme på forbrændingsanlægget, til gengæld fremstilles biogas, som erstatter naturgas på kraftvarmeværket.

Der vil være et forbrug på 1,9 GJ til indsamling, mistet forbrænding og behandling af et ton organisk affald. Til gengæld produceres 100 Nm<sup>3</sup> biogas, som erstatter 58 Nm<sup>3</sup> naturgas med et energiindhold på 2,3 GJ. Desuden erstatter biomassen kunstgødning, som det ville koste 0,1 GJ at fremstille. Selvom usikkerheden er omkring 20% vil der under alle omstændigheder være et forbrug af energi, som er mindre end energiindholdet i den sparede naturgas.

Ved fuld udbygning spares på et år ca. 800.000 Nm<sup>3</sup> naturgas.

CO<sub>2</sub> effekt på 1.000 tons pr. år

Erstatning af naturgas med biogas giver en CO<sub>2</sub>-besparelse. Til gengæld vil der være større udledning af CO<sub>2</sub> som følge af et øget forbrug af energi til transport og behandling samt til traditionel fremstilling af den el som skal

erstatte den mistede forbrænding. Netto vil effekten svare til en sparet CO<sub>2</sub> udledning på 76 kg pr. ton indsamlet affald.

Ved fuld udbygning spares ca. 1.000 ton CO<sub>2</sub> pr. år.

### Biomassen kan spredes på landbrugsjord

Forbehandlingen af organisk affald betyder, at det producerede gødning ikke indeholder partikler af betydning, så den visuelle forurening er lig nul. Desuden kan biomassen sandsynligvis overholde grænseværdierne for anvendelse af affald til jordbrugsformål.

	Tørstof	Total-N	Total-P
	vægt%	kg/ton	kg/ton
Afgasset gylle	4,9	4,6	1
Afgasset biomasse	3	4	0,4

Tabel 2 Sammenligning af indholdet af tørstof, kvælstof og fosfor i afgasset gylle og biomasse

Det nødvendige areal til udbringningen af afgasset biomasse kan beregnes ud fra den tilladelige tilførsel af næringsstoffer, tørstof og samlet mængde i slambekendtgørelsen. Biomassen blandes med gylle inden udbringning, derfor bliver det indholdet af fosfor der bestemmer det nødvendige areal. Biomassen fra organisk affald i Aalborg giver behov for et areal på mellem 90 og 150 ha.



# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

Det fremgår af Aalborg kommunes affaldsplan 2000-2012, at alt organisk affald skal behandles i biogasanlæg. Kildesortering af madaffald fra husholdninger skal indføres etapevis fra 2003 til 2006. For små erhvervskøkkener er kildesortering indført i 2000, supermarkeder og detailhandel forventes at følge i løbet af 2002.

Siden 1990 har kommunen indsamlet kildesorteret affald fra områder med forskellige former for bebyggelse fra i alt 2.300 husholdninger. Deltagelse i ordningen er frivillig.

I 2000 blev gennemført en indledende undersøgelse: "Forsortering af organisk affald til biogas med DeWaster". Undersøgelsen blev udført på husholdningsaffald indsamlet i papirsække, den viste at det organiske affald har et lavt indhold af tungmetaller, mens indholdet af DEHP og NPE er i samme størrelsesorden som afskæringsværdierne i Miljø- og Energiministeriets "Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen)" nr. 49 fra 20 januar 2000.

Affaldet behandles på Vaarst-Fjellerad biogasanlæg. Anlægget har en beregnet kapacitet på 170 t i døgnet i alt. Heraf 75% gylle og 25% andet organisk affald. Anlægget har en separat linie med en kapacitet på 10-15 t i døgnet. På denne linie udføres forsøg med sortering, afgangning og indholdsbestemmelse af madaffaldet, som først efter afgangning blandes med den afgassede gylle/industriaffald.

Mængden af indsamlet dagrenovation ved forskellige ordninger er kortlagt for 1998 og indgår i Aalborg kommunes affaldsplan 2000-2012.

Affaldstyper 1998	Mængde i alt ton/år	Ordning
Restaffald	35.295	Dagrenovation <sup>1</sup>
Madaffald	273	Indsamling til biogas
	-	Hjemmekompostering <sup>2</sup>
Flasker og glas	492	Genbrugspladser
	1.806	Flaskecontainere
Papir og pap	1.368	Genbrugspladserne
	3.351	Papircontainere
	478	Henteordning
Dagrenovation i alt	43.072	

Tabel 3 Opgørelse over dagrenovation fra husholdninger i 1998 indsamlet ved forskellige ordninger

<sup>1</sup> Den indsamlede mængde er fratrukket 15%, som vurderes at stamme fra erhverv.

<sup>2</sup> Der er udleveret 524 kompostbeholdere, mængden af komposteret dagrenovation kendes ikke.

Det forventes at der skal indsamles 10.600 ton organisk affald pr. år fra husholdninger, ca. 1.500 ton fra små erhvervskøkkener plus en ukendt mængde fra detailbutikker og supermarkeder.

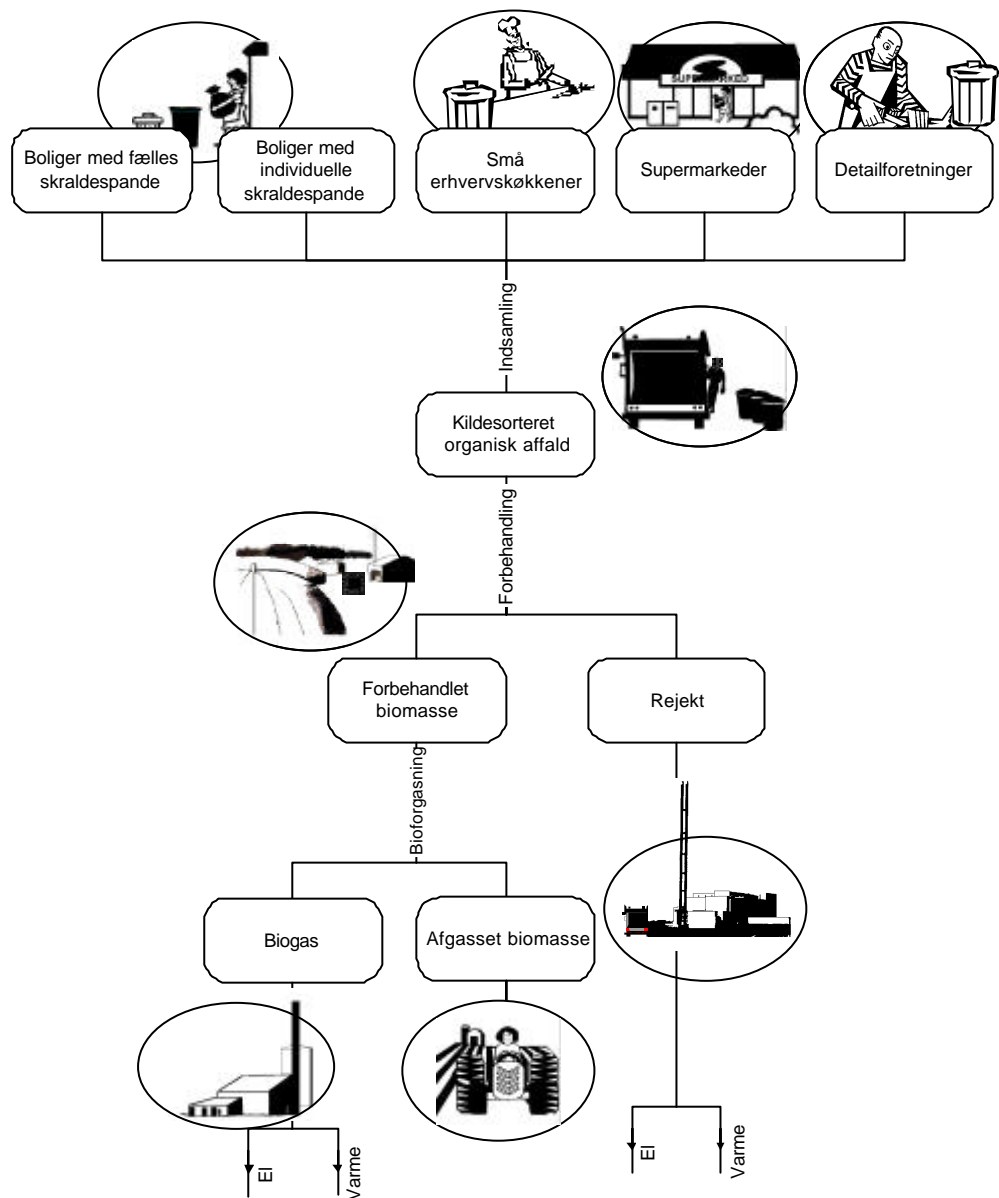
## 1.2 Formål

Dette projekt har til formål at udvikle teknisk og økonomisk acceptable løsninger for indsamling og bioforgasning af organisk affald fra husholdninger, mindre erhvervskøkkener, supermarkeder og en række fødevareforretninger i Aalborg kommune.

## 1.3 Projektets omfang

Projektet omfatter

- Kildesortering af organisk affald hos:
  - 151 små erhvervskøkkener,
  - 2300 husholdninger i tre forsøgsområder,
  - 6 supermarkeder og
  - 21 øvrige fødevareforretninger
- Særskilt indsamling med renovationsvogn af organisk affald i containere
- Forbehandling i skruepresse (DeWaster),
- Afgasning i biogasanlæg og
- Afsætning af slutprodukterne rejekt, gødning og biogas.



Figur 3 Det undersøgte system

Projektet er delt i 4 faser. I hver fase ændres indsamlingen:

- A. Indsamling fra små erhvervskøkkener i plastcontainere i etkammerbil med skylleudstyr. Samtidig indsamles husholdningsaffald ugentlig i plastposer og papirsække.
- B. Indsamling fra husholdninger ændres fra papirsække til plastcontainere og der anskaffes etkammerbil med skylleudstyr. Indsamlingen ændres til 14. dages indsamling.
- C. Indsamlingen suppleres med supermarkeder. Indsamlingen sker dels i specialcontainer med kroghejsebil hver 14. dag, dels ugentlig med minicontainere og skyllebil.
- D. Detailforretninger som slagtere, fiskeforretninger og bagere inddrages. Indsamlingen svarer til indsamlingen fra supermarkeder i fase C.

Undersøgelsen skal vise, om det valgte system fungerer fra leverandør til slutdisponering. Den skal afdække tilfredshed, praktiske problemer, økonomi og arbejdsmiljø samt beskrive affaldsmængder og -sammensætning. Undersøgelsesmetoderne er beskrevet i bilag A.

Rapporten er disponeret, så den følger affaldets vej fra leverandør, via indsamling og behandling til slutdisponering. Dernæst trækkes en samlet vurdering af systemet op og den samlede organisation af indsamling og behandling beskrives. Resultaterne fra det indledende projekt er inddraget som supplement til de nye undersøgelser.



## 2 Leverandører

Køkkenspande og containere er beskrevet i bilag B Indsamlingsudstyr. Hovedreglen er at madaffald er organisk affald fra køkkenet, andet organisk affald regnes som restaffald. For at sikre en god sortering, bør der være lige let adgang til udstyr til restaffald og til organisk affald.

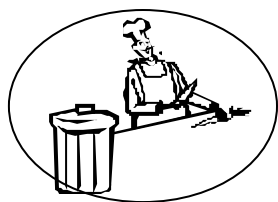
Sorteringsvejledningen, der er udleveret er stort set de samme for alle leverandører. Det organiske affald må gerne være emballeret i plastic eller papir, men ikke i glas eller metal. Nedenfor er angivet kriterierne for kildesortering af organisk affald.

Organisk affald		
Afskårne stueblomster	Grøntsager	Palmin
Appelsin- og citronskræller	Grøntsagstoppe	Pasta
Bananskræller og æbleskrog	Gær	Remoulade
Blomsteraffald fra stuen	Honning	Ris
Afskårne stueblomster	Husblas	Rodfrugter
Animalsk køkkenaffald	Indmad	Salat
Blomsteraffald	Is	Sennep
Brødrester	Kaffegrums og – filtre	Servietter
Cigar(-ret)skod (køkkener)	Kagerester	Sirup
Chips	Kartofler	Skaldyr
Chokolade	Kerner	Skræller
Cornflakes	Ketchup	Smør
Dej	Kornprodukter	Sovs
Dessurter	Krydderier	Svampe –spise
Dressing	Kød	Sukker
Eddike	Kødben	Suppe
Fedt fra husholdningen	Køkkenrulle	Syltetøj
Fisk og fiskeben	Madolie	Sødetabletter
Fjerkræ	Margarine	Tandstikker
Fløde (-skum)	Marmelade	Tegrums og -filtre
Fiturefedt	Mayonnaise	Tobak
Frukt og frugtrester	Mel	Tændstikker
Frø	Mælkeprodukter	(køkkener)
Gelé	Nøddeskaller	Vegetabilsk køkkenaffald
Grød	Ost	Æg (rå, kogt, stegt)

Tabel 4 Kriterier for kildesortering som de fremgår af kommunens sorteringsvejledninger

### 2.1 Små erhvervskøkkener

Madaffald fra køkkener indsamles i henhold til Aalborg kommunes ”Regulativ for madaffald fra køkkener” fra januar 2001. Efter regulativet skal køkkener, der producerer mindre end 100 kg madaffald pr. uge benytte indsamlingsordningen til biogasproduktion. Madaffaldet afhentes normalt en gang om ugen.



Ved et køkken forstås et sted, hvor der produceres eller serveres mad. Ordningen gælder således køkkener i institutioner, på hospitaler og hoteller, restauranter, cafeterier, kantiner, cateringsvirksomheder, pizzabarer, burgerbarer og lignende.

Ved forsøgets start er kontaktet 280 køkkener, 129 er ikke tilsluttet enten fordi, de ikke er omfattet af definitionen på et køkken eller fordi de reelt ikke har madaffald. Desuden er der 20-30 af de tilsluttede køkkener, som reelt ikke leverer madaffald, heraf halvdelen pga. uvilje. Netto er der altså ca. 125 køkkener, der benytter ordningen.

### 2.1.1 Interviewundersøgelse hos 17 køkkener

Et udsnit på 17 af de deltagende køkkener er besøgt for at afklare om indsamlingen fungerer tilfredsstillende. Resultaterne fremgår af bilag C: Resultater af fase A: Små erhvervskøkkener.

Udvælgelsen af køkkener til interviewundersøgelsen er sket, så hver 10. restaurant, grillbar og kantine er besøgt. Der er 3 køkkener, der alene leverer "ud af huset", de er alle besøgt.

Omkring 60% af forbrugerne er tilfredse med ordningen. De mindste køkkener og særligt pizzabarer mener dog ikke, de har noget madaffald af betydning, fordi kunderne sjældent spiser på stedet og fremstilling af en pizza blot består i at drysse nogle færdigvarer på en dej.

Der leveres plastposer efter behov. Flere havde dog i starten haft problemer med at få nye plastposer til køkkenspandene.

Køkkenerne har ikke bemærket væsentlige problemer med arbejdsmiljø eller hygiejne ved de nye spande. Levnedsmiddelkontrollen kræver at køkkenspande skal tømmes og vaskes dagligt.

Nogle anfører at elever og andre nye kan have svært ved at huske, hvilken container, der er til madaffald ligesom andre beboere i gården kan finde på at bruge containeren til madaffald. Derfor er det vigtigt, containeren er tydeligt mærket: "Kun til madaffald".

### 2.1.2 Målinger på 4 læs indsamlet organisk affald fra erhvervskøkkener

Fire læs organisk affald fra september – oktober 2000 er undersøgt ved vejning, sortering og analyse.

Der blev afleveret 28 kg organisk affald/køkken/uge.

Affaldet var meget rent i prøveperioden, der er således kun fundet én procent fejlsorteringer i form af plast og stanniol. Efter prøveperioden har der dog været en tendens til flere fejlsorteringer bl.a. i form af øldåser og duge. Det vides ikke, om dette skyldes dårligere sortering i køkkenerne eller at containerne evt. bruges som skraldespand af andre.

### 2.1.3 Forslag til forbedringer for erhvervskøkkener

Hvis kravet om særlig indsamling af storkøkkenaffald forsvinder, vil det være naturligt, at storkøkkener deltager i ordningen. Åbnes for deltagelse fra alle køkkener undgår man, at nogle køkkener kun leverer en del af deres madaffald for ikke at afsløre, at de faktisk er storkøkkener. Renovationsvæsenet vurderer, at storkøkkenerne leverer 500 tons affald pr. år, der lige så godt kunne indsamles sammen med det øvrige organiske affald.

Ved vejledning af kunderne bør der lægges vægt på, at de får et tilstrækkeligt antal køkkenspande i en passende størrelse. Antallet af køkkenspande til madaffald bør svare til antallet af spande til restaffald. Affald ryger let i den nærmeste spand, derfor bør de to spande stå side om side. Der burde måske udvikles en combicontainer med rum til de forskellige slags affald, så det altid er lige så nemt at benytte den rigtige spand som den forkerte.

Renovationsvæsenets service er vigtig for opfattelsen af ordningen. Hvis der er lovet plastposer til at fore køkkenspandene med, skal de naturligvis også leveres efter behov både for at sikre en positiv holdning til ordningen og for at sikre, at der ikke bruges poser med NPE eller DEHP til madaffaldet. Det bør også sikres, at poserne har den rigtige størrelse.

## 2.2 Husholdninger



Indsamling af organisk affald tilbydes i tre områder i henhold til "Regulativ for dagrenovation, november 1998".

Deltagelsen er frivillig, alligevel har de fleste af husholdningerne valgt at deltage. I en tidligere ordning blev afhentning af restaffald fastsat til hver 14. dag. Det resulterede i, at flere meldte fra ordningen, fordi restaffaldet fylder for meget. Derfor er afhentningen af restaffald nu udvidet til en ugentlig afhentning.

Der følges ikke op over for tilflyttere, så der kommer ikke nye til ordningen.

I køkkenet samles affaldet i plastposer i et dobbeltstativ. Den fulde plastpose bindes og lægges i en papirsæk. I forsøgsperioden blev papirsækkene udskiftet med containere.

Ved boliger med individuelle skraldespande er opstillet et dobbeltstativ med plads til en container til organisk affald og en papirsæk til restaffald. Organisk affald indsamles hver anden uge og restaffald hver uge.

I etageområder med fælles affaldsøer er opsat ekstra containere til organisk affald. Affaldet afhentes ugentligt.

Ca. 2.300 husholdninger deltager i forsøgsordningen fordelt på 647 enfamilieboliger og 1647 etageboliger.

### 2.2.1 Interviewundersøgelse af beboere og varmemestre

Der er gennemført interview med beboerne af 25 enfamiliehuse med individuelle skraldespande og 12 lejligheder med fælles skraldespande samt varmemestrene for de samme boliger. De udvalgte husholdninger er fordelt i alle indsamlingsområder.

Ordningen er frivillig og det må konstateres, at de, der er tilsluttet, er tilfredse. Næsten alle interviewede udtrykker tilfredshed med ordningen.

#### 2.2.1.1 Information

Varmemestrene savner information til tilflyttere, gerne på flere sprog eller forståelige billeder. Enkelte tilflyttere nævner, at de har måttet gætte sig til, hvordan systemet fungerer, men alle har dog hurtigt fundet ud af det. I etageområder bør informationen bringes i samarbejde med varmemestrene.

Det ville være en hjælp, hvis varmemestrene havde nogle sedler eller ekstra foldere, der kunne smides ind i lejlighederne i bestemte opgange, hvis sorteringen er utilfredsstillende.

Sorteringsvejledning bør evt. klistres oven på låget på køkkenstativerne.

Der tales meget om, at affaldet nok alligevel bliver blandet sammen, når det er indsamlet. Derfor var der mange, der var glade for, at biogasanlægget har inviteret til åbent hus, så man kunne se, hvordan affaldet bliver behandlet.

#### *2.2.1.2 Poser og stativer*

Flere nævner, at bunden på poserne somme tider går ud, nogle mener, de er for små mens andre ikke har problemer.

Renovationsvæsenet deler grønne poser ud til husholdningerne. I etageopgangene forsvinder poserne, hvis de ikke leveres helt ind ad brevsprækken.

En boligforening har valgt at sætte nye stativer ind og lade folk selv købe poser, det fungerer fuldt tilfredsstillende. Der bliver anvendt flere forskellige stativer på skinner, her er det vigtigt at skinnen er placeret, så spildt affald ikke forhindrer fri passage.

Den bedste løsning ser ud til at være en løs spand til den grønne pose, spanden kan nemt flyttes hen, hvor den skal bruges og den er nem at rengøre.

Hvis kommunen vælger at uddele stativer, bør der være flere valgmuligheder. Der bør i såfald være gode muligheder for at få eller købe nye stativer, når de går i stykker eller forsvinder i forbindelse med flytninger. Uddeling af poser og stativer i etageområder bør ske i samarbejde med varmemestrene.

#### *2.2.1.3 Skakte*

I to boligforeninger har man afprøvet et system med en skakt, hvor sorteringen foregår ved tryk på en knap. Den ene forening har oplevet en klart mindre svineri i skakten, men den anden har oplevet det modsatte. Det er åbenbart vigtigt, at man kan vælge individuelle løsninger. Poser til skakte bør være med bindehanke, så selv en overfyldt pose kan bindes forsvarligt.

#### *2.2.1.4 Containere*

Mærkningen af containerne er meget forskellig. Nogle steder skal man gætte, at en grøn container kun må bruges til madaffald, andre steder er den tydeligt mærket.

#### *2.2.1.5 Indsamling*

Kun nogle få, synes at rengøringen af containere er for dårlig eller at de lugter, de fleste er godt tilfredse.

#### *2.2.1.6 Affaldsmængder*

Alle oplyser, at de kildesorterer glas, papir og haveaffald (hvis de har have), disse fraktioner afleveres på containerplads eller i særskilte containere.

Beboerne i enfamiliehuse skønner i gennemsnit, at de leverer ca. 50 l organisk affald hver anden uge, mens de fleste har omkring 80 l restaffald hver uge. Ifølge beboerne er 1/3 af affaldsvolumenet organisk affald. Det organiske er dog væsentligt tungere end restaffaldet, så vægtmæssigt udgør det en større andel.

### 2.2.2 Målinger på 4 læs affald fra husholdninger

Der er undersøgt et læs affald fra fælles skraldespande (inklusiv affald fra to Frugt og Grønt en gros) og tre læs fra individuelle skraldespande (heraf var ét læs samlet for to dage) fra 15/1 til 12/2 2001.

En prøve fra etageboliger er undersøgt for fejlsorteringer.

Resultaterne af undersøgelsen er nærmere beskrevet i bilag D. Resultaterne er suppleret med resultater fra tidligere målinger, mens der blev indsamlet i papirsække og fra sideløbende projekter om forbehandling og gaspotentialer.

Enfamilieboligerne har leveret 5,7 kg/bolig/uge. Etageboligerne (inklusiv Frugt og Grønt en gros) har leveret 2 kg/bolig/uge. Supplerende undersøgelser tyder på, at affaldet fra lejlighederne alene udgør 1,2 kg/bolig/uge.

Forskellen skyldes ikke mindst, at en enfamiliebolig, der deltager i ordningen, deltager fuldt ud. I et boligselskab vil det kun være en vis andel af lejerne, der reelt deltager.

I affaldsplanen har renovationsvæsenet regnet med at den potentielle affaldsmængde til biogas er ca. 4 kg pr. uge fra enfamilieboliger, hvoraf 80% forventes indsamlet. For etageboliger er den potentielle mængde regnet til godt 3 kg/bolig/uge hvoraf 70% forventes indsamlet. Enfamilieboligerne leverer således væsentligt mere og etageboligerne noget mindre end forventet.

I Aalborg bor der 2,7 person pr. enfamiliehuse og 1,6 person pr. flerfamiliehuse. I enfamiliehuse afleveres således 2,1 kg/person, mens personer i flerfamiliehuse leverer 0,9 kg/person altså 40% i forhold til personer i enfamiliehuse.

Der er fundet ca. 1 vægt% fejlsorteringer i form af metal, folie og plast.

Analysen af det rå affald tyder ikke på, at der vil være problemer med miljøfremmede stoffer.

### 2.2.3 Vurdering af indsamlingsordningen for husholdninger

Brugerne er generelt tilfredse med ordningen, det er også årsagen til, at det indsamlede organiske affald er rimeligt rent og ikke giver væsentlige problemer med fejlsorteringer eller miljøfremmede stoffer.

Det gør en klar forskel på deltagelsen om man har sin egen skraldespand eller skraldespandene står i en fælles affaldsø. Information og kommunikation er meget vigtig, da ordningen er helt afhængig af brugernes positive indstilling.

## 2.3 Supermarkeder

### 2.3.1 Beskrivelse af supermarkederne

Der er gennemført en forsøgsordning i samarbejde med Dansk Supermarked og med OBS!

Der har deltaget to lavprisvarehuse (Bilka og OBS!), to varehuse (Føtex) og to discountbutikker (Netto).



Kildesorteringen omfatter alt madaffald inklusiv emballage (bortset fra glas og dåser).

De deltagende forretninger er opdelt i følgende kategorier:

Organisk affald	Butikker	Containere			Samlet volumen
		stk.	300 l.	400 l.	
Lavprisvarehuse	2		16	1	13
Varehuse	2	2	16		7
Discount	2		2		0,8
<b>I alt</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>21</b>

Tabel 5 Kategorier af forretninger i undersøgelsen og antal containere af hver type

### 2.3.2 Undersøgelse hos 6 supermarkeder

I prøvetagningsperioden er affald fra 5 supermarkeder indsamlet separat om mandagen og den indsamlede mængde omregnet til hele uger. Lavprisvarehuset med 7 m<sup>3</sup> containere har ikke bidraget til de analyserede prøver.

Repræsentanter fra alle 6 supermarkeder er interviewet.

### 2.3.3 Resultater: Supermarkeder

Resultaterne fremgår af bilag E.

	Dato	Indsamlet	Biomasse	Rejekt	Rejekt
Læs		kg	kg	kg	vægt%
1	05-11-01	2378	1540	262	15%
2	03-12-01	3060	1512	278	16%
3	10-12-01	2920	406	53	12%
4	17-12-01	3000	980	194	17%
<b>Middel</b>		<b>2840</b>	<b>1110</b>	<b>197</b>	<b>15%</b>

Tabel 6 Indsamlet mængde organisk affald samt fordeling på biomasse og rejekt fra 5 supermarkeder

Der er i gennemsnit indsamlet 2.840 kg madaffald pr. uge. Heraf blev 85% til biomasse og resten til rejekt. Efter behandlingen af et separat læs, ligger der en del affald tilbage i mikseren, som først bliver behandlet med de efterfølgende læs. Derfor er summen af den målte biomasse og rejekt mindre end den indsamlede masse.

### 2.3.4 Fordeling på forretningstype

I runde tal er målt:

- 2 tons (5 m<sup>3</sup>) organisk dagrenovation om ugen pr. lavprisvarehus
- 250 kg. (1 m<sup>3</sup>) organisk dagrenovation om ugen pr. varehus med bager og bistro
- 100 kg. (300 l) pr. uge pr. discountbutik uden specialafdelinger.

### 2.3.5 Fordeling på afdelinger

I to supermarkeder er containerne fordelt på flere afdelinger. Det er klart frugt og grønt, der giver mest affald, dernæst bistro og bageri. Slagterafdeling og varemodtagelse (hvor varer fra hylderne ender) bidrager med mindst affald. Dette stemmer overens med, at supermarkederne uden egen produktion afleverer mindst affald.

Butikkerne er generelt tilfredse med ordningen, kun en enkelt tilkendegav, at de accepterede ordningen men hellere ville have været fri. Til gengæld var der også en butik, der frivilligt har sorteret i flere år.

### 2.3.6 Hygiejne og arbejdsmiljø ved kildesortering i supermarkederne

De fleste er godt tilfredse med rengøring af containerne, som faktisk har forbedret hygiejnen i forhold til tidligere. To butikker var utilfredse og kunne fremvise eksempler på mangelfuld rengøring. De oplyste, at rengøringen var meget svingende. En enkelt mente desuden at containerne burde rengøres udvendig.

### 2.3.7 Kildesortering i supermarkederne

Containerne til madaffald bruges til frugt, grønt, brød og dej. Kød og pålæg, der har overskredet sidste salgsdato udgør ikke nogen væsentlig mængde, navnlig ikke i de største butikker. Det er lidt forskelligt om mælk smides ud som madaffald.

Frugt, grønsager og gammelt brød afleveres ofte til landmænd eller zoo. Fedt og friture afhentes af "daka". Klunsning efter lukketid er i øvrigt ret udbredt.

Nogle forretninger har pladsproblemer, fordi forretningerne ikke fra starten har været forberedt til kildesortering, men det vil naturligvis være et overgangsproblem. Det betyder faktisk at en enkelt forretning, som ikke har plads til flere grønne containere, fylder organisk affald i beholderen til restaffald, når den grønne container er fuld.

To steder blev nævnt, at affaldet nok bliver blandet sammen og brændt!

Der er udtaget 5 kg rejekt til sortering, for at finde mængden af fejlsorteringer. Der var 0,2 vægt% glas, 0,1 vægt% metal og 0,1 vægt% folie. Det er et meget flot sorteringsresultat.

### 2.3.8 Forslag til forbedringer af indsamling fra supermarkeder

Kildesortering virker kun med brugernes gode vilje. For at bevare den gode vilje er det vigtigt at containerne er rene og tætte.

Alle renovationsvæsenets egne folk skal være ambassadører for projektet og vejlede personalet. I de større butikker bør der være rutinemæssige besøg af affaldskonsulenten, så problemer og usikkerheder afklares løbende.

Mange personer benytter containerne, derfor skal de være mærket og gerne påført en sorteringsvejledning.

De store butikker ønsker sig noget materiale til motivering af personalet f.eks. månedlig statistik over leveret affald (og helst sparet renovationsafgift).

## 2.4 Små fødevarerforretninger

Der er gennemført en forsøgsordning ved 21 forretninger i Aalborg by.

De deltagende forretninger er opdelt i følgende kategorier:

Antal af Navn	Butikker	Containere					Samlet volumen
		1x80L	1x140L	1x400L	4x120L	5x120L	
Butikstype	Stk.						l
Bager	2	2					160
Fisk	1						140
Frugt og Grønt	5	1	2		1	1	1980
Købmænd	9	4		3			1680
Ost	1	1					80
Slagter	1		1				140
<b>I alt</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4180</b>

Tabel 7 Kategorier af forretninger i undersøgelsen og antal containere af hver type

Indsamlingen er normalt fordelt på alle ruter, men ved prøvetagning er indsamlet på en fast dag. Resultaterne fremgår af bilag F.

### 2.4.1 Indsamlet mængde fra fødevarerforretninger

I forsøgsperioden blev over tre uger i gennemsnit indsamlet 1660 kg/uge fra 21 butikker eller ca. 80 kg/butik/uge.

Mængden af affald fra hver butik er opgjort som volumen af hver container gange en skønnet grad af fyldning.

Butikstype	Antal butikker	Indsamlet volumen	Maks. volumen	Min. volumen
	stk.	liter/uge/butik	liter/uge/butik	liter/uge/butik
Bager	2	35	70	0
Fisk	1	368		
Frugt og Grønt	7	369	1.350	0
Købmænd	9	84	500	0
Ost	1	10		
Slagter	1	53		
<b>Hovedtotal</b>	<b>21</b>	<b>183</b>		

Tabel 8 Middelvolumen af organisk affald pr. butikstype opgjort som containervolumen \* fyldning

Frugt og grønt samt fiskeforretningen har mest affald. En enkelt købmand har ligeså meget affald, mens alle øvrige butikker har væsentligt mindre. Fem ud af 21 har ikke brugt ordningen.

### 2.4.2 Leverandørundersøgelse ved fødevarerforretninger

Butikkerne er generelt tilfredse med ordningen. Fire ud af 20 tilkendegav dog, at de accepterede ordningen men hellere ville have været fri. Det blev klart fremhævet, at den kommunale ordning var et godt, billigt alternativ til daka.

De fleste er godt tilfredse med rengøring af containerne og flere oplyste, at ordningen faktisk har forbedret hygiejnen i forhold til tidligere.



Slagter og fiskemand lægger vægt på hyppige tømninger, da deres affald let giver anledning til lugt. Derfor kan det være et problem, når der springes en tømning over efter skæve helligdage.

Containerne til madaffald bruges til frugt, grønt, kød og pålæg, der har overskredet sidste salgsdato. Knogler fra slagteren afhentes af daka.

#### **2.4.3 Forslag til forbedring af indsamling fra fødevareforretninger**

Flere mindre købmænd ønskede at kunne nøjes med 14-dages tømning, da de ikke har meget affald.

#### **2.4.4 Fejlsorteringer i affaldet fra fødevareforretninger**

Af fejlsorteringer er der fundet 1,1% plast i form af to tuber samt 0,1% glas. Det er et meget flot sorteringsresultat.

#### **2.4.5 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra fødevareforretninger**

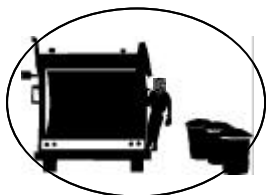
Grænseværdierne for tungmetallerne er overholdt, idet 75% af prøverne ligger under grænseværdierne og ingen prøver overskrider med mere end 50%. Da én af de 4 prøver overskrider grænseværdien for nikkel, vil der dog skulle udtages en fornyet prøve.

Afskæringsværdierne for miljøfremmede stoffer er ikke overholdt, idet én prøve har et indhold af DEHP på 128% af afskæringsværdien.



## 3 Renovationsvæsenets indsamling

### 3.1 Indsamlingsbil



Alt organisk affald indsamles med samme renovationsvogn "Vaskebjørnen". Bilen er monteret med tromlekomprimator, skylleudstyr og vejseudstyr.

I forsøgsperioden indsamles hver kategori for sig (enfamilieboliger 2 dage, etageboliger 1 dag, erhvervskøkkener 1 dag osv.) Det er hensigten, at indsamlingen i fremtiden skal ske ved ruteindsamling, derved vil affald fra boliger og erhverv blive blandet.

Tromlekomprimeringen åbner poserne og blander affaldet inden aflæsning.

Containerne skylles efter behov ca. hver 3. gang. Til skylning af en container anvendes 6 l vand. Skyll vandet skal kunne løbe fra affaldet gennem et ristesystem til en opsamlingsbeholder.

Bilen kan løfte containere på op til ca. 400 kg. Der kan være 4-5 tons affald i det roterende lad. Bilen er monteret med to aksler. Da affaldet ligger over bagakslen har der været problemer med for højt akseltryk. Derfor må det anbefales, at der ved nyanskaffelse anvendes et treakslet køretøj.

Der har været problemer med lugt. Der er derfor etableret lugtbegrænsning ved forstøvning af væske over affaldet i ladet. Væsken binder, indkapsler og nedbryder aerosoler. I øvrigt skal bilen forsynes med håndvaskeudstyr.

Bilen er forsynet med vejeceller, som dog ikke udnyttes i forsøgsfasen, men de giver mulighed for at indføre afregning efter vægt senere.

Bilen er desuden forsynet med kærre til indsamling af 80 l containere uden hjul.

### 3.2 Arbejdsmiljø ved indsamling

Aalborg kommunes BST har vurderet ergonometri og arbejdshygiejne ved indsamlingen (Bilag G).

#### 3.2.1 Ergonomi

Arbejdet med affaldsindsamling er karakteriseret ved at være varieret og dynamisk. Skraldemændene bevæger sig meget, og udfører mange forskellige processer. Kraftkravet og energikravet kan være stort ved denne form for arbejde.

Den ergonomiske belastning ved affaldsindsamling er meget afhængig af metode og udstyr. Fælles er dog at skraldemanden udsættes for en meget varieret belastning ved at skifte mellem perioder, hvor der arbejdes tomhændet og perioder med belastning, og endvidere ved at variere mellem træk og skub ved transport af kærre/container. Når affaldet transporteres i container er der

meget få løft, men til gengæld er skraldemanden i kontakt med kærren en stor del af den effektive arbejdsdag.  
Skal der indsamles i sække, vil der komme flere løft. Disse løft vil dog foregå tæt på kroppen. Hvis der fortsat indsamles med kærre vil bæring og kast af sække kunne begrænses.

Arbejdet med indsamling af biologisk affald må karakteriseres som et arbejde med varieret belastning, hvor der fortsat er muligheder for forbedringer.

### 3.2.2 Arbejdshygiejne

Indsamling af organisk affald fra husholdninger giver ikke nogen nævneværdig arbejdshygiejnisk/biologisk påvirkning af medarbejderne. Den lille eksponering, der er tale om, opvejes af den korte eksponeringstid, og har dermed kun begrænset betydning i sundhedsmæssig henseende.

Eksponeringen er derimod langt større ved indsamling af organisk affald fra 300 - 400 ltr's containere, hvor kun dele af affaldet er indpakket, og der specielt i forbindelse med skylle- og nedsænkingsprocessen er en del gasser og aerosoler i luften. Der er kun tale om en kortvarig eksponering, men det kan dog ikke udelukkes, at eksponeringen kan give anledning til gener.

Aflæsningsproceduren på biogasanlægget giver under de observerede forhold ikke anledning til eksponering af problematisk karakter.

### 3.3 Indsamling fra små erhvervskøkkener

Afhentning af organisk affald sker i forsøgsperioden hver onsdag. Ved fuld udbygning vil erhvervskøkkenerne indgå i en ruteopdelt indsamling. Nogle af køkkenerne ejer deres container andre lejer.

### 3.4 Indsamling fra husholdninger

Enfamilieboliger får afhentet organisk dagrenovation hver anden uge. Etageboliger får det afhentet hver uge.  
Indsamlingen fra husholdninger er delt i 5 ruter, to dage indsamles fra enfamilieboliger (skiftevis i to områder), mens den 3. dag indsamles fra etageejendomme.

Containerne skylles efter behov. Forbruget af vand er målt på en tur i etageområde og en tur til enfamilieboliger.  
I området med enfamilieboliger er brugt 0,3 l pr. bolig, heraf er 0,2 afledt som spildevand mens resten forblev i affaldet.  
I etageområdet er brugt 0,036 l vand pr. bolig, der er afledt 0,043 l som spildevand, så affaldet har afgivet vand.

Forbruget af diesel er målt på de samme to ture til 13 l/tons i etageområde og 21 l/tons i enfamilieområde. Ved fuld udbygning må transporten forventes at blive mere effektiv, da affaldet vil blive indsamlet i samlede områder uden hensyn til om det stammer fra erhverv, enfamilie- eller etageboliger.

### 3.5 Indsamling fra supermarkeder og små fødevarerforretninger

Indsamlingen foretages normalt ruteopdelt, så der indsamles fra både erhvervskøkkener, husholdninger og butikker på samme tur.

Det har vist sig, at affald fra supermarkederne til tider er ret kompakt, med en vægtfylde op til 0,8 kg/l mod normalt 0,5 kg/l. Derfor har det været nødvendigt at udskifte 660 l containerne med containere på hhv. 300 og 400 l.

### 3.6 Økonomi for indsamling

Husholdningerne tilbydes en frivillig ordning. Ved fuld udbygning antages, at 65% af enfamilieboligerne og 50% af etageboligerne deltager.

Erhvervskøkkener, supermarkeder og fødevarerforretninger får en tvungen ordning og forventes at deltage 100%. Desuden antages, at storkøkkener tilsluttes ordningen.

Der regnes med at indsamlingssystemet ved fuld udbygning omfatter følgende antal forbrugere og mængder:

Organisk	Antal	Masse
		kg/uge/enhed
Små køkkener	350	28
Enfamilieboliger	30.000	5,8
Etageboliger	18.000	1,4
Supermarkeder	20	1.000
Detailforretninger	150	85
Storkøkkener	50	339
<b>I alt</b>	<b>48.570</b>	<b>258.700</b>

Tabel 9 Antal enheder med kil desorteret, organisk affald og kg. pr. enhed pr. uge

Rest	Antal	Masse
		kg/enhed/uge
Små køkkener	350	30
Enfamilieboliger	46.788	6
Etageboliger	36.560	5
Supermarkeder	20	1.500
Detailforretninger	150	100
Storkøkkener	50	350
<b>I alt</b>	<b>83.918</b>	<b>536.528</b>

Tabel 10 Antal enheder med restaffald og kg. pr. enhed pr. uge

#### 3.6.1 Overslag over etableringsomkostninger

Etableringsomkostninger beregnes ud fra enhedspriser skønnet af renovationsvæsenet:

Anskaffelse		Størrelse	Udgift	Levetid
			kr. pr. stk.	år
Erhvervskøkken	Køkkenspand	40 l	159	10
	Køkkenspand	16 l	15	10
Bolig	Køkkenstativ	stativ	35	10
Bolig (individuel)	1/2 Dobbelt skjul m. stativ	skjul	400	10
Bolig (individuel)	Skjul		730	10
Sækkestativ			730	10
Erhverv	Container	80 l	169	10
	Container	120 l	300	10
	Container	140 l	300	10
	Container	300 l	800	10
	Container	400 l	2100	10
Indsamling	Container	7.000 l	15000	10
	Bil med skylleanlæg		1.400.000	8
	Brugtvognspris v. 8 år		-400.000	
	Bil traditionel		1.000.000	8
	Brugtvognspris v. 8 år		-300.000	
	Kærrer (3 stk. pr. bil)		5.000	5
Bilreserve		5%		
Rente		6%		

Tabel 11 Enhedspriser for etableringsomkostninger

På baggrund af antallet af enheder og enhedspriserne beregnes etableringsomkostningerne ved fuld udbygning.

Etablering	Antal	Køkken			Ude	Containere				Bil	I alt
*1000 kr.		16 l.	40 l.	stativ	skjul	80 l	140 l	400 l	7.000 l	kr.	kr.
Små køkkener	350	8	28			25	60			146	267
Enfamilieboliger	30.000			1.050	12.000	5.070				4.416	22.537
Etageboliger	18.000			630			540			752	1.922
Supermarkeder	20							105	30	56	191
Detailforretninger	150					4	30	53		63	149
Storkøkkener	50							74	75	103	252
<b>I alt</b>	<b>48.570</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>1.680</b>	<b>12.000</b>	<b>5.100</b>	<b>630</b>	<b>231</b>	<b>105</b>	<b>5.537</b>	<b>25.319</b>

Tabel 12 Omkostninger til etablering af indsamlingssystem til organisk affald (\*1000 kr.)

Etablering	Antal	Skjul	Containere	Bil		I alt
*1000 kr.		skjul	400 l.	antal	kr.	kr.
Små køkkener	350		45	0,1	103	568
Enfamilieboliger	46.788	18.715		11,7	8.363	27.079
Etageboliger	36.560			3,0	2.153	17.508
Supermarkeder	20			0,1	79	349
Detailforretninger	150		8	0,1	44	314
Storkøkkener	50			0,1	77	257
<b>I alt</b>	<b>83.918</b>	<b>18.715</b>	<b>53</b>	<b>15</b>	<b>10.820</b>	<b>46.075</b>

Tabel 13 Omkostninger til etablering af indsamlingssystem til restaffald (\*1000 kr.)

Etableringen af et indsamlingssystem til kildesortering ved fuld udbygning af forsøgsordningen vil koste 25 mill. kr. for den organiske fraktion og 46 mill. kr. for restfraktionen. I alt 71 mill. kr.

### 3.6.2 Overslag over driftsomkostninger

Beregningerne laves ud fra renovationsvæsenets enhedspriser og normtal for indsamling. De anvendte tal bygger på lokale aftaler og priser i Aalborg, de vil antageligt være forskellige for forskellige kommuner.

Drift		
Normtal indsamling	Sække	1400 stk./person/uge
	2-hjulede containere	850 stk./person/uge
	4-hjulede containere	850 stk./person/uge
	Kroghejse	60 stk./person/uge
Timepriser	Timeløn skraldemand	188,59 kr./time
	Chaufførtillæg	4,94 kr./time
	Drift trad. bil	169 kr./time
	Drift Vaskebjørnen	170 kr./time
Administration mv.	organisk affald	500000 kr./år
	rest affald	700000 kr./år
Poser	Køkkenposer	0,3 kr./stk.
	Distribution af poser/bolig	20 kr./bolig
Sække	70 l	1,9 kr./stk.
	100 l	2 kr./stk.
	160 l	2,3 kr./stk.
Behandling	Forbrænding rest	523 kr./ton
	Behandling organisk	479 kr./ton

Tabel 14 Normtal og enhedspriser for drift af indsamlingsordning

Drift	Køkken- poser	Distri- bution	Indsamling	Behandling	Afskrivning	Admini- stration	I alt
	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./år
Små køkkener	47	20	587	673	114	52	522.438
Enfamilie- boliger	47	20	293	144	106	11	18.650.370
Etageboliger	47	20	59	35	16	3	3.215.229
Super- markeder			2.691	24.908	1.371	1.935	618.116
Detail- forretninger			587	2.117	146	165	452.154
Storkøkkener			1.635	8.444	737	656	573.567
<b>I alt</b>							<b>24.031.874</b>

Tabel 15 Driftsomkostninger for indsamling og behandling af den organiske fraktion

Drift	Indsamling	Behandling	Afskrivning	Administra- tion	I alt pr. tømning	I alt
	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./enh./år	kr./tømning	kr./år
Små køkkener	586	816	228	39	32	584.138
Enfamilieboliger	460	163	83	8	14	33.403.683
Etageboliger	117	136	67	7	6	11.927.883
Supermarkeder	5371	40794	2474	1.957	973	1.011.934
Detail- forretninger	586	2720	292	130	72	559.210
Storkøkkener	1807	9519	738	457	241	625.997
<b>I alt</b>						<b>48.112.845</b>

Tabel 16 Driftsomkostninger for indsamling og behandling af restfraktionen

Indsamlingen af organisk affald koster årligt 24 mill. kr. inklusiv afskrivning af udstyr og behandling. Indsamlingen af restfraktionen koster 48 mill. kr. pr. år. I alt koster ordningen altså 72 mill. kr. pr. år.

Indsamling uden kildesortering vurderes i bilag N til at koste knap 60 mill. kr. pr. år, så udbygning af forsøgsordningen til fuld skala skønnes at være 20% dyrere end de nuværende omkostninger.

### 3.7 Vurdering af indsamling

Indsamlingen bør tilrettelægges, så affald fra forskellige leverandører blandes, da meget ensartet affald fra køkkener eller supermarkeder kan give problemer for forbehandlingen (se kapitel 4). Det er i praksis også lettest at tilrettelægge indsamlingen i områder uden hensyn til, om leverandørerne er erhverv eller boliger.

De anvendte kærre bør kunne indstilles til den enkelte person for at sikre en god arbejdsstilling.

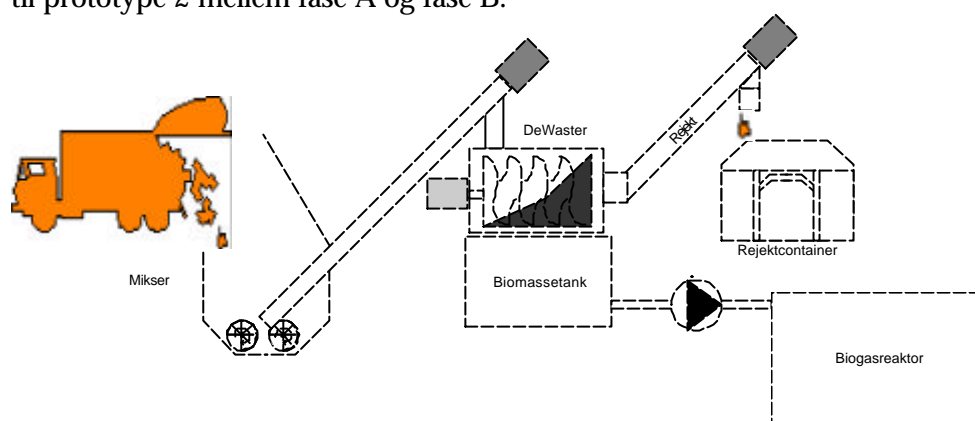
Den nuværende ordningen skønnes at fordyre renovationssystemet med 20%. Det skyldes først og fremmest en øget indsamling.



# 4 Behandling

## 4.1 Behandlingsanlægget

Det indsamlede affald aflæsses i en mikser, der neddeler affaldet. Fra mikseren føres affaldet med en snegl op til en DeWaster, der frasorterer fejlsorteringer og plastposer som rejekt. Biomassen til bioforgasning ender i en fortank, hvorfra det pumpes til biogasreaktoren. Selve DeWasteren er blevet udskiftet til prototype 2 mellem fase A og fase B.



Figur 4 Forbehandling af affald

## 4.2 Undersøgelse af forbehandling i DeWaster

Det er undersøgt, hvordan DeWasteren er i stand til at behandle affald af hver type. Affaldets sammensætning før og efter behandling bestemmes ved analyser og ved sortering. Desuden er energiforbrug til behandlingen målt, det drejer sig om el til drift af motorer på mikser, snegletransportører og DeWaster.

Rejektprocenten variere meget fra læs til læs, derfor er det ikke muligt at vurdere, om der er forskel mellem de enkelte typer affald eller der er tale om tilfældig variation.

Der er målt på indkommende organisk affald samt udgående i en periode på 12 måneder. På et år, hvor der kun er modtaget affald fra husholdninger, har DeWasteren delt affaldet i ca. 31 vægt% rejekt og 69 vægt% forbehandlet organisk affald jfr. bilag H.

## 4.2 Karakterisering af biomasse fra DeWaster

Biomassen, der er forsorteret i DeWasteren fremtræder som en tyk, grødagtig masse og den kan derfor ikke undersøges for tilstedeværelse af fejlsorteringer på samme måde som råaffald og rejekt.

I forbindelse med projektet "Dokumentation af teknologi til kvalitetssikring af restproduktet fra biogasbehandling med henblik på udbringning på landbrugsjord" udviklede og afprøvede Avdelningen for VA-teknik på Lunds Tekniska Högskola, for egen regning, to metoder til fysisk karakterisering af

denne biomasse. Den ene metode er baseret på centrifugering af prøven, og den anden på sigtning af materialet i en almindelig sigtekolonne. Formålet var dels at vurdere den fysiske neddeling af affaldet i DeWasteren og dels at vurdere omfanget af fintneddelte fremmedlegemer i affaldet. - især plast. I forbindelse med ovennævnte projekt blev undersøgt de 4 prøver fra indsamling af kildesorteret affald i Aalborg fra en periode, hvor affaldet blev indsamlet i papirsække. I det aktuelle projekt er der undersøgt to prøver fra hver af faserne B (Indsamling fra husholdninger i containere i stedet for papirsække), C (Affald fra supermarkeder) og D (Indsamling fra detailforretninger). Prøverne fra fase A (Små erhvervskøkkener) var så flydende at de ikke kunne behandles i DeWasteren. Bilag I giver en samlet oversigt over analyseresultaterne og bilag J viser fotografier af sigterne efter sigtning af hver af de 6 prøver. Derudover er medtaget fotografier af 2 prøver fra ovennævnte projekt.

#### 4.2.1 Centrifugering

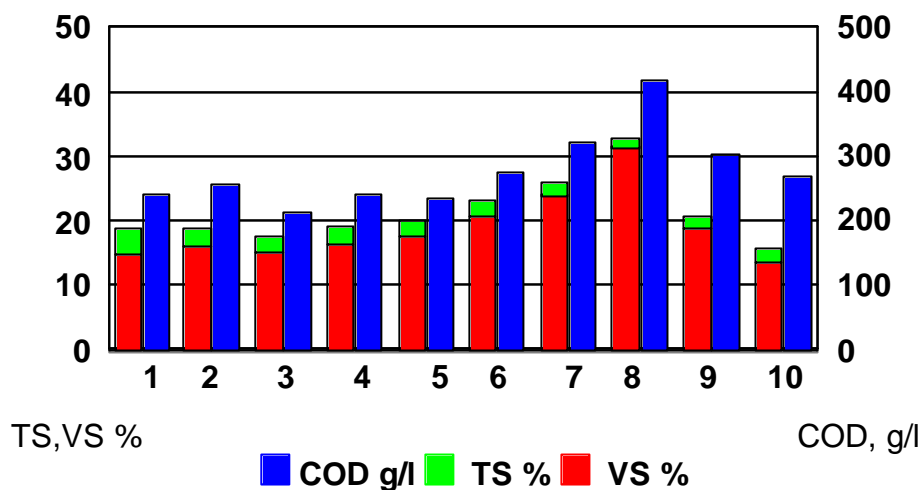
Ved centrifugering i en almindelig laboratoriecentrifuge skilles biomassen i tre klart adskilte fraktioner.

- På overfladen ligger en tynd olie/fedtfase. Tykkelsen af laget er i visse prøver 1-2 mm og kan være svær at bestemme præcist
- I midten findes en grumset vandfase
- I bunden afsættes en fast fase

Tabel 17 viser en sammenstilling af de 10 prøvers samlede indhold af tørstof, tørstofglødetab og COD og i figur 5 er resultaterne vist grafisk. Det ses at der ikke er stor forskel på de 6 prøver af husholdningsaffald, der alle har et tørstofindhold på omkring 20%, hvoraf glødetabet typisk udgør ca. 90%. COD er ca. 250 g/l i alle prøver. Affald fra supermarkeder har et noget højere indhold af tørstof og COD, medens affaldet fra de små detailbutikker ligner husholdningsaffaldet bortset fra et noget større COD-indhold. Der er dog noget større forskel mellem prøver fra supermarkeder og detailforretninger, hvilket også er at forvente, da der er tale om forholdsvis få leverandører til hvert læs, hvor der ydermere kan være stor forskel i affaldssammensætningen fra gang til gang.

Affaldstype	Papirsække				Containere		Supermarkeder		Fødevarerforretninger	
Dato	11/1 2000	20/1 2000	25/1 2000	27/1 2000	12/2 2001	8/2 2001	10/12 2001	5/11 2001	14/5 2002	28/5 2002
Prøvenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TS %	19,0	19,0	17,7	19,1	20,0	23,4	26,0	32,8	20,7	15,8
VS %	15,0	16,0	15,1	16,5	17,6	20,8	24,0	31,4	18,7	13,8
GTS%	4,0	3,0	2,6	2,6	2,4	2,5	2,0	1,4	2,1	2,0
COD g/l	240	255	213	240	238	275	322	419	304	266

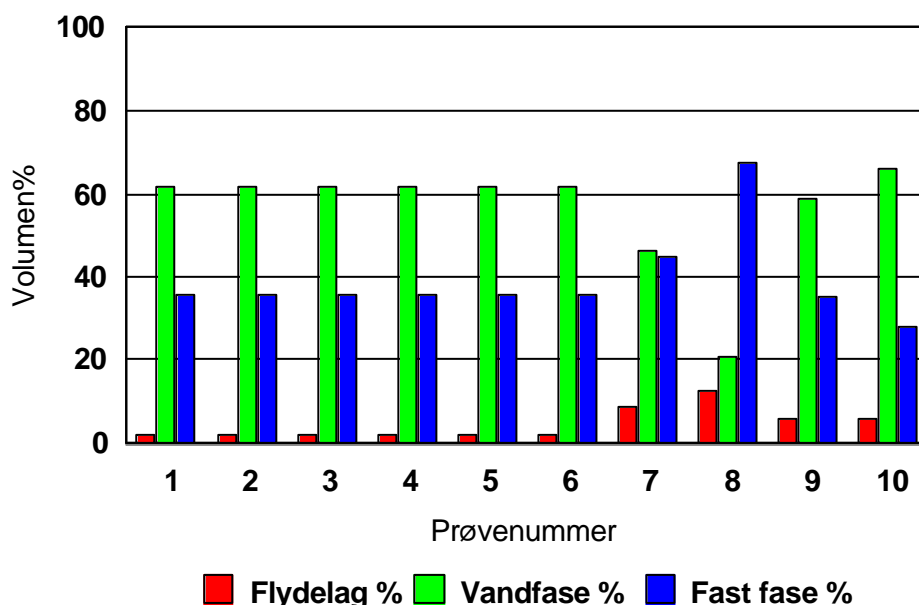
Tabel 17 Indhold af tørstof, glødetab, tørstofglødetab og COD i de 10 prøver affald



Figur 5 COD, tørstof og tørstofglødetab i de 10 affaldsprøver

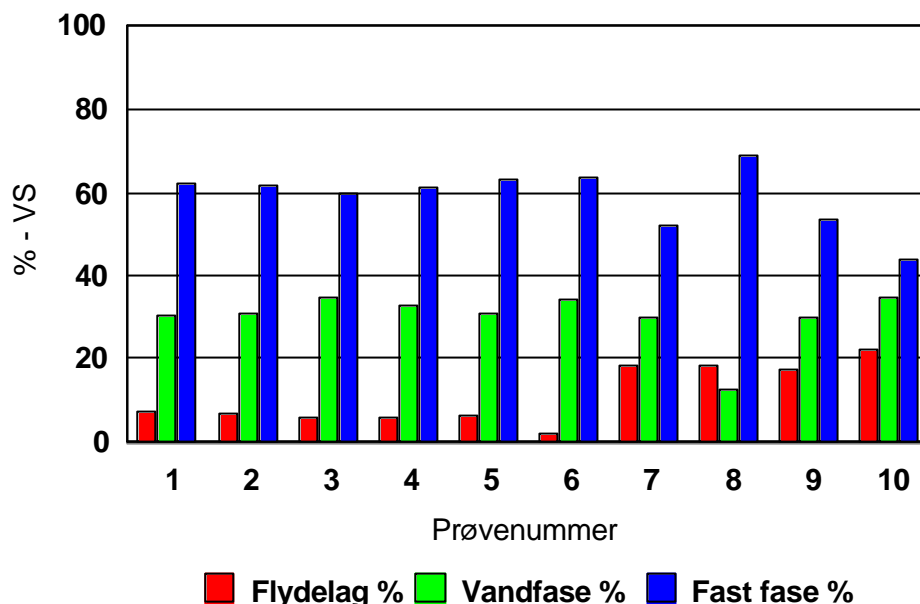
Figur 6 viser den volumenmæssige fordeling af de tre fraktioner efter centrifugering i de 10 prøver og det ses også her at biomassen fra de 6 prøver af husholdningsaffaldet ligner hinanden med et meget begrænset flydelag. Affaldet fra de 2 prøver fra detailbutikker svarer til biomassen fra husholdningsaffaldet dog med et lidt større flydelag; medens biomassen fra supermarkedsaffald dels er meget forskellige og dels afviger noget fra biomassen fra husholdningsaffaldet. Flydelaget er langt større og vandfasen er noget mindre. I den ene prøve udgjorde den faste fase også hovedparten af voluminet.

En visuel inspektion af flydelagene for de forskellige prøver viste at der i hovedsagen er tale om fedt/olie og i enkelte prøver lidt plast. Den faste fase har et betydeligt indhold af uorganisk materiale og en visuel inspektion af materialet viser også at der sker en tydelig lagdeling ved centrifugeringen. Materialet fremtræder som meget finpartikulært øverst og med mange fibre og enkelte plaststykker nederst. Der har ikke kunnet identificeres andre fremmedlegemer som f.eks. metalstumper.



Figur 6 Fordeling af voluminet af hver af de tre fraktioner efter centrifugering.

Da biogasproduktionen er tæt knyttet til biomassens glødetab (VS) er der i figur 7 vist de enkelte fraktioners andel af det samlede glødetab. De 6 prøver af husholdningsaffald ligner hinanden og det ses at hovedparten af det organiske stof findes i den faste fase, medens flydelaget kun udgør en mindre del her, dog større end svarende til voluminet da glødetabet er meget højt i flydelaget. For biomassen fra supermarkeder og detailforretninger ses flydelaget at bidrage med en større del af det samlede organiske stof.



Figur 7 Fordeling af prøvens indhold af organisk stof på de tre fraktioner ved centrifugering

#### 4.2.2 Sigtning af biomasse

Ideen med sigtningen var dels at give et visuelt indtryk af tilstedeværelse og karakter af større partikler efter separation i DeWasteren og dels at give en størrelsesfordeling af det behandlede affald. Ved de første sigtninger blev benyttet en sigtekolonne med maskevidder 8, 5,6, 4, 2, 0,5 mm. Ved de senere undersøgelser blev benyttet maskevidderne 16, 8, 4, 2 og 1 mm, idet det viste sig at sigterne med de små maskevidder hurtigt stoppede til og således ikke længere fungerede som sigte.

Ved at afveje mængden af materiale efter tørring ved 105 °C kan den tilbageholdte mængde tørstof på hver sigte bestemmes. Denne tørstofbestemmelse viste sig imidlertid mindre anvendelig, idet der tilbageholdes mindre mængder tørstof på sigtens ribber af partikler mindre end maskevidden. Desuden vil der på sigter med mindre maskevidde ske en tilstopning, således at der dannes et filter, der tilbage holder meget større mængder tørstof end svarende til sigtens maskevidde. Sigtning af biomassen skønnes derfor at kunne anvendes til at karakterisere mængden og karakteren af mindre mængder større partikler; men ikke til at give en egentlig størrelsesfraktionering af biomassen.

I bilag J er vist fotografier af sigterne for de enkelte prøver fra faserne B,C og D. Der er herudover medtaget fotografier fra to prøver fra den oprindelige undersøgelse.

Det fremgår heraf at der ikke forekommer partikler der tilbageholdes på 16 mm sigten for supermarkeds og butiksassaldet, medens der er papirrester i prøver fra husholdningsaffaldet. Det er også tydeligt på 8 mm sigterne, hvor der en enkelt partikel fra en af supermarkedsprøverne medens der er en del partikler også plast fra husholdningsaffaldet. På sigter med mindre maskevidde ses ophobning af materiale - mest tydeligt på prøverne af husholdningsaffaldet. Det er formentlig det store antal papirposer der resulterer i at større partikler lukker porerne i sigterne. Generelt er det således kun en marginal del af affaldet der tilbageholdes på sigterne med maskevidde > 4 mm.

#### 4.3 Gasproduktion

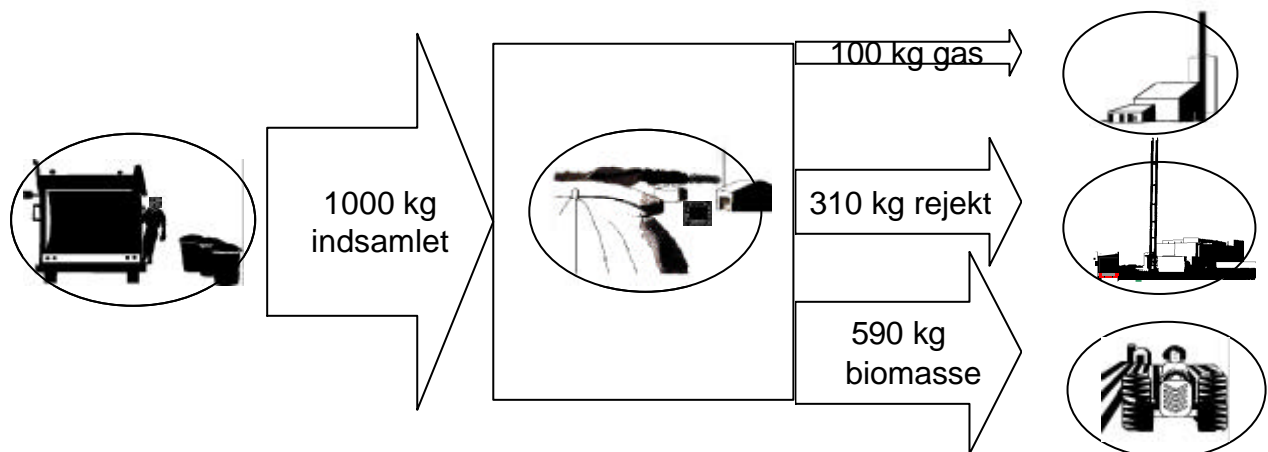
Det forbehandlede organiske affald afgasses i en separat biogasreaktor. Biogasreaktoren var navnlig i starten meget lavt belastet dvs. der var en høj opholdstid, som ikke vil forekomme ved normal drift. Den tilførte mængde biomasse er gradvist steget gennem forsøget, men belastningen er fortsat langt under den, der vil være gældende ved fuld udbygning.

Den målte gasproduktion har i øvrigt været så ustabil, at den ikke kan anvendes som grundlag for en vurdering. I bilag L Energibetragtninger er gasproduktionen i stedet anslået til omkring 100 kg, svarende til 100 Nm<sup>3</sup> biogas pr. ton indsamlet organisk affald ±20%.

#### 4.4 Massestrømme gennem behandlingen

Behandlingen medfører en klar opdeling i en våd fraktion af udrådnet biomasse, en tør fraktion af rejekt samt biogas.

Den samlede behandling medfører, at et ton kildesorteret organisk dagrenovation bliver til 100 kg gas og 590 kg afgasset biomasse med 97% vand samt 310 kg rejekt til forbrænding jfr. bilag K om afgangningen.



Figur 8 Massebalance beregnet for indsamlet organisk affald

#### 4.5 Vurdering af behandlingen

Der har været problemer med at flytte affald med for lidt struktur (f.eks. rent affald fra erhvervskøkkener) med snegle. Desuden har plastposer en tendens til at vikle sig om sneglene.

Forsøgene med prototypen, har givet den erfaring, at et fremtidigt anlæg skal udføres med få snegle uden stigning. Evt. bør mikseren placeres højere end DeWasteren. Desuden vil det være en fordel, hvis indsamlingsruterne tilrettelægges, så affald fra erhvervskøkkener blandes med affald fra husholdninger. Store emner skal kunne lukkes bagud af DeWasteren, styringen skal automatiseres og anlægget skal udføres i rustfrit stål.

I øvrigt vil det være mest praktisk, at anlægget placeres i et ikke forureningsfølsomt område f.eks. ved forbrændingsanlægget. Derved spares desuden transport af rejekt.

# 5 Afsætning af biomasse og rejekt

## 5.1 Gødningsværdi af et ton afgasset biomasse

Den afgassede biomasse blandes med udrådnet gylle mv. inden det afsættes til jordbrugsformål. Produktet anvendes til gødning og til jordforbedring. I dette projekt kvantificeres den jordforbedrende effekt ikke.

Indholdet af kvælstof er i samme størrelsesorden som i afgasset gylle, mens indholdet af fosfor ligger på omkring det halve<sup>3</sup>:

	Tørstof	Total-N	Total-P
	%	kg/ton	kg/ton
Afgasset gylle	4,9	4,6	1
Afgasset biomasse	3	4	0,4

Tabel 18 Indholdet af tørstof, kvælstof og fosfor i afgasset gylle og i afgasset biomasse.

## 5.2 Overholdelse af grænseværdier for biomassen

I ”Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen)” skelnes mellem grænseværdier for tungmetaller og afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer.

Afskæringsværdier skal overholdes i hver enkelt prøve. Grænseværdierne må godt overskrides i enkelte prøver.

Analyserværdierne skal overholde de tørstofrelaterede grænseværdier eller de fosforrelaterede grænseværdier. Ud af de seneste 5 prøver skal analyseresultaterne fra mindst 75% ligge under grænseværdierne. Dog må ingen prøve overskride en grænseværdi med mere end 50%. Hvis en prøve overskrider en grænseværdi med 0 – 50% skal der umiddelbart foretages fornyet prøvetagning og analyse.

Overholdelse af grænseværdier for tungmetaller

Hver enkelt analyseresultat skal overholde afskæringsværdierne.

Overholdelse af afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer

Ved sammenblanding af affaldsprodukter fra flere affaldsproducenter skal prøvetagning foretages inden sammenblanding. Det er ikke på nuværende tidspunkt helt klart, hvem der er kan betragtes som én affaldsproducent. I forbindelse med prøvetagning af spildevandsslam betragtes ét anlæg som én

<sup>3</sup> indholdet af N og P i afgasset gylle (blandet kvæg og svin) er oplyst i ”Næringsstofudnyttelsen af afgasset gylle”, Leif Knudsen m.fl. Landbrugets Rådgivningscenter 1995/

producent, selvom det modtager spildevand fra forskellige leverandører. Derfor antages, at ét forbehandlingsanlæg betragtes som én producent af biomasse, selvom det modtager dagrenovation fra både husholdninger og erhverv.

På forsøgsanlægget køres dagrenovation separat, men ved fuld udbygning vil dagrenovation, andet organisk affald og gylle blive blandet inden afgang. Derfor tages prøverne inden afgang, så det svarer til, at de tages inden sammenblanding med andet affald og gylle, når forsøgsperioden er slut.

Overholdelsen af grænse- og afskæringsværdier er undersøgt i følgende prøver af biomasse:

1. 4 læs kildesorteret organisk husholdningsaffald indsamlet i papirsække (oktober 2000).
2. 4 læs kildesorteret organisk husholdningsaffald indsamlet i containere (januar 2001)
3. 4 læs organisk affald fra supermarkeder (november-december 2001)
4. 4 læs organisk affald fra små fødevarerforretninger
5. Et læs kildesorteret organisk husholdningsaffald fra etageområde og et læs affald fra enfamilieboliger er i september 2001 undersøgt iht. slambekendtgørelsen.

#### 5.2.1 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra husholdninger

Papirsække	Enhed	Grænse-værdi	Afskærings-værdi	Individuelle	Fælles	Indivi-duelle	Fælles
Dato				11-01-00	20-01-00	25-01-00	27-01-00
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		26%	12%	13%	13%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		47%	27%	25%	27%
Nikkel	mg/kg TS	30		26%	16%	12%	11%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		72%	56%	35%	35%
DEHP	mg/kg TS		50	<b>140%</b>	94%	54%	60%
NPE	mg/kg TS		10	<b>110%</b>	71%	66%	71%
Bemærkning				5 dage gl.			

Tabel 19 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra husholdninger ved indsamling i papirsække (% af grænse-/afskæringsværdi)

I de tidligste prøver var indholdet af DEHP og NPE tæt på afskæringsværdierne. I én af de 4 prøver var afskæringsværdierne overskredet. Dette kan dog muligvis forklares ved, at netop dette læs var lagret 5 døgn inden forbehandlingen.



Husholdninger	Enhed	Grænseværdi	Afskæringsværdi	Individuelle	Individuelle	Fælles	Individuelle
Dato				16-01-01	23-01-01	08-02-01	13-02-01
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		7%	8%	7%	7%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		18%	18%	21%	16%
Nikkel	mg/kg TS	30		8%	13%	7%	10%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		32%	44%	32%	34%
DEHP	mg/kg TS		50	26%	34%	50%	28%
NPE	mg/kg TS		10	21%	31%	19%	20%

Tabel 20 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra husholdninger ved indsamling med container (% af grænse-/afskæringsværdi)

Husholdninger	Enhed	Grænseværdi	Afskæringsværdi	Individuelle	Fælles
Dato				25-09-01	27-09-01
Læs				lovpligtig	lovpligtig
Cadmium	mg/kg TS	0,8		13%	i.p.
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		23%	i.p.
Nikkel	mg/kg TS	30		13%	13%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		37%	49%
DEHP	mg/kg TS		50	22%	40%
NPE	mg/kg TS		10	54%	15%
Kviksølv	mg/kg TS	0,8		i.p.	i.p.
Kviksølv	mg/kg P	200		i.p.	i.p.
Bly	mg/kg TS	120		2%	2%
Bly	mg/kg P	10000		5%	6%
Zink	mg/kg TS	4000		2%	1%
Kobber	mg/kg TS	1000		2%	2%
Chrom	mg/kg TS	100		8%	7%
LAS	mg/kg TS	1300		i.p.	i.p.
PAH sum	mg/kg TS	3		7%	i.p.

Tabel 21 Lovpligtige analyser på affald fra enfamilieboliger med individuelle skraldespande og fra etageområder med fælles skraldespande (i.p. = ikke påvist)

Der er stor forskel på resultaterne fra de forskellige prøver. I affald fra husholdninger i fase B kan grænseværdierne overholdes. For DEHP og NPE er der sket et betydeligt fald fra januar 2000 til januar 2001 og igen til september 2001. Ses bort fra den første prøve, er der en tendens til højere koncentration af DEHP i affald fra etageboliger med fælles skraldespande.

### 5.2.2 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra supermarkeder

Type	Enhed	Grænseværdi	Afskæringsværdi	Forbehandlet			
				05-11-01	03-12-01	10-12-01	17-12-01
Dato							
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		6%	10%	9%	10%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		20%	30%	25%	30%
Nikkel	mg/kg TS	30		6%	13%	10%	12%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		32%	60%	40%	52%
DEHP	mg/kg TS		50	4%	26%	11%	104%
NPE	mg/kg TS		10	7%	0%	0%	0%

Tabel 22 Overholdelse af grænseværdier for biomasse fra supermarkeder (% af grænse-/afskæringsværdi)

I affaldet fra supermarkeder forekommer en enkelt overskridelse af afskæringsværdien for DEHP. Alle andre værdier overholder grænse- og afskæringsværdierne med stor sikkerhed.

### 5.2.3 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra små fødevarerforretninger

Type	Enhed	Grænseværdi	Afskæringsværdi	Biomasse			
				14-05-02	21-05-02	28-05-02	04-06-02
Dato							
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		13%	11%	12%	13%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		27%	20%	22%	30%
Nikkel	mg/kg TS	30		15%	43%	<b>123%</b>	<b>100%</b>
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		48%	108%	332%	340%
DEHP	mg/kg TS		50	28%	72%	42%	<b>128%</b>
NPE	mg/kg TS		10	10%	0%	0%	0%

Tabel 23 Overholdelse af grænseværdier for biomasse fra små fødevarerforretninger (% af grænse-/afskæringsværdi).

Indholdet af nikkel er højt i to prøver, hvoraf den ene overskrider grænseværdien og indholdet af DEHP er over afskæringsværdien i en af de fire prøver.

Alt i alt kan det konkluderes at grænseværdierne vil kunne overholdes. Afskæringsværdierne vil normalt kunne overholdes, det må dog forventes, at der fortsat vil være enkelte overskridelser. Større og mere blandede portioner af biomasse vil dog øge sandsynligheden for, at afskæringsværdierne kan overholdes hver gang.

### 5.3 Overholdelse af krav til hygiejnisering af biomasse

Den afgassede biomasse er stabiliseret og må iht. slambekendtgørelsen anvendes til ikke fortærbare afgrøder, når det nedbringes inden 12 timer. Ved fortærbare afgrøder forstås afgrøder, der kan fortæres i rå tilstand af dyr eller mennesker, frugttræer er dog undtaget.

Skal biomassen anvendes på fortærbare afgrøder, skal etableres en kontrolleret hygiejnisering og grænseværdierne for salmonella og fækale streptokokker, skal være overholdt.

Den kontrollerede hygiejnisering kan være:

- Opvarmning til 70° C i en time
- Kalkning til pH 12 i 3 måneder
- Termofil afgasning i biogasreaktor, hvor der er en garanteret holdetid på 10 timer ved 52 °C og en hydraulisk opholdstid på mindst 7 døgn.
- Termofil afgasning kombineret med separat hygiejniseringstank, hvor forskellige kombinationer af holdetid og temperaturer er mulig.

Der har ikke kunnet påvises salmonella eller enterokokker i den afgassede biomasse jfr. bilag K.

Kravene til hygiejnisering vil måske blive strammet op som følge af en kommende EU-forordning om anvendelsesrestriktioner for animalske affaldsprodukter til regulering af BSE og mund- og klovsyge. Forordningen kan medføre at biomassen skal opvarmes til 70 °C i en time inden anvendelse til jordbrugsformål.

Det forventes at kravene vil kunne overholdes ved etablering af en central hygiejniseringsenhed ved forbehandlingsanlægget, så den hygiejniserede biomasse frit kan afhændes til forskellige biogasanlæg.

#### 5.4 Overholdelse af arealkrav for afsætning af biomasse

Det nødvendige areal til udbringningen af afgasset biomasse kan beregnes ud fra den tilladelige tilførsel af næringsstoffer, tørstof og samlet mængde i slambekendtgørelsen.

	Antal	Afgasset	N	P	TS
	enheder	tons/år	kg/år	kg/år	tons/år
Erhvervskøkkener	350	283	1.246	118	11
Enfamilieboliger	30.000	5.326	23.439	2.227	207
Étageboliger	18.000	761	3.349	318	30
Supermarkeder	20	1.191	5.241	498	46
Detailforretninger	150	1.102	4.850	461	43
Storkøkkener	50	40	178	17	2
I alt	48.570	8.703	38.303	3.639	338
Maksimal tilførsel	pr. ha/år	3.000	170	30	7
<b>Nødvendigt areal</b>	<b>ha</b>	<b>3</b>	<b>225</b>	<b>121</b>	<b>48</b>

Tabel 24 Areal krav iht. slambekendtgørelsen

Umiddelbart skal biomassen spredes på 225 ha. fordi kvælstof er den begrænsende faktor i ren biomasse.

Når biomassen blandes med gylle vil det blive fosfor, der bestemmer hvor stort et areal, det skal spredes på. Derfor vil biomassen kun give anledning til et arealbehov på 121 ha.

Usikkerheden er i bilag O skønnet til 25%. Der bliver altså behov for et areal på mellem 90 og 150 ha.

## 5.5 Afsætning af rejekt til forbrænding

Rejekt bortskaffes til affaldsforbrænding. Brændværdien sættes til 20 GJ/ton glødetab – 2,44 GJ/ton vand.

Når tørstofindholdet og glødetab vægtes i forhold til mængderne af rejekt ved fuld udbygning, kan den vægtede brændværdi for blandet rejekt beregnes:

Rejekt	Enhed	Blandet rejekt
Tørstof	%	36
Glødetab	% af TS	79
<b>Brændværdi</b>	<b>GJ/ton</b>	<b>4,09</b>

Tabel 25 Brændværdi beregnet ud fra tørstof og glødetab i blandet rejekt som det vil være sammensat ved fuld udbygning

## 5.6 Energibalace pr. ton indsamlet organisk affald

Når kildesorteringen indføres vil mindre affald blive brændt i Aalborg, men der vil blive produceret mere biogas på biogasanlægget. Det betyder, at der produceres mindre el og varme i Aalborg og at der anvendes mindre naturgas på det gasfyrede kraftvarmeværk.

Den samlede energibalace omfatter:

1. Forbrug til separat indsamling og øget transport
2. Mistet produktion på forbrændingsanlæg
3. Forbrug til forbehandling og bioforgasning
4. Gasproduktion og substitution af naturgas
5. Bortskaffelse af rejekt og afgasset biomasse

Der bruges energi til separat indsamling, transport og behandling, ligesom der vil være mindre affald at brænde.

Den samlede energibalace omfatter:

	El	Varme	Diesel	Energi
	kWh	GJ	l	GJ
Separat indsamling			-8,2	-0,3
Transport af biomasse			-4,3	-0,2
Mistet forbrænding	-97	-0,9		-1,2
Forbrug behandling	-11	-0,2		-0,2
<b>Samlet forbrug</b>	<b>-108</b>	<b>-1,1</b>	<b>-12,5</b>	<b>-1,9</b>

Tabel 26 Energiforbrug til indsamling og behandling af et ton organisk affald (- = forbrug)

	El	Varme	Diesel	Energi	Sparet naturgas
	kWh	GJ	l	GJ	Nm <sup>3</sup>
Sparet gødning				0,1	
Forbrænding biogas	286	1,3		2,3	
Sparet naturgas	-286	-1,3		-2,3	58
<b>Netto produktion</b>	<b>-108</b>	<b>-1,1</b>	<b>-13</b>	<b>-1,8</b>	

Tabel 27 Energiproduktion pr. ton indsamlet affald (- = forbrug)

Der vil være et forbrug på 1,9 GJ til indsamling, mistet forbrænding og behandling. Til gengæld produceres 100 Nm<sup>3</sup> biogas, som erstatter 58 Nm<sup>3</sup>

naturgas med et energiindhold på 2,3 GJ. Desuden erstatter biomassen kunstgødning, som det ville koste 0,1 GJ at fremstille.

Usikkerheden på energiberegningerne er omkring 20% (jfr. bilag O). Der vil under alle omstændigheder være et forbrug af energi som er mindre end energiindholdet i den sparede naturgas.

Energibetragtningerne er nærmere beskrevet i bilag L.

#### 5.7 CO<sub>2</sub>-effekt pr. ton indsamlet organisk affald

Forbrænding af dagrenovation regnes CO<sub>2</sub>-neutralt, idet der ses bort fra, at plastic er fossilt materiale.

Elforbrug sættes til en CO<sub>2</sub>-effekt svarende til energiproduktion med kul.

Afbrænding af biogas er i princippet CO<sub>2</sub>-neutralt. Tab af uforbrændt metan fra visse motorer giver anledning til en væsentlig CO<sub>2</sub>-effekt. Tabet er uafhængigt af, om motorerne anvendes til naturgas eller biogas, så der er ikke tale om noget ekstra tab ved erstatning af naturgas med biogas.

Forudsætninger			
Separat indsamling	Komprimatorvogn	2618,5	g/l
Transport af biomasse	Lastbil	2618,5	g/l
Mistet forbrænding	Trad. fremstilling	104	kg/GJ
Forbrug behandling	Elforbrug	104	kg/GJ
Forbrænding biogas		0	kg/GJ
Sparet gødning		104	kg/GJ
Sparet naturgas		59	kg/GJ

Tabel 28 Forudsætninger for CO<sub>2</sub>-beregning

Samlet resultat	El	Varme	Diesel	CO <sub>2</sub>
	kWh	GJ	l	kg
Separat indsamling			-8,2	21
Transport af biomasse			-4,3	11
Mistet forbrænding	-97	-0,9		36
Forbrug behandling	-11	-0,2		4
Forbrænding biogas	286	1,3		0
Sparet gødning				-14
Sparet naturgas	-286	-1,3		-136
<b>Netto</b>	<b>-108</b>	<b>-1,1</b>	<b>-12,5</b>	<b>-76</b>

Tabel 29 CO<sub>2</sub>-effekt af ændret indsamling pr. ton indsamlet affald

Ved erstatning af naturgas med biogas fremstillet af organisk affald vil drivhuseffekten blive mindre svarende til 76 kg CO<sub>2</sub> pr. tons indsamlet affald. Den positive effekt opnås primært ved at naturgas erstattes med biogas.

Beregningerne af CO<sub>2</sub>-effekten fremgår af bilag M.

Usikkerheden på CO<sub>2</sub>-beregningen skønnes i bilag O til ca. 30%. Usikkerheden er ikke så stor, at den kan bringe tvivl om, at der er en positiv CO<sub>2</sub>-effekt ved at indsamle organisk affald.



## 6 Organisation

Indsamlingen foretages af Aalborg kommune, Renovationsvæsenet. I forsøgsperioden har renovationsvæsenet stillet udstyr til rådighed for husholdninger og supermarkeder. Erhvervskøkkenernes ordning er obligatorisk og de betaler selv udstyret.

Ved fuld udbygning bliver indsamlingen organiseret som ruteindsamling fra både husholdninger og erhverv, derfor vil man tilstræbe, at der benyttes et ensartet udstyr. Ordningen bliver frivillig for husholdninger og tvungen for erhverv. Målet er at tømningens pris for organisk affald ikke skal overstige prisen for tømning af restaffald, så vidt muligt således, at der bliver en positiv belønning for kildesortering.

Forbehandlingen søges udført af den fælles kommunale forbrændingsselskab RenoNord i tilknytning til forbrændingsanlægget. Det vil således være RenoNord, der står for afsætning af biomasse til biogasanlæg. Forgasning og afsætning af gas og gødning varetages af biogasanlægget.

	Erhvervskøkken	Bolig	Supermarked
Køkkenposer	Kommune	Kommune	
Køkkenstativ		Kommune	
Køkkenspand (lille)	Kommune		
Køkkenspand	Ejeren		
Container	Ejeren	Kommune	Ejeren
Containerskjul		Kommune	
Indsamling	Kommune		
Forbehandling	Forbrændingsanlæg		
Afsætning biomasse	Forbrændingsanlæg		
Forbrænding af rejekt	Forbrændingsanlæg		
Afgasning	Biogasanlæg		
Forbrænding af biogas	Kraftvarmeværk		
Afsætning af afgasset biomasse	Biogasanlæg		

Tabel 30 Organisering af indsamling og behandling af organisk affald





# 7 Samlet vurdering

## 7.1 Teknikken fungerer

Det er projektets formål at udvikle teknisk og økonomisk acceptable løsninger for indsamling og bioforgasning af organisk affald. Den samlede vurdering af det gennemførte forsøg er, at ordningen fungerer godt rent teknisk og der er en energi- og miljømæssig fordel. Det øgede antal tømninger medfører en stigning af omkostningerne på 20%. I beregningerne skelnes ikke mellem omkostninger, der dækkes af takster og omkostninger til borgernes anskaffelse af udstyr.

### 7.1.1 Ca. 13.000 tons organisk affald om året ved fuld udbygning

Renovationsvæsenet skønner at i alt 48.000 husholdninger vil deltage i en frivillig ordning (65% af enfamilie- og 50% af etageboliger). Alle erhvervsenheder skal deltage. Ud fra de gennemførte forsøg, er det beregnet, hvor meget affald, der kan indsamles ved fuld udbygning (forudsat indsamling fra storkøkkener bliver lovligt). Mængden af slutprodukter er beregnet ud fra målinger på et antal stikprøver.

	Antal	Indsamlet	Biogas	Afgasset	Rejekt
	enheder	tons/år	Nm <sup>3</sup> /år	tons/år	tons/år
Erhvervskøkkener	350	491	51.287	295	156
Enfamilieboliger	30.000	9.051	940.081	5.306	2.806
Etageboliger	18.000	1.310	136.098	758	401
Supermarkeder	20	1.040	108.543	1.239	656
Detailforretninger	150	663	69.196	1.147	607
Storkøkkener	50	881	91.990	42	22
<b>I alt</b>	<b>48.570</b>	<b>13.438</b>	<b>1.397.196</b>	<b>8.787</b>	<b>4.648</b>

Tabel 31 Forventet mængde organisk affald samt slutprodukter pr. år

I alt vil der blive indsamlet 13.438 tons organisk affald om året ved fuld udbygning. Affaldet vil ende som ca. 4.648 ton rejekt til forbrænding, 8.787 ton afgasset biomasse samt 1.397.196 Nm<sup>3</sup> biogas.

Det skønnes i bilag O, at usikkerheden på mængderne er omkring 25%.

### 7.1.2 800.000 Nm<sup>3</sup> naturgas sparet pr. år

Den samlede energibalance omfatter:

	El	Varme	Diesel	Energi	
	kWh	GJ	l	GJ	
Separat indsamling			-110.188	-3.923	
Transport af biomasse			-57.782	-2.057	
Mistet forbrænding	-1.306.910	-12.089		0	
Forbrug behandling	-145.319	-2.203		-2.726	
<b>Samlet forbrug</b>	<b>-1.452.229</b>	<b>-14.292</b>	<b>-167.970</b>	<b>-8.706</b>	
	El	Varme	Diesel	Energi	Sparet naturgas
	kWh	GJ	l	GJ	1000 Nm <sup>3</sup>
Sparet gødning				1.786	
Forbrænding biogas	3.846.421	17.070		30.906	
Sparet naturgas	-3.846.421	-17.070		-30.906	773
<b>Samlet produktion</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.786</b>	<b>773</b>
<b>Netto produktion</b>	<b>-1.452.229</b>	<b>-14.292</b>	<b>-167.970</b>	<b>-6.920</b>	<b>773</b>

Tabel 32 Energiproduktion (- = forbrug) ved fuld udbygning

Der vil være et forbrug på 8.706 GJ til indsamling, mistet forbrænding og behandling. Til gengæld produceres biogas, som erstatter ca. 800.000 Nm<sup>3</sup> naturgas med et energiindhold på ca. 31.000 GJ. Desuden erstatter biomassen kunstgødning, som det ville koste ca. 1.800 GJ at fremstille.

### 7.1.3 CO<sub>2</sub> effekt på 1.000 tons pr. år

Når CO<sub>2</sub>-effekten pr. ton indsamlet affald ganges med den forventede indsamlede masse svarer det til følgende ton sparet CO<sub>2</sub> pr. år.

Samlet resultat	CO <sub>2</sub>
	ton/år
Separat indsamling	289
Transport af biomasse	151
Mistet forbrænding	489
Forbrug behandling	54
Forbrænding biogas	0
Sparet gødning	-186
Sparet naturgas	-1823
<b>Netto</b>	<b>-1026</b>

Tabel 33 Sparede CO<sub>2</sub> effekt på et år

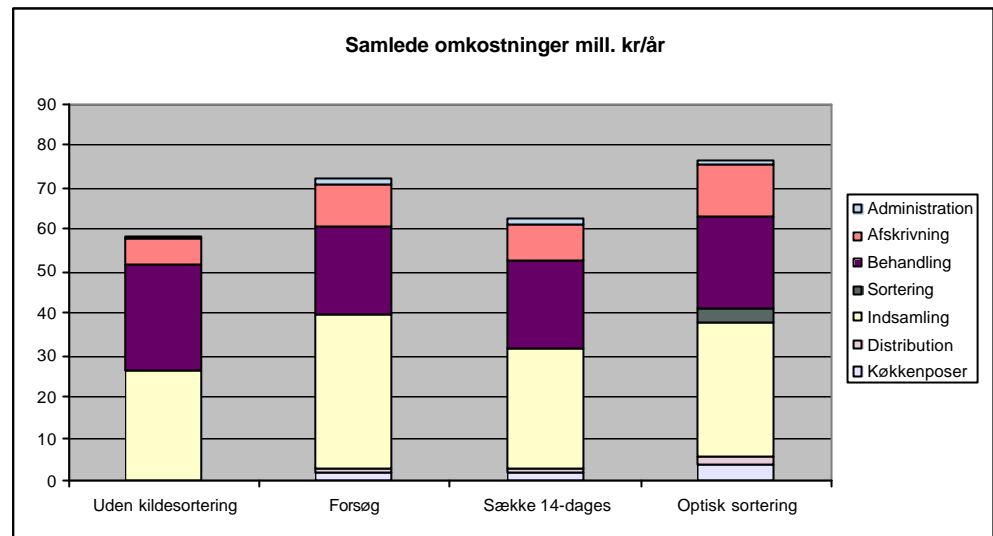
Ved fuld skala spares altså ca. 1.000 ton CO<sub>2</sub> pr. år.

## 7.2 Økonomi

Hvis man sætter sig som mål, at etablering af kildesortering ikke skal medføre ekstra omkostninger, skal antallet af tømninger være mindre end i forsøgsordningen. Faktisk skal alle uanset om de deltager i kildesortering nøjes med 14-dages indsamling af restaffald.

I bilag N er økonomien gennemregnet for 4 indsamlingssystemer. Det viser sig, at der kan etableres kildesortering for 6% ekstra omkostninger, hvis de enfamilieboliger, der deltager, får 14-dages afhentning af restaffald i 160 l sække og 14-dages afhentning af organisk affald i 70 l sække.

Som konklusion på undersøgelserne beskrives nedenfor et samlet system, der lever op til projektets formål.



Figur 9 Samlede omkostninger ved alternative indsamlingssystemer

### 7.2.1 Økonomi ved kildesortering med 14-dages afhentning i sække

Den organiske fraktion vil kunne indsamles med 5 traditionelle biler og kunne etableres for 19 mill. kr.

Restfraktionen vil kunne indsamles med 16 traditionelle biler. Udstyret findes i forvejen, men da systemet skal vedligeholdes, foretages en årlig afskrivning af etableringsomkostningerne på ca. 42 mill. kr.

Den samlede ordning forventes at koste 63 mill. kr. En tilsvarende beregning af udgifterne til indsamling uden kildesortering giver en årlig omkostning på 59 mill. kr., så kildesorteringen koster 6% ekstra.

### 7.3 Arbejdsmiljø

Indsamling af organisk affald giver ikke anledning til væsentligt anderledes arbejdsmiljø end den eksisterende indsamling af blandet affald. Dog skal man være opmærksom på lugt og arbejdshygiejne i forbindelse med indsamlingsbilen og skylning af containere jfr. bilag G.

### 7.4 Affaldets fysiske karakter

#### 7.4.1 Kildesorteret affald

Affaldet er generelt godt sorteret og der er kun fundet mellem 0,1% og 1,2% fejlsorteringer i prøver af det rå affald.

#### 7.4.2 Biomasse

Ved centrifugering i en almindelig laboratoriecentrifuge skilles biomassen i tre klart adskilte fraktioner.

- På overfladen ligger en tynd olie/fedtfase. Tykkelsen af laget er i visse prøver 1-2 mm og kan være svær at bestemme præcist
- I midten findes en grumset vandfase
- I bunden afsættes en fast fase

Generelt er det kun en marginal del af affaldet der tilbageholdes på en sigte med maskevidde > 4 mm.

Ved centrifugering fremtræder biomassen som meget finpartikulært øverst og med mange fibre og enkelte plaststykker nederst. Der har ikke kunnet identificeres andre fremmedlegemer som f.eks. metalstumper.

Biomasse fra husholdningsaffald giver et meget begrænset flydelag af fedt og olie og i enkelte prøver lidt plast. Hovedparten af det organiske stof findes i den faste fase efter centrifugeringen. Der forekommer papirrester, der tilbageholdes på 16 mm sigten.

Affald fra supermarkeder har et noget højere indhold af tørstof og COD. Flydelaget er langt større og vandfasen er noget mindre. Der forekommer ikke partikler, der tilbageholdes på 16 mm sigten.

De små detailbutikker ligner husholdningsaffaldet bortset fra et noget større COD-indhold et lidt større flydelag. Der forekommer ikke partikler, der tilbageholdes på 16 mm sigten.

Både fra supermarkeder og detailforretninger ses flydelaget at bidrage med en større del af det samlede organiske stof.

Biomassens fine struktur betyder, at den ikke vil medføre visuelle gener på landbrugsjord, den vil være let at hygiejniser og de små partikler må forventes at blive hurtigere nedbrudt end et grovere materiale.

### 7.5 Affaldets kemiske sammensætning

#### 7.5.1 Kildesorteret affald

Kildesorteret	Enhed	Køkkener	Husholdninger	Supermarkeder	Detailforretning
Tørstof	%	32	27	29	13
Glødetab	% af TS	79	86	94	90
Kvælstof	mg/kg TS	31250	24500	27000	56000
Phosphor	mg/kg TS	3600	2585	3025	9725
COD	mg/kg TS	1425000	2000000		
Fedt	mg/kg TS	180000	165000		
Cadmium	mg/kg TS	0,13	0,06	0,07	2
Nikkel	mg/kg TS	22	40	4	3
DEHP	mg/kg TS	94	33	19	84
NPE	mg/kg TS	8	16	1	4
Kulhydrat	g/kg TS	417	496		
Protein	g/kg TS	196	137		

Tabel 34 Sammensætning af kildesorteret affald (middel af 4 prøver)

Affaldet fra detailforretninger adskiller sig fra det øvrige affald. Det er mere vådt. Tørstofindholdet svingede fra 6 til 26% i perioden afhængig af, hvor meget frugt o.lign., der var i affaldet.

Glødetabet er i gennemsnit mindre for erhvervskøkkener end for de øvrige. De enkelte resultater ligger dog mellem 73 og 93 % af TS, så forskellen er ikke sikker.

Detailforretningernes affald indeholder mere kvælstof og fosfor end det øvrige affald. Desuden er indeholdet af cadmium og DEHP meget varierende. Der er ikke nogen umiddelbar forklaring på dette.

### 7.5.2 Biomasse

Biomasse		Husholdninger	Supermarkeder	Detailforretning
Tørstof	%	20	26	17
Glødetab	% af TS	90	93	89
Kvælstof	mg/kg TS	27.000	25.250	33.250
Phosphor	mg/kg TS	3.200	2.625	4.125
COD	mg/kg TS	1.450.000	1.200.000	260.000
Fedt	mg/kg TS	132.500	24.000	25.000
Cadmium	mg/kg TS	0,1	0,1	0,1
Nikkel	mg/kg TS	3	3	25
DEHP	mg/kg TS	17	18	34
NPE	mg/kg TS	2	1	2
Kulhydrat	g/kg TS	650	780	ikke målt
Protein	g/kg TS	170	150	ikke målt

Tabel 35 Sammensætning af biomasse (middel af 4 prøver)

I biomassen er der en klar forskel på indholdet af COD og af fedt. Indholdet af COD er klart mindre for detailforretninger og fedtindholdet er klart større for husholdninger. Forskellen skyldes formentlig et stort indhold af grøntsager fra forretningerne. I øvrigt er der et højere indhold af nikkel i biomasse fra detailforretninger.

### 7.5.3 Rejekt

Rejekt		Husholdninger	Supermarkeder	Detailforretning
Tørstof	%	36	36	38
Glødetab	% af TS	78	94	86
Kvælstof	mg/kg TS	22.000	20.000	28.000
Phosphor	mg/kg TS	4.775	3.200	3.900
COD	mg/kg TS	1.325.000		ikke målt
Fedt	mg/kg TS	145.000		ikke målt
Cadmium	mg/kg TS	0,30	0,06	3
Nikkel	mg/kg TS	16	1	5
DEHP	mg/kg TS	19	11	22
NPE	mg/kg TS	24	1	4
Kulhydrat	g/kg TS	498		ikke målt
Protein	g/kg TS	138		ikke målt

Tabel 36 Sammensætning af rejekt (middel af 1-4 prøver)

Der er ikke stor forskel på de tre typer rejekt, dog er indholdet af NPE noget højere i rejekt for husholdninger, det kunne hænge sammen med valget af poser.

## 7.6 Hovedproblemer

Erfaringerne fra forsøget tyder på, at følgende hovedproblemer skal overvejes inden etablering af indsamlingssystem for kildesorteret organisk dagrenovation:

1. Kildesorteringen virker kun med brugerens gode vilje. Derfor skal brugerne have et enkelt og klart system at sortere efter, der skal være en tydelig mærkning af materiel samt en god service og information.
2. Volumen af restaffald bliver ikke væsentlig mindre af, at den organisk fraktion sorteres fra.
3. Ved indsamlingen skal tages højde for lugtproblemer. Containerne til uemballeret madaffald skal kunne skylles og der skal være udstyr til bekæmpelse af lugt i indsamlingsbilen.
4. Forbehandlingen skal sikre, at den leverede gødning er uden synlige plaststumper mv. og overholder gældende grænseværdier. Det kan være nødvendigt at acceptere en høj rejektprocent, for at sikre dette.
5. Antallet af indsamlinger er væsentlige for de samlede omkostninger. Ønskes indsamlingen af organisk affald indført sammen med en uændret indsamling af restaffald, vil omkostningerne stige tilsvarende. Modsat er det muligt at etablere et system uden ekstra omkostninger, hvis indsamlingen af restaffald nedsættes, så det samlede antal indsamlinger er uændret.

<b>1</b>	<b>BILAG A: UNDERSØGELSESMETODER</b>	<b>55</b>
<b>2</b>	<b>BILAG B: INDSAMLINGSUDSTYR</b>	<b>61</b>
<b>3</b>	<b>BILAG C: RESULTATER SMÅ ERHVERVSKØKKENER</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>BILAG D: RESULTATER HUSHOLDNINGER</b>	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>BILAG E: RESULTATER SUPERMARKEDER</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>BILAG F: RESULTATER SMÅ FØDEVAREFORRETNINGER</b>	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>BILAG G: ARBEJDSMILJØ</b>	<b>91</b>
<b>8</b>	<b>BILAG H: FORBEHANDLING</b>	<b>101</b>
<b>9</b>	<b>BILAG I: FYSISK KARAKTERISERING</b>	<b>105</b>
<b>10</b>	<b>BILAG J: FOTO AF SIGTER</b>	<b>109</b>
<b>11</b>	<b>BILAG K: AFGASNING</b>	<b>115</b>
<b>12</b>	<b>BILAG L: ENERGIBETRAGTNINGER</b>	<b>117</b>
<b>13</b>	<b>BILAG M: CO<sub>2</sub> -EFFEKT</b>	<b>123</b>
<b>14</b>	<b>BILAG N: ØKONOMI</b>	<b>125</b>
<b>15</b>	<b>BILAG O: USIKKERHEDER OG FEJLKILDER</b>	<b>135</b>
<b>16</b>	<b>BILAG P: BILLEDER</b>	<b>141</b>





# 1 Bilag A: Undersøgelsesmetoder

Neden for beskrives den samlede undersøgelse.

Følgende undersøges:

- Et udsnit af leverandørerne interviewes af PlanEnergi for at afdække tilfredshed med systemerne, sorteringsvejledning og instruktion. Desuden registreres affaldstyper, praktiske problemer samt vurdering af hygiejne og arbejdsmiljø.
- Arbejdsmiljøet ved indsamlingen vurderes af Aalborg kommunes BST.
- Indsamlet organisk affald, rejekt, forbehandlet og udrådnnet biomasse analyseres af MiljøKemi for relevante næringsstoffer, tungmetaller og miljøfremmede stoffer.
- Prøver af det indsamlede organiske affald og rejekt sorteres af Jysk Biogas International for at vurdere indholdet af fejlsorteringer. Karakteren af det forhandlede produkt beskrives udfra sigtning og centrifugering.
- Muligheden for slutdisponering af det afgassede produkt vurderes på baggrund af analyserne og "Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål".

## 1.1 Leverandørundersøgelse

Efter en indkøringsperiode på mindst 4 uger interviewes et antal affaldsproducenter for at klarlægge tilfredshed, problemer, fordele/ulemper samt mulighed for forbedring. Samtidig undersøges andel af organisk affald og restfraktioner (dagrenovation til forbrænding, papir, glas og evt. andet). Karakteren af det organiske affald noteres og evt. prøver udtages for at vurdere, om der skulle være problemstoffer (f.eks. blodgjort PVC).

Der udvælges 10% af hhv. små erhvervskøkkener, etageejendomme og parcelhuse dog mindst 10 og højst 50 interview i hver fase. Udvælgelsen sker så flest mulige grupper er repræsenteret. Henvendelse sker efter mindst 4 ugers drift pba. adresseliste fra Aalborg kommune.

Der rundsendes en kort orientering til de udvalgte, hvorefter de kontaktes pr. telefon for at aftale tid for besøg. Alle interviews udføres på stedet, så forholdene kan besigtiges. Der spørges om tilfredshed, forslag til forbedringer, hygiejne, arbejdsmiljø samt hvilke typer affald, der afleveres og hvor meget.

## 1.2 Arbejdsmiljøundersøgelse

Formålet med denne undersøgelse er at få et indblik i de arbejdsmiljømæssige konsekvenser af indsamling af organisk affald.

Vurderingen vil omfatte de positive og negative ændringer i arbejdsmiljøet for indsamlingspersonale, som udelukkende beskæftiger sig med indsamling af organisk affald.

### 1.2.1 Afgrænsning af undersøgelse

Følgende arbejdssituationer og personalegrupper er af renovationsvæsenet valgt som værende de mest aktuelle i forhold til en begrænset undersøgelse:

Husstande (2300 stk.) Indsamling af 80-ltr's. plastcontainer med kærre fra Miri-stativ, påsætning af tom container. Vurdering af arbejdsstillinger, håndterbarhed, underlag, adgangsveje, biologisk påvirkning samt arbejdssituation ved skylning.

Aflæsning/behandling. Aflæsningssituationen på Vaarst-Fjellerad biogasanlæg skal vurderes med henblik på en afklaring af de ergonomiske og arbejdshygiejniske påvirkninger af skraldemændene.

### 1.2.2 Materiale og metode

Undersøgelsen består i en beskrivelse af anvendt materiel, teknik og metoder ved indsamling af organisk affald. BST's vurdering af væsentlige påvirkninger af ergonomisk og arbejdshygiejnisk art, foretages på baggrund af observationer og interviews med det involverede personale.

Ved besigtigelse og interviews vil der, afhængig af arbejdssituation og personale, blive lagt vægt på følgende faktorer:

#### 1.2.2.1 Ergonomi:

Tunge/uhensigtsmæssige løft/bæring

Vægt/nødvendig træk/skubkraft ved håndtering af container i forbindelse med underlag

Arbejdsstilling, gode håndtag, mulighed for at komme til uden at trække/skubbe uhensigtsmæssigt

Tømning af container på bil.

#### 1.2.2.2 Arbejdshygiejne/biologisk påvirkning:

Den biologiske og arbejdshygiejniske påvirkning af skraldefolk i forbindelse m. afhentning ved husstande, tømning af alle containere, skylning af container på bil samt aflæsning.

### 1.3 Undersøgelse af affaldet

#### 1.3.1 Analyser og målinger

Analyser og målinger skal give en oversigt over det rå affald og biomassen fra de forskellige leverandører, så der kan laves en målrettet indsats, hvis der viser sig problemer i forhold til slambekendtgørelsen eller processen.

##### 1.3.1.1 Kemiske analyser

Målingerne udføres på 4 prøver af råaffald og af biomasse på hver af de fire affaldstyper, der indgår. Af rejekt tages kun én prøve af hver type affald, prøven skal blot vise, om karakteren af rejekt ændres væsentligt.

COD, fedt, kulhydrat og protein måles på to prøver af hver type affald, biomasse og en prøve i hver fase af afgangset biomasse.

Prøverne fryses inden levering til et akkrediteret laboratorium, som forestår den videre behandling. Analyser, der er omfattet af slambekendtgørelsen udføres i overensstemmelse med denne. Prøver af rå affald og rejekt homogeniseres inden analyse.

Parameter	Metode	Detektionsgrænse
Tørstof	DS204	0,10%
Kvælstof, total	R. Kjeldahl	300 mg/kg TS
Fosfor, total	NORDFORSK	300 mg/kg TS
Cadmium	DS2211/ASS	3,0 µg/kg TS
Nikkel	SM 3120/ICP	1,0 mg/kg TS
Glødetab	DS204	1%
DEHP	GC/MS	100 µg/kg TS
Nonylphenol	GC/MS	0,1 mg/kg TS
Nonylphenolmonoethoxylater	GC/MS	0,2 mg/kg TS
Nonylphenoldiethoxylater	GC/MS	0,2 mg/kg TS
NPE	sum af 3 ovenstående	
COD	DS217	1000 mg/kg TS
Fedt	DS/208	1000 mg/kg TS
Protein	6,25 * Kjeldahl-N	6,25 * 1000 mg/kg TS
Kulhydrat	glødetab - (protein + fedt)	1000 mg/kg TS
Enterokokker	DS2401,1	10/g
Salmonella	DS266	1/100 g

Tabel 1.1 Analysemetoder

##### 1.3.1.2 Hygiejniske analyser

Hygiejniske målinger foretages i det afgangset materiale, som en del af en "deklaration" af materialet. Desuden tages en prøve af hver type biomasse for at vise indgangsniveauet.

##### 1.3.1.3 Egne registreringer

Denne del af måleprogrammet omfatter løbende registrering af affald og forbrugsmidler samt karakterisering af fremmedlegemer i affaldet.

Alle læs der kommer til anlægget vejes for at få en rimelig massebalance, idet der formentlig vil være betydelig forskel på størrelsen af de forskellige læs i indkøringsperioden.

Elforbrug følges løbende. Procesvarme og gasproduktion kan ikke måles direkte.

Der foretages en sortering én gang pr affaldstype dvs. 4 gange for at se om der dukker nye typer fejlsortering op og om niveauet er som tidligere eller lavere. Desuden registreres rutinemæssigt, hvis der er større fremmedlegemer, som giver problemer.

#### 1.3.1.4 Fysisk karakterisering

På hver ny type biomasse foretages centrifugering og sigtning en til to gange.

<b>Egne registreringer</b>				<b>Rå affald</b>				<b>Rejekt</b>				<b>Biomasse</b>				<b>Afgasset</b>			
Fase				A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
vægt (hvert læs)				1	1	1	1	1	1	1		1	1	1					
elforbrug dewaster				1	1	1	1												
Fremmedlegemer				1	1	1	1	1	1	1									
<b>Analyser</b>				<b>Rå affald</b>				<b>Rejekt</b>				<b>Biomasse</b>				<b>Afgasset</b>			
Fase				A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Karakterisering (1)				1								2	2	2					
afhentning af prøver				1	1	1	1												
homogenisering				4	4	4	4	1	1	1									
TS				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
VS				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
N				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
P				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
Cd				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
Ni				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
DEHP				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
NPE				4	4	4	4	1	1	1		4	4	4		1	1	1	1
Fæc.strep.				1	1							1				1	1		1
Salmonella				1	1		1					1	1			1	1		1
COD				2	2	2	2					2	2	2		1	1	1	1
Fedt				2	2	2	2					2	2	2		1	1	1	1
Kulhydrat				2	2	2	2					2	2	2		1	1	1	1
Protein				2	2	2	2					2	2	2		1	1	1	1

Tabel 1.2 Det samlede målprogram

### 1.3.2 Prøvetagning

Prøverne er udtaget efter følgende procedure:

Prøve af indsamlet affald	
1	Læsset kværnes til det er homogent (normalt et par timer).
2	Sneglen igangsættes og 5 gange fordelt på tømningen udtages ca. 10 kg affald fra indløb i DeWasteren, således at der haves en samleprøve på ca. 50 kg. Samleprøven blandes godt, hvorved der opnås en repræsentativ prøve af hele affaldsmængden.
3	Delprøve på ca. 10 kg tages fra og fryses til laboratoriet. Mærkes Dato, Læs nr., Råt affald, Ordrenummer.
4	Ved 3. prøve vejes en delprøven (ca. 5 kg), den vaskes og tørres efter behov og deles i fraktioner jfr. sorteringsvejledning

Prøve af forsorteret affald	
1	Beskrives visuelt (konsistens, ensartethed mv.)
2	Prøve 3-4 kg tages i biomassetank efter omrøring i 20 l spand. Delprøve på ca. 1 kg tages fra og fryses til laboratoriet. Mærkes Dato, læs nr., Biomasse, Ordrenummer.
3	Ved 1. og 3. prøve udtages en ekstra delprøve (1 kg) som fremsendes til karakterisering

Prøve af rejekt	
1	Beskrives visuelt (indhold, konsistens, ensartethed mv.)
2	Prøve udtages. Størrelsen fastsættes så prøven er homogen. Som udgangspunkt 5 gange ca. 10 kg som beskrevet under rå affald.
3	Delprøve på ca. 10 kg tages fra og fryses til laboratorium. Mærkes Dato, læs nr., Rejekt, Ordrenummer.
4	For 3. prøve vejes restprøven. Den sorteres og hver fraktion vejes som beskrevet i procedure for sortering.

Prøve af afgasset biomasse (før og efter perioden)	
1	Prøve 3-4 kg tages i reaktor efter omrøring i 20 l spand. Delprøve på ca. 1 kg tages fra og fryses til laboratoriet. Mærkes Dato, Afgasset, Ordrenummer.

### 1.3.3 Fejlsorteringer i affald og rejekt

Sorteringen sigter mod at give et repræsentativt indtryk af forskellige typer fejlsorteringers tilstedeværelse i affaldet og i DeWasterens evne til at fraseparere uønskede fraktioner. Sorteringen koncentrerer sig om fraktioner, der kan indeholde større mængder af cadmium, DEHP og NPE.

Som udgangspunkt sker en sortering i 6 hovedfraktioner, disse fraktioner tørres og vejes separat.

Metal og plastfraktionen sorteres videre i en række underkategorier. Hver af underfraktionerne vejes separat.

Opdelingen tager udgangspunkt i hvilke delfraktioner, der kan tænkes at have en cadmium eller DEHP-koncentration væsentligt over det gennemsnitlige.

Metal	Metaller	
	Batterier (Ni/Cd batterier identificeres)	
Kulørte metalfolier		
Plast	Cd- holdigt	1. Markeringsbånd til kabel 2. Blomsterpotter
	Både Cd og DEHP	3. Rester af legetøj og køkkenudstyr 4. Rester af gamle bygningsmaterialer, såsom plastvinduer, plasttage og vinyl til gulv og vægbeklædning 5. Rester/smuler af PVC-bagbeklædning på gamle gulvtæpper 6. Rester af presenninger, regnfrakker, isolering om gamle elledninger o.l. 7. Gamle PVC-belagte trådhegn og bindesnøre til havebrug
	DEHP – holdigt	8. Klisterbånd 9. Rester af PVC-flasker og drikkebægre 10. Engangsbleer 11. Plastindkøbsposer 12. Kulørt plastemballage
	Resten	13
Mælke og juicekartoner		14
Andre større emner		15
Alt andet		16

Tabel 1.3 Sortering i fraktioner

### 1.3.4 Fysisk karakterisering af forsorteret biomasse

Det forsorterede biomasse, som er affaldets vandige fase kan ikke sorteres som rå affald og rejekt.

For at karakterisere denne slam undersøges den ved centrifugering og ved sigtning.

#### 1.3.4.1 Centrifugering

Prøverne skilles i tre klart adskilte fraktioner ved centrifugering i en almindelig laboratoriecentrifuge.

- På overfladen ligger en olie/fedtfase
- I midten en grumset vandfase
- I bunden en fast fase

For hver fraktion angives tørstof, COD, gløderest og glødetab både den målte % og stofmængden i g/l produkt.

#### 1.3.4.2 Sigtning

Der ophældes 100 g af biomassen fortyndet 10 gange. Mængden af materiale, der genfindes på hver sigte efter tørring vejes og beskrives.

## 2 Bilag B: Indsamlingsudstyr

I forsøgsperioden har husholdninger og supermarkeder fået udstyret stillet til rådighed. Erhvervskøkkenerne er tilsluttet en permanent ordning og betaler selv for udstyr.

### 2.1 Køkkenspande

#### 2.1.1 Små erhvervskøkkener

Små erhvervskøkkener kan vælge mellem følgende udstyr:

- 40 liter køkkenspande á ca. kr. 220,00 inkl. plastposer.
- 16 liter køkkenspande inkl. poser uden meromkostninger. Max. 3 pr. køkken.

#### 2.1.2 Husholdninger

Husholdningerne får udleveret et dobbeltstativ og grønne plastposer til organisk affald. Leverandøren af plastposerne oplyser, at de ikke indeholder DEHP og indholdet af nonylphenol er max. 30 mg/kg.

#### 2.1.3 Supermarkeder mv.

Supermarkeder mv. får ikke udleveret udstyr til indendørs opsamling.

### 2.2 Containere

#### 2.2.1 Små erhvervskøkkener

Små erhvervskøkkener kan vælge mellem følgende udstyr:

- 140 liter plastcontainer á ca. kr. 473,00 eller 192,00 kr. i leje pr. år.
- 80 liter plastcontainer á ca. kr. 267,00 eller 168,00 kr. i leje pr. år.

#### 2.2.2 Husholdninger

Ved husholdninger med individuelle skraldespande opstilles stativ med to rum: et til containeren til organisk affald og et til en papirsæk til restaffald. Containerne er på 80 l. Ved etageboliger anvendes enten 120 l containere eller 80 l containere i skjul.

#### 2.2.3 Supermarkeder mv.

Supermarkederne kan vælge mellem et antal containere i følgende størrelser:

- 300 liter plastcontainer (4-hjulet)
- 400 liter plastcontainer (4-hjulet)
- 7 m<sup>3</sup> lukket container

Der eksperimenteres med at finde containerne, som er tætte ved hjulene, så mælk og grønsagssaft ikke siver ud. Da organisk affald fra supermarkeder er kompakt, er erfaringen, at man ikke kan håndtere containere over 400 liter.

### 2.3 Indsamlingsbil

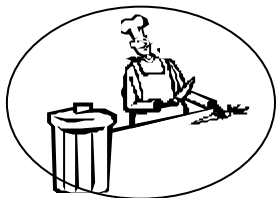
Indsamlingsbilen anvendes kun til organisk affald, så sammenblanding i ladet ikke forekommer.

På indsamlingsbilen er monteret skylleudstyr, så beskidte containere kan skylles. Det forventes, at ca. hver 3 container skal skylles.

Bilen er desuden forsynet med vejeceller, som man er forberedt på evt. afregning efter vægt.



## 3 Bilag C: Resultater små erhvervskøkkener



### 3.1 Modtaget affald fra erhvervskøkkener

Når affald fra erhvervskøkkener indsamles separat af hensyn til prøvetagningen bliver det ved miksningen til en blød masse, der ikke kan behandles i DeWasteren, uden at der tilsættes strukturmateriale (andet affald eller halm). Derfor har det kun været muligt at måle på det rå affald.

Fase A	Dato	Kilde	Org. affald	Antal køkkener	
Læs			kg	stk.	kg/køkken
1	09-08-00	Køkken	2440	125	20
2	23-08-00	Køkken	3360	125	27
3	06-09-00	Køkken	4260	125	34
4	13-09-00	Køkken	3760	125	30
Middel			3455	125	28

Tabel 3.1 Indsamlet mængde fra små erhvervskøkkener

I gennemsnit er der indsamlet 3455 kg pr. uge fra 125 køkkener, det svarer til 28 kg pr. køkken pr. uge.

Der er tilsluttet 151 køkkener til ordningen, men kun 125 deltager reelt. Renovationsvæsenet forventer, at der kan skabes 100% deltagelse ved fuld udbygning. Derfor ses bort fra de køkkener, der reelt ikke har deltaget i undersøgelsesperioden.

### 3.2 Leverandørundersøgelse hos erhvervskøkkener

Inden udvælgelsen er 3 køkkener sorteret fra, fordi de enten lukker, overgår til storkøkkener eller ikke passer ind i kategorien. Resten er delt i kategorier, hvorefter hver 10. køkken er valgt ud fra en liste sorteret efter adresser. Dermed sikres, at alle kategorier repræsenteres og at adresserne er spredt.

Kategori	Antal tilsluttet	Antal stikprøver
Grill/pizzabar	59	5
Restaurant	62	6
Kantiner	27	3
Ud af huset	3	3
<b>I alt</b>	<b>151</b>	<b>17</b>

Tabel 3.2 Stikprøver af små erhvervskøkkener

### 3.2.1 Resultater

Kategori	Tilfreds	Accept	Utilfreds
Grill/pizzabar	2		3
Restaurant	3	1	1
Kantiner	2	1	0
Ud af huset	2		1
I alt (%)	53%	12%	29%

Tabel 3.3 erhvervskøkkernes tilfredshed med indsamlingen

Kantiner, der ikke selv laver mad, kasserer typisk brød og kaffegrums. Tre pizzabarer oplyser samstemmende, at de ikke har madaffald, da der ikke er spild ved bagning af pizza og de færreste spiser på stedet. Andre smider alle typer madaffald i den grønne spand.

Det er nævnt to steder, at kommunen har lovet at levere plastposer til køkkenspanden, men der kommer ikke nogen. En enkelt kantine har problemer med at plastposerne går i stykker, fordi de er for små.

I et restaurationskøkken er der typisk 3-4 affaldsspande. Da man kun har én spand til madaffald ryger affaldet let i de forkerte spande, desuden nævner to, at de hvide køkkenspande er for små. Da det er muligt at købe ekstra spande i forskellige størrelser skal problemet måske mere ses som en uvilje mod at betale til systemet.

En restaurant oplyser, at de har over 200 kg madaffald om ugen. Da de ikke ønsker at betale som storkøkken kommer kun ca. 50% i den grønne spand (ordningen for storkøkkener er dyrere end ordningen for små erhvervskøkkener).

Et "ud af huset" køkken finder ordningen irrelevant for små køkkener. Der er ikke plads til ekstra spande i køkkenet.

De fleste har separate containere til mad, glas, papir og restaffald. Det er dog ikke muligt at vurdere fraktionernes størrelse.

En enkelt restaurant ønsker flere sorteringsmuligheder f.eks. plast og metal.

Nogle har problemer med at elever og nye i køkkenet har svært ved at huske forskel på de forskellige containere. Mange containere står i baggårde, hvor man kan forvente, at andre end ejerne bruger dem, derfor skal mærkningen med "madaffald" være tydelig.

Ingen har problemer med hygiejne eller arbejdsmiljø. En enkelt kantine påpeger dog, at det er besværligt at man skal bukke sig for at åbne den grønne køkkenspand.

En enkelt restaurant har det ikke været muligt at komme i kontakt med.

### 3.2.2 Forslag til forbedring af indsamling fra små erhvervskøkkener

Det bør evt. overvejes om køkkener, der reelt ikke leverer madaffald, kan forlade ordningen. Desuden bør det overvejes, hvordan man vil håndtere storkøkkener, der faktisk leverer eller kunne levere over 100 kg affald pr. uge.

Hvis kravet om særlig indsamling af storkøkkenaffald forsvinder, vil det være naturligt, at storkøkkener deltager i ordningen. Åbnes for deltagelse fra alle køkkener undgår man, at nogle køkkener kun leverer en del af deres madaffald for ikke at afsløre, at de faktisk er storkøkkener.

Renovationsvæsenet vurderer, at storkøkkenerne leverer 500 tons affald pr. år, der lige så godt kunne indsamles sammen med det øvrige organiske affald.

Ved vejledning af kunderne bør der lægges vægt på, at de får et tilstrækkeligt antal køkkenspande i en passende størrelse. Antallet af køkkenspande til madaffald bør svare til antallet af spande til restaffald. Affald ryger let i den nærmeste spand, derfor bør de to spande stå side om side. Der burde måske udvikles en combicontainer med rum til de forskellige slags affald, så det altid er lige så nemt at benytte den rigtige spand som den forkerte.

Renovationsvæsenets service er vigtig for opfattelsen af ordningen. Hvis der er lovet plastposer til at fore køkkenspandene med, skal de naturligvis også leveres efter behov både for at sikre en positiv holdning til ordningen og for at sikre, at der ikke bruges poser med NPE eller DEHP til madaffaldet. Det bør også sikres, at poserne har den rigtige størrelse.

### 3.3 Fejlsorteringer i affaldet fra erhvervskøkkener

Tabellen viser resultatet af sorteringen af en prøve af affald fra erhvervskøkkener. Prøverne er sorteret som beskrevet i bilag A.

Fase A	Indsamlet organisk affald		
	Vægt	Vægt	Bemærkning
Fraktion jfr. bilag A	g	%	
Metal			
Kulørte metalfolier			
Batterier			
Ni/Cd batterier			
Andet metal	2,61	0,1%	stanniol
Plast			
Cd-holdigt			
Cd/DEHP-holdigt			
DEHP-holdigt			
Andet plast	51,34	1%	
Mælke- og juicekartoner			
Større emner			
Andet identificerbart			
Alt andet	4946	99%	
Samlet prøve	5000	100%	

Tabel 3.4 Sortering af affald fra erhvervskøkkener

Affaldet var meget rent i prøveperioden, der er således kun fundet én procent fejlsorteringer i form af plast og stanniol. Efter prøveperioden har der dog været en tendens til flere fejlsorteringer bl.a. i form af øldåser. Det vides ikke, om dette skyldes dårligere sortering i køkkenerne eller at containerne evt. bruges som skraldespand af andre. Desuden har man oplevet at få hele duge, måske fordi de har været brugt til at si fond.



## 4 Bilag D: Resultater husholdninger



Husholdningerne er fordelt på følgende forsøgsområder:

Område	Antal enfamilieboliger	Antal etageboliger	I alt
Hobrovejskvarteret	118	63	181
Kornblomskvarteret	216	845	1061
Øgadekvarteret	0	619	619
Stjernevejskvarteret	313	120	433
<b>I alt</b>	<b>647</b>	<b>1647</b>	<b>2294</b>

Tabel 4.1 Tilmeldte husstande

Indsamlingen er tilrettelagt, så der mandag og tirsdag indsamles individuelle skraldespande fra enfamilieboliger (hver anden uge). Restaffaldet indsamles hver uge. Fra starten blev restaffaldet kun indsamlet hver anden uge, men det viste sig ikke at være tilstrækkeligt.

Torsdag indsamles fælles containere fra etageområder og rækkehuse (samt fra to butikker med Frugt og Grønt en gros). Restaffaldet indsamles hver uge.

### 4.1 Modtaget affald fra husholdninger

Dato	Kilde	Org. affald	Biomasse	Rejekt	Rejekt	kg/bolig/uge
		kg	kg	kg	% af behandlet	
11-01-00	Villakvarterer	6500	4591	1909	29%	5,0
20-01-00	Etageejd.	3200	1897	1303	41%	1,9
25-01-00	Villakvarterer	4920	2615	2305	47%	3,8
27-01-00	Etageejd.	3380	1679	1701	50%	2,1
	Middel villa	5710	3603	2107	37%	4,4
	Middel etage	3290	1788	1502	46%	2,0

Tabel 4.2 Indsamlet mængde husholdningsaffald i papirsække (etage inkl. 2 butikker)

Dato	Org. affald	Biomasse	Rejekt	Rejekt	Antal boliger	Pr. bolig
	kg	kg	kg	%	stk.	kg/uge
15+16/1 -01	4580	2860	1720	38%	324	7,1
23-01-01	1920	1160	760	40%	145	6,6
12-02-01	2620	1380	1240	47%	211	6,2
21-05-01	2180	1840	340	16%	211	5,2
08-08-01	1560	1050	510	33%	145	5,4
25-09-01	2380	693	230	25%	211	5,6
20-11-01	1920	994	512	34%	211	4,5
<b>Middel</b>	<b>2451</b>	<b>1425</b>	<b>759</b>	<b>35%</b>	<b>208</b>	<b>5,8</b>

Tabel 4.3 Indsamlet mængde husholdningsaffald i containere fra villaområder

Dato	Org. affald	Biomasse	Rejekt	Rejekt	Antal boliger	Pr. bolig
	kg	kg	kg	%	stk.	kg/uge
09-08-01	1680	1008	672	40%	1647	1,0
27-09-01	2020	1588	432	21%	1647	1,2
15-11-01	2320				1647	1,4
22-11-01	2620	1316	592	31%	1647	1,6
<b>Middel</b>	<b>2160</b>	<b>1304</b>	<b>565</b>	<b>30%</b>	<b>1647</b>	<b>1,4</b>

Tabel 4.4 Indsamlet mængde husholdningsaffald i containere fra etageområder

Fra boliger med individuelle skraldespande indsamles i gennemsnit 5,8 kg/bolig/uge, da der blev indsamlet i papirsække, blev der indsamlet 4,4 kg/bolig/uge.

Fra boliger med fælles skraldespande i etageområder indsamles der kun 1,4 kg/bolig om ugen. Det kan skyldes, at etageboligerne har mindre affald, men den væsentligste årsag er formentlig, at en mindre andel af beboerne reelt deltager i sorteringen.

#### 4.2 Leverandørundersøgelse ved husholdninger

I alt er gennemført 49 interview med følgende fordeling mellem husholdninger og adresser i hvert område

Område	Antal enfamilieboliger	Antal etageboliger	I alt	Interviews
Hobrovejsskvarteret	118	63	<b>181</b>	11
Kornblomsskvarteret	216	845	<b>1061</b>	19
Øgadekvarteret	0	619	<b>619</b>	4
Stjernevejskvarteret	313	120	<b>433</b>	15
I alt	<b>647</b>	<b>1647</b>	<b>2294</b>	<b>49</b>
Interviews	25	24	<b>49</b>	

Tabel 4.5 Interviews ved husholdninger fordelt på områder og typer

##### 4.2.1 Etageejendomme

Der er gennemført 24 interview i etageboliger fordelt på 12 varmemestre og 12 beboere.

Der udvælges 6 adresser med containere med stativ og 6 adresser uden stativ, på hver adresse interviewes en beboer og varmemesteren (i alt 12 adresser \* 2 interview).

De 6 adresser i hver kategori vælges, så de er spredt over forskellige antal husholdninger pr. adresse og forskellige boligkvarterer.

##### 4.2.2 Parcelhuse

Der er gennemført 25 interview i enfamilieboliger. På en liste, hvor de 647 adresser er opført i områdeorden vælges nr. 24, 48, 72 ... 600. I alt 25.

##### 4.2.3 Resultater

Ordningen er frivillig og det må konstateres, at de, der er tilsluttet er tilfredse. Næsten alle interviewede udtrykker tilfredshed med ordningen.

#### 4.2.3.1 Information

Varmemestrene savner information til tilflyttere, gerne på flere sprog eller med let forståelige billeder. Enkelte tilflyttere nævner, at de har måttet gætte sig til, hvordan systemet fungerer, men alle har dog hurtigt fundet ud af det.

Det ville være en hjælp, hvis varmemestrene havde nogle sedler eller ekstra foldere, der kunne smides ind i lejlighederne i en bestemt opgang, hvis sorteringen er utilfredsstillende.

Sorteringsvejledning bør evt. klistres oven på låget på køkkenstativerne.

Der tales meget om, at affaldet nok alligevel bliver blandet sammen, når det er indsamlet. Derfor var der mange, der var glade for, at biogasanlægget har inviteret til åbent hus, så man kunne se, hvordan affaldet bliver behandlet.

#### 4.2.3.2 Poser og stativer

Flere nævner, at bunden på de grønne poser somme tider går ud, fordi de er svejset skævt.

Der er nogen uenighed om poserne passer i stativerne, nogle mener, de er for små andre har ikke problemer, dette hænger muligvis sammen med, at nogle ikke kun bruger dem i det lille stativ til grønt affald.

Renovationsvæsenet deler grønne poser ud til husholdningerne. Nogen får for få poser, andre får rigeligt og bruger dem til alt muligt. I etageopgangene forsvinder poserne, hvis de ikke leveres helt ind ad brevsprækken.

Der er ikke altid plads til stativet på lågen under vasken. Nogen har det i stedet stående fremme. Ofte forsvinder stativet i forbindelse med flytninger. Lågene på stativerne går i stykker, nogen har fået dem udskiftet, men de nye låg passer ikke til de gamle stativer.

En boligforening har valgt at sætte nye stativer ind og lade folk selv købe poser, det fungerer fuldt tilfredsstillende.

Der bliver anvendt flere forskellige stativer på skinner, her er det vigtigt at skinnen er placeret, så spildt affald ikke forhindrer fri passage.

Den bedste løsning ser ud til at være en løs spand til den grønne pose, spanden kan nemt flyttes hen, hvor den skal bruges og den er nem at rengøre.

#### 4.2.3.3 Skakte

I en boligforening har man afprøvet system med en skakt, hvor sorteringen foregår ved hjælp af en knap. Det gav for meget svineri i skakten, derfor har man nu valgt, at det grønne affald skal bæres ned, mens restaffaldet lægges i skakten.

Modsat har en anden boligforening gode erfaringer med skakte med to valgmuligheder, her har man oplevet, at det faktisk er nemmere at holde skakten ren.

Det er åbenbart vigtigt, at man kan vælge individuelle løsninger.

#### 4.2.3.4 *Containere*

Mærkningen af containerne er meget forskellig. Nogle steder skal man gætte, at en grøn container kun må bruges til organisk affald, andre steder er den tydeligt mærket.

På flere containere er der opsat en udmærket sorteringsvejledning under låget, men den kan ikke erstatte den udvendige mærkning.

#### 4.2.3.5 *Indsamling*

Nogle få synes, at rengøringen af containere er for dårlig eller for sjælden, de fleste er dog godt tilfredse.

Normalt får man samme container tilbage efter tømning og evt. skylning. Et par beboere har dog nævnt, at de er kedede af sommetider at få naboens container, som måske er ødelagt eller beskidt.

To ud af 25 enfamilieboliger har problemer med lugt og ville derfor gerne have en ugentlig tømning, 23 har ikke nævneværdige problemer med lugt.

#### 4.2.3.6 *Affaldsmængder*

Alle oplyser, at de kildesorterer glas, papir og haveaffald (hvis de har have), disse fraktioner afleveres på containerplads eller i særskilte containere.

Beboerne i enfamiliehuse skønner i gennemsnit, at de leverer ca.  $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$  container (40-60 l) hver anden uge, mens de fleste har  $\frac{3}{4}$  - 1 sækfuld restaffald 75-100 l hver uge.

Ifølge beboerne er således  $\frac{1}{3}$  af affaldsvolumenet organisk affald. Det organiske affald er dog væsentligt tungere end restaffaldet, så vægtmæssigt udgør det en større andel.

#### 4.2.4 *Forslag til forbedring af indsamling fra husholdninger*

Der skal være en enkel og præcis information, der kan forstås af de fleste borgere uanset sprog og boglige evner. I etageområder bør informationen bringes i samarbejde med varmemestrene.

Hvis kommunen vælger at uddele stativer, bør der være flere valgmuligheder, herunder en løs spand med påklistret sorteringsvejledning.

Der bør være gode muligheder for at få eller købe nye stativer, når de går i stykker eller forsvinder i forbindelse med flytninger.

I etageejendomme bør uddeling af poser og stativer ske i tæt samarbejde med varmemestrene.

Poser med bindehanke kan evt. hjælpe til at holde skakte og containere rene, fordi de kan bindes selvom posen er overfyldt.



### 4.3 Fejlsorteringer i affaldet fra husholdninger

Tabellen viser resultatet af sorteringen af en prøve af affald fra etageområde plus to butikker med Frugt og grønt en gros. Prøverne er sorteret som beskrevet i bilag A.

Fase B	Kildesorteret			Rejekt		
	Vægt	Vægt	Bemærkning	Vægt	Vægt	Bemærkning
Fraktion jfr. bilag A	g	%		g	%	
Metal	3,2	0,1%		28,9	0,6%	malerdåse
Kulørte metalfolier	16,2	0,3%	Bakke	1	0,0%	
Batterier		0,0%			0,0%	
Ni/Cd batterier		0,0%			0,0%	
Andet metal		0,0%			0,0%	
Plast		0,0%			0,0%	
Cd-holdigt	24,3	0,5%	Cremetube	7,9	0,2%	
Cd/DEHP-holdigt		0,0%			0,0%	
DEHP-holdigt		0,0%			0,0%	
Andet plast	208	4,2%	Poser	567	11,3%	Poser
Mælke- og juicekartoner		0,0%			0,0%	
Større emner		0,0%			0,0%	
Andet identificerbart		0,0%			0,0%	
Glas	21,9	0,4%		12,7	0,3%	
Tekstil		0,0%		277	5,5%	kjole og sok
Alt andet	4726,4	94,5%		4105,5	82,1%	
<b>Samlet prøve</b>	<b>5000</b>	<b>100,00%</b>		<b>5000</b>	<b>100,00%</b>	

Tabel 4.6 Sortering af affald fra etageboliger og Frugt og Grønt en gros.

Fejlsorteringer er alle andre kategorier end plastposer (andet plast) og "Alt andet". Disse to fraktioner udgør 98,7% af kildesorteret affald. Fejlsorteringerne udgør således 1,3% metal, glas og plast.

I rejektet findes en højere koncentration af poser og fejlsorteringer, det tyder på at forbehandlingen fungerer. Da enhederne er store i forhold til prøvens størrelse vil variationen af de fundne fejlsorteringer naturligvis være store, f.eks. er en kjole og en sok den dominerende fejlsortering i rejektprøven mens en staniolbakke dominerer i prøven af kildesorteret affald.

Et kik i skraldespandene hos de husholdninger, der indgik i interviewundersøgelsen, viste en flot sortering i de individuelle skraldespande, mens sorteringen varierede noget i etagekvarterene.

#### 4.4 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra husholdninger.

Papirsække	Enhed	Grænse	Afskæring	% af Grænseværdi			
				Dato			
				11-01-00	20-01-00	25-01-00	27-01-00
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		26%	12%	13%	13%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		47%	27%	25%	27%
Nikkel	mg/kg TS	30		26%	16%	12%	11%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		72%	56%	35%	35%
DEHP	mg/kg TS		50	<b>140%</b>	94%	54%	60%
NPE	mg/kg TS		10	<b>110%</b>	71%	66%	71%
Bemærkning				5 dage gl.			

Tabel 4.7 Overholdelse af grænseværdier for husholdninger med papirsække (% af grænseværdi)

Husholdninger	Enhed	Grænse	Afskæring	% af Grænseværdi			
				Dato			
				16-01-01	23-01-01	08-02-01	13-02-01
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		7%	8%	7%	7%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		18%	18%	21%	16%
Nikkel	mg/kg TS	30		8%	13%	7%	10%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		32%	44%	32%	34%
DEHP	mg/kg TS		50	26%	34%	50%	28%
NPE	mg/kg TS		10	21%	31%	19%	20%

Tabel 4.8 Overholdelse af grænseværdier for husholdninger efter udskiftning af papirsække med containere (% af grænseværdi)

Husholdninger	Enhed	Grænse	Afskæring	% af Grænseværdi	
Dato				25-09-01	27-09-01
				enfamilie	etage
Cadmium	mg/kg TS	0,8		13%	i.p.
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		23%	i.p.
Nikkel	mg/kg TS	30		13%	13%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		37%	49%
DEHP	mg/kg TS		50	22%	40%
NPE	mg/kg TS		10	54%	15%
Kviksølv	mg/kg TS	0,8		i.p.	i.p.
Kviksølv	mg/kg P	200		i.p.	i.p.
Bly	mg/kg TS	120		2%	2%
Bly	mg/kg P	10000		5%	6%
Zink	mg/kg TS	4000		2%	1%
Kobber	mg/kg TS	1000		2%	2%
Chrom	mg/kg TS	100		8%	7%
LAS	mg/kg TS	1300		i.p.	i.p.
PAH sum	mg/kg TS	3		7%	i.p.

Tabel 4.9 Overholdelse af grænseværdier ved supplerende undersøgelser på organisk affald fra husholdninger (% af grænseværdi)

I den tidligere undersøgelse var der en enkelt prøve, hvor afskæringsværdierne for miljøfremmede stoffer var overskredet. Det blev da kædet sammen med, at netop dette læs var lagret 5 dage inden behandling. Siden har den forbehandlede biomasse fra husholdninger overholdt grænseværdierne og afskæringsværdierne for anvendelse til jordbrugsformål.

Efter afslutningen af fase B er der lavet to supplerende undersøgelser på hhv. affald fra enfamilieboliger og fra etageejendomme. Der er analyseret for samtlige grænseværdier for tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Her er alle grænseværdier og afskæringsværdier klart overholdt.

4.5 Analyseresultater: Husholdninger

Papirsække		Kildesorteret				Rejekt				Forbehandlet			
		11-01-00	20-01-00	25-01-00	27-01-00	11-01-00	20-01-00	25-01-00	27-01-00	11-01-00	20-01-00	25-01-00	27-01-00
Dato		tirsdag	torsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag	torsdag
Læs		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tørstof	%	33,6	31,4	32,1	30,3	55,8	40,7	46	51,4	19,4	19,4	16,1	18,6
Glødetab	% af TS	80,8	85,8	87,3	90	81	84,9	89,4	88,5	79	84,2	85,2	85,2
Kvælstof, total	mg/kg TS	20000	21000	20000	23000	16000	15000	16000	28000	29000	27000	29000	28000
Phosphor, total	mg/kg TS	2300	2300	2200	2200	1400	1800	1500	2000	4500	3500	4200	3700
Cadmium	mg/kg TS	0,14	0,11	0,051	0,04	0,11	0,066	0,047	0,035	0,21	0,093	0,1	0,1
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	61	48	23	18	77	37	31	18	47	27	25	27
Nikkel	mg/kg TS	3,6	4	2	1,5	4,4	2,5	2	1,3	7,8	4,8	3,7	3,3
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	1600	1700	910	670	3100	1400	1300	650	1800	1400	880	880
DEHP	mg/kg TS	29	48	31	29	39	26	29	25	70	47	27	30
NPE	mg/kg TS	6,8	9,5	4,9	4,8	6,1	3,8	6,6	4	11	7,1	6,6	7,1

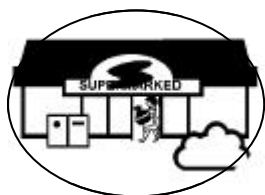
Tabel 4.10 Analyseresultater af affald indsamlet i papirsække

Fase B Boliger	Enhed	Kildesorteret				Rejekt				Biomasse				Bemærkning
Dato		16-01-01	23-01-01	08-02-01	13-02-01	16-01-01	23-01-01	08-02-01	13-02-01	16-01-01	23-01-01	08-02-01	13-02-01	
		tirsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	torsdag	tirsdag					
Læs		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tørstof	%	33,9	28,3	26,3	24	33,7	38	38,7	31,8	21,6	18,7	21,6	18,9	
Glødetab	% af TS	59	90	82		96	80	71	65	90	90	91	90	
Kvælstof	mg/kg TS	22000	23000	20000	33000	22000	26000	17000	23000	27.000	24.000	27.000	30.000	
Phosphor	mg/kg TS	2400	2700	840	4400	5300	6000	3100	4700	3.100	3.600	2.800	3.300	
COD	mg/kg TS	1400000	1300000	2300000	3000000	1500000	1300000	1300000	1200000	1.300.000	1.300.000	1.600.000	1.600.000	På tørret prøve tilsat 10 ml vand
Fedt	mg/kg TS	100000	150000	150000	260000	190000	110000	160000	120000	130.000	140.000	110.000	150.000	Polær fraktion
Cadmium	mg/kg TS	0,034	0,073	0,045	0,077	0,88	0,22	0,053	0,034	0,055	0,063	0,058	0,052	
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	14	27	53	18	170	37	17	7,2	18	18	21	16	
Nikkel	mg/kg TS	11	7,1	21	120	13	17	19	13	2,4	3,8	2,2	2,9	
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	4700	2600	25000	28000	2500	2800	6100	2700	790	1100	790	860	
DEHP	mg/kg TS	15	19	27	71	20	17	30	10	13	17	25	14	
NPE	mg/kg TS	4,8	8,8	7,6	42	43	15	25	14	2,1	3,1	1,9	2	
Kulhydrat	g/kg TS	345	597	545		634	526	444	386	610	620	700	670	Glødetab - (protein+fedt)
Protein	g/kg TS	137	146	127		138	163	107	143	170	150	170	190	6,25*kjeldahl-N
Salmonella	ant./100 g	i.p.	i.p.	i.p.		i.p.	i.p.	i.p.		i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0= ikke påvist
Enterokokker	ant./g	<0	<0	<0		<0	<0	<0		100	0	190	0	0= <10

Tabel 4.11 Analyseresultater af organisk affald indsamlet fra husholdninger i containere.



## 5 Bilag E: Resultater supermarkeder



### 5.1 Forsøgsordning med supermarkeder

Der er gennemført en forsøgsordning i samarbejde med Dansk Supermarked og med OBS!. Kildesorteringen omfatter alt madaffald inklusiv emballage (bortset fra glas og dåser).

De deltagende forretninger er opdelt i følgende kategorier:

Organisk affald	Butikker	Containere			Samlet volumen
		stk.	300 l.	400 l.	
Lavprisvarehuse	2		16	1	13
Varehuse	2	2	16		7
Discountbutikker	2		2		0,8
I alt	6	2	34	1	22

Tabel 5.1 Kategorier af forretninger i undersøgelsen og antal containere af hver type

Lavprisvarehusene er Bilka og OBS!.

Butikker med egen produktion som bager og bistro er karakteriseret som varehuse (Føtex), mens mindre supermarkeder, der alene har salg af færdigvarer karakteriseres som discountbutikker (Netto).

#### 5.1.1 Dansk Supermarked

Fra Dansk Supermarked deltager Bilka, to Føtex og to Netto. Forretninger havde i første omgang fået opstillet et antal 660 l containere, de er siden skiftet ud med mindre containere (300 – 400 l) af hensyn til håndteringen.

Indsamlingen sker sammen med øvrigt madaffald mandag, tirsdag, onsdag og fredag. I forbindelse med prøvetagning blev affaldet dog indsamlet separat på én dag.

#### 5.1.2 OBS!

OBS! har fået opstillet en 7 m<sup>3</sup> container, der afhentes og tømmes separat hver 14. dag.

### 5.2 Indsamlet mængde fra supermarkeder

I prøvetagningsperioden er affald fra 5 supermarkeder indsamlet separat om mandagen og den indsamlede mængde omregnet til hele uger. Containeren på 7 m<sup>3</sup> har ikke bidraget til de analyserede prøver.

	Dato	Indsamlet	Biomasse	Rejekt	Rejekt
Læs		kg	kg	kg	%
1	05-11-01	2378	1540	262	15%
2	03-12-01	3060	1512	278	16%
3	10-12-01	2920	406	53	12%
4	17-12-01	3000	980	194	17%
<b>Middel</b>		<b>2840</b>	<b>1110</b>	<b>197</b>	<b>15%</b>

Tabel 5.2 Indsamlet mængde fra 5 supermarkeder, da kun en lille del af hvert læs behandles separat, beregnes rejektprocenten af den behandlede masse (rejekt% er beregnet som rejekt/(biomasse+rejekt)).

Det ikke er muligt at behandle et helt læs separat i DeWasteren. Den behandlede mængde (biomasse + rejekt) er derfor mindre end den indsamlede mængde (resten blandes med andre læs inden behandling). Fordelingen mellem biomasse og rejekt antages dog at være repræsentativ for hele læsset.

### 5.2.1 Fordeling på forretningstype

Type	kg/uge	l/uge	massefylde kg/l
Lavprisvarehus	2035	4830	0,4
Varehuse	251	1157	0,2
Discountbutikker	96	311	0,3

Tabel 5.3 Masse og volumen af affald fra forskellige butikstyper

### 5.2.2 Fordeling på afdelinger

I to butikker er containerne fordelt på flere afdelinger. Det gør det muligt at se, hvilke afdelinger affaldet kommer fra.

Supermarked		Frugt og grønt	Slagter	Bistro	Bager	Varemodtagelse	Samlet
Lavprisvarehus	kg/uge	1193	191	715			2098
Varehus	kg/uge				267	11	278

Tabel 5.4 Indsamlet mængde fordelt på afdelinger

Supermarked		Frugt og grønt	Slagter	Bistro	Bager	Varemodtagelse	Samlet
Lavprisvarehus	l/uge	3000	450	1400			4900
Varehus	l/uge				1100	50	1200
Massefylde	kg/l	0,39	0,43	0,51	0,24	0,21	0,34

Tabel 5.5 Indsamlet volumen (skønnet liter) og massefylde fordelt på afdelinger

I lavprisvarehuset er det klart frugt og grønt, der giver mest affald, dernæst bistroen inkl. bageri. I varehuset er det tilsvarende bageren (inkl. bistro) der leverer mest affald.

Affaldet fra lavprisvarehuset er mere kompakt (kg/l) end affald fra varehuset, men forskellen er ikke stor for de forskellige afdelinger i hver butik.

### 5.3 Leverandørundersøgelse ved supermarkeder

Alle 6 butikker er besøgt.



### 5.3.1 Resultater

Kategori	Tilfreds	Accept	Utilfreds
Lavprisvarehuse	2		
Varehuse	1	1	
Discountbutikker	2		
<b>I alt (%)</b>	<b>83%</b>	<b>17%</b>	<b>0%</b>

Tabel 5.6 Tilfredshed med indsamlingen blandt supermarkeder

Butikkerne er generelt tilfredse med ordningen, kun en enkelt tilkendegav, at de accepterede ordningen men hellere ville have været fri.

### 5.3.2 Hygiejne og arbejdsmiljø

De fleste er godt tilfredse med rengøring af containerne, som faktisk har forbedret hygiejnen i forhold til tidligere. To butikker var utilfredse og kunne fremvise eksempler på mangelfuld rengøring. De oplyste rengøringen var meget svingende. En enkelt mente desuden at containerne burde rengøres udvendig.

### 5.3.3 Kildesortering

Containerne til madaffald bruges til frugt, grønt, brød og dej. Kød og pålæg, der har overskredet sidste salgsdato udgør ikke nogen væsentlig mængde, navnlig ikke i de største butikker. Det er lidt forskelligt om mælk smides ud som madaffald.

Frugt, grønsager og gammelt brød hentes ofte af landmænd, zoo eller lignende. Fedt, store knogler og friture afhentes af daka eller PNA 83.

Nogle forretninger har pladsproblemer, fordi forretningerne ikke fra starten har været forberedt til kildesortering, men det vil naturligvis være et overgangsproblem. Det betyder faktisk at en enkelt forretninger, som ikke har plads til flere grønne containere, fylder organisk affald i beholderen til restaffald, når den grønne container er fuld.

To steder blev det nævnt, at skraldemændene i stedet for at virke som ambassadører for projektet, direkte har bildt personalet ind, at affaldet bliver blandet sammen og brændt!

Kategori	Glas	Plast	Pap/papir	Batterier
Lavprisvarehus	2	2	2	2
Varehus	2	2	2	2
Discountbutik	2	2	2	2

Tabel 5.7 Andre fraktioner, der kildesorteres hos supermarkeder

### 5.3.4 Containere

De 660 l containere, der blev benyttet i starten af forsøget var utætte, så mælk og grønsagssaft kunne sive ud. Derfor fik nogle udleveret plastsække til containerne. Der er efterfølgende indkøbt 300 l og 400 l specialcontainere, som hidtil har været tætte.

### 5.3.5 Forslag til forbedring af indsamling fra supermarkeder

Kildesortering virker kun med brugernes gode vilje. Derfor er det helt afgørende at renovationsvæsenets egne folk er ambassadører for projektet og kan vejlede personalet. I de større butikker bør der være rutinemæssige besøg af affaldskonsulenten, så problemer og usikkerheder afklares løbende.

Mange personer benytter containerne, derfor skal de være mærket og gerne påført en sorteringsvejledning. Desuden er det vigtigt at containerne fungerer, er rene og tætte.

De store butikker ønsker sig noget materiale til motivering f.eks. månedlig statistik over leveret affald (og helst sparet renovationsafgift).

### 5.4 Fejl sorteringer i affaldet fra supermarkeder

Tabellen viser resultatet af sorteringen af en prøve af affald fra supermarkederne. Prøven er sorteret som beskrevet i bilag A.

Fase C	Rejekt		
	Vægt	Vægt	Bemærkning
Fraktion jfr. bilag A	g	%	
Metal	6,2	0,1%	
Kulørte metalfolier	2,5	0,1%	
Batterier		0,0%	
Ni/Cd batterier		0,0%	
Andet metal		0,0%	
Plast	419,3	8,4%	Poser
Cd-holdigt		0,0%	
Cd/DEHP-holdigt		0,0%	
DEHP-holdigt	2,9	0,1%	Urtepotter
Andet plast		0,0%	
Mælke- og juicekartoner		0,0%	
Større emner		0,0%	
Andet identificerbart		0,0%	
Glas	8,6	0,2%	
Tekstil		0,0%	
Alt andet	4560,5	91,2%	
Samlet prøve	5000	100,00%	

Tabel 5.8 Sortering af affald fra supermarkeder

Af fejlsorteringer er der fundet 0,2% glas, 0,1% metal og 0,1% folie. Det er et meget flot sorteringsresultat.

## 5.5 Overholdelse af grænseværdier i affald fra supermarkeder

Type	Enhed	Biomasse			
Dato		05-11-01	03-12-01	10-12-01	17-12-01
Læs		1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	6%	10%	9%	10%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	20%	30%	25%	30%
Nikkel	mg/kg TS	6%	13%	10%	12%
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	32%	60%	40%	52%
DEHP	mg/kg TS	4%	26%	11%	104%
NPE	mg/kg TS	7%	0%	0%	0%

Tabel 5.9 Analyseresultater biomasse fra supermarkeder (% af grænse-/afskæringsværdi).

Grænseværdierne for kadmium og nikkel er klart overholdt i alle prøver af biomasse fra supermarkeder.

Afskæringsværdien for DEHP er overskredet i en enkelt prøve. Alle øvrige afskæringsværdier overholdes klart.

## 5.6 Analyseresultater: Supermarkeder

Fase C Supermarkeder												
Type		Kildesorteret organisk affald				Rejekt	Forbehandlet biomasse				Grænseværdi	Bemærkning
Dato		05-11-01	03-12-01	10-12-01	17-12-01	10-12-01	05-11-01	03-12-01	10-12-01	17-12-01		
		mandag	mandag	mandag	mandag	mandag	mandag	mandag	mandag	mandag		
Læs		1	2	3	4	3	1	2	3	4		
Tørstof	%	33,2	25,8	18,3	28,2	36,4	30	25,6	20,2	27,2		
Glødetab	% af TS	94,3	93,2	93,5	93,3	93,9	94,7	93,2	93,4	92,6		
Kvælstof, total	mg/kg TS	26000	27000	30000	25000	20000	23000	26000	26000	26000		
Phosphor, total	mg/kg TS	2300	2900	4200	2700	3200	2300	2600	2900	2700		
COD	mg/kg TS						1200000					På tørret prøve tilsat 10 ml vand
Fedt	mg/kg TS						24000					Polær fraktion
Cadmium	mg/kg TS	0,049	0,096	0,068	0,069	0,063	0,046	0,076	0,072	0,082	0,8	
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	21	33	16	25	20	20	30	25	30	100	
Nikkel	mg/kg TS	<1,0	3,8	<1	<1,0	1,2	1,8	3,9	2,9	3,5	30	
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	<440	1300	<440	<440	<440	800	1500	990	1300	2500	
DEHP	mg/kg TS	4,1	22	11	40	11	1,9	13	5,5	52	50	
NPE	mg/kg TS	0,35	i.p.	0,89	0,57	0,84	0,7	i.p.	i.p.	i.p.	10	
Kulhydrat	g/kg TS						780					Glødetab - (protein+fedt)
Protein	g/kg TS						150					6,25* kjeldahl-N
Salmonella	ant./100 g											Glemt af MiljøKemi
Enterokokker	ant./g											Glemt af MiljøKemi

Tabel 5.10 Analyseresultater organisk affald fra supermarkeder

Supermarkeder		Kildesorteret	Rejekt	Forbehandlet	Grænseværdi
Masse	kg/læs	2840	1110	197	
Tørstof	%	26	36	26	
Glødetab	% af TS	94	94	93	
Kvælstof, total	mg/kg TS	27000	20000	25250	
Phosphor, total	mg/kg TS	3025	3200	2625	
COD	mg/kg TS			1200000	
Fedt	mg/kg TS			24000	
Cadmium	mg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,8
Nikkel	mg/kg TS	4	1	3	30
DEHP	mg/kg TS	19	11	18	50
NPE	mg/kg TS	1	1	1	10
Kulhydrat	g/kg TS			780	
Protein	g/kg TS			150	

Tabel 5.11 Gennemsnitsværdier af analyseresultater fra supermarkeder



## 6 Bilag F: Resultater små fødevareforretninger



### 6.1 Forsøgsordning for små fødevareforretninger

Der er gennemført en forsøgsordning ved 21 forretninger i Aalborg by.

De deltagende forretninger er opdelt i følgende kategorier:

Antal af Navn	Butikker	Containere					Samlet volumen liter
		Stk.	1x80L	1x140L	1x400L	4x120L	
Bager	2	2					160
Fisk	1						140
Frugt og Grønt	5	1	2		1	1	1980
Købmænd	9	4		3			1680
Ost	1	1					80
Slagter	1		1				140
<b>I alt</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4180</b>

Tabel 6.1 Kategorier af forretninger i undersøgelsen og antal containere af hver type

Indsamlingen er normalt fordelt på alle ruter, men ved prøvetagning er indsamlet på en fast dag.

### 6.2 Indsamlet mængde fra små fødevareforretninger

I prøvetagningsperioden er affald indsamlet separat om mandagen, derfor repræsenterer første tømning ikke en hel uge.

Læs	Dato	Org. affald kg	Pr. butik kg/uge
1	14-05-02	(940)	(45)
2	21-05-02	1720	82
3	28-05-02	1380	66
4	04-06-02	1880	89
<b>Middel</b>	<b>(læs 2-4)</b>	<b>1660</b>	<b>79</b>

Tabel 6.2 Indsamlet mængde fra 21 detailbutikker. (Læs 1 er ikke tal t med i middel).

Det ikke er muligt at behandle et helt læs separat i DeWasteren. Derfor kan rejekt% ikke måles.

#### 6.2.1 Fordeling på forretningstype

Mængden af affald fra hver butik er opgjort som volumen af container gange en skønnet grad af fyldning.

Butikstype	Containere	Fyldning, container	Volumen
	l	%	l/uge
Bager	80	0%	0
Bager	80	88%	70
Fisk	420	88%	368
Frugt og Grønt	140	0%	0
Frugt og Grønt	80	13%	10
Frugt og Grønt	140	25%	35
Frugt og Grønt	420	75%	315
Frugt og Grønt	480	70%	336
Frugt og Grønt	600	90%	540
Frugt og Grønt	1200	113%	1350
Købmænd	400	0%	0
Købmænd	80	0%	0
Købmænd	80	0%	0
Købmænd	80	13%	10
Købmænd	80	13%	10
Købmænd	80	50%	40
Købmænd	400	25%	100
Købmænd	80	125%	100
Købmænd	400	125%	500
Ost	80	13%	10
Slagter	140	38%	53
<b>Samlet</b>			<b>3.847</b>

Tabel 6.3 Antal containere og fyldning for hver forretning

Butikstype	Antal butikker	Indsamlet volumen	Maks. volumen	Min. volumen
	stk.	liter/uge/butik	liter/uge/butik	liter/uge/butik
Bager	2	35	70	0
Fisk	1	368		
Frugt og Grønt	7	369	1.350	0
Købmænd	9	84	500	0
Ost	1	10		
Slagter	1	53		
<b>Hovedtotal</b>	<b>21</b>	<b>183</b>		

Tabel 6.4 Middelvolumen af organisk affald pr. butikstype opgjort som containervolumen \* fyldning

Frugt og grønt samt fiskeforretningen har mest affald. En enkelt købmand har ligeså meget affald, mens alle øvrige butikker har væsentligt mindre. Fem ud af 21 har ikke brugt ordningen.

### 6.3 Leverandørundersøgelse ved små fødevarerforretninger

Tyve af de 21 er besøgt (én havde ikke tid til besøg).



### 6.3.1 Resultater

Kategori	Tilfreds	Accept	Utilfreds
Købmænd	8	1	
Frugt og grønt	6	1	
Øvrige	2	2	
<b>I alt (%)</b>	<b>80%</b>	<b>20%</b>	<b>0%</b>

Tabel 6.5 Tilfredshed med indsamlingen blandt små fødevarerforretninger

Butikkerne er generelt tilfredse med ordningen. 20% tilkendegav dog, at de accepterede ordningen men hellere ville have været fri. Det blev klart fremhævet, at den kommunale ordning var et godt, billigt alternativ til daka.

### 6.3.2 Hygiejne og arbejdsmiljø

De fleste er godt tilfredse med rengøring af containerne og flere oplyste, at ordningen faktisk har forbedret hygiejnen i forhold til tidligere.

Slagter og fiskemand lægger vægt på hyppige tømninger, da deres affald let giver anledning til lugt. Derfor kan det være et problem, når der springes en tømning over efter skæve helligdage.

### 6.3.3 Kildesortering

Containerne til madaffald bruges til frugt, grønt, kød og pålæg, der har overskredet sidste salgsdato. Knogler fra slagteren afhentes af daka.

Enkelte forretninger har pladsproblemer, fordi forretningerne ikke fra starten har været forberedt til kildesortering, men det vil naturligvis være et overgangsproblem.

### 6.3.4 Containere

Forretningerne er generelt tilfredse med containerne. En enkelt ville dog gerne have en større container end 400 l.

### 6.3.5 Forslag til forbedring af indsamling fra små fødevarerforretninger

Flere mindre købmænd ønskede at kunne nøjes med 14 dages tømning, da de ikke har meget affald.

## 6.4 Fejl sorteringer i affaldet fra små fødevarerforretninger

Prøven er sorteret som beskrevet i bilag A.

Fase D	Rejekt		
	Vægt	Vægt	Bemærkning
Fraktion jfr. bilag A	g	%	
Metal		0,0%	
Kulørte metalfolier		0,0%	
Batterier		0,0%	
Ni/Cd batterier		0,0%	
Andet metal		0,0%	
Plast	31,8	0,6%	Poser
Cd-holdigt		0,0%	
Cd/DEHP-holdigt		0,0%	
DEHP-holdigt		0,0%	
Andet plast	54,4	1,1%	Tuber
Mælke- og juicekartoner		0,0%	
Større emner		0,0%	
Andet identificerbart		0,0%	
Glas	5,6	0,1%	
Tekstil		0,0%	
Alt andet	4908,2	98,2%	
Samlet prøve	5000	100,00%	

Tabel 6.6 Sortering af affald fra små fødevarerforretninger

Af fejlsorteringer er der fundet 0,1% glas og 1,1% plast i form af to tuber. Det er et meget flot sorteringsresultat. Poserne udgør 0,6%.

#### 6.5 Overholdelse af grænseværdier i biomasse fra små fødevarerforretninger

Type	Enhed	Grænse- værdi	Afskærings- værdi	Biomasse			
				14-05-02	21-05-02	28-05-02	04-06-02
Dato				14-05-02	21-05-02	28-05-02	04-06-02
Læs				1	2	3	4
Cadmium	mg/kg TS	0,8		13%	11%	12%	13%
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	100		27%	20%	22%	30%
Nikkel	mg/kg TS	30		15%	43%	<b>123%</b>	<b>100%</b>
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2500		48%	108%	332%	340%
DEHP	mg/kg TS		50	28%	72%	42%	<b>128%</b>
NPE	mg/kg TS		10	10%	0%	0%	0%

Tabel 6.7 Analyseresultater biomasse fra små fødevarerforretninger (% af grænse-/afskæringsværdi).

Indholdet af nikkel er højt i to prøver, hvoraf den ene overskrider grænseværdien og indholdet af DEHP er over afskæringsværdien i en af de fire prøver.

## 6.6 Analyseresultater: Små fødevarerforretninger

Fase D Fødevarerforretninger											
Type		Kildesorteret				Rejekt	Biomasse				Bemærkning
Dato		14-05-02	21-05-02	28-05-02	04-06-02	14-05-02	14-05-02	21-05-02	28-05-02	04-06-02	
		tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	tirsdag	
Læs		1	2	3	4	1	1	2	3	4	
Tørstof	%	26,3	6,8	10,8	6,5	37,9	20,1	15,3	15,3	17,2	
Glødetab	% af TS	89	90	91	89	86	90	89	87	88	Ikke homogeniseret prøve
Kvælstof, total	mg/kg TS	23.000	75.000	63.000	63.000	28.000	31.000	33.000	36.000	33.000	
Phosphor, total	mg/kg TS	3.900	11.000	12.000	12.000	3.900	3.800	4.700	4.500	3.500	
COD	mg/kg TS						260.000				På tørret prøve tilsat 10 ml vand
Fedt	mg/kg TS						25.000				Polær fraktion
Cadmium	mg/kg TS	0,89	0,76	1,6	4,9	2,5	0,1	0,091	0,097	0,1	
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	230	70	140	430	630	27	20	22	30	
Nikkel	mg/kg TS	4,1	4	2	1,6	5	4,6	13	37	30	
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	1.100	380	<300	<300	1.300	1.200	2.700	8.300	8.500	
DEHP	mg/kg TS	18	220	78	21	22	14	36	21	64	
NPE	mg/kg TS	2,8	6	5,2	3,3	3,6	0,97	1,5	1,5	2,7	
Salmonella	ant./100 g										Glemte af MiljøKemi
Enterokokker	ant./g										Glemte af MiljøKemi

Tabel 6.8 Analyseresultater organisk affald fra små fødevarerforretninger

Detailforretning		Kildesorteret	Rejekt	Biomasse	Grænseværdi
Masse	kg/læs	1660	383	1277	
Tørstof	%	13	38	17	
Glødetab	% af TS	90	86	89	
Kvælstof,total	mg/kg TS	56000	28000	33250	
Phosphor,total	mg/kg TS	9725	3900	4125	
COD	mg/kg TS			260000	
Fedt	mg/kg TS			25000	
Cadmium	mg/kg TS	2	3	0,1	0,8
Nikkel	mg/kg TS	3	5	21	30
DEHP	mg/kg TS	84	22	34	50
NPE	mg/kg TS	4	4	2	10

Tabel 6.9 Gennemsnitsværdier af analyseresultater fra små fødevarerforretninger

## 7 Bilag G: Arbejdsmiljø

### 7.1 Indledning

Formålet med denne undersøgelse er at få et indblik i de arbejdsmiljømæssige konsekvenser af indsamling af organisk affald. Vurderingen er udført af Aalborg kommunes BST.

Vurderingen omfatter de positive og negative ændringer i arbejdsmiljøet for indsamlingspersonale, som udelukkende beskæftiger sig med indsamling af organisk affald.

Metoden er beskrevet i Bilag A Metoder. Litteraturhenvisninger er angivet som eksempelvis ”(VII)”, og refererer til litteraturlistens pkt. 7 sidst i bilaget.

#### 7.1.1 Indsamling af data

BST har i februar 2002 været med ”Vaskebjørnen” og det faste personale på arbejde.

Det faste personale bestod af to personer.

Der blev set på indsamling af 80-ltr's. plastcontainer med kærre fra Miri-stativ, dels fra husstande og dels fra etageejendomme.

Der blev anvendt videokamera og digitalkamera til indsamling af billedmateriel.

Der er endvidere foretaget interview af det faste personale vedrørende de positive og negative ændringer i arbejdsmiljøet for indsamlingspersonalet.

Som referencemateriale er anvendt udvalgte rapporter fra

Arbejdsmiljøinstituttets serie ”Sikkerhed og sundhed ved affald og genanvendelse” (jf. litteraturliste).

#### 7.1.2 Arbejdsrutiner

En arbejdsdag forløber typisk på følgende måde. Dagen indledes med afhentning af bil og kørsel fra renovationsvæsnet ud til indsamlingsdistriktet, hvor indsamling af affald påbegyndes. På nuværende tidspunkt er det ikke nødvendigt at tømme bilen i løbet af dagen.

Dagen afsluttes med kørsel til og indvejning på forbrændingsanlægget Reno Nord A/S. Derefter køres til Vaarst-Fjellerad biogasanlæg for tømning af skraldebil. Efter tømning køres tilbage til renovationsvæsnet, hvor bilen rengøres udvendig. Rengøring kan eventuelt forgå om morgenen, inden der køres ud. Den udvendige rengøring foretages ved børste med vandtryk eller højtryksspuling, begge dele manuelt.

Den indvendige rengøring varetages af eksternt rengøringsfirma og giver derfor ikke anledning til påvirkninger af skraldemændene.

### 7.1.3 Indsamling af affald med "Vaskebjørnen"

### 7.1.4 Arbejdets organisering

Indsamling af affald foregik med renovationsvognen "Vaskebjørnen". Bilen er monteret med tromlekomprimator, skylle- og vejestyrt. Vognen betjenes af to skraldemænd.

Under indsamlingen var der en vis opdeling i chaufførfunktion og en funktion med tømning og transport af affald. Chaufførfunktionen blev altid varetaget af samme person.

### 7.1.5 Udstyr

#### 7.1.5.1 Container på kærre

De anvendte containere var 80-ltr's plastcontainere. Containerne var uden hjul og blev transporteret på kærre. Containeren opbevares ved husstanden i et "Miri-stativ".

Arbejdet er opdelt således at én person henter containere ved husstand med kærre. Container tømmes og skylles ved bilen (hvis bilen er i umiddelbar nærhed af husstand). I modsat fald placeres container ved vejkant. Tømning og skylning af containere ved bilen foregår på vognens hydrauliske skyllesystem. Containerne bringes tilbage til husstand med kærre eller båret i en arm.

Den anden person foretager samme arbejdsopgaver som sin kollega, men skal endvidere sørge for at bilen flyttes fremad.

#### 7.1.5.2 Miri-stativ

De anvendte stativer er opsat ved den enkelte husstand. Der er tale om dobbeltstativer. Én til sæk og én til container. Stativerne er opstillet af leverandøren. Der hvor underlaget ikke er vandret, er der foretaget ændringer, så stativerne kommer til at stå på vandret underlag.

Dette betyder, at det ikke altid er muligt at anvende kærren direkte fra stativet.

Ved etageejendomme er stativerne placeret på strategiske steder. Der er typisk tale om dobbeltstativer, hvor begge stativer er til container. Der er ved etageejendomme tale om samme tilretning af underlag som ved husstande og med samme konsekvenser.

### 7.1.6 Adgangsforhold

Aalborg Kommunes Renovationsvæsen fører løbende kontrol af adgangsforholdene jævnfør Arbejdstilsynets At-anvisning Nr. 4.1.0.1 November 1993. Manuel håndtering og transport af dagrenovation m.v. Eventuelle afvigelser indberettes af skraldemændene, hvorefter kontoret tager kontakt til borgeren for at få ændret forholdene.

## 7.2 Ergonomi

### 7.2.1 Ergonomisk vurdering af indsamling af 80 l. plastcontainer med kærre fra Miri-stativ

#### 7.2.1.1 Tungt/uhensigtsmæssige løft/bæring

Der forekommer uhensigtsmæssige løft og bæring, når den tomme og skyllede container skal bringes tilbage til husstanden. Det optimale er at kærren anvendes til transport af container helt ind til Miri-stativet.

I praksis bæres container i en arm mens kærren styres med den anden hånd. Andre gange efterlades kærren på fortovet og containeren bæres til Miri-stativet i én eller to hænder. Andre gange igen bæres containeren hele vejen fra bilen til Miri-stativet uden at kærren medbringes.

Det er BST's vurdering at denne belastning kan fjernes ved en ændring af arbejdets organisering således, at der ved tømning medbringes en tom container. Det ville være en fordel om containeren var på kærre men bæring af tom container anses ikke for den store belastning set over en hel arbejdsdag. Denne løsning vil begrænse det/den uhensigtsmæssige løft/bæring.

En anden løsning kunne være at anvende poser/kærre til indsamling af organisk affald. Derved kunne der ligeledes reduceres til én tur til husstanden.

Transport af fyldte containere foregår altid ved brug af kærre. Der opstår dog uhensigtsmæssige løft, der hvor Miri-stativet er placeret på skrænde terræn eller hvor adgangsforholdene er dårlige. Disse forhold tillader ikke at skraldemanden bruger kærren til at løfte containeren ud. I disse tilfælde er det nødvendigt for skraldemanden, at løfte/trække containeren ud for at kærren kan få fat.

Det er BST's vurdering at denne belastning helt kan fjernes ved at de problematiske steder registreres og efterfølgende ændres. Endvidere vil det være hensigtsmæssigt at lave helt klare kravspecifikationer hvis forsøget skal udvides. Det er vigtigt at fremtidige stativer bliver etableret på en sådan måde, at lignende situationer undgås.

#### 7.2.1.2 Vægt/nødvendig træk/skubkraft ved håndtering af container i forbindelse med underlag

Der er i forbindelse med feltundersøgelsen observeret, at containere fra etageejendomme af og til transporteres op og ned af stigninger. De observerede adgangsveje var asfalterede og der var tale om transport af 80-ltr's containere.

Det er BST's vurdering, at denne transport ikke i sig selv er belastende.

Der er ved etageejendomme typisk tale om dobbeltstativer hvor begge stativer er til container.

Derved bliver det til mange ture op og ned af stigningerne. Det kunne måske være relevant at erstatte de to stativer á 80-ltr's med en 140-ltr's. container på hjul. Denne løsning ville under alle omstændigheder reducere antallet af ture frem og tilbage til bilen.

### *7.2.1.3 Arbejdsstilling, gode håndtag, mulighed for at komme til uden at trække/skubbe uhensigtsmæssigt*

Undersøgelser ved Arbejdsmiljøinstituttet har vist, at ved brug af kærre er skraldemanden i kontakt med denne godt 80% af den aktive indsamlingsperiode.

Det er derfor vigtigt at kærren fungerer efter hensigten samt, at den kan tilpasses den enkelte skraldemand.

De kærre der anvendes i forsøget kan ikke indstilles individuelt.

Det er BST's vurdering, at der skal laves forbedringer på de eksisterende kærre med hensyn til individuelle indstillingsmuligheder.

Indstillingsmulighederne skal være til stede både i højde og i dybden (sådan at det ikke er nødvendigt at læne sig forover umiddelbart inden containeren skal vippes).

Erfaringerne fra udvikling af almindelige kærre kan anvendes i denne sammenhæng.

### *7.2.1.4 Tømning af container på bil.*

Vaskebjørnens hydrauliske løftearm gør det muligt at placere containeren direkte med kærren.

I praksis er det dog sådan, at containeren ofte flyttes/løftes manuelt på plads på løftearmen fordi containeren er placeret ved vejkanterne af en kollega.

Samtidig er det en belastning som udelukkende berører chaufføren. Når bilen rykkes fremad skal kærren placeres foran på bilen i den dertil indrettede løfte/holdemekanisme. Det forekommer derfor lettere at håndtere den første container manuelt for derefter at hente kærren og fortage tømning ved nærliggende husstand.

Det er BST's vurdering at denne manuelle håndtering vil udgøre samme belastning som det ville være at hente kærren foran på bilen og derefter flytte containeren til løftearmen.

Det er BST's vurdering at en beslutning om stramme regler for praksis vil medføre et dårligt psykisk arbejdsmiljø.

Denne uhensigtsmæssige håndtering opleves ikke i samme grad ved tømning ved etageejendomme, da containerne altid sættes direkte på løftearm.

## **7.2.2 Konklusion**

Arbejdet med affaldsindsamling er karakteriseret ved, at være varieret og dynamisk. Skraldemændene bevæger sig meget, og udfører mange forskellige processer. Kraftkravet og energikravet kan være stort ved denne form for arbejde

Den ergonomiske belastning ved affaldsindsamling er meget afhængig af metode og udstyr. Fælles er dog at skraldemanden udsættes for en meget varieret belastning ved at skifte mellem perioder, hvor der arbejdes tomhændet og perioder med belastning, og endvidere ved at variere mellem træk og skub ved transport af kærre/container. Når affaldet transporteres i container er der meget få løft, men til gengæld er skraldemanden i kontakt med kærren en stor del af den effektive arbejdsdag.

Skal der indsamles i sække vil der komme flere løft. Disse løft vil dog foregå tæt på kroppen. Hvis der fortsat indsamles med kærre vil bæring og kast af sække kunne begrænses.



Arbejdet med indsamling af biologisk affald må karakteriseres som et arbejde med varieret belastning, hvor der fortsat er muligheder for forbedringer.

### 7.2.3 Forslag til forbedringer

Følgende forslag er udelukkende lavet ud fra en arbejdsmiljømæssig betragtning og indeholder ikke økonomiske betragtninger.

#### 7.2.3.1 *Indsamling af affald fra husstande:*

Der medbringes tomme containere svarende til det antal personer, der arbejder på bilen. De tomme containere skal bruges således, at ved tømning af en husstand medbringes en tom/rengjort container. Derved kan der spares den tid/kræft, der anvendes til at gå den samme afstand to gange. En anden forbedring kunne være at anvende sække til indsamling af organisk affald. På den måde kan indsamling af organisk affald fra husstande foretages på samme måde som almindeligt affald. Igen spares tid/kræfter på at gå den samme distance to gange. Endvidere er de kærre der anvendes til indsamling af almindeligt affald af bedre ergonomisk kvalitet.

#### 7.2.3.2 *Indsamling af affald fra etageejendomme:*

Det kunne overvejes, hvorvidt det ville være mere hensigtsmæssigt at anvende én større container i stedet for to 80- ltr's i dobbeltstativ. Derved kan der spares den tid/kræft, der anvendes til at gå den samme afstand flere gange. En anden forbedring kunne være at anvende poser til indsamling af organisk affald. På den måde kan indsamling af organisk affald fra husstande foretages på samme måde som almindeligt affald. Derved kan der spares den tid/kræft, der anvendes til at gå den samme afstand flere gange.

## 7.3 Arbejdshygiejne

### 7.3.1 Vurdering af arbejdshygiejniske forhold

#### 7.3.1.1 *Generelt*

Arbejde med organisk affald kan give anledning til flere forskellige påvirkninger af arbejdshygiejnisk og/eller biologisk karakter. Afhængig af de faktiske forhold er der tale om påvirkninger fra:

Mikroorganismer  
Støv  
Lugt/"gasser"

Den primære påvirkning er via luften, dels under transporten fra afhentningssted til/fra bil, men også under tømning/spuling af beholdere via væskeaerosoler og i mindre grad støv. Påvirkningen kan afhænge af mange parametre, bl.a. affaldets beskaffenhed, "emballage", udendørstemperaturer og tømningfrekvens.

Organisk affald adskiller sig fra traditionelt husholdningsaffald ved en kraftigere lugt og ved at være mere fugtigt, hvilket giver udsivning af

perkolat<sup>1</sup>. Perkolatets indhold af mikroorganismer (bakterier og svampe) og endotoksiner er ret stabil (VII), uanset om affaldet er henholdsvis 7 eller 14 dage gammelt. Generelt set er der dog hele tiden tale om et højt niveau, og store perkolatmængder giver klart en øget risiko for at blive udsat for endotoksiner og mikroorganismer via stænk og aerosoler.

Fra organisk affald afgasses en lang række flygtige organiske forbindelser (VOC'er), der bl.a. bidrager til lugtgener, kvalme og ubehag. Det drejer sig bl.a. om svovlbrinte (H<sub>2</sub>S), methylmercaptan (CH<sub>3</sub>SH) og ammoniak (NH<sub>3</sub>). Arbejdsmiljøinstituttet (AMI) har i en tidligere undersøgelse bl.a. konkluderet: "...er der ikke umiddelbart grund til at formode, at skraldemændene under normale forhold vil blive udsat for gasser (VOC'er) ved inhalation i et omgang, som er direkte toksisk". I forhold til langtidseffekter foreligger der ikke tilstrækkelige data til at konkludere at der er en eventuel sammenhæng mellem eksponeringsniveau og helbredseffekter.

Støv fra organisk affald er stærkt forurenset med mikroorganismer. I følge AMI's undersøgelser er eksponeringen for organisk støv dog forholdsvis lav, hvilket bl.a. skyldes, at organisk affald er meget fugtigt. Eksponeringen for mikroorganismer sker derfor primært via aerosoler og stænk.

I det følgende er der foretaget en vurdering af de arbejds-hygieniske forhold i forbindelse med indsamling af organisk affald fra husstande og etageejendomme. Som reference for denne vurdering, er anvendt indsamling af organisk affald fra erhverv (400 ltr's containere). Vurderingen er opdelt i de enkelte deloperationer afsluttet med en samlet vurdering.

#### *7.3.1.2 Husstand/etageejendom*

Affaldet opbevares i åbne 80-ltr's plastcontainere placeret i et "Miri-stativ", og transporteres til "Vaskebjørnen" og retur igen efter tømning og spuling. Containerne er oprindeligt skabt med låg. På undersøgelsestidspunktet var der intet låg på containerne. Affaldet er for størstedelens vedkommende indpakket i plastposer.

#### *7.3.1.3 Frigørelse ved stativ/transport til/fra bil*

Affaldet er indpakket i plastposer, og risikoen for at blive eksponeret for støv og mikroorganismer er derfor begrænset. Det kan dog ikke udelukkes, at der er en mindre eksponering for "gasser"/lugt fra affaldet. Denne eksponering kan dog variere med bl.a. temperaturniveauet og tømning-frekvensen, således at afgangningen/lugtgenerne vil være størst i sommermånederne og ved en eventuel forlænget henstand. Det er dog BST's vurdering, at denne eksponering er af begrænset betydning.

#### *7.3.1.4 Tømning/skylning på bil*

Da affaldet er indpakket vil den primære eksponering under tømningen være fra gasser. Den væsentligste eksponering er i forbindelse med selve skylleprocessen, hvor der er en mindre mængde væske-aerosoler i luften. Væske-aerosolerne kan have et forholdsvis højt indhold af mikroorganismer fra

---

<sup>1</sup> Perkolat er den væske, der løber fra affaldet, det dannes som følge af, at organisk affald er meget fugtigt.

perkolatet, og indånding skal derfor undgås. Selve skylleprocessen er dog af forholdsvis kort varighed, og det er derfor BST's vurdering, at medarbejderne kun udsættes for en meget begrænset mængde aerosoler i forbindelse med skylleprocessen.

Der er i forbindelse med tømning/spuling foretaget enkelte kontrolmålinger for støv og VOC'er. Målingerne er foretaget med direkte visende udstyr (VOC-måler: ppBRAE og støvmåler: MIE *personaldataram*):

#### 7.3.1.5 VOC'er

Målingerne blev foretaget over tre tømninger, og viste et niveau af VOC'er i området 0,2-0,8 ppm ved operatøren, med den højeste værdi når vinden blæste gasser hen mod medarbejderne. Ved måling i selve åbningen til skraldebilen registreredes et niveau på op til maksimalt 2,2 ppm.

#### 7.3.1.6 Støv

Støvmålingerne viste kun meget svage udsving under tømning/spuling, og alle målinger var under 0,040 mg/m<sup>3</sup>. Sammenholdes dette med grænseværdien for organisk støv på 3,0 mg/m<sup>3</sup>, kan det konkluderes, at der er tale om en meget lille eksponering.

Selv med vinden ind over åbningen direkte mod medarbejderen kunne der kun registreres meget lave niveauer af såvel VOC'er som støv/aerosoler. Den korte eksponeringstid taget i betragtning må det derfor konkluderes, at der kun er tale om en begrænset eksponering i de undersøgte tilfælde.

### 7.3.2 Erhverv (Føtex varehus)

Affaldet opbevares i 400 ltr's containere med låg. Containerne skubbes hen til "Vaskebjørnen" med lukket låg, fastgøres til løftearmen, låget åbnes og containeren skubbes retur igen efter tømning og spuling. Under tømningen frigives større mængder gasser. Affaldet er mere fugtigt end affaldet fra husstandscontainerne, da størstedelen ikke er indpakket. I forbindelse med spuling og efterfølgende lukning af låg opstår der en del væskeaerosoler i luften omkring åbningen på "Vaskebjørnen".

#### 7.3.2.1 Transport til/fra bil

Affaldet opbevares i lukkede containere, og risikoen for at blive eksponeret for støv og mikroorganismer er derfor begrænset. Det kan dog ikke udelukkes, at der er en mindre eksponering for "gasser"/lugt fra affaldet. Denne eksponering kan variere med bl.a. temperaturniveauet og tømningfrekvensen, således at afgangslugt/lugtgenerne vil være størst i sommermånederne og ved en eventuel forlænget henstand. Som ved husstandscontainerne, er det BST's vurdering, at denne eksponering er af begrænset betydning da containere transporteres med lukket låg.

#### 7.3.2.2 Tømning/skyllning på bil

Da affaldet ikke er indpakket vil der under tømningen være en eksponering for gasser og delvis en påvirkning fra stænk. Den væsentligste eksponering er

i forbindelse med selve skylleprocessen, hvor der er en større mængde væskeaerosoler i luften. Væskeaerosolerne har et forholdsvis højt indhold af mikroorganismer fra perkolatet, og indånding skal derfor undgås. Ligeledes er der i luften omkring åbningen til skraldebilen en større mængde aerosoler og gasser umiddelbart efter nedsænkning af containeren. Uagtet at eksponeringen for mikroorganismer og organiske forbindelser er af kort varighed, er det dog BST's vurdering, at eksponeringen er af en karakter, der gør, at der bør foretages foranstaltninger for at nedbringe denne eksponering.

Der er ikke foretaget målinger i forbindelse med tømning/skyl af 400 ltr's containere.

### 7.3.2.3 Aflæsning/behandling

I forbindelse med selve aflæsningsprocessen på Vaarst-Fjellerad biogasanlæg opholder medarbejderen sig kun i begrænset omfang i nærheden af åbningen bag på vognen når indholdet tømmes. Der er derfor ikke nogen eksponering for mikroorganismer og støv/aerosoler i denne situation. Afhængig af vindforholdene kan der dog stadig være tale om en minimal eksponering, om end denne eksponering sandsynligvis er ubetydelig i sundhedsmæssig henseende.

### 7.3.3 Konklusion

Indsamling af organisk affald fra husstande og etageejendomme udgør ikke nogen nævneværdig arbejdshygiejnisk/biologisk påvirkning af medarbejderne. Den lille eksponering, der er tale om, opvejes af den korte eksponeringstid, og har dermed kun begrænset betydning i sundhedsmæssig henseende.

Langt større er eksponeringen derimod ved indsamling af organisk affald fra 400 ltr's containere, hvor kun dele af affaldet er indpakket, og der specielt i forbindelse med skylle- og nedsænkingsprocessen er en del gasser og aerosoler i luften. Der er kun tale om en kortvarig eksponering, men det kan dog ikke udelukkes, at eksponeringen kan give anledning til gener.

Aflæsningsproceduren på biogasanlægget giver under de observerede forhold ikke anledning til eksponering af problematisk karakter.

Undersøgelserne viser endvidere, at der er overensstemmelse med AMI's undersøgelser af lignende forhold.

### 7.3.4 Forslag til forbedringer/forandringer

Selv om de undersøgte forhold ikke giver anledning til problematiske forhold, er der dog stadig mulighed for at forbedre forholdene, og dermed mindske eksponeringen for gasser, støv og mikroorganismer.

Forsinkelse på nedsænkning af beholdere efter spuling. Ved at afvente nedsænkning af containeren i 5-10 sekunder? vil mængden af aerosoler i området mindskes inden nedsænkningen, og det vil derfor ikke være så problematisk, hvordan låget lukkes.

Forbedret udsugning på skraldebilen. En forbedret udsugning kombineret med at containeren hænger i åbningen i længere tid kan være med til at mindske såvel aerosolmængden som gasmængden i åbningsområdet.

Vær opmærksom på placeringen i forhold til vindretning under tømning/skyl. Erstatning af 80-ltr's containere med affaldsposer vil mindske aerosoleksponeringen, da skylleprocessen kan elimineres ved denne størrelse containere.

At etablere en forsinkelse på nedsænkningen er forholdsvis enkelt, men om denne løsning kan organiseres i forhold til affaldsindsamlingen i praksis, skal selvfølgelig vurderes. Forsinkelsen i arbejdet kan eventuelt opvejes af, at der medbringes en tom container til husstanden ved afhentning af den fyldte container, og at skylning/spuling foretages mens medarbejderne går videre til næste indsamlingssted.

### 7.3.5 Diskussion

Undersøgelsen er foretaget i relation til det i kontrakten specificerede. På baggrund af de visuelle undersøgelser er det dog BST's vurdering, at det kunne være relevant at foretage yderligere målinger specielt i forbindelse med indsamling af organisk affald fra virksomheder (400-ltr's containere).

Det er ligeledes væsentligt at være opmærksom på, at eksponeringen for mikroorganismer og gasser/lugt sandsynligvis vil være større i sommerperioden.

I forhold til eksponering og sundhedsrisici er det desuden vigtigt at være opmærksom på hudkontakt og dermed specielt håndhygiejnens betydning for mikrobiologisk eksponering.

## 7.4 Litteraturliste

Nedenstående AMI-rapporter er udgivet af Arbejds miljøinstituttet i forbindelse med Arbejdstilsynets ”Program vedr. sundhedsproblemer og disses løsning i forbindelse med Regeringens handlingsplan for affald og genanvendelse”

- AMI-rapport nr. 3 Flygtige organiske stoffer fra husholdningsaffald
- AMI-rapport nr. 6 Skraldemænds eksponering for luftforurening ved indsamling af haveaffald i spande
- AMI-rapport nr. 7 Eksponeringsvurdering samt helbredsstatus for skraldemænd, der indsamler komposterbart husholdningsaffald
- AMI-rapport nr. 8 Betydning af affaldets alder og opbevaringsbetingelser for eksponering for luftforurening
- AMI-rapport nr. 10 Bioaerosoler og flygtige organiske stoffer fra haveaffald
- AMI-rapport nr. 11 Spørgeskemaundersøgelse af sammenligningsgruppens arbejds- og helbredsforhold
- AMI-rapport nr. 12 Mekanisk belastning af kroppen ved træk og skub af containere og løft af spande og sække
- AMI-rapport nr. 13 Statusrapport om biologisk arbejdsmiljø på komposteringsanlæg
- AMI-rapport nr. 16 Mikroorganismer i organisk affald
- AMI-rapport nr. 17 Underlagets betydning for den mekaniske belastning af kroppen ved skub og træk af 2 hjuls containere
- AMI-rapport nr. 19 Støvaftagelse fra husholdningspapir og returpapir
- AMI-rapport nr. 21 Eksponering for støv og mikroorganismer på forbrændingsanlæg
- AMI-rapport nr. 22 Arbejdsfysiologiske kapacitetsmålinger på skraldemænd i relation til alder/anciennitet.
- AMI-rapport nr. 23 Observationer af arbejdsmetoder og -stillinger ved affaldsindsamling
- AMI-rapport nr. 25 Arbejds miljø- og helbredsforhold ved indsamling og genanvendelse af affald
- At-anvisning 4.1.0.1 Manuel håndtering og transport af dagrenovation m.v.”

## 8 Bilag H: Forbehandling

### 8.1 Metode

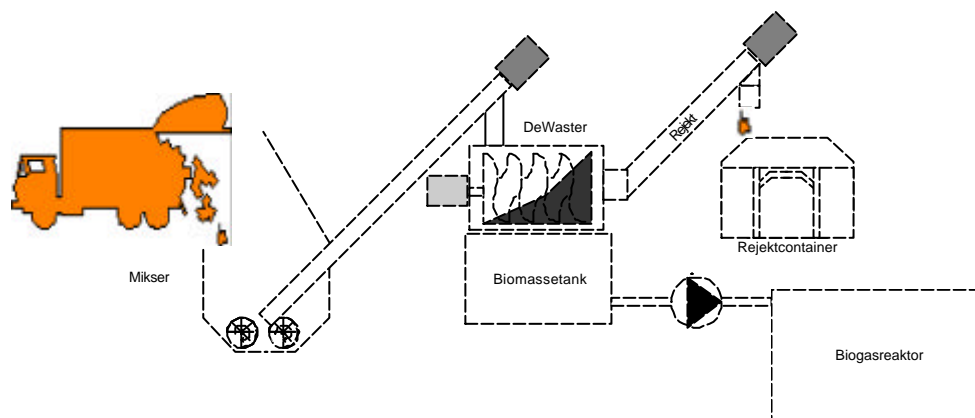
Affaldet behandles på Vaarst-Fjellerad biogasanlæg. Anlægget har en beregnet kapacitet på 170 t i døgnet, fordelt på 75% gylle og 25% andet organisk affald.

Anlægget har en separat linie for madaffald med en kapacitet på 10-15 t i døgnet. På denne linie kan udføres forsøg med sortering, afgangning og indholdsbestemmelse af madaffaldet. Først efter afgangning blandes den afgassede biomasse med den afgassede gylle.

Til at frasortere fejlsorteringer og plastposer er opstillet en "DeWaster" som sorteringsenhed. Teknikken i DeWasteren er kendt fra fødevarerindustrien, hvor den anvendes til maskinudbening af kød. Det er en konisk snegl i et pressehus, som består af lameller, hvor den flydende del af affaldet kan presses igennem, mens faste bestanddele presses ud gennem en dyse. Dysen er forsynet med et trykleje, der sikrer et passende modtryk. Lamellerne er anbragt med en indre spalteåbning på 1,5 mm, der udvider sig til 2 mm ved overfladen.

Foran DeWasteren er placeret en mikser, der neddeler affaldet. Fra mikseren føres affaldet med en snegl op til DeWasteren.

DeWasterens formål er at fjerne fejlsorteringer og plastposer. Det gør den ved at presse den bløde, organiske del ud af affaldet, så det er egnet som råvare til bioforgasning. Tilbage bliver der et rejekt bestående af plastposer og andre materialer med fast struktur.



Figur 8.1 Forbehandling af organisk affald

## 8.2 Driftsresultater

Mængder	Ind	Rejekt	Diff.
	tons	tons	tons
aug-00	32,56	8,53	24,03
sep-00	39,94	11,41	28,53
okt-00	19,22	5,94	13,28
nov-00	22,52	5,05	17,47
dec-00	46,2	9,52	36,68
jan-01	47,38	19,34	28,04
feb-01	40,66	11,28	29,38
mar-01	37,56	18,34	19,22
apr-01	39,24	21,16	18,08
maj-01	46,08	20,32	25,76
jun-01	54,36	11,98	42,38
jul-01	58,9	7,34	51,56
I alt	484,62	150,21	334,41
%		31%	69%

Tabel 8.1 Målinger på anlægget

I gennemsnit over 12 måneder har rejekt udgjort 31% af den indvejede mængde affald. Den er ret varierende for de enkelte læs. Rejektet består af plastik, papir, jern, gummi, glas, træ, knogler, hårde grønsager mv. Rejektet er mere tørt end rått affald. Rejektet bortskaffes til forbrænding.

Elforbruget har været 11 kWh pr. tons organisk affald, hvoraf ca. halvdelen er anvendt til DeWasteren og resten til snegle og mikser. Der bruges ikke vand eller varme i forbehandlingen.

Det har ikke været muligt at vurdere kapaciteten på DeWasteren, da indfødningsneglen er en væsentlig flaskehals, som bliver ændret i den endelige udgave.

## 8.3 Forslag til forbedring af forbehandling

Der har været problemer med at flytte affald med for lidt struktur (f.eks. rent affald fra erhvervskøkkener) med snegle. Desuden har plastposer en tendens til at vikle sig om sneglene.

På baggrund af forsøgene med prototypen, har renovationsvæsenet besluttet, at en evt. endelig udgave skal ændres på følgende punkter:

- anlægget skal udføres uden snegletransportører og mikseren placeres højere end DeWasteren.
- store emner skal kunne lukkes bagud af DeWasteren,
- styringen skal automatiseres og anlægget skal udføres i rustfrit stål.

Indsamlingen af affald kommer til at ske i ruter, så affald fra både husholdninger, erhvervskøkkener og forretninger bliver blandet.

I øvrigt vil det være mest praktisk, at anlægget placeres i et ikke forureningsfølsomt område f.eks. ved forbrændingsanlægget. Derved spares desuden transport af rejekt.



#### 8.4 Økonomi for forbehandling

RenoNord har regnet på økonomien ved forbehandling på et nyt anlæg, der er forbedret som foreslået. Maskindelen er afskrevet over 5 år og bygningsdelen over 25 år.

Behandlingsprisen er beregnet ud fra en etapevis udbygning af indsamlingen fra 2003 til 2007. Anlægsprisen er anslået til i alt 10 mill. kr.

	2006	2007
Linier	1	2
Affaldsmængde	10.900 ton	13.600 ton
Driftsudgifter	3,3 mill. kr.	4,3 mill. kr.
Behandlingspris	479 kr./ton	577 kr./ton

Tabel 8.2 Beregnet behandlingspris for organisk affald

Med en affaldsmængde på ca. 10.000 ton pr. år vil behandlingsprisen i 2006 være 479 kr./ton.

I 2007 er indregnet en ekstra linie for, at behandlingen kan foregå i ét skifte, så udnyttes kapaciteten ikke fuldt ud og behandlingsprisen stiger til 577 kr./ton.



## 9 Bilag I: Fysisk karakterisering

Affaldstype	Papirsække				Containere		Supermarkeder		Fødevareforretninger	
	Dato	11/1 2000	20/1 2000	25/1 2000	27/1 2000	12/2 2001	8/2 2001	10/12 2001	5/11 2001	14/5 2002
Prøvenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabel 9.1 Identifikation af prøver

### 9.1 Resultater af fraktionering af prøver ved centrifugering fra fase B, C og D

Prøve	5	6	7	8	9	10
Fraktion TS	%	%	%	%	%	%
Samlet prøve	20,74	15,78	19,99	23,36	26,03	32,75
Flydelag	54,90	55,11	55,59	19,40	49,94	48,39
Vandfase	10,58	8,77	9,96	10,44	16,72	20,03
Fast fase	30,22	24,54	33,07	32,05	30,20	33,30

Fraktion GTS	%	%	%	%	%	%
Samlet prøve	2,08	1,99	2,35	2,52	2,01	1,38
Flydelag	1,43	1,58	1,41	1,41	1,27	0,00
Vandfase	1,45	1,51	1,59	1,59	1,29	0,95
Fast fase	2,84	2,76	3,50	3,50	2,54	0,52

Fraktion VS	%	%	%	%	%	%
Samlet prøve	18,67	13,79	17,64	20,84	24,03	31,37
Flydelag	53,47	53,53	54,17	17,95	48,67	48,39
Vandfase	9,13	7,25	8,37	8,91	15,43	19,09
Fast fase	27,38	21,77	29,56	28,83	27,67	32,78

Fraktion TS	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	207,44	157,76	199,85	233,59	260,35	327,47
Flydelag	548,98	551,11	555,86	194,01	499,45	483,95
Vandfase	105,79	87,68	99,61	104,40	167,17	200,35
Fast fase	302,23	245,35	330,65	320,54	302,03	332,99

Prøve	5	6	7	8	9	10
Fraktion GTS	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	20,76	19,88	23,50	25,23	20,08	13,78
Flydelag	14,29	15,76	14,12	14,50	12,74	0,00
Vandfase	14,47	15,14	15,88	15,30	12,90	9,47
Fast fase	28,39	27,60	35,04	32,20	25,37	5,21

Fraktion VS	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	186,67	137,88	176,35	208,36	240,27	313,68
Flydelag	534,69	535,34	541,74	179,51	486,70	483,95
Vandfase	91,32	72,54	83,73	89,10	154,27	190,88
Fast fase	273,84	217,75	295,61	288,34	276,66	327,78

COD	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	304	266	238	275	322	419

## 9.2 Resultater af fraktionering af prøver ved centrifugering fra tidligere undersøgelse

Prøve nr.	1	2	3	4	Middel
<i>Fraktion TS</i>	%	%	%	%	%
Samlet prøve	19	19	17,7	19,1	18,7
Flydelag	54	50	38,2	40,9	45,8
Vandfase	10	9	9,1	9,1	9,3
Fast fase	32	28	25,1	26,8	28,0

<i>Fraktion GTS</i>	%	%	%	%	%
Samlet prøve	4	3	2,6	2,6	3,1
Flydelag	2	1	1,6	1,5	1,5
Vandfase	3	2	1,7	1,7	2,1
Fast fase	7	4	3,1	3	4,3

<i>Fraktion VS</i>	%	%	%	%	%
Samlet prøve	15	16	15,1	16,5	15,7
Flydelag	52	49	36,6	39,4	44,3
Vandfase	7	7	7,4	7,4	7,2
Fast fase	25	24	22	23,8	23,7

<i>Fraktion TS</i>	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	190	190	177	191	187
Flydelag	43	44	19	14	30
Vandfase	63	56	57	57	58
Fast fase	120	105	94	101	105





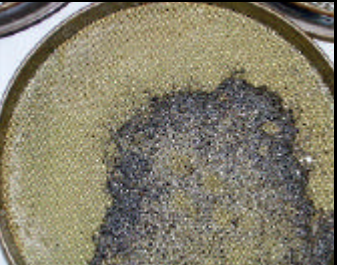
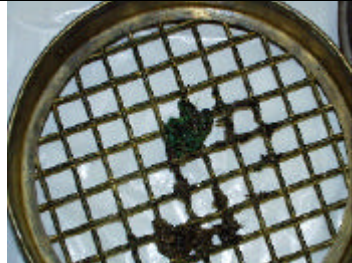




<i>Fraktion GTS</i>	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	40	30	26	26	31
Flydelag	2	1	1	1	1
Vandfase	19	13	11	11	13
Fast fase	26	15	12	11	16

Prøve nr.	1	2	3	4	Middel
<i>Fraktion VS</i>	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
Samlet prøve	150	160	151	165	157
Flydelag	42	43	19	13	29
Vandfase	44	44	46	46	45
Fast fase	94	90	83	89	89
<i>Fraktion</i>	g/l	g/l	g/l	g/l	g/l
COD					
Samlet prøve	240	255	213	240	237

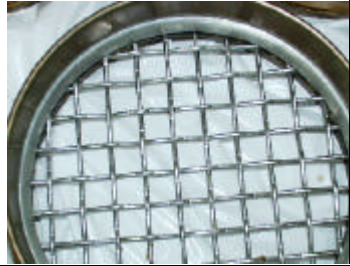
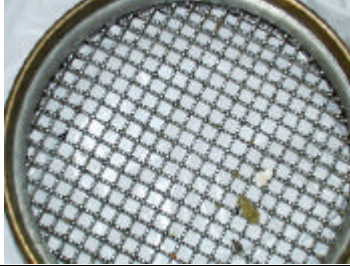
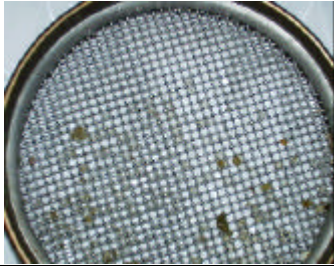








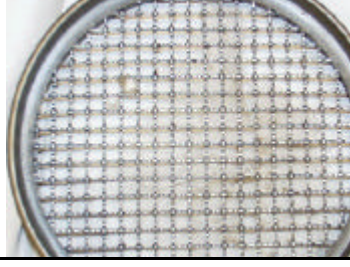
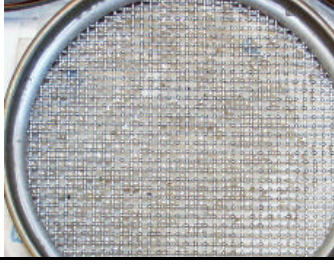





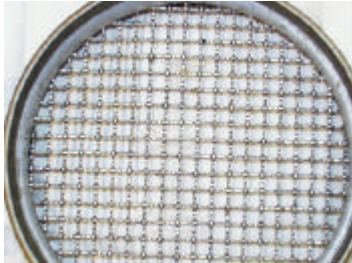



## 10 Bilag J: Foto af sigter

10.1 Bil leder af sigter i denne undersøgelse











Prøvenr.	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm
5					
6					



Prøvenr.	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm
7					
8					
9					

Prøvenr.	16 mm	8 mm	4 mm	2 mm	1 mm
10					

10.2 Billede af sigter fra tidligere undersøgelse

	8 mm	5,6 mm	4 mm	2 mm	0,5 mm
1					
2					



## 11 Bilag K: Afgasning

Afgasning af madaffald foretages i en separat reaktor. I løbet af forsøgsperioden er der udtaget 3 prøver til analyse af det afgassede materiale.

Anlæggets kapacitet udnyttes ikke fuldt ud, så opholdstiden er lang. Dette forhold har naturligvis betydning for de målte værdier. Formålet med analyserne er dog blot at se, om behandlingen af nye typer affald giver anledning til væsentlige forandringer.

### 11.1 Analyseresultater

Type					Grænse- /afskæringsværdi
Dato		01-08-00	16-01-01	06-11-01	
Før fase		1	2	3	
Husholdninger tilsluttet		x	x	x	
Køkkener tilsluttet			x	x	
Supermarkeder tilsluttet				x	
Detailhandel tilsluttet					
Tørstof	%	3,42	2,88	5,35	
Glødetab	% af TS	56,9	55,2	78	
Kvælstof, total	mg/kg TS	100000	130000	110000	
Phosphor, total	mg/kg TS	14000	12000	6300	
COD	mg/kg TS	1100000	730000		
Fedt	mg/kg TS	28000	28000		
Cadmium	mg/kg TS	0	0,65	0,067	0,8
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	67	54	11	100
Nikkel	mg/kg TS	28	24	5,3	30
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	2000	2000	840	2500
DEHP	mg/kg TS	230	240	2,8	50
NPE	mg/kg TS	23	16	0,71	10
Kulhydrat	g/kg TS	480	<0		
Protein	g/kg TS	62	834		
Salmonella	ant./100 g		i.p.		i.p.
Enterokokker	ant./g		<10		100

Tabel 11.1 Analyse af afgasset biomasse

Belastningen er øget væsentligt gennem perioden. Det ses, at indholdet af tørstof og glødetab er steget, og at indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer er væsentlig mindre i den sidste prøve.

Til prøve nr. 2 har laboratoriet bemærket, at den lugtede af ammoniak, beregnet protein er således for høj og beregnet kulhydrat for lille.



## 12 Bilag L: Energibetragtninger

### 12.1 Energisystem

Energisystemet omfatter to kraftvarmeværker: et affaldsfyret ved forbrændingsanlægget og et gasfyret ved biogasanlægget.

Uden kildesortering forbrændes den samlede mængde affald og bliver til el og varme i Aalborg. Samtidig produceres el og varme i Vaarst af biogas fra gylle og af naturgas.

Når kildesorteringen indføres vil mindre affald blive brændt i Aalborg, men der vil blive produceret mere biogas i Vaarst. Det betyder, at der produceres mindre el og varme i Aalborg og at der spares naturgas i Vaarst.

Den samlede energibalance omfatter:

1. Forbrug til separat indsamling og øget transport
2. Mistet produktion på forbrændingsanlæg
3. Forbrug til forbehandling og bioforgasning
4. Gasproduktion og substitution af naturgas
5. Bortskaffelse af rejekt og afgasset biomasse

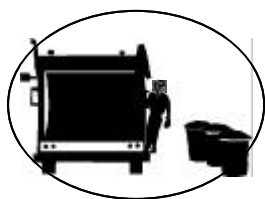
### 12.2 Sammensætning af blandet affald

På baggrund af mængde og analyser af hver type affald og det forventede antal enheder af hver kategori kan middelværdien af det blandede biomasse beregnes ved fuld udbygning. Denne sammensætning bruges som udgangspunkt for energibetragtningerne.

Pr. ton bioaffald	Enhed	Kildesorteret	Rejekt	Biomasse	Afgasset
Samlet masse	kg	1.000	310	690	586
Tørstof	kg	276	110	143	39
Glødetab	kg	239	88	129	25
Kvælstof	kg				2,6
Fosfor	kg				0,2

Tabel 12.1 Masse, tørstof, glødetab, kvælstof og fosfor i et ton kildesorteret organisk affald samt i rejekt og biomasse ved fuld udbygning

### 12.3 Energiforbrug til separat indsamling og øget transport



Den ekstra transport omfatter separat indsamling af en kildesorteret organisk fraktion. Forbehandlingen placeres på forbrændingsanlægget, så den forhandlede biomasse skal transporteres til et biogasanlæg og den afgassede biomasse skal transporteres ud til landbruget (energiforbrug til spredningen antages at modsvare energiforbrug til spredning af den substituerede gødning).

### 12.3.1 Energiforbrug til separat indsamling

Indsamlingen af kildesorteret organisk affald foretages som en ekstra indsamling, idet restaffaldet indsamles uændret en gang pr. uge.

Dieselforbruget er målt i forsøgsperioden til mellem 7 og 21 l pr. ton indsamlet affald. Ved fuld udbygning vil indsamlingen ske områdevist, derfor vil forbruget pr. ton være noget mindre. I beregningerne benyttes 8,2 l pr. ton jfr. beregningseksempel i Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 85 1997 "Genanvendelse af dagrenovation – miljømæssig og økonomisk vurdering".

Energiindhold i diesel sættes til 35,6 MJ/l, det svarer til et forbrug på 0,29 GJ/tons indsamlet affald.

### 12.3.2 Transport af biomasse

Det antages at den samlede transport af biomasse svarer til 25 km, både fra forbehandlingen til biogasanlæg og derfra til landbruget. Til et læs på 20 tons skal bruges 5 l diesel (ved 5 km/l) svarende til 0,25 l diesel pr. ton.

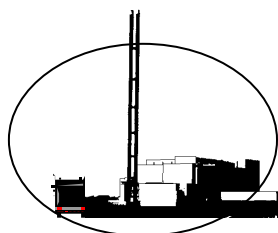
Fra et tons indsamlet affald skal transporteres 0,69 t biomasse, hertil bruges 0,17 l diesel eller 0,006 GJ.

### 12.4 Mistet produktion på forbrændingsanlæg

Når der etableres kildesortering, er det kun rejekt, der brændes, mens det uden kildesortering er alt det organiske affald, der brændes.

Brændværdien beregnes som 20 MJ/kg VS minus fordampningsvarme på 2,44 MJ/kg vand.

Vandindholdet beregnes som den samlede masse minus indholdet af tørstof.



Pr. ton bioaffald	Enhed	Organisk affald	Rejekt
Samlet masse	kg	1.000	310
Tørstof	kg	276	110
Vand	kg	724	200
Glødetab	kg	239	88
<b>Brændværdi</b>	<b>GJ</b>	<b>3,04</b>	<b>1,28</b>

Tabel 12.2 Beregning af brændværdi af hhv. kildesorteret organisk affald og af rejekt fra et tons organisk affald.

På RenoNords kommende linie forventes en total virkningsgrad på 85%. Eget forbrug på forbrændingsanlægget bliver 0,36 GJ/ton behandlet affald (for 310 kg rejekt svarer det til et eget forbrug på 0,11 GJ).

Produktionen fordeles på 72% varme og 28% el.



Pr. tons indsamlet affald	Samlet	Heraf el	Heraf varme
Enhed	GJ/t	kWh/t	GJ/t
Energiproduktion fra organisk affald	2,22	173	1,60
Energiproduktion fra rejekt	0,97	76	0,70
<b>Mindre prod. forbrændingsanlæg</b>	<b>1,25</b>	<b>97</b>	<b>0,90</b>

Tabel 12.3 Mistet produktion på forbrændingsanlæg pr. ton indsamlet affald (1 GJ = 278 kWh)

## 12.5 Forbrug til forbehandling og bioforgasning

Affaldet vil i fremtiden blive forvarmet i mikseren fra 10 °C til 30 °C.

Det antages, at der kommer krav om hygiejnisering ved 70 °C. Biomassen skal således opvarmes fra 30 °C til 70 °C. Tilgængelig er det ikke nødvendigt at tilføre yderligere varme til biomassen på biogasanlægget.

		fra	til	masse	varmefylde	forbrug	tab	behov
		oC	oC	kg	J/kg/°C	MJ	%	MJ
Forvarmning i mikser	indsamlet	10	30	1000	2870	57	20%	69
Hygiejnisering	biomasse	30	70	690	2870	79	20%	95
<b>I alt</b>								<b>164</b>

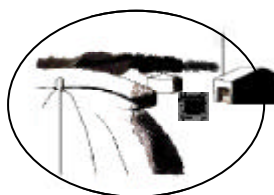
Tabel 12.4 Energiforbrug til opvarmning af affald og biomasse for et ton indsamlet affald

Det samlede forbrug til opvarmning bliver 0,164 GJ pr. ton indsamlet.

Elforbrug til forbehandling er målt til 11 kWh/ton modtaget affald (0,04 GJ/ton).

I alt bliver eget forbrug altså 0,17 GJ/ton indsamlet affald.

## 12.6 Gasproduktion



Den målte gasproduktion har været så ustabil, at de ikke anvendes som grundlag for en vurdering af affaldets gaspotentiale. Da gaspotentialet forventes målt i et andet projekt, vælger vi her blot at lave et overslag på baggrund af tilgængelige data.

Gasproduktionen kan anslås på flere måder:

- man kan antage, at den masse, der forsvinder ved omsætningen svarer til den producerede mængde gas.
- gasproduktionen kan sættes til 0,8 kg biogas pr. kg omsat glødetab jfr. Notat fra Hans W. Rasmussen, Rambøll til AFAV m.fl. d. 26/07/2000: "Energimæssig sammenligning mellem forbrænding og bioforgasning af kildesorteret organisk husholdningsaffald".
- gasproduktionen kan sættes til 0,35 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. kg omsat COD svarende til 0,54 kg biogas pr. kg omsat COD. Omsætningen skønnes til 80% af COD jfr. Rapport fra Hans W. Rasmussen, Rambøll til Aalborg kommune maj 2000: "Vurdering af DeWaster til forsøring af kildesorteret organisk husholdningsaffald"
- gaspotentialet beregnes ud fra fedt (1,014 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. kg), protein (0,504 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. kg) og for kulhydrat (0,373-0,415 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> pr. kg) jfr. Biogas handlingsplanen, Baggrundsrapport 12: "Biomasse anvendelig i biogafællesanlæg", Energistyrelsen 1991.

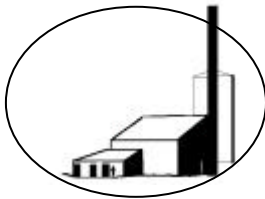
Biogas antages at indeholde 65 vol% CH<sub>4</sub> (metan).

A	B	C	D	E	F
	Blandet	Biomasse	Afgasset	Formel	Biogas
		kg/ton	kg/ton		Nm <sup>3</sup> /ton
1	Biomasse	690	569	C1-D1	121
2	Tørstof	143	22	C2-D2	121
3	Glødetab	129	14	C3*0,8kg/kg	103
4	COD	195	20	(C4*80% omsætning *0,35Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton/65%CH <sub>4</sub> )	84
5	Fedt	17	1	(C5-D5)*1,014kgCH <sub>4</sub> /ton/65%CH <sub>5</sub> +	83
6	Kulhydrat	91	11	(C6-C6)*0,39kgCH <sub>4</sub> /ton/65%CH <sub>5</sub> +	
7	Protein	23	10	(C7-D7)*0,504kgCH <sub>4</sub> /ton/65%CH <sub>5</sub>	

Tabel 12.5 Alternative beregninger af gasproduktion pr. ton indsamlet organisk affald fra husholdninger

Overslagene tyder på, at der produceres omkring 100 Nm<sup>3</sup> biogas pr. ton indsamlet organisk affald.

#### 12.6.1 Substitution af naturgas



Naturgas har en brændværdi på ca. 40 MJ/Nm<sup>3</sup>. Biogas har en brændværdi på ca. 23 MJ/Nm<sup>3</sup> (58% af naturgas). Derfor antages, at et ton indsamlet organisk affald giver 100 Nm<sup>3</sup> biogas, som kan erstatte 58 Nm<sup>3</sup> naturgas.

#### 12.7 Bortskaffelse af afgasset biomasse



Den afgassede biomasse bortskaffes til jordbrug. Indholdet af kvælstof og fosfor i den afgassede biomasse erstatter energi til fremstilling af handelsgødning svarende til 50 MJ/kg N og 16 MJ/kg P<sup>2</sup>.

Biomasse fra et tons organisk affald indeholder 2,1 kg N og 0,23 kg P. Energibesparelsen ved substitution af handelsgødning svarer således til 0,1 GJ/tons indsamlet affald.

#### 12.8 Resultater af energibetragtninger

Der bruges energi til separat indsamling, transport og behandling, ligesom der vil være mindre affald at brænde.

<sup>2</sup> jfr. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 85 1997 "Genanvendelse af dagrenovation –miljømæssig og økonomisk vurdering"

	El	Varme	Diesel	Energi
	kWh	GJ	l	GJ
Separat indsamling			-8,2	-0,3
Transport af biomasse			-4,3	-0,2
Mistet forbrænding	-97	-0,9		-1,2
Forbrug behandling	-11	-0,2		-0,2
<b>Samlet forbrug</b>	<b>-108</b>	<b>-1,1</b>	<b>-12,5</b>	<b>-1,9</b>

Tabel 12.6 Samlet forbrug af energi til indsamling og behandling samt mistet forbrænding (=forbrug)

Tilgængelig produceres der energi ved substitution af gødning og ved afbrænding af biogas. Biogassen erstatter naturgas, så netto produceres ikke mere energi, men der spares noget naturgas.

	El	Varme	Diesel	Energi	Sparet naturgas
	kWh	GJ	l	GJ	Nm <sup>3</sup>
Sparet gødning				0,1	
Forbrænding biogas	286	1,3		2,3	
Sparet naturgas					58

Tabel 12.7 Energiproduktion ved substitution af gødning og naturgas pr. ton indsamlet affald

Samlet bruges 1,9 GJ (108 kWh el, 1,1 GJ varme og 12,5 l diesel) pr. ton indsamlet affald til at spare 0,1 GJ (til fremstilling af 2,1 kg N og 0,23 kg P) og 58 Nm<sup>3</sup> naturgas. Den sparede naturgas har et energiindhold på 2,3 GJ, så energiregnskabet er altså positivt.



## 13 Bilag M: CO<sub>2</sub> -effekt

Der tages udgangspunkt i Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 85 1997 ”Genanvendelse af dagrenovation – miljømæssig og økonomisk vurdering”.

CO<sub>2</sub> -emission sættes til:

Komprimatorvogn: 937 g/km eller 2618,5 g/l

Forbrænding af dagrenovation: 0 (CO<sub>2</sub> -neutral), idet der ses bort fra, at plastic er fossilt materiale.

Elforbrug: 104 kg/GJ svarende til energiproduktion med kul.

Afbrænding af biogas er i princippet CO<sub>2</sub> -neutral. Tab af uforbrændt metan fra visse motorer giver anledning til en væsentlig CO<sub>2</sub> -effekt. Tabet er uafhængigt af, om motorerne anvendes til naturgas eller biogas, så der er ikke tale om noget ekstra tab ved erstatning af naturgas med biogas.

Afbrænding af naturgas sættes til 2,3 kg/m<sup>3</sup> eller 59 kg/GJ, det svarer til beregning af CO<sub>2</sub> -besparelse iht. Energistyrelsens ansøgningskema til individuelle investeringsprojekter, april 2001.

Den mistede forbrænding antages at skulle erstattes af konventionelt fremstillet energi (kulfyret kraft/varme).

Emne		CO <sub>2</sub> effekt	Enhed
Separat indsamling	Komprimatorvogn	2618,5	g/l
Transport af biomasse	Komprimatorvogn	2618,5	g/l
Mistet forbrænding		104	g/l
Forbrug behandling	Elforbrug	104	kg/GJ
Forbrænding biogas		0	kg/GJ
Sparet gødning		104	kg/GJ
Sparet naturgas		59	kg/GJ

Tabel 13.1 Forudsætninger for beregning af CO<sub>2</sub> effekt

### 13.1 Resultater af CO<sub>2</sub> beregninger

Samlet resultat	El	Varme	Diesel	CO <sub>2</sub>
	kWh	GJ	l	Kg
Separat indsamling			-8,2	21
Transport af biomasse			-4,3	11
Mistet forbrænding	-97	-0,9		36
Forbrug behandling	-11	-0,2		4
Forbrænding biogas	286	1,3		0
Sparet gødning				-14
Sparet naturgas	-286	-1,3		-136
<b>Netto</b>	<b>-108</b>	<b>-1,1</b>	<b>-12,5</b>	<b>-76</b>

Tabel 13.2 CO<sub>2</sub> effekt af ændret indsamling pr. ton indsamlet affald

## 13.2 Konklusion

Ved erstatning af naturgas med biogas fremstillet af organisk affald vil drivhuseffekten blive mindre svarende til 90 kg CO<sub>2</sub> pr. tons indsamlet affald. Den positive effekt opnås ved at naturgas erstattes med biogas.

## 14 Bilag N: Økonomi

I det følgende opgøres omkostningerne til indsamling og behandling af organisk affald og restaffald fra husholdninger, erhvervskøkkener og forretninger. Erfaringerne fra forsøget anvendes til at gennemregne alternative indsamlingsmetoder.

De samlede omkostninger for indsamling og behandling af affald beregnes for fire eksempler:

1. Indsamling uden kildesortering
2. Kildesortering som forsøgsordningen med 14 dages indsamling af organisk fraktion fra enfamilieboliger og ugeindsamling af øvrige. Restaffald fra enfamilieboliger samles i sække mens alt andet samles i container.
3. Kildesortering med 14 dages afhentning af både rest og organisk fraktion fra enfamilieboliger i sække. Ugeindsamling fra øvrige i containere.
4. Kildesortering med optisk sortering af affald fra husholdninger, der er adskilt i poser af forskellig farve. Poserne afhentes ugentlig i container.

### 14.1 Forudsætninger

#### 14.1.1 Omfang af indsamlingssystemer

Husholdningerne tilbydes en frivillig ordning. Ved fuld udbygning antages, at 65% af enfamilieboligerne og 50% af etageboligerne deltager. Erhvervsenhederne får en tvungen ordning og forventes at deltage 100%. Desuden antages, at storkøkkener tilsluttes ordningen.

Der regnes med at indsamlingssystemet ved fuld udbygning omfatter følgende antal forbrugere og mængder:

Organisk	Antal	Masse
		kg/uge
Små køkkener	350	28
Enfamilieboliger	30.000	5,8
Etageboliger	18.000	1,4
Supermarkeder	20	1.000
Detailforretninger	150	85
Storkøkkener	50	339
<b>I alt</b>	<b>48.570</b>	<b>258.700</b>

Tabel 14.1 Antal enheder med kildesorteret, organisk affald og kg. pr. enhed pr. uge

Rest	Antal	Masse
		kg/uge
Små køkkener	350	30
Enfamilieboliger	46.788	6,0
Etageboliger	36.560	5,0
Supermarkeder	20	1.500
Detailforretninger	150	100
Storkøkkener	50	350
<b>I alt</b>	<b>83.918</b>	<b>536.528</b>

Tabel 14.2 Antal enheder med restaffald og kg. pr. enhed pr. uge

### 14.1.2 Enhedspriser til etablering

Som forudsætning for beregning af etableringsomkostninger regnes med følgende enhedspriser:

Anskaffelse	Størrelse	Udgift	Levetid	
		kr. pr. stk.	år	
Erhvervskøkken	Køkkenspand	40 l	159	10
	Køkkenspand	16 l	15	10
Bolig	Køkkenstativ	stativ	35	10
Bolig (individuel)	1/2 Dobbelt skjul m. stativ	skjul	400	10
Bolig (individuel)	Skjul		730	10
Sækkestativ			730	10
Erhverv	Container	80 l	169	10
	Container	120 l	300	10
	Container	140 l	300	10
	Container	300 l	1900	10
	Container	400 l	2100	10
Indsamling	Container	7.000 l	15000	10
	Bil med skylleanlæg		1.400.000	8
	Brugt vognspris v. 8 år		-400.000	
	Bil traditionel		1.000.000	8
	Brugt vognspris v. 8 år		-300.000	
	Kærrer (3 stk. pr. bil)		5.000	5
	Bilreserve	5%		
Rente		6%		

Tabel 14.3 Enhedspriser for etableringsomkostninger



### 14.1.3 Enhedspriser drift

Behandlingsprisen sættes til 479 kr. pr. ton organisk affald, svarende til at behandlingsanlæggets kapacitet udnyttes fuldt ud. Der anvendes i øvrigt følgende normtal for indsamling og enhedspriser:

Drift		
Normtal indsamling	Sække	1400 stk./person/uge
	2-hjulede containere	850 stk./person/uge
	4-hjulede containere	850 stk./person/uge
	Kroghejse	60 stk./person/uge
Timepriser	Timeløn skraldemand	188,59 kr./time
	Chaufførtillæg	4,94 kr./time
	Drift trad. bil	169 kr./time
	Drift Vaskebjørnen	170 kr./time
Administration mv.	Organisk affald	500.000 kr./år
	Rest affald	700.000 kr./år
Poser	Køkkenposer	0,3 kr./stk.
	Distribution af poser/bolig	20 kr./bolig
Sække	70 l	1,9 kr./stk.
	100 l	2 kr./stk.
	160 l	2,3 kr./stk.
Behandling	Forbrænding rest	523 kr./ton
	Behandling organisk	479 kr./ton

Tabel 14.4 Normtal og enhedspriser for drift

### 14.2 Omkostninger til tømning af en sæk eller container

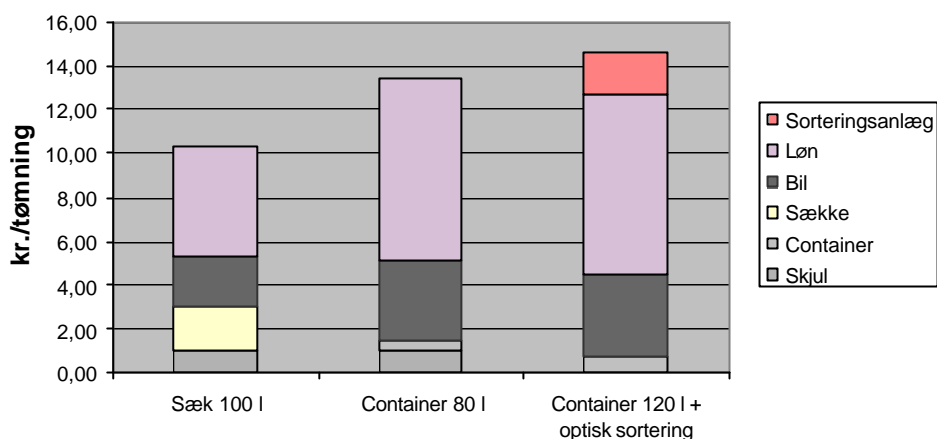
Omkostningen til indsamling af en sæk på 100 l, en container på 80 l og en container på 120 l med efterfølgende optisk sortering fremgår nedenfor.

Et anlæg til optisk sortering anslås at koste 50 mill. kr. som afskrives over 15 år. Dertil er lagt en årlig driftsudgift på 2 mill. kr. og årsløn til 3 mand.

	Skjul	Container	Sække	Bil	Løn	Sorteringsanlæg	Sum
Sæk 100 l	1,05		2,00	2,23	5,03		10,30
Container 80 l	1,05	0,44		3,68	8,28		13,45
Container 120 l + optisk sortering	0,00	0,78		3,68	8,28	1,67	14,41

Tabel 14.5 Omkostning til tømning (kr./tømning)

## Omkostninger til indsamling af en beholder



Figur 14.1 Sammenligning af prisen for indsamling af en sæk, en 80 l container og en 120 l container med optisk sortering. Prisen omfatter afskrivning/drift af containerskjul, container, sække, indsamlingsbil, Løn til skraldemænd samt afskrivning og drift af anlæg til optisk sortering.

Da løn og udgifter til bil udgør langt størstedelen af omkostningen, er indsamling af en sæk billigere end indsamling af containere. Der kan samles 3 sække på samme tid som to containere iht. normtallene.

Sammenlignes prisen for to tømninger med prisen for én tømning plus optisk sortering, vil den sidste løsning være billigst.

### 14.3 Omkostninger indsamling uden kildesortering

Blandet	Tømninger	Stativ	Sække	Containere		
	pr. år			100 l.	140 l.	
Små køkkener	52			150	200	
Enfamilieboliger	52	46.788	46.788			
Etageboliger	52				7.312	
Supermarkeder	52				150	3
Fødevarerforretninger	52				200	
Storkøkkener	52				100	10
<b>I alt</b>		<b>46.788</b>	<b>46.788</b>	<b>150</b>	<b>7.962</b>	<b>13</b>

Tabel 14.6 Tømninger og udstyr der skal bruges til indsamling uden kildesortering

De beregnede resultater for dette system bliver:

Blandet	Volumen	Volumen	I alt pr. enhed	I alt pr. tømning	I alt	I alt pr. ton	Bil
	l/enhed	l/kg	kr./år	kr.	kr./år	kr.	antal
Små køkkener	289	5	2.407	46	842.496	812	0,1
Enfamilieboliger	100	8	878	17	41.095.800	1.408	11,7
Etageboliger	80	13	363	7	13.257.962	1.090	3,0
Supermarkeder	4.050	2	79.206	1.523	1.584.124	609	0,1
Fødevareforretninger	533	3	6.396	123	959.382	665	0,1
Storkøkkener	2.200	3	24.347	468	1.217.369	680	0,2
<b>I alt</b>	<b>78</b>	<b>7</b>	<b>703</b>	<b>14</b>	<b>58.957.133</b>	<b>1.265</b>	<b>15</b>

Tabel 14.7 Beregnede resultater ved indsamling uden kildesortering

I alt er der opstillet sække og containere, der svarer til 7 liter pr. kg indsamlet affald. Udgiften bliver 14 kr. pr. tømning eller i alt knap 60. mill. kr. pr. år ved anvendelse af 15 renovationsbiler.

#### 14.4 Omkostninger ved kildesortering som forsøgsordningen

Det afprøvede system omfatter sække til restaffald og containere til alt andet affald. Der er 14 dages indsamling for organisk affald ved enfamilieboliger og ugeindsamling ved øvrige.

##### 14.4.1 Indsamling af organisk fraktion

Organisk	Tømninger pr. år	Køkkenspand			Skjul	Containere			
		16 l.	40 l.	Køkkenstativ		80 l.	140 l.	400 l.	7000 l.
Små køkkener	52	525	175			150	200		
Enfamilieboliger	26			30.000	30.000	30.000			
Etageboliger	52			18.000			1.800		
Supermarkeder	52							50	2
Fødevareforretninger	52					25	100	25	
Storkøkkener	52							35	5
<b>I alt</b>		<b>525</b>	<b>175</b>		<b>30.000</b>	<b>30.175</b>	<b>2.100</b>	<b>110</b>	<b>7</b>

Tabel 14.8 Tømninger og udstyr der skal bruges til indsamling af organisk affald ved forsøgsordning (7-dages indsamling ved enfamilieboliger, 14-dages indsamling ved øvrige).

Ud fra antal tømninger og udstyr som angivet i ovenfor, fremkommer følgende resultater for indsamling af organisk affald:

Organisk	Volume n	Volume n	I alt pr. enhed	I alt pr. tømning	I alt	I alt pr. ton	Bil
	l/enhed	l/kg	kr./enhed/år	kr.	kr./år	kr./ton	antal
Små køkkener	114	4	1.491	29	522.023	1.062	0,1
Enfamilieboliger	80	7	627	24	18.803.525	2.009	6,2
Etageboliger	14	10	179	3	3.214.161	2.453	0,7
Supermarkeder	1.700	2	30.862	593	617.237	593	0,1
Fødevareforretninger	173	2	3.011	58	451.594	681	0,1
Storkøkkener	980	3	11.456	220	572.823	650	0,1
<b>I alt</b>	<b>58</b>	<b>11</b>	<b>498</b>	<b>17</b>	<b>24.181.363</b>	<b>2.160</b>	<b>7</b>

Tabel 14.9 Beregnede resultater for indsamling af organisk affald som ved forsøgsordningen

#### 14.4.2 Indsamling af restfraktion

Rest	Tømninger pr. år	Skjul	Sække			
			100 l.	120 l.	400 l.	7000 l.
Små køkkener	52			150	200	
Enfamilieboliger	52	46.788	46.788			
Etageboliger	52				7.312	
Supermarkeder	52				100	4
Fødevareforretninger	52			25	125	
Storkøkkener	52				50	5
<b>I alt</b>		<b>46.788</b>	<b>46.788</b>	<b>175</b>	<b>7.787</b>	<b>9</b>

Tabel 14.10 Tømninger og udstyr til indsamling af restaffald som ved forsøgsordningen

Rest	Vol- umen	Vol- umen	I alt pr. enhed	I alt pr. tømning	I alt	I alt pr. ton	Bil
	l/enhed	l/kg	kr./år	kr.	kr./år	kr./ton	antal
Små køkkener	280	9	1.669	32	584.138	1.070	0,1
Enfamilieboliger	100	17	714	14	33.403.683	2.288	11,7
Etageboliger	80	16	326	6	11.927.883	1.255	3,0
Supermarkeder	3.400	2	50.597	973	1.011.934	649	0,1
Fødevareforretninger	353	4	3.728	72	559.210	717	0,1
Storkøkkener	1.100	3	12.520	241	625.997	688	0,1
<b>I alt</b>	<b>77</b>	<b>12</b>	<b>573</b>	<b>11</b>	<b>48.112.845</b>	<b>1.829</b>	<b>15</b>

Tabel 14.11 Beregnede resultater for indsamling af restaffald som ved forsøgsordningen

Indsamlingen kan udføres med 7 biler med skylleudstyr og 15 traditionelle biler til restaffald. Indsamling af den organiske fraktion koster 498 kr./enhed, mens indsamling af restaffald koster 573 kr. pr. enhed. Når der tages hensyn til at ikke alle husholdninger deltager, bliver den samlede pris pr. enhed dog kun 861 kr./år.

#### 14.5 Omkostninger ved kildesortering med 14-dages afhentning i sække

Hvis hver enfamiliebolig der deltager i kildesortering får en 160 l sæk til restaffald og en 80 l sæk til organisk affald, vil indsamlingen af hver fraktion kunne udføres som 14 dages indsamling.

### 14.5.1 Indsamling af organisk fraktion

Organisk	Tømninger pr. år	Køkken-spand		Køkken stativ	Skjul	Sække 70 l.	Containere			
		16 l.	40 l.				80 l.	140 l.	400 l.	7000 l.
Små køkkener	52	525	175				150	200		
Enfamilieboliger	26			30.000	30.000	30.000				
Etageboliger	52			18.000				1.800		
Supermarkeder	52								50	2
Fødevareforretninger	52						25	100	25	
Storkøkkener	52								35	5
<b>I alt</b>		<b>525</b>	<b>175</b>		<b>30.000</b>	<b>30.000</b>	<b>175</b>	<b>2.100</b>	<b>110</b>	<b>7</b>

Tabel 14.12 Tømninger og udstyr til organisk affald ved 14-dages indsamling i sække

Organisk	Volumen l/enhed	Volumen l/kg	I alt pr. enhed kr./år	I alt pr. tømning kr.	I alt kr./år	I alt pr. ton kr./ton	Bil antal
Små køkkener	114	4	1.491	29	522.023	1.062	0,1
Enfamilieboliger	70	6	528	20	15.852.002	1.694	3,8
Etageboliger	14	10	179	3	3.214.122	2.453	0,7
Supermarkeder	1.700	2	30.862	593	617.237	593	0,1
Fødevareforretninger	173	2	3.011	58	451.594	681	0,1
Storkøkkener	980	3	11.456	220	572.823	650	0,1
<b>I alt</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>437</b>	<b>15</b>	<b>21.229.801</b>	<b>1.966</b>	<b>5</b>

Tabel 14.13 Beregnede resultater for organisk affald ved 14 dages indsamling i sække

### 14.5.2 Indsamling af restfraktion

Rest	Tømninger pr. år	Skjul	Sække 160 l.	Containere		
				120 l.	400 l.	7000 l.
Små køkkener	52			150	200	
Enfamilieboliger	35 <sup>3</sup>	46.788	46.788			
Etageboliger	52				7.312	
Supermarkeder	52				100	4
Fødevareforretninger	52			25	125	
Storkøkkener	52				50	5
<b>I alt</b>		<b>46.788</b>	<b>46.788</b>	<b>175</b>	<b>7.787</b>	<b>9</b>

Tabel 14.14 Tømninger og udstyr til restaffald ved 14 dages indsamling og sække.

<sup>3</sup> Ved de 65% af enfamilieboligerne, der kildesorterer, indsamles 26 gang pr. år, ved øvrige 52 gang, i gennemsnit bliver det 35 tømninger pr. bolig pr. år.

Rest	Volumen	Volumen	I alt pr. enhed	I alt pr. tømning	I alt	I alt pr. ton	Bil
	l/enhed	l/kg	kr./år	kr.	kr./år	kr./ton	antal
Små køkkener	280	9	1.669	32	584.138	1.070	0,1
Enfamilieboliger	160	18	568	16	26.570.673	1.820	7,9
Etageboliger	80	16	326	6	11.927.883	1.255	3,0
Supermarkeder	3.400	2	50.597	973	1.011.934	649	0,1
Fødevarerforretninger	353	4	3.728	72	559.210	717	0,1
Storkøkkener	1.100	3	12.520	241	625.997	688	0,1
<b>I alt</b>	<b>77</b>	<b>12</b>	<b>492</b>	<b>12</b>	<b>41.279.835</b>	<b>1.568</b>	<b>11</b>

Tabel 14.15 Beregnede resultat for restaffald ved 14-dages indsamling og sække

Indsamlingen kan udføres med i alt 16 traditionelle biler og de samlede omkostninger bliver 492 kr. pr. enhed pr. år. Det er 6% mere end indsamling uden kildesortering.

#### 14.6 Omkostninger ved optisk sortering

Ved etablering af optisk sortering kan affaldet indsamles som blandet affald men behandles separat.

Optisk	Tømninger pr. år	Køkkenspand			Containere			
		16 l.	40 l.	stativ	120 l.	140 l.	400 l.	7000 l.
Små køkkener	52	525	175			150	200	
Enfamilieboliger	52			30.000	46.788			
Etageboliger	52			18.000			7.312	
Supermarkeder	52						150	3
Fødevarerforretninger	52						200	
Storkøkkener	52						100	10
<b>I alt</b>	<b>4.363.736</b>	<b>525</b>	<b>175</b>	<b>48.000</b>	<b>46.788</b>	<b>150</b>	<b>7.962</b>	<b>13</b>

Tabel 14.16 Tømninger og udstyr til indsamling af affald til optisk sortering

Optisk	Vol-umen	Vol-umen	I alt pr. enhed	I alt pr. tømning	I alt	Bil
	l/enhed	l/kg	kr./enhed/år	kr./ tømning	kr./år	antal
Små køkkener	289	5	3.104	60	1.086.275	0,1
Enfamilieboliger	120	12	1.118	22	52.312.298	11,7
Etageboliger	80	13	499	10	18.236.135	3,0
Supermarkeder	4.050	2	104.109	2.002	2.082.181	0,1
Detailforretninger	533	3	8.245	159	1.236.719	0,1
Storkøkkener	2.200	3	31.343	603	1.567.171	0,2
<b>I alt</b>	<b>106</b>	<b>11</b>	<b>912</b>	<b>18</b>	<b>76.520.779</b>	<b>15</b>

Tabel 14.17 Beregnede resultat for affald ved optisk sortering

Ved etablering af optisk sortering kan affald indsamles med 15 biler med skylleudstyr, omkostningerne vil blive 945 kr. pr. enhed pr. år.

## 14.7 Samlet vurdering af økonomi

kr./år	Uden kildesortering	Forsøg	Sække 14-dages	Optisk sortering
Organisk		24.181.324	21.229.801	
Rest		48.112.845	41.279.835	
<b>Samlet</b>	<b>58.957.133</b>	<b>72.294.170</b>	<b>62.509.637</b>	<b>76.520.779</b>

Tablet 14.18 Samlet udgift til forskellige indsamlingssystemer

kr./uge/enhed	Uden kildesortering	Forsøg	Sække 14-dages	Optisk sortering
Organisk		6	5	
Rest		11	9	
<b>Samlet</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>18</b>

Tablet 14.19 Pris pr. enhed pr. uge for hvert indsamlingssystem

mill. kr. / år	Køkken-poser	Distribution	Indsamling	Sortering	Behandling	Afskrivning	Administration	I alt
Uden kildesortering	0	0	26		25	7	1	59
Forsøg	2	1	37		21	10	1	72
Sække 14-dages	2	1	28		21	9	1	63
Optisk sortering	4	2	32	3	22	12	1	77

Tablet 14.20 Sammensætningen af udgifter til indsamling uden kildesortering, indsamling som forsøgsordningen (7/14 -dagesindsamling), 14-dages indsamling i sække samt 7-dages indsamling til optisk sortering (mill. kr./år)

Den væsentligste udgift er udgiften til indsamling, mens afskrivning af udstyr og anlæg ikke er betydelige. Derfor er indsamlingsfrekvensen helt afgørende for omkostningerne. Da prisen for forbrænding af blandet affald og for behandling af kildesorteret affald er på sammen niveau, har kildesortering ikke væsentlig betydning for økonomien.

Forsøgsordningen skønnes at være 23% dyrere end den nuværende indsamling uden kildesortering. Der kan etableres kildesortering med 14-dages indsamling af sække til 6% mere end den nuværende indsamling. Kildesortering med container, ugeindsamling og optisk sortering vil være 33% dyrere end ingen kildesortering.





## 15 Bilag O: Usikkerheder og fejlkilder

Usikkerheder, variation og fejlkilder har betydning for vurderingen af,

- om grænseværdier, arealbehov er overholdt,
- om energi- og CO<sub>2</sub> regnskab holder

I det følgende redegøres usikkerheder, variation og fejlkilder ved affaldsmængder, analyser, prøvetagning og gasproduktion samt betydningen for rapportens resultater.

### 15.1 Affaldsmængder

#### 15.1.1 Usikkerheder ved bestemmelse af indsamlet affald.

Indsamlet affald samt forbrug af rent vand (skyllevand) og bortledning af spildevand (perkolat) bestemmes ved vejning af indsamlingsbilen på brovægt.

Indsamlingsbilen er på fem ture vejnet i følgende situationer:

Vejning	Affald	Rent vand	Spildevand	Diesel	Fører
1	tom	fuld	tom	fuld	incl.
2	fuld	resterende	fuld	fuld	incl.
3	fuld	fuld	tom	fuld	incl.
4	tom	fuld	tom	fuld	incl.

Tabel 15.1 Kontrolvejninger på indsamlingsbil

Vejningerne har givet følgende resultater:

Dato	Rent vand	Spildevand	Affald	Tom før	Tom efter	Difference	Fejl%
25-09-01	520	300	2380	14280	14240	40	2%
27-09-01	60	70	2020	14280	14280	0	0%
20-11-01	160	60	1920	14280	14280	0	0%
22-11-01	240	80	2620	14280	14280	0	0%
03-12-01	140	20	3180	14180	14220	-40	-1%

Tabel 15.2 Vejninger af indsamlingsbil (tom og med rent vand, spildevand eller affald)

Der er god overensstemmelse mellem vejningerne af bilen. Den største fejl, der er konstateret er 40 kg svarende til 2% af affaldsmængden.

#### 15.1.2 Usikkerheder ved bestemmelse af affaldsmængde pr. husstand

I beskrivelsen af forbehandling (bilag H) fremgår, at der på 12 måneder er indsamlet 485 tons affald, det svarer til 9,3 tons pr. uge. I prøveperioderne har vi fundet følgende mængder:

Indsamlet mængde	enheder	kg/enhed/uge	tons/uge
Boliger indiv.	323,5	5,7	1,8
Boliger fælles	1647	1,4	2,3
Køkkener	125	27,6	3,5
<b>Samlet</b>			<b>7,6</b>

Tabel 15.3 Indsamlet mængde pr. uge i prøveperioderne fra enfamilieboliger med individuelle skraldespande, etageboliger med fælles skraldespande samt små erhvervskøkkener.

Den beregnede mængde ud fra prøveperioderne skulle give 7,6 tons pr. uge, den faktisk indvejede mængde var 9,3 tons altså 23% større.

På indsamlingen den 25/9 2001 blev indsamlet 2.380 kg fra 211 enfamilieboliger svarende til 11,3 kg pr. husstand for 14-dages eller 5,6 kg/uge pr. husstand. Stikprøven bekræfter at den indsamlede mængde er dobbelt så stor som forventet.

### 15.1.3 Følsomhed overfor affaldsmængde pr. enfamiliebolig

Det kan naturligvis tænkes, at det udvalgte forsøgsområde ikke er repræsentativt for hele kommune. Nedenfor er angivet konsekvenserne, hvis der ikke kan indsamles 5,7 kg pr. enfamiliebolig men kun 4,25 kg svarende til 75%.

Indsamlet organisk affald pr. enfamiliebolig	5,7 kg/enhed/uge	4,25 kg/enhed/uge
Indsamlet organisk affald pr. år	13 ton	11 ton
Sparet naturgas pr. år	773.000 Nm <sup>3</sup>	663.000 Nm <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> -effekt pr. år	1.026 ton	838 ton
Energiforbrug	6.920 GJ	5.673 GJ

Tabel 15.4 Konsekvenserne, hvis der kun indsamles 4,25 kg organisk affald pr. enfamilieboliger i stedet for 5,7 kg (alt andet lige).

Hvis der ved fuld udbygning kun kan indsamles 75% af den målte masse fra enfamilieboliger falder den samlede affaldsmængde til 85% lige som energiproduktionen.

### 15.1.4 Massebalance ved forbehandling

For 6 udvalgte prøver, er målt indsamlet affald, forbehandlet biomasse og rejekt.

Det forventes at den indsamlede mængde (minus affald fjernet ved rengøring af mikser) balancerer med summen af rejekt og forbehandlet biomasse.

Som det fremgår af nedenstående tabel passer denne antagelse ikke, da balancen varierer fra -15% til 27% af det indsamlede affald. Fejlen er ikke konsekvent og i gennemsnit er den kun 10% for de 6 prøver.

Dato	Kilde	Leveret affald	Fjernet ved rengøring	Forbehandlet	Rejekt	Balance	Balance
		kg	kg	kg	kg	kg	% af ind
09-08-01	Fælles	1680	210	995	670	-195	-12%
21-05-01	Individuelle	2180	500	1053	340	287	13%
08-08-01	Individuelle	1560	670	620	510	-240	-15%
20-11-01	Individuelle	1920	0	994	512	414	22%
22-11-01	Fælles	2620	0	1316	592	712	27%
03-12-01	Supermarked	3060	500	1512	278	770	25%
Middel						291	10%

Tabel 15.5 Balance på enkel tlæs

### 15.1.5 Usikkerhed ved bestemmelse af biomasse

Biomassen bestemmes ved en volumenbestemmelse i biomassetanken. Volumen er bestemt med vand til 14 l pr. cm. Massefylden sættes til 1 kg/l. En usikkerhed på 2 cm pr. læs svarer til 28 kg eller under 5% pr. læs.

### 15.1.6 Usikkerhed ved bestemmelse af rejekt

Mængden af rejekt bestemmes ved vejning af containere med rejekt på indsamlingsbilens vejestyk. Der er lavet en enkelt kontrolvejning for at sikre overensstemmelse mellem bilens vejesystem og brovægten.

På bilen blev et læs rejekt vejnet til 2460 kg, mens brovægten viste 2480 kg en forskel på 20 kg eller under 1%.

### 15.1.7 Rejektprocent

Af driftsrapporten fremgår, at der på et år er indvejet 485 tons affald, hvoraf 31% er vejnet ud som rejekt.

Beregnes rejektprocenten på den enkelte læs som procent af hhv. den indvejede mængde affald og af den behandlede mængde (sum af biomasse og rejekt), varierer forskellen en del, men som gennemsnit over 6 læs bliver rejektprocenten hhv. 31% og 32%, hvilket svarer pænt til årsgennemsnittet.

Dato	Kilde	Rejekt%	Rejekt%	Forskel
		% af indgået	% af behandlet	%-point
09-08-01	Fælles	46%	40%	6
21-05-01	Individuelle	20%	24%	-4
08-08-01	Individuelle	57%	45%	12
20-11-01	Individuelle	27%	34%	-7
22-11-01	Fælles	23%	31%	-8
03-12-01	Supermarked	11%	16%	-5
Middel		31%	32%	

Tabel 15.6 Rejekt% beregnet hhv. som % af indgået og som % af behandlet.

### 15.1.8 Modtaget og behandlet mængde i forsøgssituation

Under normal drift modtages affaldet i mikseren, hvor det blandes med en evt. rest fra tidligere læs. Da det ved prøvetagningen tilstræbes at forbehandle

separate læs tømmes mikseren så godt som muligt før og efter målingen. Forskellen mellem den rest, der er tilbage i mikseren før og den rest, der er tilbage efter, skønnes.

Mikserens bundareal er ca. 5 m<sup>2</sup>. I bunden ligger to snegle med hver en diameter på 0,4 m. Antages at det miksede affald har en massefylde på 0,7 ton/m<sup>3</sup> vil et fejlskøn på 10 cm svare til 360 kg affald. Da affaldet ligger som en kegle omkring midten er det vanskeligt at skønne restmængden.

Der kan altså være en væsentlig forskel mellem den mængde affald, der er indsamlet og den mængde der faktisk behandles.

### 15.2 Usikkerhed ved prøvetagning

På de enkelte læs er bestemmelsen af forbehandlet masse ud fra vejning af rå affald og rejkt usikker, idet der ligger en ikke ubetydelig mængde affald i mikseren efter forsøget. Usikkerheden forventes at være elimineret ved at anvende rejktandelen, der er registreret for de samlede ind- og udvejede mængder over et år.

Koncentrationen af stoffer i forbehandlet og i udrådnet biomasse, vil være ret sikkert bestemt, da dette er ganske homogene masser.

### 15.3 Fejlkilder ved analyser

For at homogenisere prøver af rå affald og af rejkt blander laboratoriet prøverne med sand. I fase A og B kom laboratoriet til at medregne sandet ved opgivelse af tørstofindhold i prøverne. Det har siden været nødvendigt at regne tilbage for at få de korrekte resultater. To af resultaterne ved denne tilbage regning afviger så meget fra de øvrige, at de ikke er benyttet i beregningerne. Herefter forventes, at analyseusikkerheden er ubetydelig i sammenligning med den store variation, der vil være i resultaterne.

Analyserne på biomassen er kontrolleret ved en senere udtagelse af kontrolprøver, som er analyseret på et andet laboratorium. Resultaterne er ikke væsentligt forskellige fra de første (se bilag D Tabel 4.8 og Tabel 4.9)

De mikrobiologiske parametre er kun målt på affald fra husholdninger (laboratoriet havde glemt de øvrige og forsøget kunne ikke laves om).

### 15.4 Usikkerhed om overholdelse af grænseværdier

Antages at resultaterne af de 4 stikprøver af hver type affald er normalfordelt, kan konfidensintervallet (det interval den sande middelværdi ligger indenfor) beregnes for en given sikkerhed.

Læs		Bolig biomasse			Supermarked biomasse			Grænse
		Middel	Alfa	Max	Middel	Alfa	Max	
Cadmium	mg/kg TS	0,057	99,9%	0,1	0,069	99,9%	0,1	0,4
Cd pr. fosforenhed	mg/kg TP	18,25	99,9%	22	26,25	99,9%	34,1	100
Nikkel	mg/kg TS	2,825	99,9%	4	3,025	99,9%	4,5	30
Ni pr. fosforenhed	mg/kg TP	885	99,9%	1127	1147,5	99,9%	1661,7	2500
DEHP	mg/kg TS	17,25	99,9%	26	18,1	99,4%	49,8	50
NPE	mg/kg TS	2,275	99,9%	3	0,7	99,9%	-	10

Tabel 15.7 Sandsynlighed (alfa) for at middelværdi af biomasse er under grænseværdi

Værdierne for Cadmium og nikkel er overholdt med 99,9% sikkerhed.

For DEHP og NPE gælder afskæringsværdier. Middelværdien for DEHP og NPE er med hhv. 99,9 og 99,4% sikkerhed under afskæringsværdien. Det er ikke en sikkerhed for, at hver enkelt værdi er under afskæringsværdien, men dog en rimelig indikation.

#### 15.4.1 Usikkerhed ved bestemmelse af arealbehov

Ud fra variationen på de fundne koncentrationer af kvælstof og fosfor kan det beregnes, at indholdet i biomasse fra husholdninger med 95% sandsynlighed er middelværdien  $\pm 10\%$ .

Variationen for supermarkeder er væsentlig større således at intervallet for kvælstof er 18% og for fosfor 30%.

Usikkerheden på mængder vurderes tilsvarende til 23%.

Da langt det meste biomasse stammer fra husholdninger antages, at den samlede usikkerhed for de beregnede arealer er omkring 25%.

#### 15.5 Usikkerhed ved energi- og CO<sub>2</sub> -beregninger

De største poster i energiberegningen er gasproduktion og forbrænding af affald.

Beregningen af gasudbyttet i bilag L tyder på en usikkerhed på omkring 20%.

En usikkerhed på de enkelte energiforbrug og -produktioner resulterer i et nettoforbrug på 1,5-2,1 GJ for at spare mellem 46 og 61 Nm<sup>3</sup> naturgas pr. ton indsamlet organisk affald.

Samlet resultat	Energi	Usikkerhed	min	max
	GJ		GJ	GJ
Separat indsamling	-0,3	10%	-0,3	-0,3
Transport af biomasse	-0,2	10%	-0,2	-0,1
Mistet forbrænding	-1,2	20%	-1,5	-1,0
Forbrug behandling	-0,2	10%	-0,2	-0,2
Samlet forbrug	-1,9		-2,2	-1,6
Sparet gødning	0,1	10%	0,1	0,1
Forbrænding biogas	2,3	20%	1,8	1,8
Sparet naturgas	-2,3		-1,8	-1,8
<b>Netto produktion</b>	<b>-1,8</b>		<b>-2,1</b>	<b>-1,5</b>

Den væsentligste parameter i CO<sub>2</sub> -beregningen er sparet naturgas, som svarer til 65% af gasproduktionen. CO<sub>2</sub> -effekten vil ligge mellem 37 og 116 kg/ton.

Samlet resultat	CO <sub>2</sub>	usikkerhed	min	max
	Kg		Kg	Kg
Separat indsamling	21	10%	23,6	19,3
Transport af biomasse	11	10%	12,4	10,1
Mistet forbrænding	36	20%	43,7	29,1
Forbrug behandling	4	10%	4,5	3,6
Forbrænding biogas	0	20%	0,0	0,0
Sparet gødning	-14	10%	-12,4	-15,2
Sparet naturgas	-136	20%	-108,6	-162,8
<b>Netto</b>	<b>-76</b>		<b>-37</b>	<b>-116</b>

Tabel 15.8 Skønnet usikkerhed og konsekvens for CO<sub>2</sub> -beregninger

## 15.6 Konklusion

Konklusionerne om overholdelse af grænseværdier er ganske sikre, mens overholdelsen af afskæringsværdier altid vil være usikker, da en enkelt afvigelse er udslagsgivende. På arealbehovet anslås usikkerheden til 25%.

Usikkerheden på energiberegningerne er omkring 20%. Der vil være et forbrug af energi som er mindre end energiindholdet i den sparede naturgas.

Usikkerheden på CO<sub>2</sub> -beregningen skønnes til ca. 20%. Usikkerheden er ikke så stor, at den kan bringe tvivl om, at der er en positiv CO<sub>2</sub> -effekt ved at indsamle organisk affald.

## 16 Bilag P: Billeder

# Billeder

## 1.1 Spande og containere erhvervskøkkener



*Billede 1 Køkkenspande (erhvervskøkken)  
grøn 40 l og hvid 16 l.*



*Billede 2 140 l container til  
erhvervskøkken.*



*Billede 3 Skraldespande i baggård bl.a. grøn 80 l til  
erhvervskøkken.*



## 1.2 Spande og containere til boliger



*Billede 4 Køkkenstativ*



*Billede 5 Skakt til sortering men uden mærkning*



*Billede 6 Dobbeltstativer til sæk og container udgør en pæn enhed*



*Billede 7 Containere uden stativ (etageområde)*



*Billede 8 Madaffald*



*Billede 9 Tydelig mærkning i etageområde*



*Billede 10 Affaldsø etageområde*

### 1.3 Containere til supermarkeder



*Billede 11 400 l containere ved supermarked*



*Billede 12 7 m3 container ved varehus*



*Billede 13 120 l containere ved F&G*



*Billede 14 300 l containere ved supermarked*



*Billede 15 Affald med emballage ved dagligvarebutik*



*Billede 16 Dej i container ved supermarked*



*Billede 17 Affaldsfraktioner ved frugt og grønt en gros*



*Billede 18 Organisk affald ved frugt og grønt en gros*

## 1.4 Indsamlingen



*Billede 14 Vaskebjørnen*





*Billede 15-19 indsamling 80 l containere*



*Billede 20-21 håndtering 400 l containere*



*Billede 22 Rengjort og ikke rengjort containere*

## 1.5 Behandling



*Billede 23 Affald hældes i mikseren*



*Billede 24 Forbehandlet biomasse*



*Billede 25 Rejekt*