

628.46  
B30

# Sortering af affald - teknik og behov

DANKOFA

Dansk komité for Affald

Rapport nr. 3, 1988

# Sortering af affald - teknik og behov

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K

Danskofa

Dansk komité for Affald

Rapport nr. 3, 1988

SORTERING AF AFFALD - TEKNIK OG BEHOV

DAKOFA Rapport nr. 3, 1988

© DAKOFA 1988

Trykt hos J. J. Trykteknik A/S

I kommission hos Polyteknisk Forlag, Lyngby

ISBN 87-502-0669-9

ISSN 0904-4914

## INDHOLDSFORTEGNELSE

SIDE

FORORD .....	5
1. INDLEDNING OG BAGGRUND .....	9
1.1 Lovgrundlag og udkast til bekendtgørelse om forsortering ....	9
1.2 Nedsættelse af arbejdsgruppe .....	10
1.3 Forsorteringsbegrebet i rapportsammenhæng .....	10
1.4 Fremtiden for forsorteringsanlæg .....	10
1.5 Rapportens indhold og målgruppe .....	11
2. RESUME OG ANBEFALINGER .....	13
3. AFFALDSSYSTEMET .....	16
3.1 Udviklingen i affaldssektoren .....	16
3.2 Affaldsbegrebet og faktorer af betydning for styringen af affaldsstrømmene .....	17
3.3 Sorteringsbegrebet .....	19
4. DET AFFALDSMÆSSIGE GRUNDLAG .....	22
4.1 Affaldstyper til sortering .....	22
4.2 Affaldsmængder og materialesammensætning .....	23
4.3 Nuværende indsamlings- og behandlingsmetoder .....	28
4.4 Fremtidig affaldshåndtering .....	29
4.5 Fremtidige affaldsmængder til sorteringsanlæg .....	31
5. FORSLAG TIL TEKNISKE LØSNINGER .....	33
5.1 Affaldet .....	33
5.2 Sikring af affaldskvaliteten .....	35
5.3 Arbejdsmiljø .....	36
5.4 Sorteringsanlæggenes funktion .....	37
5.5 Økonomi .....	38
5.6 Kapacitetsudnyttelse og anlægsstørrelse .....	40
5.7 Afsætning af returmaterialer .....	41
6. REFERENCER .....	42

## BILAG

1.	Udkast til bekendtgørelse om forsorтерingsanlæg .....	45
2.	Definitioner og begreber anvendt i rapporten .....	51
3.	Eksisterende sorteringsanlæg. Generelle erfaringer og udvalgte anlægseksempler fra Danmark, Sverige og Vesttyskland .....	55
4.	Lagring af brændbart affald. Danske erfaringer .....	113

## FORORD

Dansk Komite for Affald, DAKOFA, har som en væsentlig aktivitet at igangsætte og støtte arbejdsgrupper, som kan virke til øget forståelse og viden på komiteens fagområde.

På baggrund af folketingsbeslutningen i 1986 om, at der skulle udstedes regler om etablering af forsorтерingsanlæg med henblik på genanvendelse på affaldsbehandlingsanlæg med en kapacitet på mere end 10.000 t/år, nedsatte DAKOFA i efteråret 1986 en arbejdsgruppe, der skulle belyse behovet for forsorтерingsanlæg og angive mulige tekniske løsninger.

Arbejdsgruppen fik følgende kommissorium:

"Arbejdsgruppen har til formål at opstille anbefalinger for, hvorledes en simpel forsortering med henblik på genanvendelse kan etableres, ligesom anbefalinger vedrørende sæsonforskydning af affald (sæsonlagring) ønskes opstillet.

De opstillede anbefalinger skal sikre, at der med en så lille økonomisk og teknologisk indsats som muligt kan ske en arbejdsmiljømæssig tilfredsstillende frasortering af en række genanvendelige materialer fra erhvervsaffald (fra handel, kontor og industri), storskrald og haveaffald tilført affaldsanlæg, samt sikre, at ikke-genanvendeligt, brændbart affald efter forsortering kan lagres uden øget miljømæssig belastning af omgivelserne, indtil affaldet kan føres til affaldsforbrændingsanlæggene.

Ligeledes ønskes skitseret eventuelle nye anlægsmæssige og driftsmæssige løsninger med henblik på en videre udvikling i en efterfølgende fase.

Arbejdsgruppen skal konkret indsamle og vurdere såvel danske som udenlandske (Norden og Vesttyskland) tiltag og erfaringer, herunder vurdere danske genanvendelsespotentialer for metaller, fibre, plast og glas, samt vurdere den potentielle mængde brændbart affald, der kan tilbageføres forbrændingsanlæg i forbindelse med simpel forsortering af blandet affald (erhvervsaffald, storskrald og haveaffald).

Mængden af det frasorterede brændbare affald, som ikke i dag tilføres affaldsforbrændingsanlæg, skal vurderes sammen med restmængden fra forsorтерingen for de mængder, der i dag tilføres anlæggene, i relation til forbrændingsanlæggenes kapacitet og varmeleveringsmuligheder med henblik på en

vurdering af mulighederne for og konsekvenserne af en sæsonforskydning (oplagring). I vurderingen skal indgå den fremtidige affaldsforbrændingsstruktur på basis af de nye miljøkrav til anlæggene.

På baggrund af de eksisterende erfaringer opstilles anbefalinger for teknik og driftsform for den simple forsortering samt sæsonforskydningen, idet de miljømæssige og arbejdsmiljømæssige konsekvenser af anbefalingerne belyses, ligesom brandmæssige, hygiejniske og æstetiske problemer og risici (specielt ved sæsonforskydningen) vurderes nærmere. Desuden opstilles anbefalinger for indsamlingsmetoder, der tilgodeser den efterfølgende forsortering. Ligeledes skal de økonomiske relationer belyses i tilknytning til anbefalingerne og de eksisterende erfaringer.

Endelig ønskes opstilles forslag til ny teknologi og nye driftsformer, specielt for en simpel forsortering af genanvendelige materialer, for derigennem at kunne mindske behovet for nye lossepladser og strække levetiden for eksisterende."

På baggrund af kommissoriet og udviklingen på området har arbejdsgruppen sammenfattet og tydeliggjort kommissoriet med henblik på at opridse arbejdsopgaverne. Arbejdsgruppen skulle

- behandle sortering på anlæg af genanvendelige materialer fra følgende affaldstyper: Erhvervsaffald (handel, kontor og industri) samt storskrald.
- indsamle og vurdere oplysninger/erfaringer fra eksisterende anlæg i Danmark, Norden (mest Sverige) samt Vesttyskland, herunder erfaringer vedr. arbejdsmiljøforhold, teknik, økonomi m.v.
- vurdere genanvendelsespotentialitet for metaller, papir, pap, plast og glas ved sortering af ovennævnte affaldstyper. Dette indebærer en vurdering af det samlede affaldspotentiale, samt hvor stor en del af de pågældende materialefraktioner, der kildesorteres/vil blive kildesorteret. Ligeledes skal det forsøges vurderet, hvilke brancher, der genererer hvilke affaldstyper.
- opstille anbefalinger for teknik og driftsform for sådanne anlæg på baggrund af det eksisterende erfaringsgrundlag. Ligeledes skulle de nødvendige krav og forudsætninger vedr. indsamlingsmetoden opstilles og i relation til anbefalingerne skulle de økonomiske konsekvenser belyses.
- hvis muligt fremlægge ideer/skitsere nye teknologiske eller driftsmæssige løsninger.

- påpege manglende viden, som måtte nødvendiggøre yderligere undersøgelser.
- vurdere den potentielle mængde brændbart affald, der efter en sortering kan tilføres forbrændingsanlæg. Denne mængde skulle vurderes i relation til forbrændingsanlæggenes kapacitet og varmeleveringsmuligheder og dermed behovet for eventuel oplagring af det brændbare affald.
- indsamle og vurdere erfaringer med lagring af brændbart affald i Danmark (brandrisiko, skadedyr, arbejdsmiljø, eksternt miljø, teknik, økonomi).
- opstille anbefalinger vedrørende lagring af brændbart affald.

Arbejdsgruppen fik følgende sammensætning:

- Poul S. Lauridsen, Rambøll & Hannemann A/S  
(senere erstattet med Tonny Juul Jensen)
- Eva Lise Bendixen, Miljøstyrelsen
- Richard Grøntvedt, A/S Marius Pedersen
- Ole Hegelund, Sengeløse Losseplads I/S
- Bent Christensen, Fælleskommunalt Renovationsanlæg I/S
- Bengt Fritsch, COWiconsult A/S  
(suppleret med Jens Bjørn Jakobsen)
- Ole Busck, SID
- Claus Petersen, gendan as
- Per Nilsson, R 98
- Heron Kleis, Vølund Mijøteknik as
- Freddy Hansen, Danske Vognmænd  
(suppleret med Poul Himmelstrup)
- Nils Olsen, Carl Bro as (sekretær)

DAKOFA's bestyrelse må konstatere, at det ikke har været muligt for arbejdsgruppen at opfylde kommissoriet. Dette skyldes bl.a., at miljøministeren indtil videre har udskudt udstedelsen af bekendtgørelsen om forsorteringsanlæg. Ligeledes har udviklingen på genanvendelsesområdet med iværksættelse af bl.a. obligatoriske kildesorteringsordninger for papir og flasker fra 1. januar 1990 samt de erkendte mulige arbejdsmiljøproblemer ved sortering af affald efter DAKOFA's opfattelse vist, at tanken om forsortering og ikke mindst anlægskonceptet bør overvejes nøjere. På denne baggrund kan arbejdsgruppens rapport nødvendigvis ikke svare til kommissoriets intentioner, og rapporten bliver i stedet et indlæg i den fortsatte debat om på hvilken måde, genanvendelsen kan forøges i overensstemmelse med de overordnede målsætninger for affaldssektoren.



DAKOFA's bestyrelse har haft lejlighed til at gennemse arbejdsgruppens rapport og finder indholdet egnet for udgivelse i DAKOFA's rapportserie.

DAKOFA skal takke arbejdsgruppens medlemmer for den store indsats, der er ydet. En særlig tak skal rettes til Genanvendelsesrådet, der har ydet økonomisk støtte til projektet.

København, december 1988

Niels Jørn Hahn  
Formand for DAKOFA

## 1. INDLEDNING OG BAGGRUND

Affaldssektorens kapacitets- og miljøproblemer har i de senere år bevirket en ændret politik på affaldsområdet. Tidligere benyttede man affaldsbehandlingsformer, der ikke altid var lige hensigtsmæssige i relation til den konkrete affaldstype set ud fra et miljø- og ressourcemæssigt synspunkt. Udviklingen inden for de seneste år er gået i retning af en større bevidsthed om at vælge en bortskaffelsesform, der både ressource- og miljømæssigt er egnet i det enkelte tilfælde.

### 1.1 LOVGRUNDLAG OG UDKAST TIL BEKENDTGØRELSE OM FORSORTERING

Som led i intentionerne om en forøgelse af genanvendelsen besluttede Folketinget i forbindelse med revisionen af Miljøbeskyttelsesloven i 1986, at der for alle affaldsbehandlingsanlæg med en årskapacitet på mere end 10.000 tons skulle fastsættes regler om etablering af forsorтерingsanlæg. Disse anlæg skulle etableres med henblik på, at der kunne sorteres genanvendelige materialer fra den del af det tilførte blandede affald, som måtte anses for sorteringsegnet.

I tilknytning til diskussionen omkring forureningen fra affaldsforbrændingsanlæggene blev der fastlagt regler, /2/, om, at store og/eller ikke-brændbare emner skulle sorteres fra affaldet, eventuelt i særlige anlæg, inden affaldet blev forbrændt. Dette forhold har medført forvirring omkring, hvad der har skullet forstås ved "forsorтерingsanlæg". I rapportssammenhæng behandles kun sortering med henblik på genanvendelse.

Folketingets beslutning har resulteret i udsendelsen af et udkast til bekendtgørelse om forsorтерingsanlæg i 1986, /3/, (bilag 1), som ultimo 1987 ikke var forhandlet færdig mellem de forhandlingsberettigede parter.

Bekendtgørelsesudkastet indeholdt også en række undtagelsesbestemmelser, der gav mulighed for dispensation, såfremt det skønnedes hensigtsmæssigt p.g.a. affaldets sammensætning, f.eks. når erhvervsaffald, der tilføres et givent anlæg, allerede er sorteret eller videreføres til et sorтерingsanlæg, der er placeret andetsteds. Herved var der åbnet mulighed for at etablere fælles sorтерingsanlæg for flere affaldsbehandlingsanlæg inden for en region.

Bl.a. en række erfaringer med arbejdsmiljøproblemer ved affaldssortering bevirkede, at miljøministeren i et brev dateret 8. januar 1988 udskød udstedelsen, /16/, af bekendtgørelsen, indtil disse forhold var blevet belyst nærmere, og erfaringer med gennemprøvning af de såkaldte grønne systemer forelå.

## 1.2 NEDSÆTTELSE AF ARBEJDSGRUPPE

Med baggrund i ovennævnte udkast til bekendtgørelse nedsatte Dansk Komite for Affald, DAKOFA, i efteråret 1986 en arbejdsgruppe. Denne fik som kommissorium at undersøge mulighederne for en forøget genanvendelse ved etablering af forsoringsanlæg på eller i tilknytning til affaldsbehandlingsanlæg (jvf. forordet, hvor kommissorium og arbejdsgruppens sammensætning er refereret). DAKOFA fik efterfølgende tilsagn om tilskud fra Genanvendelsesrådet til at gennemføre undersøgelsesarbejdet i arbejdsgruppen.

## 1.3 FORSORTERINGSBEGREBET I RAPPORTSAMMENHÆNG

Der har været visse definatoriske problemer knyttet til begrebet forsortering, hvilket vil fremgå af rapportens kap. 3. Arbejdsgruppen finder, at der ikke er behov for et særligt begreb, da den særlige anlægstype, forsoringsanlægget, i praksis vil være omfattet af den normale definition på et sorteringsanlæg

Sorteringsanlæg er en fællesbetegnelse for centrale anlæg, hvor der foregår en manuel og/eller mekanisk sortering/separering af - og i denne sammenhæng alene genanvendelige materialer.

Arbejdsgruppen har i praksis ikke skelnet mellem affaldstyperne, men i sine overvejelser og anbefalinger vurderet alle affaldstyper.

## 1.4 FREMTIDEN FOR SORTERINGSANLÆG

De kommende resultater af affaldsplanlægningen samt konsekvenserne af ikrafttrådte og planlagte genanvendelses/affaldsbekendtgørelser, herunder eventuelt en ny affaldslov og erfaringer med opdelte indsamlingssystemer, vil først blive kendt efter 1990. Der vil derfor gå nogen tid, før det eventuelle behov for sorteringsanlæg kan vurderes nærmere. Også usikkerheden om konsekvenserne af den almindelige udvikling på miljøområdet, herunder affalds- og genanvendelsesområdet, vil få betydning i vurderingen.

Samtidig er der sket en ændring i den offentlige og tekniske debat omkring sorteringsanlæg med baggrund i konkrete danske erfaringer med kildesortering af affald samt arbejdsmiljøproblemer omkring sorteringsanlæg, specielt anlæg, der modtager blandet affald (affald bestående af blandede materialefraktioner). Kildesorteringsforsøg og kildesorteringsordninger er således generelt i dag prioriteret højere hos kommuner og affaldsselskaber end tidligere.

Dette har forårsaget en noget anderledes opfattelse af sorteringens betydning i affaldssystemet end tidligere, hvilket også vil fremgå af rapportens enkelte afsnit og konklusionen. Den ændrede prioritering vil bl.a. få betydning for, hvor mange sorteringsanlæg, der bliver nødvendige, samt hvor store mængder og hvilke typer affald, der vil kunne behandles på disse anlæg, og dermed hvor store mængder genanvendelige materialer (især pap og papir), der kan sorteres fra affaldet på sådanne anlæg i fremtiden.

## 1.5 RAPPORTENS INDHOLD OG MÅLGRUPPE

Rapporten indeholder en gennemgang af en række tekniske muligheder, samt en vurdering af disse løsninger ud fra et teknisk, økonomisk og miljømæssigt synspunkt (arbejdsmiljø og eksternt miljø). En række danske og udenlandske erfaringer vedrørende sorteringsanlæg er indsamlet og indgår i arbejdsgruppens vurderinger.

Rapporten indeholder endvidere konklusioner omkring sortering af affald, herunder opstilling af anbefalinger, hvor disse har kunnet gives. Ligeledes opstilles en række krav til det indsamlingssystem, der skal levere det sorteringsegnete affald til anlæggene.

Hvor arbejdsgruppen tidligt i arbejdsforløbet søgte at finde frem til hensigtsmæssige teknologiske eller driftsmæssige løsninger, er det senere blevet klart, at en væsentlig del af løsningen i sorteringsproblematikken ligger i en styring af affaldsstrømmene. Denne styring skal ske i et omfang, der sikrer rene materialer til genanvendelse, samt at affaldet i øvrigt tilføres den for den enkelte affaldstype bedste behandlingsform.

Arbejdsgruppens rapport henvender sig til såvel offentlige myndigheder, der skal planlægge og godkende sorteringsanlæg, som til affaldsbehandlingsanlæg (-selskaber) og potentielle leverandører samt brugere, der henholdsvis skal beslutte, levere og benytte anlæg uanset rapporten i den nuværende situation mest vil få karakter af et indlæg i debatten om forsortering.

Endelig indeholder rapporten også et bilag, der omhandler lagringsmulighederne for brændbart affald, f.eks. restaffald fra sorteringsanlæg, som det kan være hensigtsmæssigt at oplagre med henblik på anvendelse i affaldsforbrændingsanlæggene i fyringssæsonen.

Som følge af det ændrede grundlag for arbejdsgruppens arbejde er afrapporteringen blevet forsinket ca. 1 år. Der er i løbet af 1988 fremkommet nye data vedrørende økonomi og afsætningsmuligheder for genanvendelige materialer. Det har af praktiske årsager ikke været muligt at indarbejde disse nye erfaringer, bl.a. de voksende priser for genanvendelige materialer. Rapportens konklusioner vedrørende de økonomiske forhold skal således tages med det forbehold, som nyere informationer giver anledning til, herunder også erfaringer fra avisindsamlingsordninger i Hovedstadsområdet, som viser, at der kan være besparelser på op til ca. 200 kr./ton aviser i forhold til, hvis aviserne skulle have været behandlet som affald (behandlingsafgift, affaldsafgift).

## 2. RESUME OG ANBEFALINGER

DAKOFA nedsatte ved årsskiftet 1986/87 en arbejdsgruppe, som bl.a. skulle vurdere behovet for forsorтерingsanlæg for at fremme genanvendelsen især af pap og papir samt belyse de tekniske muligheder herfor.

I den mellemliggende periode er grundlaget for arbejdsgruppen ændret væsentligt. Miljøministeren har udskudt udstedelsen af en bekendtgørelse om forsorтерingsanlæg indtil videre på grund af en række uafklarede arbejdsmiljøspørgsmål omkring affaldssorтерingsanlæg generelt, ligesom også erfaringer med de såkaldte grønne indsamlingssystemer afventes. Etablering af forsorтерingsanlæg er derfor indtil videre udskudt til et endnu ukendt tidspunkt, og det må, efter arbejdsgruppens vurdering, anses for tvivlsomt, om der inden for en overskuelig tidsramme bliver fastsat regler om etablering af en sådan særlig anlægstype for at fremme genanvendelsen.

Arbejdsgruppen har i stedet valgt at vurdere de eksisterende erfaringer på affaldssorтерingsanlæg generelt, herunder de oplysninger som arbejdsgruppen selv har indsamlet. Formålet hermed har været at kunne opstille anbefalinger for, på hvilket grundlag sortering af affald kan finde sted med henblik på genanvendelse.

Arbejdsgruppen finder, at følgende affaldstyper kan være relevante i sorteringssammenhæng, såfremt en række nærmere bestemte forudsætninger opfyldes:

- handels- og kontoraffald
- husholdningsaffald (dagrenovation og storskrald)
- industriaffald (affald fra produktionsvirksomheder)
- bygningsaffald

Det skal understreges, at det efter arbejdsgruppen opfattelse kun er kilde-sorterede eller eventuelt kilde-separerede ("opdelte") tørre, rene og genanvendelige materialer, det vil være relevant at tilføre et sorteringanlæg.

De genanvendelige produkter, som kan sorteres fra de tilførte materialer, er bølgepap, aviser og ugeblade, blandet papir, polyetylen og eventuelt metal og glas. Arbejdsgruppen stiller sig indtil videre afventende overfor spørgsmålet, om kilde-separerede materialer, bl.a. indeholdende glas, kan sorteres arbejdsmiljømæssigt tilfredsstillende på et sorteringanlæg. Der gennemføres i øjeblikket en række forsøg i Danmark med systemer, hvor kilde-separerede

materialer skal sorteres på sorteringsanlæg. Disse forsøg vil vise, om sortering af de forskellige materialer kan ske på en arbejdsmiljømæssig tilfredsstillende måde.

Arbejdsgruppen konkluderer, at sortering af affald/materialer ud fra et materialekvalitetsmæssigt synspunkt må indebære en vis manuel sortering. Arbejdsgruppen finder således, at mekaniske sorteringsanlæg med det nuværende teknologiske stade ikke er i stand til at levere genanvendelige materialer med en tilstrækkelig høj materialekvalitet. I denne forbindelse bør genvindingsindustriens krav til kvaliteten af de oparbejdede genanvendelige materialer bemærkes. Bl.a. har de returpapirforbrugende fabrikker ved flere lejligheder tilkendegivet, at kun kildesorterede materialer kan benyttes på papirfabrikkerne, /19/. Det har ligeledes vist sig, at de højteknologiske anlæg medfører en række arbejdsmiljømæssige problemer, som bl.a. skyldes, at anlæggene behandler blandet affald.

Da såvel materialekvalitet (af hensyn til afsætningsmulighederne hos genvindingsindustrien) og arbejdsmiljøet efter arbejdsgruppens opfattelse er de 2 væsentligste parametre, som man ikke kan gå på akkord med, vil der kun være basis for at etablere anlæg, som modtager kildesorterede eller kildeseparerede materialer. Arbejdsgruppen kan selvfølgelig ikke afvise, at den teknologiske udvikling ad åre vil gøre det muligt at behandle blandede affaldstyper på sorteringsanlæg med et materialekvalitetsmæssigt og arbejdsmiljømæssigt tilfredsstillende resultat.

Det må efter arbejdsgruppens opfattelse anses for et ufravigeligt krav, at det tilførte affald eller de tilførte materialer til et sorteringsanlæg

- ikke indeholder vådt affald
- ikke støver
- ikke indeholder problemaffald (olie- og kemikalieaffald)
- ikke indeholder affald med særlige hygiejniske eller miljø- og arbejdsmiljømæssige problemer
- ikke indeholder letnedbrydeligt organisk affald (f.eks. madrester)
- ikke indeholder medicinrester, kanyler m.v.

Kravene til de materialer og det affald, som tilføres et sorteringsanlæg, betyder, at man i høj grad må stille krav til indsamlingssystemet. Det er indsamlingssystemet, som skal sikre, at "råvarerne" til sorteringsanlæggene lever op til kravene. Dette betyder igen, at de kommunale regulativer for de fremtidige affaldsindsamlingsordninger skal indeholde bestemmelser, som sikrer, at affaldet sorteres eller separeres i overensstemmelse med sorteringsanlæggenes behov. Men også takstsystemet og miljøtilsynet må medvirke til at sikre, at den fornødne opdeling af materialerne finder sted. Det, som sorteringsanlæggene med det nuværende teknologiske stade kan gøre, er at efterbehandle kildesorterede materialer (fjerne uønskede materialer eller

materialekvaliteter, negativ sortering) eller sortere materialerne enkeltvis ud fra få sammenblandede materialer i en kildesepareret fraktion (positiv sortering). Problemerne må dog umiddelbart anses for mindre ved efterbehandling af kildesorterede materialer på grund af mindre kontakt med affaldet og sandsynlighed for renere varer.

Arbejdsgruppen tror ikke, at der er behov for mange sorteringsanlæg efter det anbefalede koncept. Dette skyldes primært, at der etableres flere og flere kildesorteringsordninger både for private husstande og virksomheder. Kildesorterede materialer vil oftest kunne afsættes direkte til genvindingsindustrien (hvor der sker en efterbehandling, svarende til det ovenfor anførte).

Arbejdsgruppen finder, at der ikke bør etableres anlæg med en kapacitet mindre end 5-7.000 tons tilførte materialer pr. år per skift. Det er blandt andet udnyttelsen af den hydrauliske presse, som et sorteringsanlæg bør være udstyret med af transportøkonomiske årsager, der betinger et anlægs mindste størrelse.

Det vil hovedsageligt være materialerne bølgepap, aviser og ugeblade, blandet papir og evt. polyetylen, som vil blive behandlet på fremtidige sorteringsanlæg. De bedste kvaliteter genanvendes allerede med de eksisterende kildesorteringssystemer. Arbejdsgruppen skønner, at der på nuværende tidspunkt vil være et potentiale på ca. 100-200.000 tons/år pap/papir samt ca. 25-50.000 tons plast, som yderligere vil kunne tilføres sorteringsanlæg. Ligeledes vil der - afhængig af resultaterne af de forsøg, som gennemføres i øjeblikket - kunne være andre materialer, især glas, i kildeseparerede materialer tilført sorteringsanlæg.

Der er allerede etableret anlæg, som i et eller andet omfang følger det af arbejdsgruppen anbefalede koncept. Omfanget af de fremtidige kildesorteringsordninger kendes ikke på nuværende tidspunkt, og det er derfor vanskeligt at angive et skøn for, hvor mange sorteringsanlæg, der vil være behov for i fremtiden. Arbejdsgruppen skønner ud fra den anbefalede mindsteanlægsstørrelse og det opgjorte "restpotentiale" af genanvendelige materialer, at der kan være behov for i størrelsesordenen 10-20 anlæg i Danmark med det i rapporten anbefalede koncept. Her vil ikke mindst udviklingen omkring bygningsaffaldet have stor betydning for affalds/materiemængden og dermed det nødvendige antal anlæg. Det skal dog understreges, at grundlaget for at opgøre behovet for anlæg er meget tyndt på nuværende tidspunkt.



### 3. AFFALDSSYSTEMET

Kapitlet indeholder en diskussion af udviklingen i affaldssektoren, af forsoreringen som begreb i affaldshåndteringen samt af sorteringsens rolle i et fremtidigt affaldssystem.

#### 3.1 UDVIKLINGEN I AFFALDSSEKTOREN

I løbet af 80'erne er der sket væsentlige ændringer i prioriteringen af affaldsbortskaffelsen, ligesom der også er sket en væsentlig ændring i vurderingen af art og omfang af de miljøproblemer, der er knyttet til affaldsbortskaffelsen.

På overordnet politisk niveau har dette resulteret i vedtagelse af handlingsplaner, der henholdsvis har skullet fremme indførelsen af renere teknologi, fremme genanvendelsen, samt sikre en miljømæssig forsvarlig affaldsbehandling.

De politiske vedtagelser har resulteret i:

- Igangsættelse af et 3-årigt udviklingsprogram for renere teknologi i 1987.
- Udsendelse af en række bekendtgørelser om obligatoriske genanvendelsesordninger fra 1990.
- Udsendelse af en vejledning om begrænsning af forureningen fra affaldsforbrænding, samt bekendtgørelser om godkendelse af samtlige forbrændingsanlæg.
- Igangsættelse af et udviklingsprogram for emballager m.v.
- Genanvendelsesudviklingsprogrammet ("grønne" indsamlingssystemer m.v.).

Herudover forberedes der et udkast til en lov om affald, ligesom et udkast til bekendtgørelse om bortskaffelse af affald forhandles i øjeblikket mellem organisationerne. Bekendtgørelsesudkastet indebærer, at kommunerne - indirekte - vil få ansvaret for at etablere indsamlingsordninger og behandlingsanlæg for flere affaldstyper, herunder erhvervsaffald, end tilfældet er i dag.

De 2 hovedformål med de mange tiltag er:

- At minimere affaldsdannelsen og derved mindske behovet for affaldsbehandling i traditionel forstand.
- At nedsætte miljøbelastningen fra affaldsbehandlingen generelt.

Dette har resulteret i opstillingen af en prioriteringsrækkefølge for affaldsbehandlingen:

- Renere teknologi og minimering af affaldsdannelsen.
- Genanvendelse i bred forstand.
- Affaldsforbrænding med energiudnyttelse.
- Deponering.

På baggrund af denne prioriteringsrækkefølge skal der opnås en bedre overensstemmelse mellem affalds- eller materialetype og affaldsbehandlingsmetoder. Således kunne papir principielt bortskaffes ved genanvendelse, forbrænding og deponering, men skal nu i videst muligt omfang genanvendes. På lossepladsområdet vil konsekvensen af prioriteringen af affaldsbehandlingsmetoderne blive, at lossepladskapaciteten kun bør udnyttes til ikke-genanvendeligt og ikke brændbart affald.

Såvel de lovbundne indsamlingsordninger som affaldsafgiften vil medvirke til, at affaldsbehandlingen forskydes mod genanvendelse.

Skærpede miljøkrav til affaldsbortskaffelsen medfører forøgede omkostninger til indsamling og behandling af affald og kan herved gøre alternative affaldshåndteringssystemer, herunder genanvendelse, mere interessante ud fra et økonomisk synspunkt. Også teknologiskift hos f.eks. erhvervsvirksomhederne kan vise sig at blive attraktive ud fra et økonomisk synspunkt, hvis omkostningerne til affaldsbortskaffelse i bred forstand herved vil kunne undgås eller mindskes.

Selvom en minimering af affaldsdannelsen ikke er en "affaldsbehandlingsmetode", er det vigtigt, at dette princip får den højeste prioritet i den fremtidige affaldsbehandlingspolitik, bl.a. for at undgå, at der etableres anlæg, der ud fra snævre driftsøkonomiske synspunkter kræver en vis affaldsmængde tilført.

### **3.2 AFFALDSBEGREBET OG FAKTORER AF BETYDNING FOR STYRINGEN AF AFFALDSSTRØMMENE**

Affaldsbegrebet er ikke en statisk størrelse. Hvad der defineres som affald, varierer med tiden og afhænger bl.a. af råvarepriser, det teknologiske stade, lovgivningen, afsætningsforhold; etc. Overordnet kan affald defineres som de varer, materialer eller stoffer, som den potentielle affaldsproducent ikke længere ønsker at benytte, og som han ikke selv ønsker at afsætte.

Hermed er affaldsbegrebets dynamiske element understreget, idet et materiale den ene dag kan være affald og den næste en vare. Det skal understreges, at der i den gældende danske lovgivning på affalds- og genanvendelsesområdet ikke findes en definition af, hvad affald er, svarende til ovenstående. Dette forhold hænger bl.a. sammen med en manglende afklaring af ejendomsretsforholdet til affaldet og de i affaldet eventuelt forekommende værdier, f.eks. i form af genanvendelige materialer. Den anførte definition skal således opfattes som et bidrag til den afklarende diskussion om, hvad affald er.

En række faktorer har betydning for, hvordan affaldet bevæger sig fra affaldsproducenten til kvitblivningen. Det drejer sig bl.a. om følgende faktorer:

- Lovgivningen.
- Offentlige påbud.
- Offentlige og private tilbud om indsamling og behandling af affald.
- Økonomi.

Nye og kommende bekendtgørelser vil medføre, at store dele af affaldshåndteringen underlægges en offentlig styring og regulering.

Den eventuelle affaldsbekendtgørelses krav om kommuners pligt til at anvise behandlingsanlæg, incl. genvindingsanlæg, for alle affaldstyper, vil indirekte nødvendiggøre en øget offentlig styring og regulering af affaldsstrømmene. Man kan næppe forestille sig, at det offentlige etablerer eller sikrer den fornødne behandlingskapacitet (herunder også på eventuelle private anlæg) til alle affaldstyper, uden at man af hensyn til driftsøkonomien samtidig sikrer sig, at affaldet ikke tilføres andre lignende behandlingsanlæg, f.eks. som følge af takstforskelle.

Økonomien er i dag en meget vigtig faktor i styringen af affaldsstrømmene og vil i vid udstrækning medføre, at affaldet dirigeres derhen, hvor omkostningerne er lavest set med affaldsproducentens og -transportørens øjne.

En privatøkonomisk styring af affaldsstrømmene betyder i stort omfang, at affaldsproducenterne vælger de billigste løsninger, hvilket normalt for erhvervsvirksomhederne indebærer, at alt affald lige fra kantineaffald til emballage- og produktionsaffald bliver samlet i en beholder (container) og kørt til forbrænding eller deponering. Man har derfor på affaldsbehandlingsanlæggene kunnet konstatere, at mange læs indeholdt store mængder genanvendelige materialer og for lossepladsernes vedkommende derudover også store mængder brændbart affald.

Indførelsen af affaldsafgiften på 40 kr./ton og kapacitetsproblemer bl.a. på lossepladsområdet har allerede haft indflydelse, omend relativt svag, på affaldsstrømmene, idet den økonomisk optimale balance mellem affaldstransport og -behandling dermed er blevet ændret. Bl.a. tilføres mere affald genanvendelsesanlæg/-virksomheder, ligesom en øget opdeling af affaldet hos nogle affaldsproducenter er blevet et resultat af affaldsafgiften. En eventuel forøgelse af affaldsafgiften må på baggrund af de hidtidige erfaringer forventes at forstærke denne - politisk ønskede - udvikling med en opdeling af affaldet og separat behandling af de forskellige affaldstyper/-materialer. En differentiering af affaldsafgiften mellem forbrænding og deponering, således at deponering bliver dyrere end forbrænding, har i denne sammenhæng været diskuteret i arbejdsgruppen som et middel til en bedre styring af affaldsstrømmene i overensstemmelse med den overordnede prioritering af affaldsbehandlingsmetoderne.

### 3.3 SORTERINGSBEGREBET

Inden for affaldsterminologien skelnes bl.a. mellem følgende begreber i relation til sortering:

- Kildesortering
- Kildeseparering
- Central mekanisk og/eller manuel sortering.
- Central mekanisk og/eller manuel separering.

Disse og en række definitioner af begreber anvendt i rapporten fremgår af bilag 2. Med ordet sortering forstås, at kun et materiale (bølgepap, papir, aviser, PE-plast, jern eller glas) sorteres og optræder som den ønskede fraktion. Derimod henviser ordet separering til, at flere materialer (f.eks. rent pap, papir og plast) optræder i en veldefineret fraktion.

I rapporten behandles kun sortering på anlæg.

Sortering af materialer hos affaldsproducenten omfattes af kildesorterings-/kildesepareringsbegrebet og ligger således udenfor emnet.

Ved den politiske beslutning om forsortering var sorteringsanlæggets placering i affaldsstrømmen oprindeligt tænkt at ligge før det egentlige affaldsbehandlingsanlæg. Dette er årsag til, at anlægget er blevet kaldt et forsorтерingsanlæg.

Forsorteringsanlæg er begrebsmæssigt blevet fremstillet som en særlig anlægstype. Det har vist sig, at begrebet "forsortering" blot har skabt forvirring, idet de forskellige typer eksisterende sorteringsanlæg i princippet kan udføre den ønskede opgave: sortering af restindholdet af genanvendelige materialer i affaldet før kvitblivningen på et affaldsbehandlingsanlæg.

Derfor har arbejdsgruppen valgt ikke længere at anvende begrebet forsortering, men i stedet tale om sortering på anlæg.

Den fysiske ramme er således et anlæg, hvis enhedsoperationer kendes fra andre dele af affalds- og genvindingsbranchen, og hvor anlægget sammensættes ud fra hvilket affald, der skal behandles, affaldets indhold af materialer, håndteringskrav, m.v.

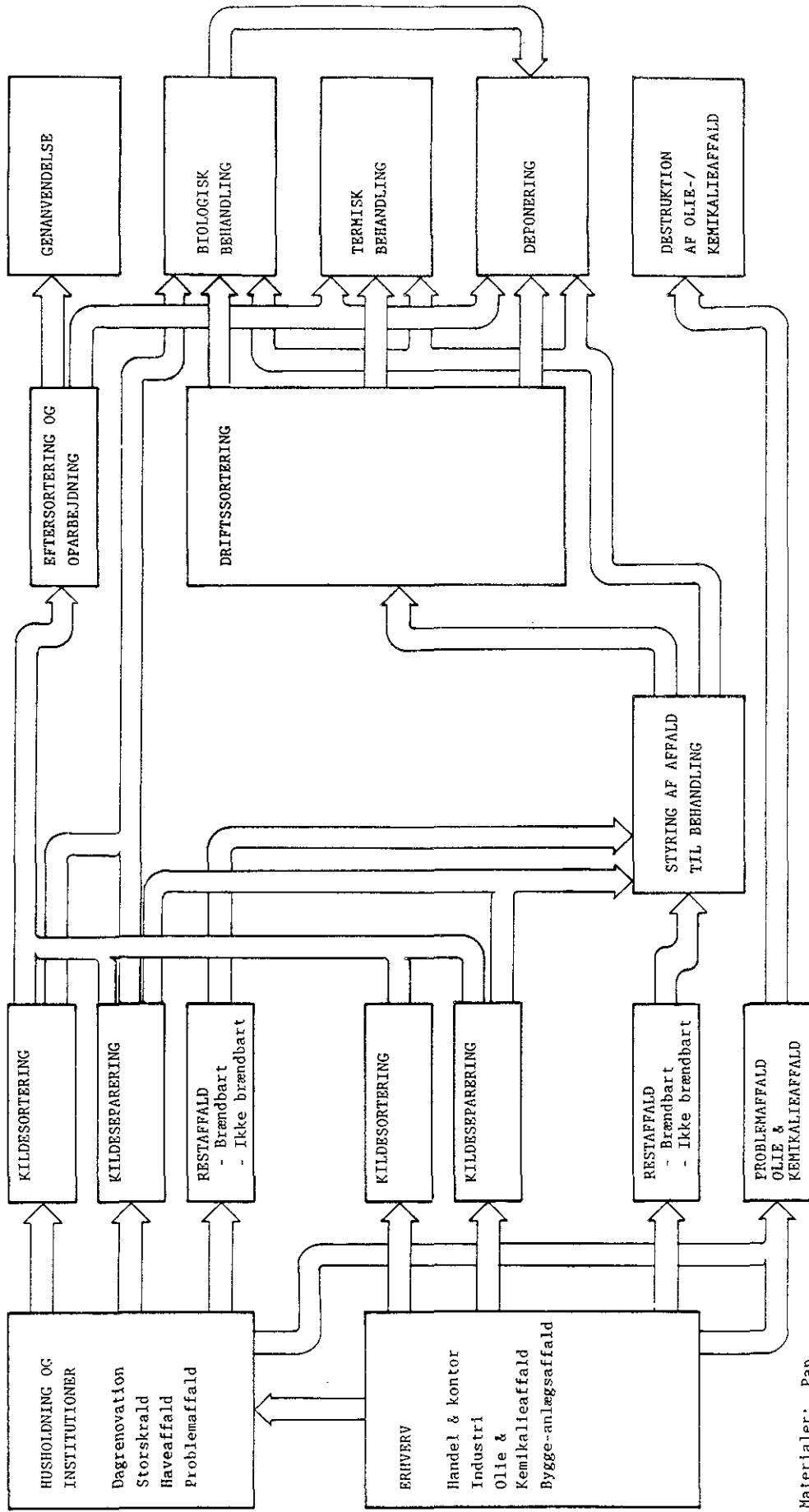
Ud fra de erfaringer, der eksisterer i dag (teknologiske muligheder, materialekvaliteter, afsætningsforhold, etc.) må det konstateres, at et anlæg, hvor genanvendelige materialer skal sorteres fra et tilført affaldsmateriale, forudsætter en manuel indsats i et eller andet omfang, og at affaldet skal være "sorteringsegnet" (bl.a. af arbejdsmiljømæssige årsager). Det skal understreges, at sorteringsegnet affald normalt er kildesorterede eller kildeseparerede materialer eller affaldslæs udelukkende bestående af f.eks. emballageaffald, produktionsaffald fra papirforarbejdende virksomheder, etc., som principielt må opfattes som "kildesorteret" affald og ikke indeholder noget af den organiske fraktion eller andre affaldstyper.

Med den anvendte fortolkning af forsorteringsbegrebet fjernes opmærksomheden fra, hvordan et sådant anlæg ser ud, og man kan i stedet koncentrere indsatsen om at vurdere, hvilke mængder og hvilke affaldstyper, der kan/bør behandles på et antal sorteringsanlæg, samt hvilke mængder, der i fremtiden vil kunne sorteres fra sorteringsegnet affald, og hvilken styring af affaldsstrømmen dette forudsætter.

Det skal ligeledes understreges, at sorteringsanlæggets fysiske udformning og den praktiske drift af anlægget vil variere, og der vil kunne være meget store forskelle mellem anlæggene. Dette skyldes bl.a. forskelle i den lokale affaldspolitik inden for de respektive affaldsoplande. Dog vil anlæggene normalt skulle opfattes som en slags forædlingsanlæg ("efterbehandlingsanlæg") i stedet for konceptets oprindelige forbehandlingselement.

I figur 3.1 er affaldsstrømmene samt de dele af strømmene, for hvilke sortering på anlæg med henblik på genanvendelse vil kunne komme på tale, vist oversigtsmæssigt.

Affaldsstrømme



Materialer: Pap  
 Papir  
 Plast  
 (Glas)  
 (Metal)

#### 4. DET AFFALDSMÆSSIGE GRUNDLAG

Afsnittet indeholder en gennemgang af hvilke affaldstyper, der vil være relevante for et sorteringsanlæg. Ligeledes indeholder afsnittet en summarisering af de nuværende og fremtidige affaldsmængder i Danmark, baseret på affaldskortlægningens og affaldsplanlægningens resultater, herunder materialesammensætningen af de relevante affaldstyper.

Det skal understreges, at arbejdsgruppen har anvendt data fra amternes sammenfatning af den kommunale affaldskortlægning. Disse tal afviger på flere måder fra den status, der officielt anvendes af Miljøstyrelsen. Der er forskel i mængderne for de enkelte affaldstyper (ofte en meget betydelig forskel), ligesom Miljøstyrelsens status omfatter data for flere affaldstyper. Arbejdsgruppen har valgt at benytte kortlægningstallene, fordi disse data i princippet er baseret på opgørelser fra anlæg, kommuner og vognmænd. Der må dog konstateres en så stor usikkerhed i opgørelsen af affaldsmængderne i statussituationen, at en endelig afklaring af mængderne først vil foreligge i takt med, at datagrundlaget forbedres ved den øgede anvendelse af vægte på behandlingsanlæggene i kombination med en systematisk og mere ensartet registrering af de tilførte mængder. Dette må vurderes tidligst at ske i forbindelse med færdiggørelsen af første generations affaldsplaner og -redegørelser medio/ultimo 1989.

De nuværende håndteringsmetoder for de pågældende affaldstyper gennemgås, ligesom den fremtidige behandlingsstruktur på baggrund af de i kapitel 1 nævnte intentioner søges beskrevet og vurderet. Endelig søges det vurderet hvilke mængder, der i lyset af de forskellige affaldsbegrænsende initiativer (genanvendelsesinitiativer - specielt kildesortering), i fremtiden kræver affaldsbehandling, herunder hvor store mængder af specifikke materialetyper, der ville kunne sorteres på et sorteringsanlæg.

##### 4.1 AFFALDSTYPER TIL SORTERING

Følgende affaldstyper er indgået i arbejdsgruppens vurderinger i relation til sortering på anlæg:

- storskrald
- erhvervsaffald, som er affald fra:
  - \* handelsvirksomheder
  - \* kontorvirksomheder
  - \* fremstillingsvirksomheder (industri)

Det skal dog bemærkes, at kildesorterede eller -separerede dele af husholdningsaffaldet vil kunne være relevante i forhold til et sorteringsanlæg.

Ligeledes vil også affald/materialer fra bygge- og anlægsaktiviteter kunne være relevante i sorteringssammenhæng, forudsat de tilførte materialer/affaldstyper kan tilgodese de generelle krav til affaldet.

Da det genanvendelige potentiale i haveaffald i form af materialer til genvinding er ubetydeligt, er haveaffald ikke medtaget i de videre overvejelser. Haveaffald repræsenterer derimod naturligvis et betydeligt potentiale til genudnyttelse i form af kompost eller biogas/kompost.

Blandede affaldstyper, for eksempel fra containerordninger incl. containerpladser, grundejerforeninger og etageboliger, bestående af haveaffald, storskrald og dagrenovation, kan ikke karakteriseres som egnet til sortering på et anlæg. Hvis de genanvendelige materialepotentialer fra disse kilder skal udnyttes, forudsætter det en anden måde at indsamle materialerne på (formentlig kildesortering). Bemandede containerpladser kan give materialer med en acceptabel renhed, men dette forudsætter en omhyggelig kontrol med, hvad der afleveres på pladsen.

Den meget grove sortering, som praktiseres på nogle affaldsdeponier ved anvendelse af entreprenørmaskiner, kan kun i meget ringe omfang sikre en genanvendelse af materialer som pap, papir, plast mv., og anvendes i praksis mest til at frasortere metalskrot samt blandet brændbart affald (sidstnævnte med henblik på en tilbageførsel til et affaldsforbrændingsanlæg, eventuelt efter en oplagingsperiode, se bilag 4.).

#### 4.2 AFFALDSMÆNGDER OG MATERIALESAMMENSÆTNING

Samtlige amter og kommuner har ved udgangen af 1987 gennemført en affaldskortlægning. For enkelte amter er resultaterne af kortlægningen ikke afrapporteret endeligt, men der foreligger foreløbige data, som har indgået i arbejdsgruppens arbejde.

Affaldskortlægningens mængdeopgørelser viser situationen i 1984/85. I affaldskortlægningen er der i enkelte amter også opstillet prognoser for affaldsmængderne ved planperiodens afslutning (1996). Da dette ikke er sket generelt, har det være nødvendigt at basere vurderingen af de fremtidige mængder på statusopgørelsen. Hvorvidt affaldsmængderne i de enkelte amter vil være stagnerende, voksende eller faldende afhænger af en række forskellige faktorer, som f.eks. økonomiske konjunkturer, befolkningsprognoser, den



Tabel 4.1 Affaldsmængder i Danmark fordelt på amter og materialefraktioner. Tons 1984/85.												
Status 1984-85	Vædt affald			Tørt affald			Ikke brændbart			Total aff. mængde		
	mød	pap og papir	andet organisk	pap og papir	plast	andet affald	glas	metal	andet			
Hovedstadsområdet	259902	2)	71480	382880	55310	196591	64821	104310	435027	1570321		
Vestsjælland	39385	15244	22475	39546	7841	26012	10021	18542	25351	204417		
Storstrøm	56937	16183	22259	44149	8240	32372	10475	20773	528294	739682		
Bornholm <sup>1)</sup>										27055		
Fyn <sup>1)</sup>	52172	22674	17325	56646	11481	19430	10774	55708	26582	272792		
Sønderjylland <sup>1)</sup>	28795	11745	21544	28466	6234	13371	5625	13222	13552	142554		
Ribe <sup>1)</sup>	24688	10364	15367	29766	5915	11818	4472	26707	25501	154598		
Vejle	62900	15449	17777	53009	11691	56643	7123	26579	115602	366773		
Ringkøbing <sup>1)</sup>	33659	13885	10172	38179	7920	20429	5854	33751	19169	183018		
Aarhus	92510	28558	39713	93107	16404	94726	12306	40790	83924	502038		
Viborg	27220	11509	17329	28490	6191	19659	10432	16499	35876	173205		
Nordjylland	65044	23489	37662	59711	12831	30653	11191	72028	96195	408804		
Total	743212	169100	293103	853949	150058	521704	153094	428909	1405073	4745257		

1) Foreløbige tal

2) Inkluderet i andet organisk

teknologiske udvikling, lokalisering af virksomheder, etc. I Miljøstyrelsens udmeldinger omkring udførelsen af affaldskortlægningen og - planlægningen, har styrelsen opfordret til at benytte en behersket vækst i de specifikke enhedsmængder og for visse affaldstyper endda regne med konstante enhedsmængder.

Miljøstyrelsens seneste udmelding om de fremtidige affaldsmængder, /20/, antyder en kraftig vækst i affaldsmængderne frem til år 2000. For de "traditionelle" affaldstyper som anført i tabel 4.2 er væksten dog ret behersket. Væksten skyldes i stedet nærmest eksplosivt større mængder affald fra spildevandsrensning, energiproduktion og bygge/anlægssektoren. Den "fejl", der begås ved at benytte statustallene fra 1984/85 i stedet for egentlige prognosetal, vil dog formentlig være mindre end den generelle usikkerhed på affaldskortlægningens mængder. Det kan diskuteres, hvor pålidelige affaldskortlægningens resultater er, idet disse i højere grad har været baseret på en opgørelse af kildeenheder multipliceret med specifikke enhedsmængder (erfaringstal) end en opgørelse af faktiske mængder. Det ligger imidlertid uden for arbejdsgruppens opgave at vurdere dette spørgsmål nærmere. Affaldskortlægningens mængdeangivelser er således anvendt i rapporten, men man må konstatere, at mængderne i praksis kan variere væsentligt i forhold til kortlægningens opgørelser

De samlede affaldsmængder i Danmark udgjorde 4,7 mill. tons i 1984/85 (tabel 4.1) (excl. specialaffald som slam, slagter og flyveaske o.l.). Affaldsmængdens fordeling på affaldstyper er vist i tabel 4.2. Der er generelt stor usikkerhed omkring disse tal. F.eks. skønner andre kilder, at mængden af bygge-, anlægs- og nedrivningsaffald snarere er 2-3 gange den kortlagte mængde, samt at der er 20-30% mere brændbart erhvervsaffald.

Tabel 4.2: Affaldsmængde fordelt på affaldstype 1984/85.

Kilde: Amternes sammenfatning af affaldskortlægningen.

	1000 tons
Dagrenovation	1.215
Haveaffald	353
Storskrald	125
Handels- og kontoraffald	496
Affald fra fremstillingsvirksomhed	1.955
Bygge-, anlægs- og nedrivningsaffald	566

Fordelingen af visse enkeltmaterialer i affaldstyperne storskrald, handels- og kontoraffald samt industriaffald (pap, papir, plast, glas og metal) er vist i tabel 4.3. Disse affaldstyper udgør knap 60% af den samlede affaldsmængde.

Tabel 4.3: Materialer fra affaldstyperne handels- og kontoraffald, industriaffald og storskrald. 1984/85.

Kilde: Amternes sammenfatning af affaldskortlægningen.

AMT	PAP/PAPIR	1000 tons		
		PLAST	GLAS	METAL
Hovedstadsomr.	246	27	29	84
Vestsjælland	29	4	5	16
Storstrøm	33	4	5	18
Bornholm	3	0	0	0
Fyn	37	5	4	48
Sønderjylland	17	3	2	12
Ribe	23	4	2	26
Vejle	36	4	2	16
Ringkøbing	27	4	2	30
Aarhus	72	9	4	33
Viborg	19	4	2	14
Nordjylland	41	7	5	66
I alt	583	75	62	363

I tabel 4.4 er den nuværende genanvendelse for de pågældende materialer og affaldstyper opgjort. Da affaldskortlægningen ikke giver mulighed for at opgøre den eksisterende genanvendelse for de forskellige affaldstyper og materialer amtsvis, er det ikke muligt at opgøre potentialet for sortering på anlæg fordelt på amter. I tabel 4.4 er det forsøgt skønnet, hvad de nye genanvendelsesinitiativer kan betyde for de genanvendte mængder af materialerne.

Tabel 4.4: Nuværende og fremtidig genanvendelse i Danmark.

MATERIALETYPE	GENANVENDELSE			
	NUVÆRENDE		FREMTIDIG	
	UDVALGTE AFFALDSTYPER <sup>1)</sup>	I ALT	UDVALGTE AFFALDSTYPER <sup>1)</sup>	I ALT
Pap og papir /12//17/	280 2)	382	300-340 3)	360-400
Plast (polyetylen) /12/	4	4	6	6
Glas /13/	48 4)	78	48	78
Jern /14/	600-700 4)	600-700	600-700 4)	600-700
Andre metaller	1-2 4)	1-2 4)	1-2 4)	1-2 4)

## NOTER:

- 1) Handels- og kontoraffald, industriaffald og storskrald.
- 2) 1986-tal.
- 3) 1996-tal, afhængig af indsamlingsindsats og vækst i papirforbrug.
- 4) Skønnet.

Der er tale om tal med en stor usikkerhed, som følge af, at opgørelsen af genanvendelsen ikke sker systematisk efter branche/kildetype.

Genanvendelsen af pap og papir er forudsat for 85 procents vedkommende at komme fra erhverv- og industrivirksomheder /16/.

For jern bemærkes, at genanvendelsen er større end det opgjorte potentiale. Dette understreger usikkerheden i opgørelsen af affalds- og materialemængderne. Årsagen til den store usikkerhed ligger bl.a. i, at genanvendelige materialer ofte ikke er blevet registreret som affald (der genanvendes) ved kortlægningen.

### 4.3 NUVÆRENDE INDSAMLINGS- OG BEHANDLINGSMETODER

Måden hvorpå affaldet indsamles, er ofte af afgørende betydning for egnetheden af de forskellige affaldstyper til sortering.

#### **Storskrald**

Storskrald indsamles ofte på en sådan måde at materialerne sammenblandes, f.eks. med komprimatorvogn, hvorved deponering ofte bliver den eneste realistiske kvitblivningsform.

Ved indsamling på bemandede containerpladser, særskilt afhentning af genanvendelige materialer eller ved afhentning med fladvogn vil en vis grad af kildesortering være mulig, og en del af de genanvendelige materialer kan sikres til genanvendelse.

#### **Handels- og kontoraffald**

Handels- og kontoraffald indsamles typisk i containere af forskellig størrelse og afhentes med ophaler- eller komprimatorvogn.

Det genanvendelige potentiale af pap og papir er typisk stort og har de fleste steder resulteret i separate indsamlinger af dette.

Fortroligt papir makuleres enten hos affaldsproducenten eller indsamles separat i makuleringsordninger. Dog sendes stadig relativt store mængder fortroligt papir til forbrænding.

Offentlige institutioner og kontorer afviger ikke fra traditionelle kontorvirksomheder, hvad angår affalds- og genanvendelsesmønster, dog undtaget at offentlige institutioner og kontorer fra 01.01.1988 skal have etableret genanvendelsesordninger for papir og pap, /6/.

Handels- og kontoraffald består langt overvejende af brændbare materialer, hvorfor affaldsforbrænding vil være en velegnet behandlingsmetode. I områder uden kapacitetsproblemer på lossepladserne eller med meget store transportafstande til affaldsforbrændingsanlæg vil handels- og kontoraffald blive deponeret på kontrollerede lossepladser.

#### **Affald fra fremstillingsvirksomheder, industriaffald**

Affald fra fremstillingsvirksomheder indsamles typisk i containere af forskellig størrelse. Affald fra denne kilde kan være en blanding af brændbare, ikke-brændbare og genanvendelige materialetyper, afhængig af virksomhedernes forhold og de lokale affaldsbehandlingsforhold. Hvor kapacitetsproblemer på affaldsforbrændingsanlæg har resulteret i delvis afvisning af

affald fra fremstillingsvirksomheder (kvoteordninger), er dette affald ofte ført til deponering på kontrolleret losseplads.

Normalt vil dagrenovationslignende affald være reguleret af kommunens dagerenovationsregulativ (for eksempel kantineaffald) og vil derfor skulle bortskaffes særskilt. Kan virksomhedens øvrige affald behandles samme sted som dagrenovationen, for eksempel på et affaldsforbrændingsanlæg, ses det ofte, at virksomheden får tilladelse til at håndtere alt affald samlet som dagrenovation.

#### 4.4 FREMTIDIG AFFALDSHÅNTERING

Som det fremgår af kapitel 1, er der allerede sket, og vil yderligere ske, en række ændringer i affaldssektoren. Efter at genanvendelse i bred forstand er blevet prioriteret højest i fremtidens affaldsbehandling, er der til dato fremkommet en række regler, der skal stimulere den fremtidige genanvendelse. I 3 bekendtgørelser udstedt ved årsskiftet 1986/87, er kommunerne med henblik på genanvendelse blevet pålagt fra senest 1. januar 1990 at sikre, at

- papir og glas fra private husstande bliver indsamlet /7/,
- pap og papir fra handelsvirksomheder bliver indsamlet /8/, samt
- madaffald fra storkøkkener bliver indsamlet /9/.

Kommunerne skal således sikre, at indsamlingsordningerne etableres, og at bekendtgørelsernes intentioner efterleves. Kommunerne kan dog vælge ikke selv at forestå indsamlingerne, men i stedet enten udlicitere disse eller blot fastsætte krav i et regulativ, som virksomheder/transportører er forpligtet til at overholde (eventuelt baseret på godkendte eller autoriserede vognmænd).

Som tidligere nævnt er et cirkulære om offentlige institutioners genanvendelse af pap og papir trådt i kraft den 1. januar 1988, /6/. Et udkast til bekendtgørelse om forsorтерingsanlæg har været under forhandling indtil ved årsskiftet 87/88, hvor miljøministeren har trukket bekendtgørelsesudkastet tilbage, indtil bl.a. en række arbejdsmiljømæssige forhold omkring affaldssektoren generelt er afklarede, /3/ og /16/. Langt mere vidtrækkende betydning for fremtidens affaldshåndtering kan et udkast til bekendtgørelse om affald imidlertid få, /10/. Bekendtgørelsesudkastet forhandles i øjeblikket og indeholder blandt andet en kommunal pligt til at anviser behandling for samtlige affaldstyper samt en pligt for affaldsproducenter til at benytte anviste behandlingsanlæg.

For at sikre en rationel drift af de respektive affaldsbehandlingsanlæg vil kommunerne og/eller de fælleskommunale affaldsbehandlingselskaber have en interesse i at styre affaldsstrømmene helt fra indsamlingsleddet.

Bekendtgørelsesudkastet indeholder således en hjemmel til at forlange, at affaldet i produktionsleddet opdeles hensigtsmæssigt i forhold til den efterfølgende behandling, hvad enten denne er deponering, affaldsforbrænding eller genanvendelse.

Med disse bekendtgørelser vil affaldssektoren i løbet af nogle år komme til at fremstå som en af de mest gennemregulerede sektorer på miljøområdet.

Konsekvensen af ændringerne i lovgivningen på affaldsområdet må antages at blive, at både indsamlings- og behandlingsmønsteret ændres. Tendensen er i øjeblikket, at kildesortering vil blive mere udbredt. Kvalitetskravene til de returmaterialer, som skal oparbejdes peger på, at en forøget kildesortering er nødvendig, hvis genanvendelsen skal øges yderligere. Det må dog forudses, at der vil være affaldsproducenter, der som følge af størrelse, produktion, affaldstyper og -mængde, beliggenhed, økonomi, m.v. ikke kan indgå i et kildesorteringssystem, og derfor vil "producere" blandet affald til behandlingssystemet. Dette kan i visse tilfælde omfatte affald med et relativt højt potentiale af genanvendelige materialer. Sådanne virksomheder kan være relevante at inddrage i systemer, hvor virksomheden i stedet separerer visse materialer, som indsamles og efterfølgende sorteres på et anlæg.

På affaldsbehandlingssiden vil man i mange år endnu skulle basere sig på de traditionelle metoder, deponering og forbrænding. Da det generelt bliver stadig vanskeligere at finde lokaliteter, hvor man kan etablere kontrollerede lossepladser, må det forventes, at kravene til hvilke affaldstyper, man vil modtage på disse, gradvis blive skærpet. I og omkring de større byer ses således nu en tendens til, at det bliver mere og mere vanskeligt at bortskaffe brændbart affald ved deponering. Dette understreger behovet for, at affaldet opdeles ved kilden i forhold til den efterfølgende affaldsbehandling. Men også på affaldsforbrændingsanlæggene bliver kravene til det behandlede affald skærpet. For at mindske forbrændingsanlæggenes emission må man være kritisk over for hvilket affald, der behandles på anlæggene, (/11/). Dette vil ligeledes kunne gøre en vis grad af sortering ved kilden af affaldet nødvendig for at undgå store emner eller særlige problemstoffer som f.eks. klorholdigt plast i affaldet.

#### 4.5 FREMTIDIGE AFFALDSMÆNGDER TIL SORTERINGSANLÆG

Prioriteringen af genanvendelsen i den fremtidige affaldshåndtering og de konkrete tiltag, der allerede er eller vil blive taget, betyder ændringer i affaldsstrømmene. Det er imidlertid vanskeligt at forudsige, hvor meget genanvendelsesinitiativerne vil betyde for mængden af affald, som skal behandles på traditionelle behandlingsanlæg (deponering, forbrænding). Her spiller også usikkerheden om de fremtidige mængder og affaldets fremtidige sammensætning ind. Det spiller også en rolle, at den statslige regelfastsættelse lægger op til, at der lokalt på kommuneniveau skønnes, hvilken genanvendelsesindsats, der vil være rimelig. På amtsniveau kan de styringsmuligheder, der formelt ligger i udarbejdelsen af affaldsredegørelsen, udnyttes til at fastlægge bindende retningslinier for kommunernes aktiviteter.

Omfanget og arten af de initiativer, der vil blive taget på amtsligt og kommunalt niveau, må forudses at variere fra region til region og vil sandsynligvis afspejle størrelsen af de hidtidige affaldsproblemer. Således kan det forventes, at de regioner, der tidligere har haft de mest presserende affaldsproblemer, tilsvarende til være motiverede for de mest vidtgående initiativer.

I tabel 4.4 blev angivet et skøn over genanvendte mængder, baseret på realiseringen af flere nye initiativer med baggrund i bekendtgørelserne. Dette efterlader et restpotentiale (differencen mellem de opgjorte mængder af de enkelte materialer og den skønnede genanvendelse, jf. tabel 4.4), som er anført i tabel 4.5 for affaldstyperne handels- og kontoraffald, industriaffald og storskrald, og som det teoretisk kunne være muligt at genvinde efter behandling på et sorteringsanlæg:

Tabel 4.5: Teoretisk restpotentiale til sortering på centrale anlæg

Pap og papir	ca. 300.000 tons/år
Plast	ca. 35.000 tons/år
Glas	ca. 0 tons/år
Metal	ca. 0 tons/år

Det er ikke muligt at fordele disse mængder amtsvis. Man vil ikke umiddelbart kunne "fordele" restpotentialet på amterne i forhold til f.eks. fordelingen af affaldsmængderne. Dette skyldes bl.a. de højere genanvendelses-



procenter i de større byområder som følge af muligheden for en mere rationel indsamling af returmaterialer her samt ofte større affaldsbehandlingsproblemer. Ligeledes er der store forskelle mellem landets amter, da omfanget af eksisterende genanvendelsesordninger i disse varierer meget.

Det vil ikke i praksis være muligt at genvinde hele dette restpotentiale (spredte kilder, indsamlingsøkonomi). Det vurderes bl.a., at der ikke vil være hverken glas- eller metalmængder af betydning at indsamle fra de aktuelle affaldskilder, idet de eksisterende genanvendelsesordninger indsamler den væsentligste del af potentialet i dag. Derimod vil der være et restpotentiale i husholdningsaffaldet samt i affaldet fra bygge/anlægssektoren (nedrivning).

For pap/papir og plast gælder, at fremtidige kildesorteringssystemer, bl.a. som følge af lovkrav, vil reducere restpotentialet. Hvor meget, vil afhænge af efterspørgsel og priser på disse returmaterialer. Denne reduktion vil naturligvis afhænge af den kommende efterspørgsel og prisudvikling på returmaterialerne. Det skønnes, at kildesorteringssystemerne vil kunne bringe mængden af pap/papir og plast i storskrald og erhvervsaffald ned i en størrelsesorden på 100-200.000 tons tørt pap/papir og 25-50.000 tons plast. Herefter vil et bud på, hvor stor en mængde, der kan sorteres fra på centrale anlæg være 50-100.000 tons pap/papir, idet den resterende del enten vil forekomme for spredt eller være af en dårlig kvalitet og som evt. ikke kan genanvendes (coated, limet, fødevarekontamineret m.v.).

Et forsøg på at sortere endnu større pap/papirmængder fra, vil sandsynligvis medføre en væsentlig stigning i de marginale omkostninger og en uacceptabel reduktion af kvaliteten.

I dag begrænser den relativt beskedne behandlingskapacitet og efterspørgselsmulighederne en forøget genanvendelse af kildesorteret polyetylen. På pap/papir området er situationen mere uklar, idet der foreligger planer for kapacitetsændringer på eksisterende papirfabrikker, samt planer for etableringer af nye produktioner (gråpapir, kartonfabrik).

Uanset om materialerne kildesorteres eller sorteres fra blandede materialer, vil det overordnet være afsætningsmulighederne (markedsbestemte eller "kunstige"), der betinger, om materialerne genanvendes.

## 5. FORSLAG TIL TEKNISKE LØSNINGER - INDSAMLING OG ANLÆG

I afsnittet gennemgås arbejdsgruppens forslag og anbefalinger vedr. krav til affaldet, sorteringsanlæggene og de genvundne materialer.

### 5.1 AFFALDET

Affaldstyper, som det kan være relevant at tilføre et sorteringsanlæg, er:

- Handels- og kontoraffald.
- Visse dele af storskrald.
- Industriaffald.
- Visse dele af husholdningsaffaldet i øvrigt (kildesorterede eller kildeseparerede tørre, genanvendelige materialer)
- Visse dele af affaldet fra bygge- og anlægsvirksomhed, herunder nedrivning (kildesorterede eller kildeseparerede tørre, genanvendelige materialer).

For at affald kan behandles på et sorteringsanlæg, må det opfylde følgende krav:

- Affaldet må ikke indebære en uacceptabel belastning af arbejdsmiljøforholdene.
- Potentialet af genanvendelige materialer skal være tilstrækkeligt højt.

For de sorterede materialer må samtidig gælde, at:

- Materiale kvaliteten skal opfylde kravene fra genvindingsindustrien.

De tre krav hænger indbyrdes sammen, og det kan være vanskeligt entydigt at identificere, hvad der er konsekvenser og forudsætninger for hinanden. Opnåelse af en høj materialekvalitet vil i dag forudsætte en vis manuel sortering. Samtidig vil det også forudsætte, at de materialer, der skal sorteres, er rimeligt rene. Det vil sige uden forurening med andet affald (for eksempel kantineaffald i en container med overvejende papemballage), idet madaffald, andet vådt affald, m.v. kan bevirke, at de genanvendelige materialers kvalitet bliver for dårlig i forhold til genvindingsindustriens krav. Denne forurening med andet affald kan give store arbejdsmiljøproblemer for sorteringspersonalet. Både arbejdsmiljøet og materialekvaliteten taler

således for, at der kun sorteres materialer på sorteringsanlæggene, der i så høj grad som muligt er sorteret ved kilden. Genvindingsindustrien har som tidligere nævnt tilkendegivet, at den kun vil modtage materialer, der er fremkommet ved kildesortering, /19/, ligesom kvalitetskravene til de leverede returmaterialer generelt er blevet skærpet inden for det sidste par år. Der pågår desuden for tiden en række forsøg med sortering (Vejle, Bornholm, AFAV, København), hvor bl.a. arbejdsmiljøet er genstand for stor opmærksomhed.

Det må således anses for at være et ufravigeligt krav, at det affald eller de materialer, som vil skulle behandles på et sorteringsanlæg,

- ikke indeholder vådt affald,
- ikke er støvende,
- ikke indeholder problemaffald, (olie og kemikalier),
- ikke indeholder materialer med særlige hygiejniske problemer, som f.eks. tissues (bleer, hygiejnebind, m.v.),
- ikke indeholder organisk affald (f.eks. madrester),
- ikke indeholder medicinrester, kanyler m.v.

Dette betyder igen, at det kun er dele af de i afsnittets start nævnte affaldstyper, som kan tilføres et sorteringsanlæg.

Generelt er sortering af kildeseparerede materialer indeholdende glas problematisk. Noget glas vil knuses ved enhver omlastning og håndtering i øvrigt og derved kunne give anledning til store problemer på sorteringsanlægget såvel personalemæssigt som maskinelt.

I nogle af de førnævnte forsøg skal arbejdsmiljøforholdene undersøges i forbindelse med sortering af fraktioner, der bl.a. også omfatter glas. Indtil der foreligger resultater fra disse forsøg er det arbejdsgruppens opfattelse, at glas fra private husstande i stedet bør indsamles i de eksisterende kildesorteringssystemer, f.eks. flaskecontainere. Også for erhvervsvirksomheder vil kildesortering være løsningen, da større mængder glasaffald fra erhvervsvirksomhederne typisk kun forekommer på relativt få virksomheder, hvorfra kildeindsamling nemt og med fordel kan etableres. Det bemærkes, at kildeindsamling af glas generelt, økonomisk set, kan hvile i sig selv.

## 5.2 SIKRING AF AFFALDSKVALITETEN

Myndighederne vil ved

- regulativer for affaldsindsamling og affaldsbehandlingsanlæg,
- takstfastsættelse, og
- regulering af affaldsafgiften,

kunne stimulere en kildesortering/-separering af affaldet, hvilket igen er en forudsætning for, at sorteringsanlæggene kan fungere. Det bemærkes, at der er tale om myndigheder på flere niveauer.

Det vil være myndighedernes opgave at fastlægge disse regler i regulativer samt i et vist omfang sørge for, at reglernes overholdelse bliver kontrolleret (og eventuelle overtrædelser sanktioneret). Der vil typisk være tale om at fastsætte regler for, hvorledes husstande og virksomheder skal opdele deres affald med henblik på den efterfølgende indsamling og behandling. Her er det vigtigt at sikre, at materialer eller fraktioner, som efterfølgende skal sorteres, ikke er forurenet, f.eks. af madaffald, hvad enten der er tale om to sammenblandede materialer, som skal adskilles ved den efterfølgende sortering (eksempelvis plast og pap/papir), eller om der er tale om et enkelt materiale, hvor den efterfølgende sortering blot skal sikre fjernelse af enkelte uønskede kvaliteter af det pågældende materiale (eksempelvis fjernelse af coated papir og/eller plast fra blandet papir).

Ud over det regulativmæssige vil myndighederne samtidig kunne stimulere en forøgelse af den affaldsmængde, der kan bortskaffes ved genanvendelse, gennem en hensigtsmæssig takstfastsættelse, d.v.s. ved at affaldsproducenten "belønnes" takstmæssigt for selv at udføre et sorteringsarbejde.

En eventuel forhøjelse af affaldsafgiften må forventes at ville stimulere en forøget benyttelse af kildesorterings/kildesepareringsystemer. Man må dog gøre sig klart, at meget store forskelle i behandlingsafgift for forskellige affaldstyper øger risikoen for misbrug af de systemer, der forudsætter rene, genanvendelige materialer og som følge deraf har de laveste behandlingstakster.

Kontrolfunktionen i forbindelse med afhentning af affald og modtagelse af affald på behandlingsanlæggene vil således blive et vigtigt led i opnåelse af rene og sorteringsegne materialekvaliteter. Imidlertid vil denne kontrol først få en mærkbar effekt på renheden af materialerne til sortering/genanvendelse, hvis den følges op af passende sanktionsmuligheder (afvisning af pågældende leverance, etc.).

Sikringen af materialekvaliteten er principielt lige vigtig, hvad enten der er tale om leverancer, der skal sorteres eller leveres direkte til genvindingsindustrien.

Disse forhold kan sammenfattes i en række krav til affaldsproducenten, som kunne fastlægges som bestemmelser i affaldsregulativerne. Nogle af kravene må karakteriseres som meget vidtrækkende, og andre vil være vanskelige at administrere.

Krav til affaldsproducent:

- \* Affaldet skal være kildesorteret/-separeret.
- \* Affaldet skal være tørt.
- \* Affaldet må ikke indeholde glas eller skærende/stikkende emner.
- \* Affaldet må ikke indeholde dagrenovationslignende affald eller rester heraf.
- \* Affaldet skal ledsages af en deklaration med oplysning om materialesammensætning og oprindelsessted.

Inden der kan tages endelig stilling til, hvilke materialer der kan indgå i en sorteringsegnet fraktion, må de igangværende arbejdsmiljøundersøgelser (Vejle, Odense, Bornholm, Skive) færdiggøres og afrapporteres, så erfaringerne herfra kan udnyttes. Ligeledes bør erfaringerne fra de generelle arbejdsmiljøprojekter, der enten er afsluttet, /17/, eller igangsat (Teknologisk Institut) indgå i overvejelserne.

### 5.3 ARBEJDSMILJØ

Arbejdsmiljøforholdene er endnu uafklarede på sorteringsanlæggene, men der er udført og udføres målinger og undersøgelser, /17/, til belysning af disse forhold.

Det har ligget uden for arbejdsgruppens opgave at undersøge de arbejdsmiljømæssige forhold.

Fra den udførte undersøgelse, /17/, kan det fremhæves, at man ikke på det foreliggende grundlag kan konkludere endeligt, hvorvidt det af arbejdshygiejniske grunde bør frarådes eller skal accepteres at håndsortere på kildesorterede, kildeseparererede materialer eller kildeseparererede materialer med indhold af plast, metal, hård plast, m.v. Dette kræver yderligere arbejdshygiejniske undersøgelser, som ifølge rapporten bør iværksættes hurtigst muligt. Det fremhæves i rapporten, at der ved kildesortering er en større

sandsynlighed for rene materialer end ved sammenblanding af flere materialer. Samtidig konkluderes det, at håndsortering af kildesorterede materialer indebærer mindre kontakt med affaldet end med sammenblandede materialer. Dette vil medføre mindre risiko for sundhedsskadelig påvirkning ved sortering på kildesorterede materialer.

#### 5.4 SORTERINGSANLÆGGENES FUNKTION

I lyset af de praktiske begrænsninger (arbejds miljø og krav til materialekvalitet) vil sorteringsanlæggenes funktion blive:

- At kontrollere indsamlede kildesorterede/kildeseparerede materialer, d.v.s. kontrollere, at der ikke er uacceptable forureninger med f.eks. organisk affald. Kontrollen kan danne baggrund for en afvisning af læs på sorteringsanlægget, idet de aflæssede materialer ved en hensigtsmæssig udformning af anlægget vil kunne bedømmes visuelt, uden at personalet behøver at komme i direkte kontakt med affaldet/materialerne.
- At sortere kildeseparerede materialer (afhængig af arbejdsmiljøvurderingen).
- At efterse kildesorterede enkeltmaterialer, herunder fjerne uønskede materialekvaliteter og fremmede materialer (i mindre omfang).

Med hensyn til sortering af blandinger af forskellige materialer vil det kunne komme på tale at sortere kildeseparerede fraktioner i enkeltmaterialer. Derimod vil en egentlig sortering af blandet affald på grund af arbejdsmiljøproblemer (skærende, støvende og toksisk affald, etc.) og et højt krav til materialekvalitet næppe kunne realiseres.

Af såvel produktivitetshensyn som arbejdsmiljøhensyn vil anlæg, der sorterer flere fraktioner af genanvendelige materialer, formentlig skulle have en række mekaniske separationsenheder. Materialerne skal i alle tilfælde omvælttes for at løsne dem, og for at disse kan tilføres sorteringsdelen med den rette hastighed. Det første, der evt. skal fjernes fra de indgående materialer, vil være jern, som kan fjernes med en magnetseparator. Dette bør ske umiddelbart efter fødningsen på båndet. Meget store jernemner bør fjernes før båndet. Inden den manuelle sortering bør de tilførte materialer gennemblæses og/eller rystes under velkontrollerede forhold for at fjerne det uundgåelige støv, som vil være i de tilførte materialer, og som kan give arbejdsmiljømæssige problemer.

Det anbefales, at man indtil videre ikke planlægger at indsamle glas sammen med andre materialer, da det ellers vil være nødvendigt at fjerne glasskårerne før det manuelle sorteringsafsnit. Dette vil kunne gøres på et rystesold, hvad angår de mindre glasstykker og -skår. Der vil som tidligere nævnt blive udført forsøg på sorteringsanlæg med sortering af kildeseparerede materialer, bl.a. indeholdende glas, som vil vise, hvilke konsekvenser dette kan medføre.

Resten af sorteringen vil med det nuværende teknologiske stade skulle ske manuelt for at kunne overholde kravene til materialekvalitet. Det vil være muligt at sortere i en eller flere papirkvaliteter samt polyetylen, afhængigt af hvorledes sorteringsbåndet udformes. Andre mekaniske, pneumatiske og eventuelt hydrauliske enhedsoperationer til at sortere og adskille materialerne kan overvejes, men erfaringerne med eksisterende højteknologiske anlæg viser, at materialekvaliteten derved ikke bliver tilstrækkelig god. Det skal dog bemærkes, at de hidtil kendte højteknologiske anlæg har været baseret på blandet affald og ikke kildesorterede/kildeseparerede materialer. Det kan derfor ikke afvises, at der maskinelt vil kunne opnås en tilfredsstillende sortering af visse materialer, eventuelt i form af en grov indledende sortering.

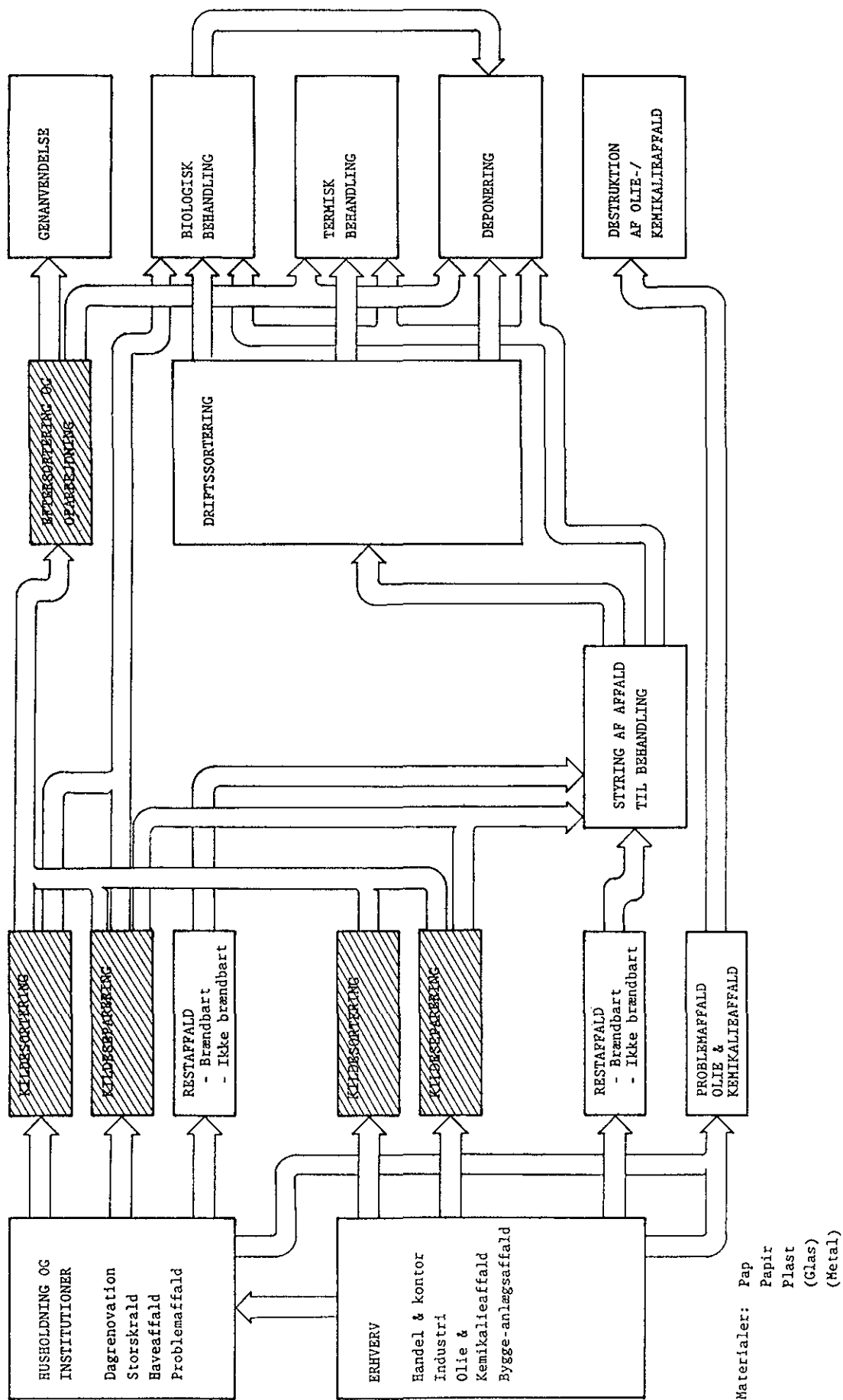
Er der tale om anlæg, der udelukkende skal kontrollere kvaliteten af de kildesorterede materialer og eventuelt sikre fjernelse af uønskede kvaliteter i mindre mængder, vil anlægget oftest være baseret på en manuel sortering, men maskinel sortering kan komme på tale, hvis der er tale om "forureninger", hvor specifikke fysiske egenskaber kan udnyttes.

I figur 5.1 er affaldsstrømmene samt de dele af strømmene, for hvilke sortering på anlæg med henblik på genanvendelse vil kunne komme på tale, vist oversigtsmæssigt. Figurens skraverede "affaldstyper" svarer til arbejdsgruppens opfattelse af sorteringsegne affaldstyper. Den i affaldsstrømmen indpassede sorteringsfunktion: "eftersortering og oparbejdning" (rastet) er den af arbejdsgruppen anbefalede sorteringsform.

## 5.5 ØKONOMI

Økonomien i forbindelse med sortering skal ses i sammenhæng med det overordnede formål med sorteringen. Således kan økonomien for anlæg, hvis formål er generel sortering eller driftssortering, ikke umiddelbart sammenlignes med genanvendelsessortering, som er temaet i denne rapport. For et sammendrag af økonomien i eksisterende danske anlæg henvises til tabel 3 i bilag 3: "Eksisterende sorteringsanlæg". Der kan ikke udtrages generelle tal for anlæggenes driftsøkonomi, da datagrundlaget er for spinkelt.

# Affaldsstrømme





## 5.6 KAPACITETSUDNYTTELSE OG ANLÆGSSTØRRELSE

Det er naturligvis vigtigt for et sorteringsanlægs kapacitetsudnyttelse, at de tilførte mængder svarer til, hvad anlægget er dimensioneret til.

Kontaminering af de materialer, der tilføres sorteringsanlægget, herunder andet affald, vil betyde et tidsmæssigt merforbrug i sorteringsprocessen og vil derfor reelt nedsætte anlæggets kapacitet.

Man bør især fokusere på forholdet mellem et anlægs kapacitet og det genanvendelige potentiale, således at anlægsstørrelsen står i rimelig proportion til det genanvendelige potentiale inden for anlæggets naturlige opland. Således kan det meget vel være, at eventuelle nye sorteringsanlæg med fordel kan etableres i et fællesskab mellem mindre affaldsbehandlingsanlæg eller hos de større fælleskommunale affaldsselskaber.

Det vil være vanskeligt umiddelbart at fastsætte en fælles nedre grænse for, hvornår der skal etableres sorteringsanlæg. En lang række lokale forhold spiller ind, bl.a. transportafstande, det genanvendelige potentiale, allerede foretagne investeringer i sorteringsanlæg, lokale kildesorteringsinitiativer, etc. Ud fra de indhentede erfaringer må det anbefales, at der som et minimum ikke etableres sorteringsanlæg, der tilføres mindre end i størrelsesordenen 5-7.000 tons/år pr. skift. Mindre anlæg vil være uøkonomiske som følge af, at anlægsinvesteringerne i forhold til den behandlede mængde bliver for høje. Det er bl.a. udnyttelsen af den hydrauliske presse, som må anses for et nødvendigt maskinelt udstyr for at kunne opnå en rationel transport af materialerne fra sortrings/efterbehandlingsanlæggene til genvindingsindustrierne.

Som tidligere nævnt vil der ikke blive behov for et større antal anlæg. I kapitel 4 er det opgjort, at "restpotentialet" for materialer, der ville kunne tilføres sorteringsanlæg, vil være i størrelsesordenen:

- Ca. 50-100.000 tons pap/papir (i formodentlig dårligere kvaliteter).
- Ca. 25-50.000 tons plast, heraf 12-17.000 tons polyethylen.

Ud af plastpotentialet kan kun polyetylen i dag genanvendes i væsentligt omfang.

I modsætning til papir, hvor der regnes med, at gennemsnitligt 40% af potentialet vil være egnet til genvinding, regnes der med, at kun 10-15% af polyetylenpotentialet (folier-PELD) fra erhvervsvirksomheder kan genvindes, /18/.

Genanvendelse af PELD vil således i Danmark yderligere kunne omfatte 10-15.000 tons, uden at kvaliteten derved skulle forringes. Denne yderligere genvinding vil dog kræve en udvidelse af behandlingskapaciteten i branchen.

### 5.7 AFSÆTNING AF RETURMATERIALER

Såvel omkostningerne ved at samle restpotentialer ind som materialekvaliteten gør spørgsmålet om afsætningsmulighederne særdeles relevant. Der er i øjeblikket næppe egentlige afsætningsproblemer, idet den danske genvindingsindustri kan opsuge de mængder, som fremkommer. Bl.a. på papirfabrikkerne er der aktuelle planer om at udvide produktionskapaciteten baseret på returmaterialer, ligesom der er overvejelser om helt nye produktioner (gråt papir, emballagekarton). Endelig vil der være gode muligheder for at afsætte en række returmaterialer til udlandet. Afsætningen af returmaterialerne udgør derimod et økonomisk problem, idet værdien af de genanvendte materialer, på nær enkelte undtagelser, hidtil ikke har kunnet dække de omkostninger, der er forbundet med indsamling og sortering af materialerne.

Der vil derfor være behov for at få stimuleret økonomien for de genanvendelsestiltag, der er ønsket ud fra en overordnet politisk målsætning. Priserne på returmaterialer skal forøges væsentligt, hvis materialesalget skal kunne dække sorterings- og indsamlingsomkostningerne. Der er ikke meget, der tyder på, at markedspriserne på returmaterialerne vil ændre sig drastisk i opadgående retning, selvom priserne har været voksende i 2. halvår 1988. En nærliggende mulighed for at påvirke prisdannelsen vil være enten at pålægge råvarer en afgift eller forøge affaldsafgiften. Herved gøres genanvendelse økonomisk mere attraktivt.

## 6. LITTERATUR OG REFERENCER

- /1/ Miljøstyrelsen. Affaldsredegørelse. Miljøstyrelsens redegørelse nr. 1/87. København.
- /2/ Miljøstyrelsen. Begrænsning af forurening fra affaldsforbrænding. Miljøstyrelsen. Vejledning nr. 3/1986. København.
- /3/ Miljøstyrelsen. Udkast til bekendtgørelse om forsortering af affald, der tilføres lossepladser og affaldsforbrændingsanlæg. November 1986.
- /4/ Miljøministeriet. Cirkulære om kortlægning af og redegørelse for affaldsbortskaffelse. Miljøstyrelsens cirkulære af 25. marts 1985. København.
- /5/ DAKOFA. Elfremstilling ved affaldsforbrænding. September 1988. Rapport nr. 2/1988.
- /6/ Miljøministeriet. Cirkulære om indsamling af papiraffald fra offentlige institutioner og kontorer. Miljøministeriets cirkulære nr. 116 af 20. juni 1987. København.
- /7/ Miljøministeriet. Bekendtgørelse om kommunale indsamlinger af genanvendelige materialer og produkter fra private husstande. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 881 af 11. december 1986. København.
- /8/ Miljøministeriet. Bekendtgørelse om kommunale indsamlinger af genanvendelige materiale og produkter fra erhvervsvirksomheder. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 882 af 11. december 1986. København.
- /9/ Miljøstyrelsen. Cirkulære om indsamling af madaffald fra storkøkkener. Miljøstyrelsens cirkulære nr. 30 af 23. december 1986. København.
- /10/ Miljøministeriet. Udkast til bekendtgørelse om affald.
- /11/ Miljøstyrelsen. Affaldsudvalgets betænkning. Betænkning nr. 1/1988. København.

- /12/ Danske papirfabrikkers skønnede returpapirforbrug. Dansk Returpapir & -plast. 1987.
- /13/ Gendan-nyt nr. 74/26. Januar 1988.
- /14/ Flemming Adstofte, Genanvendelsesbrancherådet. Pers.com.
- /15/ Miljøstyrelsen. Udskydelse af bekendtgørelse om forsortering af affald. Brev af 21. januar 1988.
- /16/ Kommunenes Landsforening. Erfaring med genbrug. Kommuneinformation, 1987.
- /17/ Claus Petersen, Arbejdsmiljø ved sorteringsanlæg, juni 1988. Kortlægning af arbejdsmiljø foretaget for SiD af Gendan a/s.
- /18/ Replast.
- /19/ Dir. Jørgen Katholm, Grenå Pap.  
- DAKOFA Affaldsdag 88/1. 7 marts 1988.  
- Gendan konferencen 1987.
- /20/ Affald 2000. Miljøministeriet, marts 1988.



**BILAG 1****UDKAST TIL BEKENDTGØRELSE OM FORSORTERINGSANLÆG**

Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

Kontor

Dato

Journalnr.

Genanvendelse

16. marts 1987

86-1012-38

Ref.

Til de på vedlagte  
liste anførte.

LF/ELB/CN

Vedr. bekendtgørelse om forsortering af affald.

Ved ændringen af Miljøbeskyttelsesloven i juni 1986 vedtog folketinget, at der skal fastsættes regler om pligt til at etablere forsorteringsanlæg på lossepladser og forbrændingsanlæg.

Af Miljø- og Planlægningsudvalgets betænkning i forbindelse med ændringen af loven fremgår, at forpligtelsen i første omgang bør gælde de lossepladser og forbrændingsanlæg, der modtager over 10.000 tons affald pr. år.

Vedlagt fremsendes udkast til bekendtgørelse om forsortering af affald, der tilføres lossepladser og affaldsforbrændingsanlæg.

Ifølge udkastet skal disse anlæg senest 1. januar 1990 have etableret forsorteringsanlæg og iværksat forsortering af handels-, kontor- og industriaffald.

Forsorteringsanlæg har til formål centralt at udtage materialer fra en affaldsstrøm til genanvendelse. Typisk vil det bestå af et simpelt system af transportbånd, hvorfra som minimum pap, papir og plast af en teknisk genanvendelig kvalitet sorteres manuelt.

Forsortering med henblik på genanvendelse kan eventuelt kombineres med den forhåndtering af affaldet før forbrændingen, der anbefales foretaget for at begrænse udslippet af bl.a. dioxin fra affaldsforbrændingsanlæg, jfr. Miljøstyrelsens vejledning 3/1986 om begrænsning af forurening fra affaldsforbrændingsanlæg.

Der gøres dog opmærksom på, at de to formål stiller hver sine specielle krav til sorteringsudstyret.

Det bemærkes, at der kan dispenseres fra pligten til at etablere forsorтерingsanlæg, hvis lossepladsen/forbrændingsanlægget skal nedlægges inden 1995 eller hvis det skønnes hensigtsmæssigt på grund af affaldets sammensætning.

Det sidste kan være tilfældet, hvis anlægget ikke modtager handels-, kontor- eller industriaffald eller hvis affaldet i øvrigt ikke er sorteringsegnet.

Der vil således kunne dispenseres, hvis affaldet i forvejen er blevet forsorteret. Det kan være sket enten på et egentligt forsorтерingsanlæg eller ved en effektiv kildesortering, som omfatter alle virksomheder med sorteringsegnet affald.

Bekendtgørelsen åbner mulighed for et samarbejde mellem flere affaldsbehandlingsanlæg, således at al sorteringsegnet affald i et område tilføres et fælles anlæg.

Det kan i øvrigt oplyses, at Miljøstyrelsen vil udarbejde et cirkulære om etablering af forsorтерingsanlæg.

Eventuelle bemærkninger til udkastet bedes fremsendt til Miljøstyrelsen snarest og senest 20. april 1987.

Med venlig hilsen

  
Lars Fock



## UDKAST

Bekendtgørelse om forsortering af affald, der  
tilføres lossepladser og affaldsforbrændingsanlæg.

I henhold til lov om miljøbeskyttelse, jfr. lov-  
bekendtgørelse nr. 85 af 8. marts 1985, som ændret  
ved lov nr. 329 af 4. juni 1986, § 6, nr. 3, § 62a,  
stk. 3 og § 83, stk. 3 fastsættes:

§ 1.

Lossepladser og affaldsforbrændingsanlæg, der mod-  
tager mere end 10.000 tons affald årligt skal, med  
henblik på genanvendelse og begrænsning af affald,  
senest 1. januar 1990 have etableret forsorterings-  
anlæg og iværksat forsortering af handels-, kontor-  
og industriaffald.

§ 2.

Forsorteringen skal tilrettelægges med det sigte,  
at væsentlige dele af det genanvendelige materiale  
frasorteres til genanvendelse.

Stk. 2. Affaldsbehandlingsanlæg, der har iværksat  
forsortering, jfr. § 1, skal over for amtsrådet/  
Hovedstadsrådet give en årlig redegørelse, første  
gang 1 år efter idrifttagning, for:

- 1) Den tilførte affaldsmængde.
- 2) Den tilførte mængde erhvervsaffald, mindst for-  
delt på handels- og kontoraffald samt industri-  
affald.

- 3) Art og mængde af affald, der føres gennem sorteringsanlæg.
- 4) Arten og mængden af materialer, der frasorteres til genanvendelse.
- 5) Navne og adresser på køberne af de frasorterede materialer.

Stk. 3. Miljøstyrelsen kan indkalde årlige redegørelser for de indsamlede oplysninger, jfr. stk. 2, fra amtsrådene/Hovedstadsrådet.

Stk. 4. Amtsrådet/Hovedstadsrådet kan påbyde ændringer af indretning og drift af forsoringsanlæg samt af forsoringsrutiner, såfremt de frasorterede mængder derved kan forøges væsentligt.

### § 3.

Amtsrådet/Hovedstadsrådet kan fritage en losseplads eller et affaldsforbrændingsanlæg for at etablere forsoringsanlæg, jfr. § 1, når det skønnes hensigtsmæssigt på grund af affaldets sammensætning, eller på grund af, at anlægget er planlagt nedlagt inden 1995.

Stk. 2. Amtsrådet/Hovedstadsrådet kan gøre en dispensation efter stk. 1 betinget af, at sorteringsegnet affald, der tilføres anlægget, videreføres til et forsoringsanlæg, der er placeret andetsteds.

Stk. 3. Det påhviler affaldsbehandlingsanlæg, der har dispensation efter stk. 1, at underrette amtsrådet/Hovedstadsrådet, såfremt de forhold, der begrundet dispensationen, er bortfaldet.

Stk. 4. Amtsrådet/Hovedstadsrådet kan påbyde affaldsbehandlingsanlæg, der har dispensation efter stk. 1, at give en årlig redegørelse, jfr. § 2, stk. 2.

§ 4.

Medmindre højere straf er forskyldt efter den øvrige lovgivning, straffes med bøde den, der uden amtsrådets/Hovedstadsrådets tilladelse, jfr. § 3, undlader at iværksætte forsøring efter § 1 eller undlader at indberette efter § 2.

Stk. 2. Er overtrædelsen begået af en kommune eller et kommunalt fællesskab, jfr. § 60 i lov om kommunernes styrelse, kan der pålægges kommunen eller det kommunale fællesskab bødeansvar.

§ 5.

Bekendtgørelsen træder i kraft den 1. juli 1987

**BILAG 2****DEFINITIONER OG BEGREBER ANVENDT I RAPPORTEN**

**DEFINITIONER OG BEGREBER ANVENDT I RAPPORTEN**

Der er generelt forvirring omkring brugen af definitioner og begreber i forhold til affaldshåndteringen. For at sikre en entydig forståelse af de begreber, der anvendes i denne rapport, er i bilaget opstillet definitioner på en række begreber. De i rapporten anvendte definitioner er i overvejende grad hentet fra /17/.

<b>Rene materialer</b>	Består af udvalgte affaldsmaterialer, som er: <ul style="list-style-type: none"><li>- tørre</li><li>- uden lugt</li><li>- uden urenheder, som. f.eks. organiske materialer, opfej, støv, glasskår og andre skærende genstande.</li></ul>
<b>Kildesorterede materialer</b>	Rent materiale, som er <u>sorteret</u> ved kilden. Består kun af <u>1</u> af følgende materialer, f.eks.: <ul style="list-style-type: none"><li>- rent pap</li><li>- rent papir</li><li>- rent plast</li><li>- metal</li><li>- glas</li></ul> <p>De kildesorterede materialer kan stamme både fra erhverv og husholdninger.</p>
<b>Kildeseparerede materialer</b>	Rene materialer som ved kilden er <u>separeret</u> (opdelt) i en veldefineret fraktion, bestående af enkeltmaterialer, f.eks.: <ul style="list-style-type: none"><li>- pap, papir og plast.</li></ul>
<b>Blandet affald</b>	Affald med en materialesammensætning, der <ul style="list-style-type: none"><li>- <u>ikke</u> er kildesorteret eller kildesepareret</li><li>- eller indeholder urene materialer.</li></ul> <p>Blandet affald kan stamme fra både husholdninger og erhverv.</p>

**Mekanisk separering**

En maskinel opdeling eller separation af det behandlede materiale eller affald i materialefraktionerne:

- pap, papir, plastfolie (evt. brændbart/-FAB)
- magnetisk metal
- sigterest 1 (f.eks. støv fra sigtning, hård plast, ikke magnetisk metal m.m.) - sigteresten deponeres.
- sigterest 2 (findes kun fra separationsanlæg, der behandler husholdningsaffald). På visse anlæg forsøger man at kompostere denne sigterest, men på grund af højt tungmetalindhold egner materialet sig kun til afdækningsformål (losseplads etc.)

**Mekanisk sortering**

En maskinel sortering eller forædling af materialerne, så disse optræder som rene enkeltmaterialer. Sorteringen kan f.eks. omfatte fuldstændig udsortering af papir og plastfolie i rene enkeltmaterialer.

**Håndsortering**

Manuel sortering af kildesorterede og kildesepererede materialer, således at materialerne efterfølgende kan indgå som råvarer i et forædlingsanlæg.

Håndsorteringen kan omfatte både negativ og positiv sortering (s.d.). Håndsortering kan være placeret både før og efter en eventuel mekanisk sortering.

**Positiv sortering**

Håndsortering, hvor de genanvendelige materialer (pap, papir, plastfolie) sorteres ud fra de blandede materialer. Positiv sortering finder sted på kildesepererede materialer og blandet affald.

<b>Negativ sortering</b>	Håndsortering, hvor "fremmedelementer" fjernes fra det kildesorterede materiale. Negativ sortering kan f.eks. omfatte kontrol af kildesorterede aviser.
<b>Forædlingsanlæg</b>	Manuelt-mekanisk baserede anlæg, som sorterer materialerne med henblik på forøgelse af renhedsgraden af en fraktion eller enkeltmateriale: <ul style="list-style-type: none"><li>- papir</li><li>- plast</li><li>- jern</li><li>- aluminium, m.m.</li><li>- kompost med lav tungmetalbelastning</li><li>- glassortering efter farve</li></ul>
<b>Sorteringsanlæg</b>	Fællesbetegnelse for centrale anlæg, hvor der foregår en manuel eller mekanisk sortering/separering af genanvendelige materialer.
<b>Aflæsegulv</b>	Betegnelse for aflæsningsareal for kildesorterede, - separerede materialer og blandet affald. På gulvet er der mulighed for at sprede materialerne for en yderligere inspektion. Den videre håndtering foregår ved truck eller gummiged.
<b>Silo, grav, bunker</b>	Betegnelse for aflæsningssted, hvor materialerne læsses i nedsænket modtageareal, og affaldet eller materialerne siden kan føres til behandlingsanlægget med en kran, udstyret med polygrab.
<b>Affaldshåndtering</b>	Fællesbetegnelse for både affaldsindsamling og affaldsbehandling.

**BILAG 3****EKSISTERENDE SORTERINGSANLÆG**



## EKSISTERENDE SORTERINGSANLÆG

I bilaget beskrives forskellige erfaringer og princippløsninger baseret på oplysninger fra eksisterende anlæg i Danmark, Vesttyskland og Sverige.

Driftserfaringer vurderes med hensyn til teknik, miljø, arbejdsmiljø, produktivitet, økonomi og sorteringsresultat (mængder og kvalitet).

### 1. INDSAMLEDE OPLYSNINGER OG ANLÆGSTYPER

Arbejdsgruppen har indsamlet oplysninger fra 10 danske, 5 vesttyske og 4 svenske anlæg, hvor der sorteres affald. Der er tale om vidt forskellige anlæg spændende fra højteknologiske anlæg, hvorfra der sorteres enkeltmaterialer ud fra blandede affaldstyper, til lavteknologiske anlæg med en meget stor manuel sorteringsindsats. De udvalgte anlæg behandler for fleres vedkommende affaldstyper, f.eks. dagrenovation, som ikke i øvrigt er indgået i arbejdsgruppens arbejde.

Arbejdsgruppen har dog valgt at lade samtlige danske erfaringer beskrive, idet også erfaringer med sortering af andre affaldstyper end de, som arbejdsgruppen skulle beskæftige sig med, vil kunne være nyttige i de fremtidige overvejelser. Også beskrivelser af anlæg, som først tages i brug i løbet af 1988/89 (og dermed uden driftserfaringer), er taget med for at belyse de danske initiativer.

I tabel 1 er vist en oversigt over de anlæg, som der er indsamlet oplysninger fra, herunder hvilket affald, der tilføres anlægget og hvilken "type" anlæg, der er tale om.

I tabellen er anført 6 affalds/materialer typer, som behandles på anlæggene, dagrenovationen, storskrald, handels- og kontoraffald, affald fra fremstillingsvirksomheder, bygningsaffald (ikke nedrivningsaffald) samt kildesorterede materialer. Anlæggene vil i et vist omfang kunne behandle andre affaldstyper, men de anførte vil udgøre langt den største del. Med hensyn til anlægstype, er anlæggene søgt karakteriseret inden for 3 typer.

- I mekaniske
- II mekanisk - manuelle
- III manuelle

Der vil selvfølgelig være en flydende overgang mellem typerne, men de mekaniske (højteknologiske) er karakteriseret ved, at en væsentlig del af sorteringen sker mekanisk, evt. med en vis manuel indsats for at forædle de

sorterede materialer. De lavtteknologiske anlæg er hovedsageligt baseret på den manuelle sortering, men indeholder en eller anden form for maskinelle enhedsoperationer. Selv det lavtteknologiske manuelle anlæg vil betjene sig af maskinelt udstyr i et eller andet omfang, f.eks. transport- og fødebånd.

Tabel 1: Sorteringsanlæg.

Anlægsbetegnelse	Land	Affaldstyper	Anlægstype	Noter
I/S FASAN, Næstved	DK	6	III	a
4-S, Skive, maskinsort.	DK	1,2,3,4	I	
4-S, Skive, håndsort.	DK	2,3	III	a
GMP, Odense	DK	(1),3,4	II	b
I/S Vestforbrænding	DK	3,4	III	c
I/S KARA, Roskilde	DK	3,4,5,6	III	
FR I/S, Føvling, mask.sort	DK	1,2,3,4	I	
FR I/S, Føvling, håndsort.	DK	2,3	III	
I/S AFAV, Frederikssund	DK	3,4,6	III/II	
I/S Amagerfolrbrænding	DK	2,3,4	III	d
I/S BOFA, Bornholm	DK	6	III	d
R98, København	DK	6	III	
HÅAB, Helsingborg	S	3	III	e
GRAAB, Göteborg	S	2,3,4	I	f
Uppsala	S	2,3,4	I	
SYSAV, Malmö	S	2,3,4	I	
Flensburg	D	1,(3)	III	b
Knuitlingen	D	1,3	II	b
München Nord	D	1	II	b
Sinsheim	D	1,3	II	b
Coburg	D	1	III	b

Affaldstyper: 1 = dagrenovation

2 = storskrald

3 = handels- og kontoraffald

4 = affald fra fremstillingsvirksomheder

5 = bygningsaffald (ikke nedrivningsaffald)

6 = kildesorterede materialer (efterbehandling)

- Noter:
- a : ikke i drift/ikke taget i brug
  - b : kun den tørre del af separeret dagrenovation sorteres
  - c : flere affaldstyper køres over anlægget i kontrolsammenhæng
  - d : ibrugtages først medio 1988
  - e : i kombination med anlæg for brændselspellets
  - f : primært produktion af FAB (forædlet affaldsbrændsel).

Det fremgår af tabellen, at der er nogle karakteristiske forskelle mellem anlæggene i de respektive lande. De svenske anlæg er alle karakteriseret ved, at en væsentlig del af outputtet er brændsel. I Sverige opfattes affaldsforbrænding som genudnyttelse af materialerne. De beskrevne tyske anlæg er alle anlæg, der sorterer en tør genanvendelig fraktion fra dagrenovationen. Det har ikke været muligt, at finde tyske anlæg, som sorterede blandet affald fra erhvervsvirksomheder. Anlæggene i de enkelte lande behandler forskellige affaldstyper og er rettet mod forskellige slutprodukter. Dette kan tolkes som et udtryk for de forskelle, der er mellem landenes prioriteringer og den førte politik på affalds- og genanvendelsesområdet. Man kan derfor ikke uden videre overføre erfaringer fra udenlandske anlæg til Danmark. I forbindelse med overvejelser og vurderinger er det derimod gavnligt at have kendskab til konkrete erfaringer med anvendelsen af udstyr og mandskab fra såvel udenlandske som danske anlæg.

## 2. SORTERINGSANLÆGGETS ELEMENTER

I dette afsnit gives en beskrivelse af de enhedsoperationer, og bygnings- og maskinelementer, der kan indgå i et sorteringsanlæg. Der er ikke tale om en anvisning, men en opremsning af væsentlige elementer og forhold i tilknytning til sorteringsanlæg. Afsnittet er bl.a. baseret på de indsamlede anlægsoplysninger.

Under dette punkt beskrives ikke de ovenfor nævnte konkrete anlægs forhold, men forhold af mere generel karakter, som skal overvejes i forbindelse med et sorteringsanlægs etablering og drift.

### Grund, bygninger og udenomsfaciliteter

Mange sorteringsanlæg er opført i eksisterende bygninger, hvilket ofte giver nogle begrænsende rammer for, hvorledes anlægget kan indrettes. I visse tilfælde kan dette medføre en driftsøkonomi, som ikke er optimal. Eksisterende bygninger vil ofte ikke have den rette størrelse og udformning i forhold til en optimal anlægsindretning.

Anlæg, der etableres fra grunden af, placeres i bygninger af en let konstruktion. I det omfang mandskab skal deltage i sorteringsprocessen, foregår den manuelle sortering i særlige kabiner, der kan opvarmes, ventileres og støjisoleres, således at maskinstøj, udstødningssgasser m.v. fra hallen ikke giver anledning til en uacceptabel påvirkning af personalet.

Arealerne omkring bygningen skal være befæstede i passende omfang for at affald/materialer kan tilføres anlægget og for af færdige produkter samt restaffald igen kan fjernes samt evt. oplagres.

Ved valg af grund og anlæggets disponering af denne bør der etableres en hensigtsmæssig transportvej gennem anlægget uden for mange krydsninger af transportveje, uhensigtsmæssige oplag, dårlige modtageforhold etc.

Ud over de produktionsbetingede anlæg og bygninger skal der, hvis anlægget ikke etableres i tilknytning til et eksisterende anlæg, etableres vægt-, modtage- og mandskabsfaciliteter.

Et sorteringsanlæg vil kræve sædvanlige forsyningsledninger, el, vand og kloak samt en varmecentral i det omfang opvarmning ikke kan/må ske ved el. Elforsyningen vil skulle omfatte installering af effekt i størrelsesordenen 200-1000 kW.

### **Driftsform og bemanning**

På de undersøgte anlæg har 1 eller - i mindre omfang - 2 holds-drift været den almindeligste driftsform. Årsagen til, at flere skift ikke synes at være attraktivt, kan være lønomkostningerne, som typisk er den dominerende omkostning. Det betyder tilsyneladende mindre ud fra en driftsøkonomisk betragtning, at anlæggets kapacitet ikke udnyttes i en større del af døgnet.

Med hensyn til bemanning er forskellen især afhængig af, om der er tale om et høj- eller lavteknologisk anlæg. Et mekanisk sorteringsanlæg kan ved 1 holdsdrift drives med 3-5 personer. Dette tal påvirkes af, at anlægget drives sammen med andre affaldsbehandlingsanlæg, således at visse faciliteter, f.eks. modtagelse og indvejning, er fælles. I dette medarbejdertal indgår reparationspersonale ikke. Medarbejdertallet for manuelle anlæg er ofte i størrelsesordenen 10 (1 holds-drift), som et udtryk for personaleforbruget til sorteringen. I forbindelse med sortering af pap/papir til genanvendelse, vil der ved et rationelt anlæg kunne præsteres 3-3,5 ton pr. medarbejder pr. dag.

Kran med polygrab til føddning af bånd fra silo (I/S KARA).



Lameltransportør til sorteringskabine (I/S KARA).

## Modtagelse, aflæsning og opbevaring

Når affaldet/materialerne kommer ind til sorteringsanlægget, vejes det og registreres. For anlæg, der er opført i tilknytning til anden affaldsbehandling, vil indvejningsfaciliteterne være til stede i forvejen.

Aflæsningen bør foregå indendørs, bl.a. af hensyn til papir/plastflugt. Ligeledes vil indendørs aflæsning give større mulighed for visuel kontrol af læsset inden aflæsning, ligesom muligheden for inspektion under og efter aflæsning er større. Nogle anlæg har en silo, hvori aflæsningen sker, hvorimod andre aflæsser på gulvet i modtagehallen. Affaldet/materialerne opbevares normalt ikke i længere tid i aflæssehal eller silo, hvorfor disse normalt kun skal have kapacitet til kortere tid, f.eks. en arbejdsdag.

## Fødning og omvæltning (løsning af affald)

Fra siloen eller modtagepladsen i hallen fødes transportbåndet med en kran (fast eller mobil) eller affaldet skubbes med en truck eller gummiged direkte ned på båndet.

Inden affaldet/materialerne kommer ind i det egentlige sorteringsanlæg, bør affaldet/materialerne renses for støv, f.eks. i et rystesold med udsugning.

Da affaldet/materialerne kan være transporterede i en komprimatorvogn eller af anden årsag være sammenpressede, skal der ske en løsning af affaldet. Dette kan ske ved et niveauspring mellem 2 transportbånd, hvor affaldet løsnes i faldet. Niveauspringet bør være inddækket og forsynet med separat udsugning, da omvæltningen giver anledning til støv.

## Mekanisk sortering

Ved mekanisk sortering udnyttes fysiske forskelle i de respektive materialer. Dette kan være:

- magnetiske/ikke magnetiske materialer, hvor jernemner kan frasorteres ved f.eks. en bånd- eller tromlemagnet. Ved at anvende magneter af forskellig styrke, kan man yderligere opnå en separering efter jernemnernes tyngde.
- forskelle i rumvægt kan udnyttes til centrifugalseparation og ballistisk separation. Her udnyttes henholdsvis materialernes forskellige tyngdeacceleration og forskelle m.t.h. ballistiske egenskaber.
- stor overflade i forhold til rumvægt (f.eks. papir og plast) kan udnyttes til vindsigtning, hvor en kraftig luftstrøm frasorterer disse emner, evt. i en række "kvaliteter".

Håndsortering  
(I/S KARA).



Sorteringskabine (R98).



- forskelle i vægtfylde kan udnyttes til separation i væsker. Her vil der oftest være tale om at separere materialer med henholdsvis vægtfylde større eller mindre end vands.

I egentlige mekaniske sorteringsanlæg vil der ofte indgå en kæde af sorteringsoperationer valgt efter formålet med sorteringen. Indtil videre har det dog været problematisk at opnå rene materialekvaliteter udelukkende baseret på mekanisk sortering i forhold til råvarekravene fra returpapir- og returplastfabrikkerne.

### **Manuel sortering**

Manuel sortering vil typisk finde sted omkring et sorteringsbånd eller for større emners vedkommende foregå på et gulv, eventuelt ved hjælp af en gummiged.

Princippet i sorteringen kan enten være "positiv sortering", hvor det ønskede materiale sorteres fra det øvrige eller "negativ sortering", hvor uønskede materialer sorteres fra det ønskede materiale.

Ved manuel sortering er det, ud over at sortere i specifikke materialer og kvaliteter, muligt at vurdere lødigheden af det enkelte materiale (vådt/tørt, snavset/rent etc.).

Udgangsmaterialet for sorteringen er altafgørende for, om sorteringen kan forløbe problemfrit og rationelt. Således er et i arbejdshygiejnisk henseende uproblematisk udgangsmateriale en forudsætning, ligesom en negativ sortering, hvor kun en mindre del af materialet skal fjernes, er at foretrække. Indsatsen ved sorteringen (tidsforbrug og den fysiske indsats) bør vurderes i forhold til udbyttet (økonomi, miljø, etc.)

### **Håndtering af sorterede returmaterialer**

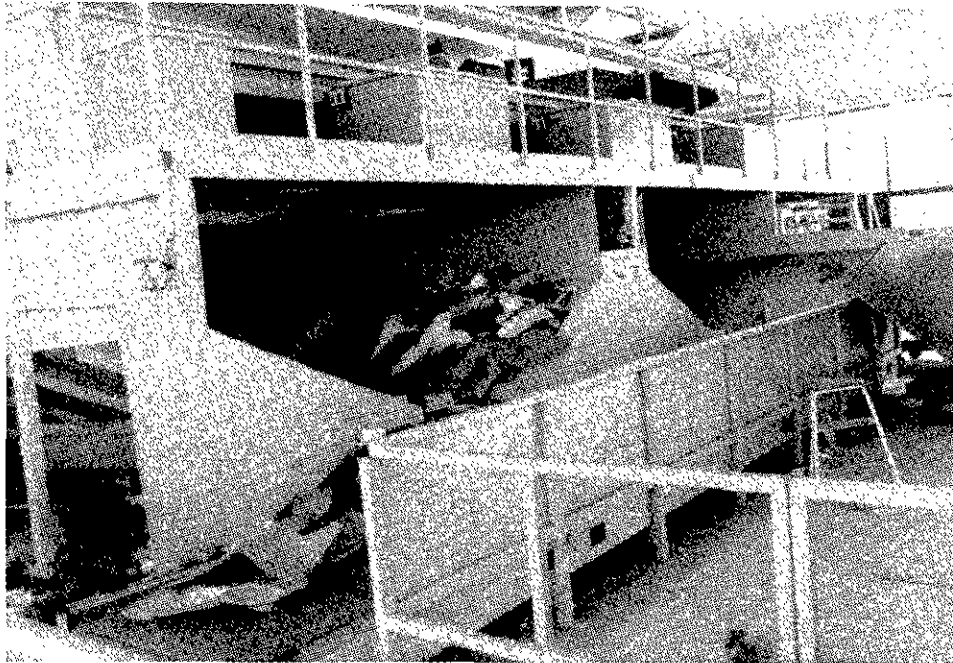
De sorterede materialer skal gøres rationelle at opbevare og transportere. For pap, papir og plast vil dette oftest indebære en balning i en ballepresse.

Da en fabriksballe papir eksempelvis vejer ca. 700 kg, må det overvejes om en sådan balning bør foregå ved det enkelte sorteringsanlæg, eller om pressekapacitet skal udnyttes andetsteds.

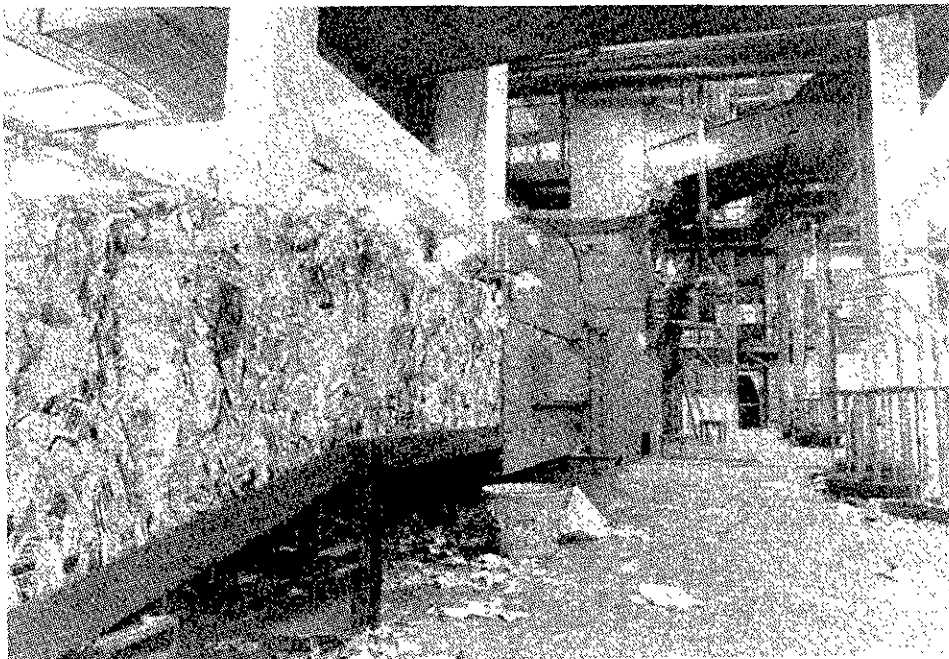
Balning i mindre baller vil normalt betyde, at en senere ombalning i fabriksballer er nødvendig, hvilket vil medføre en omkostningsforøgelse.



Materiallesilo under  
sorteringsbånd  
(I/S KARA).



Ballepresse (R98).



## FORMÅL

At udsortere genanvendelige produkter af en blandet, tør affaldsfraktion fra såvel husstande som erhvervsvirksomheder.

## ANLÆGSTYPE

Mekanisk sorteringsanlæg for erhvervs- og kildesepareret dagrenovation (tør fraktion).

## ANLÆGGET

TAGET I BRUG Ultimo 1981. Anlæg lukket og erstattet af nyt anlæg i 1988.

## BELIGGENHED

Havnegade 100, 5000 Odense C

## EJER

Marius Pedersen A/S, Ørbækvej 49, 5863 Ferritslev Fyn

## OPLAND

Fortrinsvis Fyn.

## AFFALDSTYPER

Anlægget er projekteret til at modtage blandet- og kildesepareret erhvervsaffald, men modtager også kildesepareret dagrenovation indeholdende pap, papir, plast, træ m.v. fra Sønderup Kommune.

## KAPACITET

Anlæggets behandlingskapacitet er beregnet til 25 tons/time svarende til en forventet årlig kapacitet på 70.000 tons ved 2-holds drift. Den aktuelle udnyttelse af anlægget var ca. 35.000 tons/år.

Den samlede tilførte mængde udgjorde i 1986 13.300 tons handels- og kontoraffald og 20.200 tons industriaffald. Heri er tillige inkluderet 10.000 tons, som ikke gennemgik en sortering på det mekaniske sorteringsanlæg, men alene blev kvalitetskontrolleret.

## OUTPUT

Anlægget er primært projekteret til at udsortere pap og papir fra erhvervsaffald. Efter dannelsen af virksomheden Replast til oparbejdning af plast udsorteres plasten ligeledes. I 1985 blev der udsorteret 6000 tons brændsel, 200 tons plastfolie, 2500 tons pap/papir og 500 tons jern/metal.

## AFSÆTNING

Plastfraktionen afsættes til Replast, pap/papirfraktionen er eksporteret hovedsageligt, jern/metal afsættes til lokale skrothandlere og brændselsfraktionen afsættes til fynske og jyske forbrændingsanlæg.

GENANVENDELSES-  
SESPROCENT

Genanvendelsesprocenten var i 1985 præget af, at det "grå/grønne" system endnu ikke havde tilført renere kvaliteter. De samlede tilførte mængder var 18.000 tons.

Heraf genanvendtes:

200 tons plast = 1%  
2500 tons pap/papir = 14%  
500 tons jern/metal = 3%

ANLÆGS-  
BESKRIVELSE

Efter aflæsning af affaldet foretages en grov sortering ved hjælp af en gummihjulslæsser forsynet med frontskovl.

Ved sorteringen indeles affaldet efter en visuel bedømmelse i en sorteringsegnet del og en deponeringsdel (fortrinsvis vådt ikke genanvendeligt materiale). Herefter lesses den sorteringsegne del op på et fødebånd, der fører materialerne op til en shredder. I shredderen knuses og skræres materialerne til mindre stykker. Efter shredderens neddeling af affaldet føres det via en mekanisk affaldstransportør frem til et magnetseparationsbånd, hvor alle magnetiske materialer frasorteres. Det ikke magnetiske materiale føres efter magnetseparationen til en 13 m lang sorteringsstrømløse. I tromlen udsorteres finstof, brændsel og genanvendelige materialer.

Finstof udgøres af materialer under 30 mm. Brændselsfraktionen udskilles som materiale mellem 30-175 mm og endelig indgår al materiale større end 175 mm i fraktion, der går til genanvendelse.

Samspillet mellem shredderens neddeling af affaldet og sorteringsstrømløse er af største betydning for de udsorterede fraktioners mængde og kvalitet. Således kan en for effektiv neddeling af affaldet i shredderen føre til for mange urenheder i pap/papir- og plastfraktionen.

Efter sorteringsstrømløse falder de tungere materialer ud på et ny transportbånd medens den lettere pap- og papirfraktion føres videre til en manuel udsortering af uønskede materialer. Pap- og papirfraktionen samt plastfraktionen oparbejdes efter udsorteringen til baller i en ballepresse.

BEHANDLING Ikke oplyst.

ANLÆGS-  
INVESTERINGER Ikke oplyst.

TAKTSTER Ikke oplyst.

DRIFTBUDGET/  
-REGNSKAB Ikke oplyst

#### ARBEJDSMILJØ- FORHOLD

Aflæsning af det kildesorterede affald medfører udvikling af støv. Denne arbejdsfase foregår i den åbne hal, hvilket giver anledning til gener pga. kulde og træk. De ansatte påvirkes derudover af udstødningsgasser fra div. køretøjer.

Affaldet transporteres på åbne bånd med fald, hvilket medfører støvudvikling.

Den afsluttende sortering foregår pr. håndkraft ved et bånd, hvor personalet har en ergonomisk ukorrekt arbejdsstilling.

Den daglige rengøring foretages vha. støvsuger, imod tidligere, hvor der anvendtes fejerredskaber. Personalet bærer p-3 masker under rengøring.

Der er ikke indberettet arbejdsmiljøbetingede sygdomme fra de ansatte på GMP.

KONTAKTPERSON Palle Meng, tlf. 09 981078

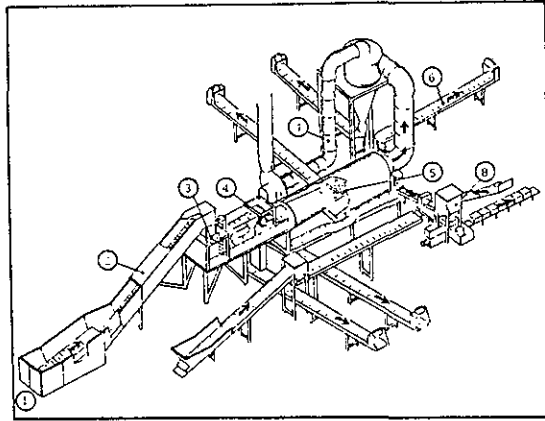
#### PROJEKTERET

ANLÆG: Ressource, Recovery and Recycling Ltd, Pershore, U.K.

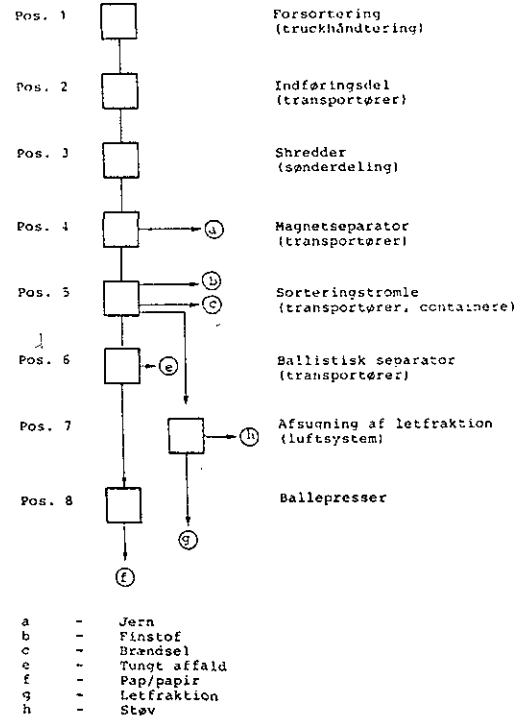
#### LEVERET

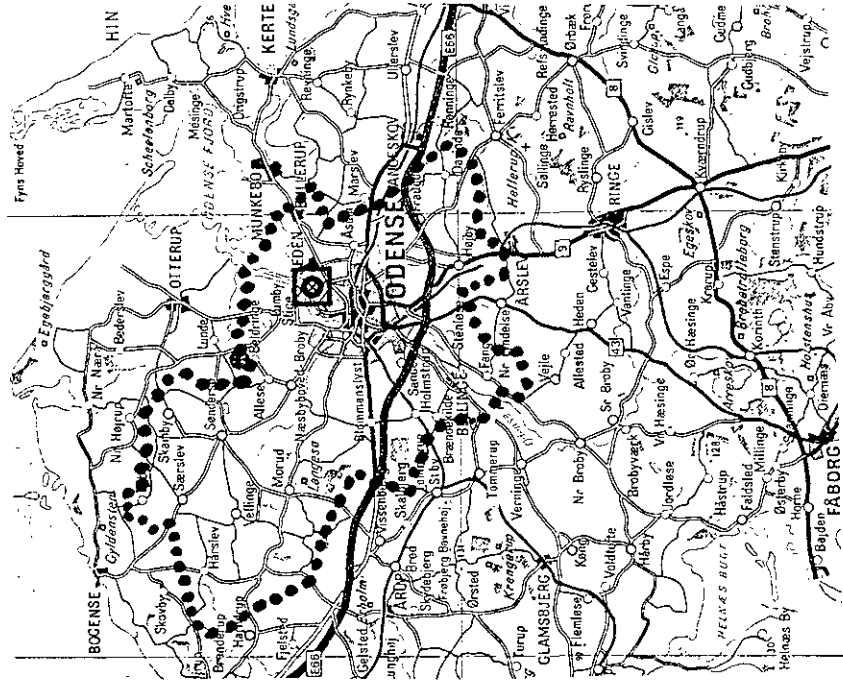
ANLÆG: Ressource, Recovery and Recycling Ltd, Pershore, U.K.

Fig. 1. Oprindelig principtegning for GMP-anlægget.



Kilde: Jydsk Teknologisk Institut: "Erfaringer fra drift og indkøring af GMP's mekaniske sorteringsanlæg for erhvervsaffald", bilagsdel s. 3.8 og 3.9.





Figur 2: Anlæggets beliggenhed og hovedopland.

<b>FORMÅL</b>	Anlægget er etableret for at mindske presset på sel-skabets losseplads.
<b>ANLÆGSTYPE</b>	Sorteringsanlæg for sorteringsegnet erhvervsaffald.
<b>ANLÆGGET</b>	
<b>TAGET I BRUG</b>	Medio 1987.
<b>BELIGGENHED</b>	Håndværkervej 74, 4000 Roskilde, Danmark.
<b>KJØR</b>	KARA I/S, Håndværkervej 70, 4000 Roskilde, Danmark.
<b>OPLAND</b>	Interessentkommunerne i KARA I/S: Bramsnæs, Greve, Gundsø, Hvalsø, Køge, Lejre, Ramsø, Roskilde, Skovbo, Solrød, Vallø. Forsøgsvis behandles affald fra andre dele af hovedstadsregionen.
<b>BEFOLKNINGS- UNDERLAG</b>	Ca. 207.000 indbyggere.
<b>AFFALDSTYPER</b>	Sorteringsegnet erhvervsaffald (vådt og støvende affald behandles ikke på grund af de særlige arbejdsmiljøproblemer).  Der er tale om affald fra udvalgte virksomheder med delvist kildesorteret affald i maxicontainere opstillet til formålet.  12.000 ton/år ved 1 skift, svarende til ca. 6 ton/time.
<b>KAPACITET</b>	
<b>OUTPUT</b>	Op til 25 ton papir/pap pr. arbejdsdag samt en smule jern (ikke direkte fra anlægget). Det er muligt også at sortere plast på anlægget. På grund af afsætningsmulighederne for polyethylen sorteres plast pt. ikke.  Kvaliteten af det sorterede pap/papir må vurderes at være acceptabel, men ikke særlig høj, jf. sortering fra meget blandet affald.
<b>AFSÆTNING</b>	Pap/papir direkte til papirfabrik.
<b>GENANVENDEL- SESPROCENT</b>	Ca. 50% udtrykt som den sorterede, afsatte mængde genanvendelige materialer i forhold til den samlede mængde behandlet affald på anlægget.

Man havde oprindeligt planlagt at behandle "dårligere" affald, dvs. affald, hvor indholdet af genanvendelige materialer var lavere end det affald, man konkret behandler i dag (planlagt genanvendelsesprocent 33%). De arbejdsmiljømæssige forhold betyder, at man ikke kan behandle det "dårligere" affald, der skaber støv- og fugtproblemer (som fremmer væksten af mikroorganismer). Man må derfor udvælge affaldslæs til sortering mere omhyggeligt end oprindeligt planlagt.

#### ANLÆGS- BESKRIVELSE

Anlægget er etableret i en eksisterende bygning. Det sorteringsegne affald aflæsses i en silo eller direkte på gulvet i en særskilt aflæssehal. Med en gravemaskine forsynet med polygrab fødes en lameltransportør, der transporterer affaldet op til sorteringsbåndet i hallen ved siden af. Maskinføreren har således en vigtig kontrolfunktion, idet han visuelt bedømmer, hvorvidt det aflæssede affald kan sorteres.

Fra lameltransportøren omvæltes og løsnes affaldet ved et fald ned på sorteringsbåndet.

Ved sorteringsbåndet sorteres pap og papir manuelt (plast vil også kunne sorteres fra). Ved båndet kan beskæftiges op til 6 personer ad gangen.

De sorterede materialer smides gennem en tragt, hvorfra opsamling og videre transport foregår enten ved transportbånd eller transportable beholdere.

Driftsmæssigt kan man vælge enten at sortere de(t) ønskede materiale(r) eller sortere affald fra genanvendelige materialer (positiv/negativ sortering).

Fra sorteringsbåndet føres pap/papir til en kontinuert ballepresse. Restaffaldet opsamles og bortskaffes ved forbrænding.

Bygningens størrelse incl. folkerum og administrative faciliteter er ca. 20 x 48 m.

**BEMÆNDING**  
1 driftsleder, 6 specialarbejdere.

## KARA I/S - DANMARK

## ANLÆGS-

## INVESTERINGER

Køb af gravemaskine + truck (brugt)	2,0 mill. kr.
Køb af bygning og grund	1,0 mill. kr.
Køb af presse + stiftbånd (anskaffet tidligere)	4,0 mill. kr.
Bygningsændringer	1,0 mill. kr.
Honorar	0,4 mill. kr.
	0,6 mill. kr.
I alt	9,0 mill. kr.

Tallene er fra det afsluttede byggeregnskab. Det bemærkes, at grund og delvis bygning er indkøbt også til andre formål.

TAKSTER 40 kr./ton excl. moms.

## DRIFTSBUDGET/

## -REGNSKAB

For 1987 er budgetteret som følger:

Driftsomkostninger	1.000 kr.
Administration	0
Fast ejendom (vedligeholdelse, opvarmning m.m.)	320
Personale (løn etc.)	1.010
Affaldsafgift (for den del af affaldet, der ikke genanvendes, 6000 ton a 40 kr./ton)	240
Forrentning + afskrivning (skønnet og fiktiv, da selskabet er selvfinansierende)	* 1.600
I alt	3.170
Driftsindtægter	1.000 kr.
Salg af materialer	2.400
Behandlingsafgift 12.000 ton a 40 kr./ton	480
I alt	2.880

\* Beløbet fremkommer ved, at hele anlægsinvesteringen forudsættes afskrevet over 10 år.

## KARA I/S - DANMARK

## ARBEJDSMILJØ-

## FORBOLD

Da man er kritisk over for hvilket affald, der kan behandles, synes arbejdsmiljøforholdene at være gode på anlægget. Man arbejder dog løbende på at forbedre anlægget ved f.eks. at indkapsle specielt de særligt støvende anlægsdele, bl.a. de steder, hvor affaldet/materialer skifter transportbånd og dermed omvæltes.

KONTAKTPERSON Egon Hansen, Tlf. 02 75 60 08

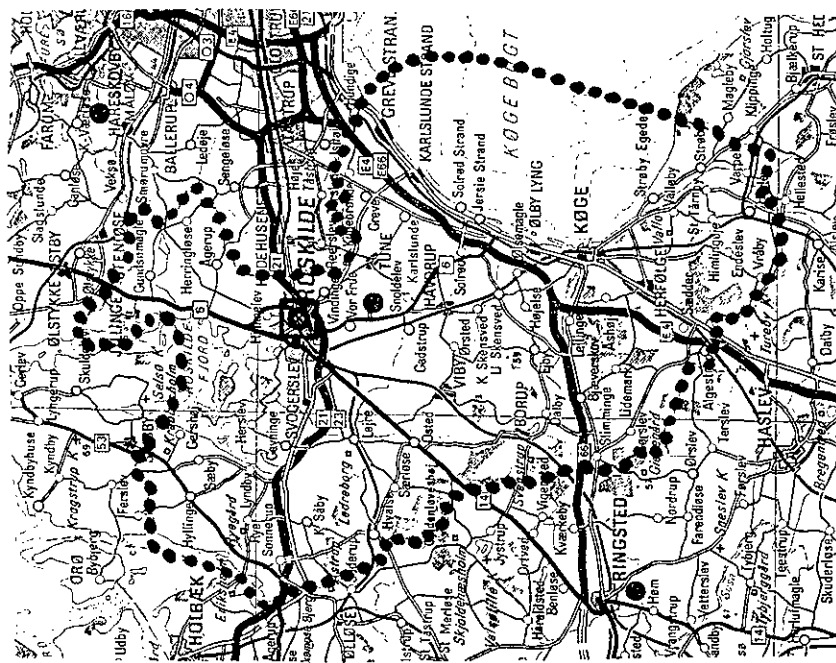
## ANLÆG

PROJEKTERET: Rambøll & Hannemann.

## ANLÆG

LEVERET: Roskilde Maskinfabrik.

Figur 1: Anlæggets beliggenhed og opland.



<b>FORMÅL</b>	Mindskelse af lossepladsbehov samt genanvendelse af materialer.
<b>ANLÆGSTYPE</b>	Mekanisk sorteringsanlæg for såvel dagrenovation som erhvervsaffald (med manuel linie for sorteringsegnet affald).
<b>ANLÆGGET</b>	
<b>TAGET I BRUG</b>	27. juni 1986
<b>BELIGGENHED</b>	Kåstrupvej 20, 7800 Skive, Danmark
<b>EJER</b>	4-S Skiveegnens Renovationselskab I/S, Kåstrupvej 20, 7800 Skive.
<b>OPLAND</b>	Sallingssund, Skive, Spøttrup og Sundsøre Kommuner.
<b>BEFOLKNINGS- UNDERLAG</b>	ca. 49.000 indbyggere.
<b>AFFALDSTYPER</b>	Dagrenovation og erhvervsaffald. Den manuelle linie behandler kun sorteringsegnet erhvervsaffald.
<b>KAPACITET</b>	10 t/time nominelt. Der behandles 30-40.000 t på årsbasis, heraf ca. 18.000 t dagrenovation. Der arbejdes i 1 skift, i perioder i 1 1/2 skift.
<b>OUTPUT</b>	Fra blandet affald fås følgende materialer og fraktioner. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 37% organisk fraktion (deponeres)</li> <li>- 34-40% brændselsfraktion (pellets)</li> <li>- 10-15% deponifraktion</li> <li>- 10% pap/papir</li> <li>- 2-4% metal</li> <li>- 2-3% plast</li> </ul> Kvaliteten af de enkelte sorterede materialer er endnu ikke tilfredsstillende, f.eks. mangles en tilstrækkelig adskillelse af plast- og papirfraktionerne ligesom den organiske fraktion indeholder meget papir, plast, letmetal.

**AFSÆTNING**

Plasten afsættes til Replast, pap/papir til papirfabrik. Blandt papirfraktion kan pt. ikke afsættes. Pellets (brændselspiller) til fjernvarmeværk. Blik-jern til råvaregrossist.

**GENANVENDELSES-  
PROCENT**

14-17% udtrykt som den frasorterede mængde enkeltmaterialer.

Der arbejdes med en genudnyttelse af den organiske fraktion, der p.t. deponeres, hvorved genanvendelsesprocenten vil kunne forøges til ca. 45-50% af den samlede mængde affald behandlet på anlægget.

**ANLÆGS-  
BESKRIVELSE**

Anlægget er etableret i en ny bygning opført til formålet i tilknytning til selskabets losseplads (visse fælles faciliteter, f.eks. vægt).

Efter indvejning aflæsses dagrenovation og erhvervsaffald hver for sig. Sorteringsegnet erhvervsaffald aflæsses på gulvet i aflæsehallen, hvorfra der manuelt sker en udsortering af pap/papir, der balles i ballerpresser. Et særskilt sorteringsbånd for erhvervsaffald bruges i realiteten ikke.

Både dagrenovation og erhvervsaffald neddeles groft, maskinelt, hvorefter den organiske fraktion udskilles i en tromleseparator.

Jern udskilles i en magnetseparator, hvorefter papir, plast og det brændbare restaffald i flere separeringstrin adskilles.

Restaffaldet tørres og presses til pellets, der efterfølgende anvendes på et fjernvarmeværk i Skive.

Bygningens størrelse incl. kontorer, silo, folkerum og lager til brændselspiller er ca. 1.800 m<sup>2</sup>.



## BRANDING

I alt 13 personer (omfatter også drift af losseplads, modtageplads for olie- og kemikalieaffald)

- 5 specialarbejdere
- 4 smede
- 2 kontorfunktionærer
- 1 overmontør
- 1 driftsleder

## ANLÆGS-

INVESTERINGER 29,5 mill. kr., heraf er 5,8 mill. kr. givet som tilskud fra Genanvendelsestødet.

Ejendom og bygninger 9,0 mill. kr.  
 Anlæg og maskiner 18,0 mill. kr.  
 Honorarer 2,5 mill. kr.

I alt

29,5 mill. kr.

## TAKSTER

Rent pap, papir + plast 0,- kr  
 Dagrenovation pr. husstand pr. år fra interessentkommuner 132,- kr  
 Andet dagrenovation 100,- kr  
 Håndsorteringssegnet erhvervsaffald 40,- kr  
 Andet erhvervsaffald 100,- kr

Alle beløb pr. ton excl. moms og affaldsafgift, hvor andet ikke er anført.

## DRIFTSBUDGET/

-REGNSKAB For 1988 er budgetteret som følger (for hele selskabet):

<u>Driftsomkostninger</u>	<u>1.000 kr.</u>
Personale	2.876
Kontorhold	50
Driftsmaterialer	1.000
Fremmede tjenesteydelser	878
Skatter og afgifter	1.190
Reparation og vedligeholdelse	850
PR + repræsentation	100
Renteudgifter	3.000
Afskrivninger	2.579
Øvrige udgifter	13

I alt

12.536

Driftsindtægter

1.000 kr.

Behandlingsafgift 5.404  
 Salg af materialer 1.266  
 Salg af brændsel 4.550

i alt

11.220

## ARBEJDSMILJØ-

## FORHOLD

Der har været store arbejdsmiljømæssige problemer hidrørende fra støv, specielt mikrobiologisk støv. Anlægget har været truet af lukning fra Arbejdstilsynets side (har været lukket i perioder). Personalet, der skal opholde sig i maskinhallen igennem længere tid ved f.eks. reparations- og vedligeholdelsesarbejder, skal bære åndedrætsværn.

Den alvorligste arbejdsmiljørisiko på 4-S er støv og mikroorganismer. Der er blevet foretaget en del forbedringer på dette område, og håndsorteringen er blevet lukket i oktober 1986, men der er stadig uløste arbejdsmiljøproblemer.

Støvdudvikling er et gennemgående problem lige fra modtagelse til maskinsortering og pellettering. Affaldet kører på lukkede bånd med fald. Der er blevet etableret punktudsugning på de kritiske steder: over maskinerne og ved fald på bånd. Der er foruden punktudsugning foretaget en total inddækning, således at der ingen steder i anlægget er åbne bånd og fald.

I april 1987 var resultatet af målinger af det organiske støv < 0,2 mg/m<sup>3</sup> (Arbejdstilsynets grænseværdi = 4 mg/m<sup>3</sup>) mens kintallet var på 3 · 10<sup>6</sup> kim/m<sup>3</sup> (Arbejdstilsynets grænseværdi = 5.000 kim/m<sup>3</sup>). Det høje kintal skyldes tilstedeværelse af mikroorganismer og endotoksiner, der udvikler sig i forbindelse med det våde organiske affald.

Målinger: Der er foretaget i alt 12 målinger med varierende værdier: Støvværdien er gennemgående lav og kintallene faldende i takt med forbedringer af anlægget og mere driftssikkerhed.

Ved anlæggets opstart foregik rengøringen vha. trykluft og højtrykspuler, hvilket gav anledning til aerosoldannelse. Dette er blevet ændret til anvendelse af industristøvsuger og anvendelse af personlig beskyttelse under rengøring. Rengøringen foretages hver dag.

Der har været en del problemer med hyppige driftsstop. Affaldet hobede sig op og personalet kom i direkte kontakt med det organiske affald under reparation/rensning af maskinerne. Dette er blevet ændret; affaldsstrømmen kan styres uden om maskinanlægget ved driftsstop.

KONTAKTPERSON Jens Chr. Jensen, Tlf. 07 581288

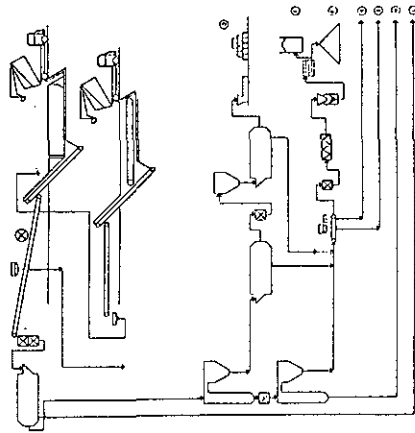
PROJEKTERET

ANLÆG: Robert Knudsen.

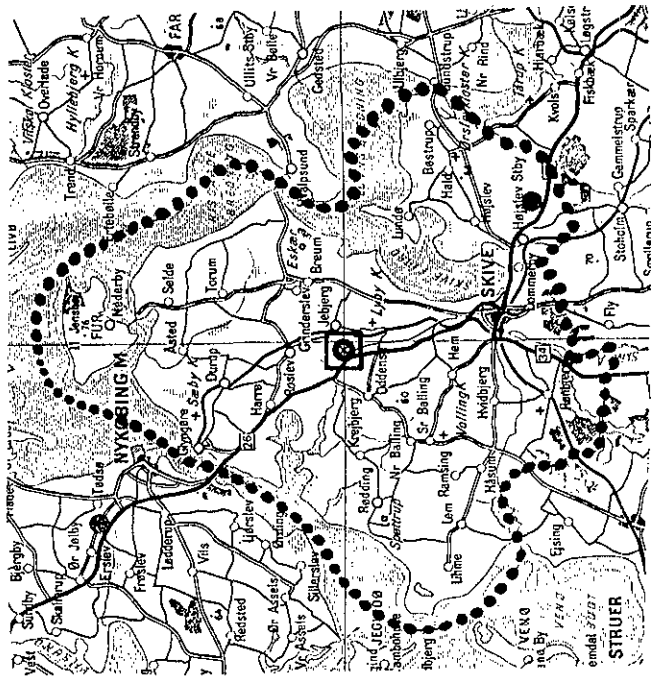
LEVERET

ANLÆG: Robert Knudsen

Figur 1: Principdiagram.



Figur 2: Anlæggets beliggenhed og opland.



2. Transportbånd fungerer som kvalitetskontrol og fører direkte til en ballepresse.

3. Transportbånd fungerer som kvalitetskontrol og modtager undervejs sorterede materialer, tilført gennem en af de 4 stk. 30 m<sup>3</sup> siloer fra sorteringshuset. Herefter føres materialerne til en af de to ballepressere.

På hvert af de tre transportbånd sker der båndskift, hvorved materialerne bringes til fald.

Sorteringshuset rummer et sorteringsbånd med 5 arbejdspladser på hver side af båndet. Sorteringsbåndet består af et gummibånd, flankeret af 10 cm høje kanter. Tværmålet for bånd incl. kanter er 120 cm.

Sorteringen er baseret på negativ manuel sortering, og fremmede materialer i forhold til det på et givent tidspunkt udsorterede, sorteres fra og ledes gennem en skakt til en silo for det pågældende materiale. I alt fører 8 skakte til de 4 stk. 30 m<sup>3</sup> siloer. Ikke gænavendeligt affald sorteres fra i den sidste ende af sorteringsbåndet, og ledes gennem affaldsskakte til vippecontainere, placeret på halmgulvet.

De to ballepressere, der presser materialerne sammen til fabriksballestrørelse, har tilsammen en årskapacitet på ca. 50.000 tons.

#### BEMÆNDING

Normalt 3-4 personer ved båndet i 1 1/2 skift 5 dage/uge. I alt er 11 personer incl. vedligeholdelse beskæftiget ved anlægget. I spidsbelastningssituationer kan 10 personer arbejde ved sorteringsbåndet.

#### ANLÆGS- INVESTERINGER

I alt ca. 11 mill. kr., hvoraf ca. 9 mill. kr. er medgået til udvidelse fra et tidligere anlæg. De anførte investeringer er excl. bygninger, men incl. bygningsændringer.

#### TAKSTER

Normalt kr. 0 pr. ton, men for de bedre kvaliteter og større tonnager fra erhvervsvirksomheder fastsættes en købspris i det konkrete tilfælde.

**FORMÅL** Eftersortering af kildesorteret/-separatorer pap, papir og plast med henblik på genanvendelse.

**ANLÆGSTYPE** Sorteringsanlæg for kildesorteret/-separatorer affald.

**ANLÆGGET  
TÅGET I BRUG** 25. maj 1988.

**BELIGGENHED** Kløvermarksvej 70, 2300 København S.

**EJER** R-98, Kraftværksvej 25, 2300 København S.

**OPLAND** Hovedstadsområdet.

**AFFALDSTYPER** Kildesorterede aviser/ugeblade, pap, blandet papir, bedre papirkvaliteter og PE-plastfolie.

**KAPACITET** 30.000 ton/år for det samlede anlæg, ballepresser alene ca. 50.000 ton/år.

**OUTPUT** Aviser, blandet papir, pap, bedre papirkvaliteter, PE-plastfolie og restfraktion (Brændbart affald). I alt ca. 70 ton/dag.

**AFSÆTNING** Aviser og ugeblade til Genfiber. Pap til Makir. Bedre papirkvaliteter til Makir. PE-plastfolie til returplastindustrien. Rest (affald) til Amagerforbrænding.

**GENANVENDEL-  
SESPROCENT** Ca. 98% excl. telefonbøger, der i "højsæson" kan udgøre 3 ton/dag.

**ANLÆGS-  
BESKRIVELSE** Anlægget er opført i eksisterende bygning (gammel plastfabrik).

Materialerne aflæsses og kvalitetbedømmes på gulvet i modtagehal. Fra modtagehallen fører 2 lameltransportører og 1 gummitransportbånd materialerne videre til anlæggets øvrige funktioner. Materialerne grovsorteres med truck eller dozer, og skubbes ned på eet af de 3 bånd.

1. Transportbånd fører til et sorteringshus.

DRIFTSBUDGET/  
-REGNSKAB

Afventer erfaring fra første driftsår.

ARBEJDSMILJØ-  
FORHOLD

For at reducere støvgener er der truffet følgende foranstaltninger:

- udsugning ved alle båndskift
- udsugning over begge ballepressere
- udsugning ved nedkast til siloer
- tempereret friskluftindtag til sorteringshus
- overtryk i sorteringshus

Af hensyn til de ergonomiske forhold er der gjort følgende:

- Båndbredden på 120 cm medfører en maksimal rækkeafstand på 60 cm fra hver side af båndet.
- kanter på sorteringsbåndet er kun 9 cm i højden samt 6-7 cm i bredden.
- højden af sorteringsbånd over gulv er 90 cm.
- der er indført mulighed for jobcirkulation.

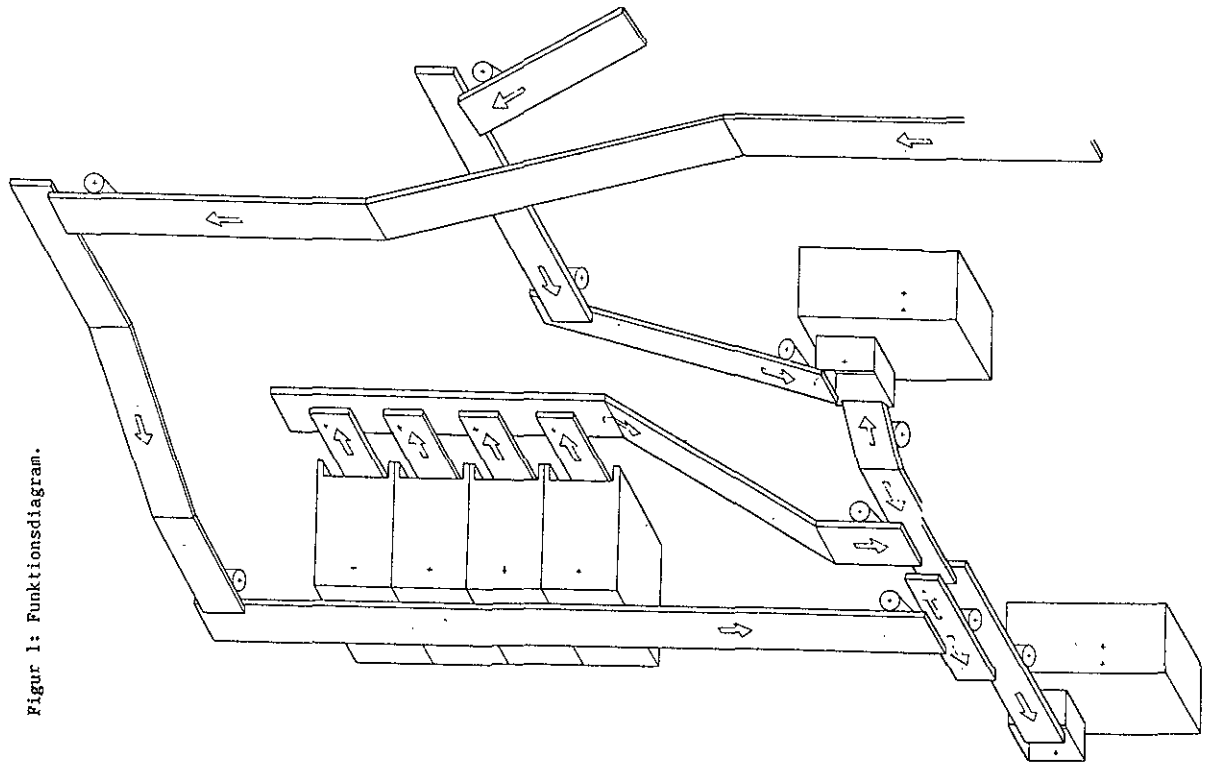
KONTAKTPERSON Hannah Hjorth Boisen, Tlf. 01 951898

ANLÆG

PROJETERET: I. Krüger

ANLÆG

LEVERET: Seelen & Fl. Bie



- FORMÅL** Anlægget er etableret for at frasortere miljø- og driftsproblematisk pap og driftsproblematisk emmer. Endvidere for at frasortere materialer til genanvendelse.
- ANLÆGSTYPE** Sorteringsanlæg for erhvervsaffald samt kommende containertyper.
- ANLÆGGET** TAGET I BRUG November 1985.
- BELIGGENHED** Ejbymosevej 219, 2600 Glostrup.
- EJER** Vestforbrænding I/S, Ejbymosevej 219, 2600 Glostrup.
- OPLAND** Interessentkommunerne og kontraktkommuner i I/S VESTFORBRÆNDING:  
Ballerup, Birkerød, Farum, Gentofte, Gladsaxe, Glostrup, Herlev, København, Ledøje-Smørum, Lyngby-Taarbæk, Rødovre, Værløse, Brøndby, Græsted-Gilleleje, Hillerød og Skævinge kommuner.
- BEFOLKNINGS-  
UNDERLAG** Ca. 629.000 indbyggere.
- AFFALDSTYPER** Der modtages såvel kommunalt storskrald som erhvervsaffald. Det være sig enten affald, der på grund af indhold eller ukendskab til indhold ikke kan aflæsses direkte i affaldssilo, eller affald der kan have et højt indhold af genanvendelige materialer til sortering.
- KAPACITET** Større end 100 ton/dag.
- OUTPUT** Den faktiske udnyttelse svarer til 100 ton/dag.  
Pap : 10-20 ton/uge.  
Jern: 30 ton/uge.
- Der sorteres ikke plast til genanvendelse, da genanvendelse af ikke kildesorteret plast i dag er en umulighed på grund af sammenblanding af forskellige plasttyper samt forureningen af plasten fra andet affald.
- Kvaliteten af det frasorterede pap er lav som følge af sammenblanding med andet affald.
- Desuden sker frasortering af miljø- og driftsproblematisk emmer.
- AFSÆTNING** Pap direkte til råvaregrossist (Makir/Averhoff & Co.).
- Jern/metal til jerngrossist.
- GENANVENDELSES-  
PROCENT** Den gennemsnitlige genanvendelsesprocent for pap har vist sig at være 8% af de samlede sorteringssegne tilførsler.
- Man overvejer nu at koncentrere udsorteringen af pap til de leverancer, hvor indholdet udgør 20% pap eller derover. Eventuelt vil sådanne affaldsproducenter, i fremtiden blive sat i direkte forbindelse med en råvaregrossist med henblik på kildesortering hos affaldsproducenten af de genbrugelige ressourcer.
- ANLÆGS-  
BESKRIVELSE** Anlægget er etableret i en eksisterende modtagehal. Affaldet til sortering aflæsses i en afskærmet aflæsningsstragt, hvorfra en læmetransportør bringer affaldet til fald ned på sorteringsbåndet.
- Ved sorteringsbåndet frasorteres manuelt pap, jern og emmer, der af miljø- og driftsmæssige årsager ikke ønskes tilført affaldssiloen. Til frasortering af store og tunge emmer er installeret en hjælpekran. Der er beskæftiget 2 mand ved båndet i tidsrummet kl. 07.00-16.00 på hverdage.
- Materialerne tilføres de respektive tragte for hver materialetype, hvorfra de opsamles, enten direkte eller via transportbånd i containere.
- Anlægget er indrettet, så man enten kan sortere ønskede materialer fra affaldet på båndet eller sortere affald fra de genanvendelige materialer (positiv-negativ sortering).
- Sorteret pap komprimeres let i en opsamlingscontainer ved hjælp af en tromle. Der er overvejelse om installation af ballepresse.

## BEHANDLING

2 mand ved båndet i tidsrummet kl. 07.00-16.00 på hverdage.

## ANLÆGS-

## INVESTERINGER

Bygningsarbejder	ca. 4 mill. kr.
Anlæg og maskiner	ca. 4 mill. kr.
Diverse installationer	ca. 2,5 mill. kr.
Honorarer	ca. 1,5 mill. kr.
Omlastefunktion	ca. 3,0 mill. kr.
Samlet	15 mill. kr.

Anlægsinvesteringerne omfatter også en omlastefunktion i kælderetagen. I investeringerne er endvidere indbefattet, at anlægget bygningsmæssigt er udlagt til den dobbelte kapacitet.

## TAKSTER

80 kr./ton excl. moms (forskel mellem såkaldt "sort" og "grønt" affald). Taksten er prispolitisk bestemt og er ikke et udtryk for omkostningerne ved sorteringen.

## DRIFTSBUDGET/

## -REGNSKAB

For 1988 er budgetteret som følger:

Driftsomkostninger	1.000 kr.
Administration	0
Afskrivning	1.500
Renter	750
Personale (Løn 2 mand)	400
El og vedligeholdelse	500
I alt	3.150
Driftsindtægter*	1.000 kr.
Salg af materialer	240
Behandlingsafgift 25.000 t a 80 kr/ton	** 2.000
I alt	2.240

\* På indtægtsiden er her ikke medregnet den meget betydelige besparelse på driften af ovnlæggene, der skyldes frasortering af driftsproblematisk affald på sorteringsanlægget.

\*\* i beløbet er ikke taget højde for, at en mindre del af tilførslerne til sortering er "grønt" affald, hvor der ikke er indregnet en "forbehandlingsafgift".

## ARBEJDSMILJØ-

## FORHOLD

Aflæsning er afskærmet for at nedbringe støvgenet.

Der er etableret udsugning dels i nedlæsningsruben, hvor der tilføjede affald aflæsses, og dels hvor lameltransportøren bringer affaldet til fald ned på sorteringsbåndet.

Man har forsøgsvis opsat plader omkring båndet for at modvirke træk.

Sorteringsbåndets udformning (bredde og kanter) gør det mindre velegnet til sortering af store mængder materialer til genanvendelse. Ved affaldstilførsler indeholdende store mængder materialer til genanvendelse kan disse imidlertid køres ud på sidebånd, hvorfra opsamling kan foregå.

KONTAKTPERSON Torben Topp. Tlf. 02 91 77 22.

## PROJEKTERET

## ANLÆG:

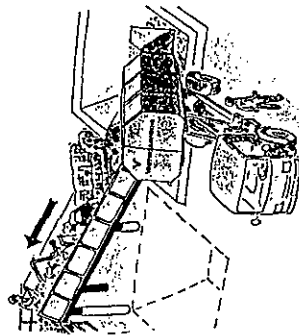
Rambøll & Hannemann

## LEVERET

## ANLÆG:

Vølund Miljøteknik.

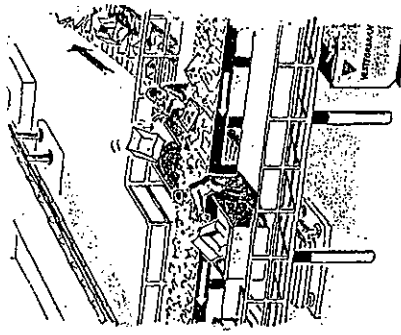
Figur 1: Funktionsdiagram.



Funktion 1

Funktion 1

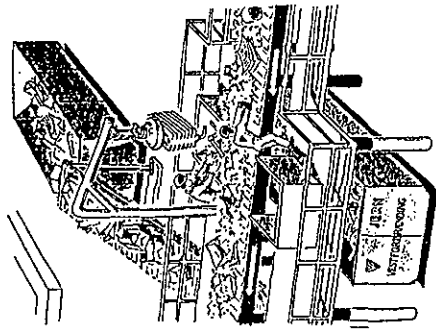
Nedlæsning og visuel inspektion af affald. Affaldet kontrolleres for indhold af affaldstyper som skader forbrændingsanlægget.



Funktion 3

Funktion 3

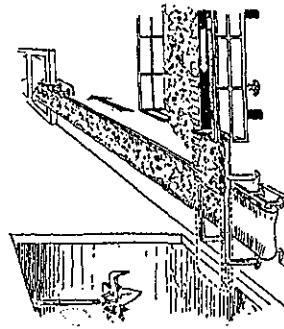
Frasortering af pap, m.v. til genbrugsindustrien.



Funktion 2

Funktion 2

Frasortering af affald som f.eks. radiatorer, køleskabe, jernstænger, møbler og lignende.

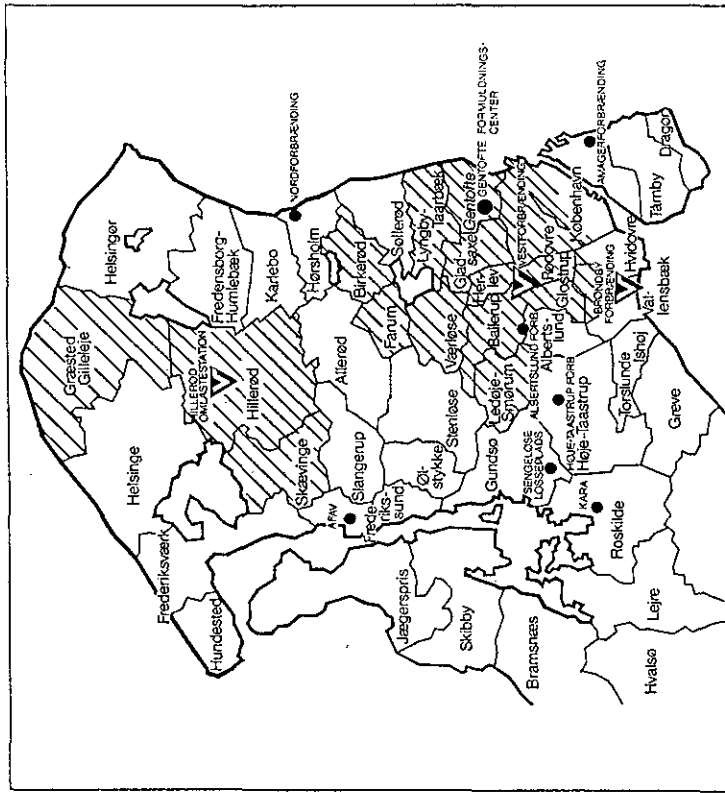


Funktion 4

Funktion 4

Det forbrændingsegnede affald kan herefter enten nedlæsses direkte i silo eller føres til omlastning.

Figur 2: Anlæggets beliggenhed og opland.



Efter sorteringsbåndet er placeret en magnetromle, som udtager magnetisk materiale. Affaldet transporteres derefter til en kværn, hvor materialet sønderdeles.

Affaldet passerer en sigtetromle med 10 mm ø huller. Det materiale, som passerer igennem sigtehullerne, føres til containere og transporteres til deponi ligesom det ikke brandbare.

Det som ikke passerer sigtehullerne føres forbl en overbåndsmagnet, som udtager yderligere magnetisk materiale. Brændselsfraktionen føres derefter med transportører direkte til affaldsvarmeværket.

BEHANDLING 6-7 personer.

ANLÆGS-  
INVESTERINGER Ca. 80 M skr.

TAKSTER 95 skr./ton (enhedstakst)

DRIFTSBUDGET/  
-REGNSKAB Ej specificeret.

ARBEJDSMILJØ-  
FORHOLD Godt.

KONTAKTPERSON Wide Andreasson  
tel. 031-262230

FORMÅL Sortering af industri- og bygningsaffald inden forbrænding.

ANLÆGSTYPE Sorteringsanlæg for Erhvervsaffald, storskrald og bygningsaffald (ikke nedrivningsaffald).

ANLÆGET  
TAGET I BRUG 1986.

BELIGGENHED Affaldsvarmeværket i Sävenås, Von Utfallsgatan 29, 41505 Göteborg.

EJER Göteborgregionens avfallsaktiebolag - GRAAB, Folkungagatan 16, 41102 Göteborg, tel. 031-262230.

OPLAND Göteborgregionens 9 kommuner.

AFFALDSTYPER Erhvervsaffald, storskrald og bygningsaffald (ikke nedrivningsaffald).

KAPACITET 80.000 tons affald pr. år.

OUTPUT  
Brændselsfraktion ca. 70%  
Metalfraktion ca. 10%  
Soldfraktion ca. 15%  
Storskrald til deponi ca. 5%

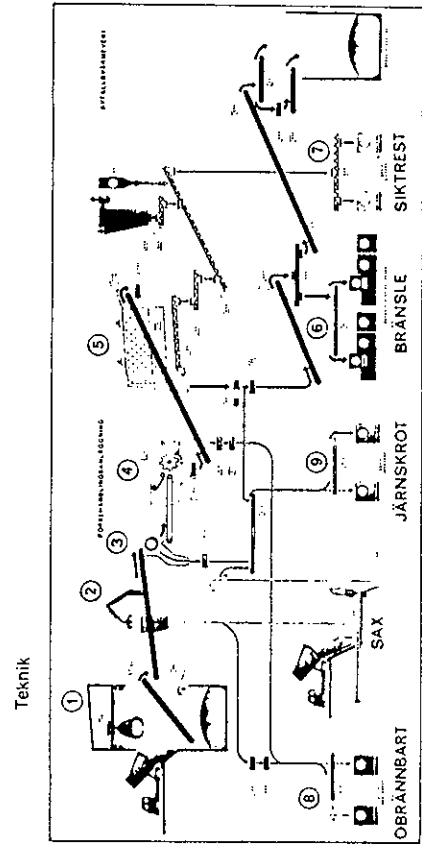
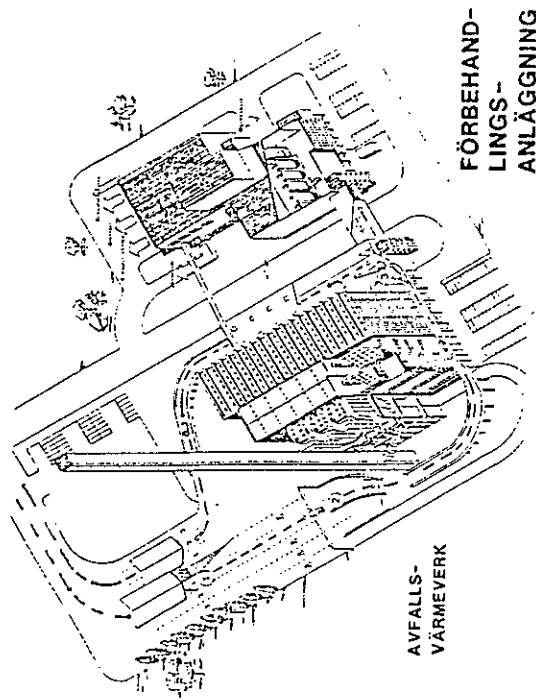
AFSÆTNING Brændselsfraktion til affaldsvarmeværket i tilslutning til anlægget.  
Magnetisk materiale til stålvalseværk.

GENANVENDEL-  
SESPROCENT Ca. 85% af brændselsfraktionen.  
Ca. 85% af det magnetiske materiale.

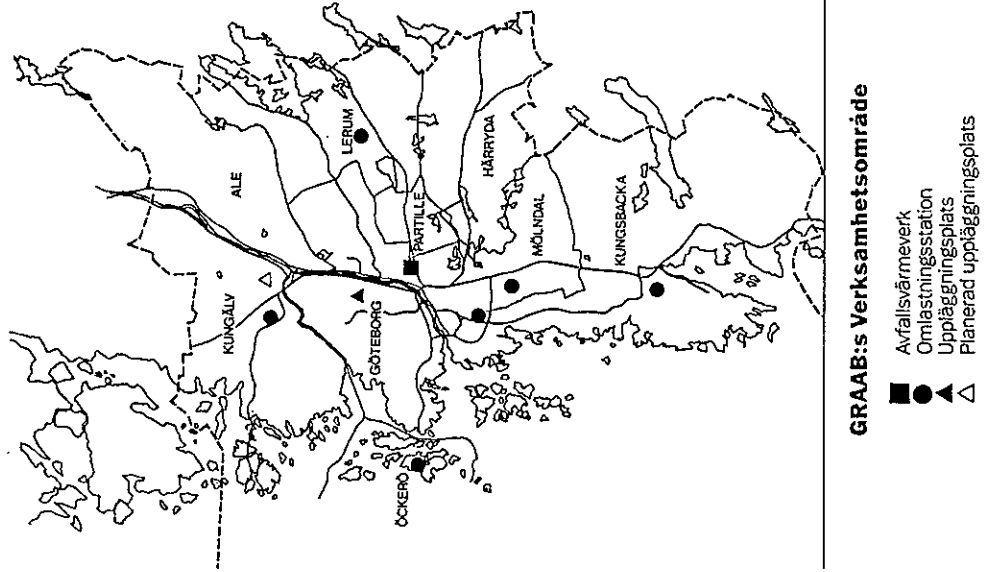
ANLÆGS-  
BESKRIVELSE Affaldet aflæsses i en silo via fem aflæsningspladser. Fra siloen transporteres affaldet med et krananlæg til en lamsløder og et sorteringsbånd bredde = 4,5 m, hvor en lille kran med oplygrab frasorterer dels det ikke-brandbare materiale, dels storskrald. Det sidstnævnte transporteres til sønderdeling i en grovsaks.



Figur 1: Funktionsdiagram.



Figur 2: Anlaggets belägenhet og opland.



**FORMÅL** Øge genvindingen af primært volumenløse materialer.

**ANLÆGSTYPE** Genvindingscentral og Brini-anlæg.

**ANLÆGSET**

**TAGET I BRUC** 1974 henholdsvis 1981.

**BELIGGENHED** Filborna losseplads, Hjortshøgsvägen 1, 25590 Helsingborg.

**EJER** Helsingborgs Återvinnings AB, HÅAB (50% Helsingborg kommune og 50% PLM Sellbergs), tel 042-155300.

**OPLAND** Hovedsageligt Helsingborg kommune.

**AFFALDSTYPER** Pap, papir og tørt blandet let erhvervs- og industriaffald.  
Anlægget modtager ikke husholdningsaffald, vådt affald og vegetabilsk/animalsk affald.

**KAPACITET** Pap og papir: ca. 12.000 tons/år  
Affald til Brini-anlæg: ca. 5.000 tons/år

**OUTPUT** Forskellige kvaliteter pap og papir, 12.000 tons/år.  
Brini-pellets ca. 3.000 tons/år.

**AFSÆTNING** Pap og papir til papirfabrikken, Brini-pellets til fjernvarme.

**GENANVENDELSES-PROCENT** Pap og papir: ca. 100%  
Affald til Brini-anlæg: ca. 60%

**ANLÆGS-BESKRIVELSE** Det kildesorterede affald registreres ved vægten, og de egnede læs vises ind i anlæggets modtagehal.  
Det er faste kunder, som leverer affaldet, og dette anvises plads for aflæsning på gulvet.  
Med en gummihjulslæsser kontrolleres læssene, som derefter føres til en modtagetragt til håndsortering eller til Brini-dejen.

Til håndsortering føres materiale, som indeholder meget bølgepap. Desuden føres kildesorterede aviser fra dagranavationen til håndsortering.

En læmelføder placeret 90° i forhold til håndsorteringsbåndet giver visse problemer ved meget store papstykker. Båndbredden på håndsorteringsbåndet er 800 mm. Tragte til sorteret materiale er placeret på den anden side af båndet, hvilket er uheldigt ud fra en ergonomisk synsvinkel, men det giver dog større bevægelsesfrihed langs båndet.

**BEHANDLING**

6 personer:  
2 ved håndsortering  
2 ved ballepresse og truck  
1 ved palletering  
1 formand

**ANLÆGS-INVESTERINGER** 1974 Genvindingscentral 3,5 M skr. incl. bygn.  
1981 Brini-anlæg 8,0 M skr. incl. bygn.

**TAKSTER** 7,50 til 12,00 skr./m<sup>3</sup> (kvalitetsdifferenteret).

**DRIFTSBUDGET/-REGNSKAB** Ej specificeret.

**ARBEJDSMILJØ-FORHOLD** Målinger i 1987: støv 3-4 mg/Nm<sup>3</sup>  
(svensk grænseværdi 5 mg/Nm<sup>3</sup>).  
Forholdene er gode. Affaldet er tilfredsstillende kildesorteret hos erhvervsvirksomhederne og kun genvindingsmateriale leveres til anlægget.

**KONTAKTPERSON** Lennart Blomdell, PLM Sellbergs tel 040-414406  
Stefan Petersson, PLM Miljøteknik tel 040-209513.



**FORMÄL** Bedre brändsel og mindre luftforurening. Desuden bedre arbejdsmiljø pga. mindre antal stop.

**ANLÆGSTYPE** Sorteringsanlæg for industriaffald.

**ANLÆGGET**

**TAGET I BRUG** 1987.

**BELIGGENHED** Malmø Avfallsverk.

**EJER** SYSÄV AB (Sydvästra Skånes Avfallsaktiebolag) Österg.  
30, 21122 Malmø, tel. 040-101920.

**OPLAND** Sydvästra Skåne (Malmø, Lund, Lomma, Burlöv, Kävlinge,  
Staffanstorp, Trelleborg og Vellinge kommuner).

**APFALDSTYPER** Erhvervsaffald, storskrald og bygningsaffald.

**KAPACITET** 40.000 tons affald pr år.

**OUTPUT** 37.000 tons brandbart materiale pr. år.  
3.000 tons deponiret pr. år.

**AFSTÄTNING** Brændselsfraktion til forbrændingsanlægget i tilslutning  
til sorteringsanlægget. Stort skrot til genvinding.

**GENANVENDEL-  
SESPROCENT** Ca. 90% af input (inkl. brændsel).

**ANLÆGS-**

**BESKRIVELSE** Affaldet transporteres fra en eksisterende affaldssilo  
med et krananlæg til en lamelføder, som fører affaldet  
til et sorteringsbånd med en bredde af 3,5 m. Tre kraner  
med polygrab frasorteter:

- Større stykker metal til containere for transport til genvinding.
- Større stykker træ og dæk; transporteres til en knuser.
- Sten, beton etc. frasorteres til containere for transport til deponi. Desuden frasorteres miljøfarligt affald f.eks. malingsdunke.

Resterende affald og det neddelte affald føres med transportører til affaldssilo, som er rumopdelt.

**BEMÄNDING** 6 personer.

**ANLÆGS-**

**INVESTERINGER** 30 M \$kr.

**TAKSTER** 140 \$kr./ton.

**DRIFTSBUDGET/**

**-REGNSKAB** Ej specificeret.

**ARBEJDSMILJØ-**

**FORHOLD** Sorteringsanlægget er bygget for bedst mulige arbejds-  
miljøforhold.

**KONTAKTPERSON** Kaj Jönsson eller Roland Olsson, tel. 040-936455.



## UPPSALA KOMMUNE - SVERIGE

**FORMÅL** Sortering af affald for genvinding af metal og for brændbart materiale til forbrænding.

**ANLÆGSTYPE** Sorteringsanlæg for industriaffald.

**ANLÆGGET  
TAGET I BRUG** 1981

**BELIGGENHED** Hovgårdens afvfallsanlægning (losseplads ca. 12 km NØ Uppsala by).

**EJER** Uppsala Kommune, Gatukontoret, Renhållningsavd., Box 475, 75106 Uppsala, tel. 018-161742.

**OPLAND** Uppsala Kommune

**AFFALDSTYPER** Ertvervsaffald, storskrald og bygningsaffald.

**KAPACITET** 12.000-15.000 tons affald pr. år.

**OUTPUT**  
Brændbart materiale 8.000 tons pr. år  
Metal 1.000 tons pr. år  
Deponirester 3.000 tons pr. år

**AFSÆTNING** Brændbart materiale til affaldsforbrændingsanlæg, Uppsala Energi AB, Metal til Bilfrag Stockholm.

**GENANVENDEL-  
SESPROCENT**

ca. 75% inkl. brændsel.

**ANLÆGS-  
BESKRIVELSE**

Affaldet aflæsses i en silo, hvor et krananlæg transporterer affaldet til en saks for neddeling af storaffald. Det neddelte affald føres forbi en overbåndmagnet, som udtager magnetisk materiale. Derefter sønderdeles affaldet i en hammermølle. Der findes yderligere et sorteringsudstyr i en sidelinie. Dette udstyr er af type knivkværn i robust udførelse, så det kan bruges som reserve for dels saksen dels hammermøllen. Knivkværnen kan også bruges til dæk, skrot etc.

Efter kværnen afsuges let materiale med luft, og papir og plastfolie adskilles i en cyklon. Det "tunge" affald føres til en tromlesigte, hvor grus etc. afskilles. Det

## UPPSALA KOMMUNE - SVERIGE

resterende materiale føres forbi en overbåndmagnet, som udtager resterende magnetisk materiale.

**BEMÆNDING** 3-4 personer  
(anlæg og losseplads i alt 7 personer).

**ANLÆGS-  
INVESTERINGER** ca. 20 M Skr.  
(år 1980)

**TAKSTER** 50 Skr/ton.

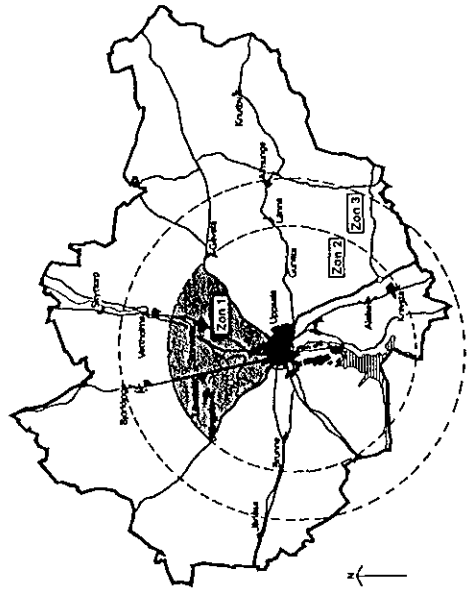
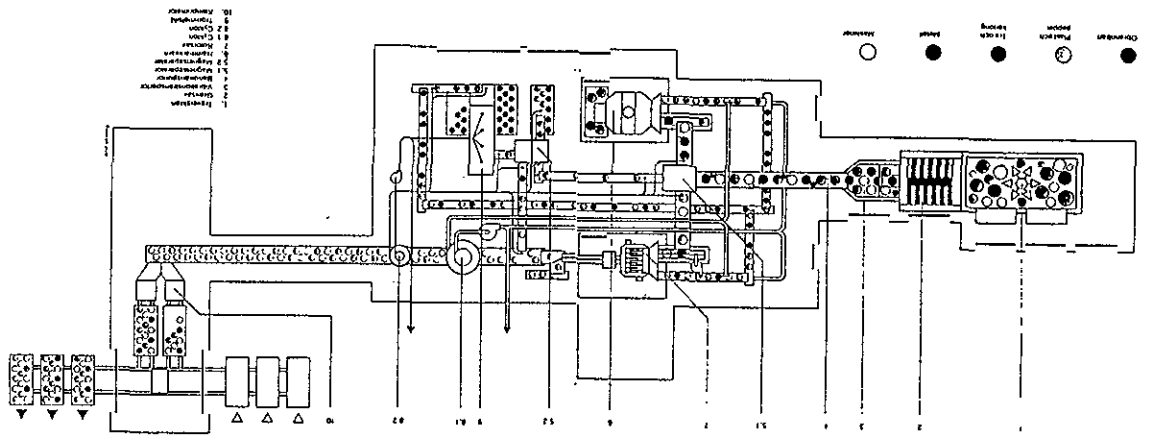
**DRIFTSBUDGET/  
-REGNSKAB** Driftsomkostninger (anlæg, år 1986)  
2.348.000 Skr.  
Driftsindtægter (anlæg, år 1986)  
580.000 Skr.

**ARBEJDSMILJØ-  
FORHOLD** Godt.

Støv og i nogen grad støj har tidligere givet problemer.

**KONTAKTPERSON** Tore Lundin, telf. 018-368120 eller 018-368192

Figur 1: Funktionsdiagram.



Figur 2: Anlæggets beliggenhed og opland.

COBURG - VESTTYSKLAND

COBURG - VESTTYSKLAND

**FORMÅL**  
 Reducere behovet for deponerings- og forbrændingskapacitet.

**ANLÆGSTYPE**  
 Mekanisk/manuelt anlæg til sortering af kildeopdelt husholdningsaffald - "Grüne Tonne".

**ANLÆGGET TAGET I BRUG**  
 Maj 1986.

**BELIGGENHED**  
 Ca. 8 km nordøst for Coburg.

**KJER**  
 Anlægget er kommunalt anlagt, men privat ledet.

**OPLAND**  
 I en del af Landkreis Coburg (270.000 indbyggere) er foreløbig for en 3-årig forsøgsperiode indført "grüne Tonne"-systemet. Ordningen er indført i småbyer, men ikke i rene landområder, og omfatter 100.000 indbyggere.

**AFFALDSTYPER**  
 "Grüne Tonne"-fraktionen må indeholde: pap, plast, aviser, plastfolie, hård plast og blikemballage.

**KAPACITET**  
 Ej oplyst.

**OUTPUT**  
 I forsøgsperioden behandles årligt 50.000 tons "grønt" husholdningsaffald. Fordelingen på de usorterede materialer er som følger:

Pap 12%  
 Papir (kvalitet D39) 36%  
 Folie + hård plast 5%  
 Aviser 10%  
 Blik 5%  
 Glas 1%  
 Deponi/forbrænding 30%

**AFSÆTNING**  
 Pap, papir og glas afsættes til ekstern genvinder. Plast oparbejdes internt fra december 1987 (årsforbrug 5.000 tons). Finstof tilføres fra 1988 forbrændingsanlæg ved Coburg.

**GENANVENDELSESPROCENT**  
 70% - jvf. output fra "grüne Tonne".

**ANLÆGSBESKRIVELSE**  
 -

**BEHANDLING**  
 1 driftsleder, 1 truckfører, 1 maskinpasser (presse m.m.), 8 sorteringsarbejdere.

**ANLÆGSINVESTERING**  
 Ej oplyst.

**DRIFTSBUDGET**  
 Ej oplyst.

**ARBEJDSHILJEFORHOLD**  
 Den manuelle sortering foregår i ventileret hånd-sorteringskabiner. Der iagttages meget lidt støv i kabinen. Der er gennemført støv- og støjmålinger, som alle ligger inden for de tyske grænseværdier (på disse områder svarer de tyske grænseværdier (på nøje til de danske). Mikrobiologisk kendes forureningen ikke. Der er ingen mulighed for individuel tilpasning af den enkelte arbejdsplads i kabinen.

**KONTAKTPERSON**  
 Gerlicher, tlf. 009 49 9563 2008



## STÅDTEREINIGUNG NORD-FLENSBURG - VESTTYSKLAND

**FORMÅL** Sikre materiale til genanvendelse - herunder råmaterialer til intern produktion af plastpæle.

**ANLÆGSTYPE** Manuelt sorteringsanlæg baseret på kildesepareret - "grüne Tonne" - husholdningsaffald.

**ANLÆGGET TAGET I BRUG** 1985.

**BELIGGENHED** Eckernförder Landstrasse 300, udkanten af Flensburg by.

**EJER** Städtereinigung Nord, Flensburg - SRN.

**OPLAND** 135 landkommuner tilsluttet AXV-Abfallzweck verband Schleswig-Flensburg med et befolkningsgrundlag på 170.000 personer. Deltagelse i ordningen er frivillig, 98% deltager. Ordningen er gratis for brugerne i AZV-området, idet SRN afholder alle omkostninger.

**APFALDSTYPER** "Grüne Tonne" - husholdningsaffald. Grüne Tonne omfatter i affaldssamarbejdet kun tørt og ren- (gjort) materiale - pap, papir, aviser, folie og hård plast.

Oprindeligt ville man kun indsamle pap og papir, men grundet intern genanvendelse af plast, (produktion af plastpæle), udvidede man fraktionen til også at bestå af plast. Man har ingen kvalitets-senkning registreret af det indsamlede papir i denne forbindelse.

Alle deltagende husstande har fået udleveret 240 l beholdere, som afhentes en gang månedligt i forbindelse med indsamling af "grå beholdere". Yderligere modtages og sorteres mindre mængder erhvervsaffald -direkte på gulvet.

Man har forsøgt at sortere indholdet fra rumopdelte containere opstillet i Flensburg by, men dette tager for lang tid i forhold til sortering af grüne Tonne-fraktionen.

**KAPACITET**

## STÅDTEREINIGUNG NORD-FLENSBURG - VESTTYSKLAND

**OUTPUT**

1986: papir og aviser	38,5%
pap	27,3%
plastfolie	1,1%
andet plast	1,0%
restaffald	32,1%

I alt behandles ca. 20.000 tons på anlægget svarende til 92 kg/deltagende indbygger/år.

**AFSÆTNING** Papir og pap til genvindingsindustri. Plast genvindes internt til produktion af pæle m.m.. Til denne produktion opkøbes endvidere plastmaterialer.

**GENANVENDELSESPROCENT** Af de tilførte mængder "grüne Tonne" genanvendes 68%. Denne relativt høje genanvendelsesprocent må tilskrives de få tilladte materialetyper, frivilligheden og krav om renheden i de leverede materialer.

**ANLÆGSESKRIVELSE** I en stor hal aflæsses "grüne Tonne"-fraktionen. Med front-loader fødes en lameltransportør, som fører materialerne op i sorterekabinen. Ved dobbeltsidig sortering tages de genanvendelige materialer fra og smides i nedfaldsrum. Rummene kan tømmes individuelt ved hjælp af transportører, som fører disse til ballepressen.

Sorteringen er således rent manuel.

Der kan på gulvniveau være tale om manuel frasortering af pap fra erhvervsaffald.

**BEHANDLING** 2-holdsskift hver på 9 personer, hvoraf 1 køber gummiged, mens 8 står i håndteringen.

**ANLÆGGINVESTERING** I alt (1985) 6 mill. DM for grund, bygninger, maskiner, indsamlingsmateriel, beholdere m.m.

**DRIFTSBUDGET** Ikke oplyst.

I starten lå de samlede behandlingsomkostninger dog på 200-300 DM/ton incl. afskrivninger. Omkostningerne er siden faldet.

SRN har gennem en flerårig kontrakt med AZV forpligtet sig til gratis afhentning af "grüne Tonne". Derfor er ordningen i dag ikke rentabel med de gældende salgspriser på genanvendelige materialer.

**ARBEJDSKILJØRHHOLD**

Anlægsledelsen oplyser, at man ikke har haft arbejdsmiljøproblemer på anlægget - hverken sygdomme eller andet.

Materialeraktionen, der sorteres på, synes meget ren, selvom det bemærkes, at materialerne er mere forurenede ved flerfamiliehusstande.

Sorteringskabinen forekommer meget intermestisk indrettet både med hensyn til ergonomi, termiske forhold, udsugning, m.m. Der forekommer en del støv på anlægget, og der findes ingen forudgående afsugning.

**KONTAKTPERSON**

Direktør Hübner, tlf. 009 49 1 97 014

<b>FORMÅL</b>	Reducere behov for deponeringsareal. Herudover sikre materialer til genanvendelse - bl.a. intern oparbejdning af plastprodukter.	<b>OUTPUT</b>	8.000 t/år.
<b>ANLÆGSTYPE</b>	Mekanisk/manuelt sorteringsanlæg for kildesorteret husholdningsaffald - "Grüne Tonne".	<b>AFSÆTNING</b>	Papir (aviser), pap, metal, plastfolie og glas sælges til ekstern genvinding. Plastdunke og anden hård plast anvendes internt i produktion af plastpæle m.m.
<b>ANLÆGGET TAGET I BRUG</b>	-	<b>GENANVENDELSESPROCENT</b>	Grüne Tonne-indsamlingen giver i alt ca. 10.000 tons/år, svarende til ca. 125 kg/indbygger/år. 20% heraf går til deponi, mens resten fordeler sig som:
<b>BELIGGENHED</b>	D-1734 Knittlingen.	pap og papir	55,0%
<b>KJER</b>	Pfitzenmeier & Rau.	glas	30,0%
	Driver bl.a. indsamling, sortering, behandling, plastgenvinding.	plast (hård og folie)	7,0%
<b>OPLAND</b>	Til sorteringsanlægget tilføres materiale fra:	metal	7,0%
	Enzkreis 165.000 indbyggere	tekstiler m.m.	1,0%
	Ludwigsburg 80.000 indbyggere		
	= Mono-Tonne.		
	Karlsruhe 100.000 indbyggere		
	= Grüne Tonne.		
<b>AFFALDSTYPER</b>	Deltagelse i ordningerne er frivillig.		
	På anlægget behandles 2 typer kildesorterede materialefraktioner fra private husstande:		
	<u>Mono-Tonne</u> bestående af aviser og papir (245.000 indbyggere).		
	<u>Grüne Tonne</u> bestående af papir, pap, glas, metal og plast.		
<b>KAPACITET</b>	I Grüne Tonne-systemet foretages indsamling hver 4. uge. Der foretages særlige indsamlinger af glas, men alligevel forekommer en del glas i de normale Grüne Tonne-indsamlinger.		
		<b>ANLÆGSBESKRIVELSE</b>	
		Den meget høje genanvendelsesprocent må tilskrives, at der frasorteres flere papirkvaliteter, og at så godt som alle flasker, skår og metal genanvendes.	
		"Grüne Tonne" fraktion aflæsses på gulv, og med gummihjulslæsset fødes en lameltransportør. På en sigte deles materialet i 3 dele:	
		1. Sigterest går til deponi.	
		2. Grovfraktion til håndsortering (tekstil, pap, plast).	
		3. Melleufraktion som blandes med overløb fra grovfraktionen. Med magnet fjernes jern m.m.	
		Den sidstnævnte fraktion gennemløber en skråsigte. Glas og hård plast går til håndsortering. De lette dele går til tromleseparering, hvorfra de største dele gennemløber endnu en tromleseparering, hvorfra gennemløbet er en blandet papirkvalitet. Resten udgør en deponeringsrest.	
		<b>BEMÆNDING</b>	
		På anlægget arbejder 13 pr. skift. 9 heraf arbejder med det omtalte "Grüne Tonne"-sortering. I truckfører og 4 på "Mono-Tonne"-sortering.	

ANLÆGSINVESTERING

Ej oplyst.

DRIFTSBUDGET

Ej oplyst.

ARBEJDSMILJØFORHOLD

Alle sorteringsarealer er overdækket. Selve overdækningen er blevet iværksat for at mindske støv (og støj?) påvirkingen. Anlægsopbygningen med bl.a. opsplitting af manuelle sorteringsområder fordelt mellem maskinerne giver uhensigtsmæssige støj- og støvbelastninger. Der foregår tilsyneladende ingen jobrotation, og flere arbejdspladser er placeret for sig selv, f.eks. glassorteringen, mens andre er placeret meget tæt på hinanden. Ingen særlige hensyn til ergonomiske belastninger.

KONTAKTPERSON

Direktør Pfechner, tlf. 009 49 7043 3720

## MÜNCHEN NORD - VESTTYSKLAND

**FORMÅL** Sortering af genanvendelige materialer fra husholdningsaffald.

**ANLÆGSTYPE** Mekanisk/manuelt anlæg til sortering af kildeseparatoreret husholdningsaffald - "Grüne Tonne".

**ANLÆGGET TAGET I BRUG** 1985.

**BELIGGENHED** München Nord, Georg-Breuchle-Ring 29, D-8000 München 50.

**EJER** Landeshauptstadt München

**ØPLAND** Fire distrikter fra Münchens forstad. Ca. 45.000 indbyggere er omfattet. Halvdelen bor i etageboiliger og resten i enfamiliehuse.

**AFFALDSTYPER** "Grüne Tonne" må indeholde: pap, papir, plastfolie, hård plast, metal og glas. Fra etageejendomme opsamlies "grüne Tonne"-fraktionen i 800 l-containere. Enfamiliehuse har fået udleveret 120 l-containere på hjul.

Man har observeret en større forureningsgrad af de tilførte materialer fra etageejendomme og specielt fra socialt belastede områder.

**OUTPUT** Metal, plast, pap, papir, glas og brændbart samt deponi.

**AFSÆTNING** -

**GENANVENDELSESPROCENT**

30% pap, papir
8-10% glas
3- 4% metal
3% kunststof
0,5% Tekst. (brændes)
0,5% brændbart
56% deponi

## MÜNCHEN NORD - VESTTYSKLAND

## ANLÆGSBESKRIVELSE

Materialerne fra "Grüne Tonne" aflæsses på gulv i hal.

Med lameltransportør føres materialerne direkte ind i behandlingshallen og til håndsortering. I kabinen sorteres aviser, pap, klar folie og blandet folie fra.

Overløbet passerer en magnet, hvor jern udskilles. I en sigte fjernes finstoffet.

Herefter ledes materialerne til en "tallerken-separator", som ved hjælp af sug gennem huller i "tallerkenen" fastholder materialer, mens de tunge dele falder fra tallerkenen.

Den tunge del vindsigtes i en brændbar del og en ej brændbar del, som føres til en sorterkabine, hvor hvid, grøn og brun glas frasorteres, mens overløbet føres på deponi.

Den lette fraktion fra tallerken-separationen ledes til romlesigte, hvorfra sigteresten håndsorteres i aviser og blandet papir. Gennemfaldet presses som brændbart materiale.

**BEHANDLING** Anlægget kører i et skift og er normalt bemanded med en formand og 8 ansatte.

## ANLÆGSINVESTERING

Ca. 2,4 mill. DM.

## DRIFTSBUDGET

Lønomskostninger	150 DM/t
Afskrivning	100 DM/t
Øvrig drift	57 DM/t
Indtægter	17 DM/t
Total	270 DM/t

## ARBEJDSHILJØRFORHOLD

Den manuelle sortering foregår i sorteringskabiner, hvor støjniveauet er betydeligt lavere end i maskinhallen. Sorteringen foretages direkte på materialerne uden forudgående sigtning m.m. Forureningsgraden af materialerne er meget svingende.

Derfor udsættes de ansatte også for påvirkning fra materialerne (kim, endotokiner m.m.). Arbejdspladsindretning er mangelfuld med hensyn til ergonomiske belastninger, termiske forhold og støj.

Rengøring af anlægget (en gang ugentlig med fejekost) resulterer i en kraftig støvudvikling. Bortset fra arbejdshandsker og sikkerhedsfodtøj anvendes ingen personlige værnemidler.

KONTAKTPERSON

Martin Steiner,  
Ingeniørfirmaet Ingenieurgemeinschaft  
technischer Umweltschutz  
Tlf. 009 49 89 15 54 84

<b>FORMÅL</b>	Reducere behovet for affaldsdeponering. Sikre materialer til genanvendelse.	Anlægget er mekanisk/manuelt.
<b>ANLÆGSTYPE</b>	Mekanisk/manuelt sorteringsanlæg for kildesorteret husholdningsaffald - "Grüne Tonne".	Mekanisk bliver materialerne delt i strømme til håndsortering, metal, glas og plast henholdsvis deponi. Efter aflæsning på gulv fødes lameltransportør med "grüne Tonne"-affaldet. På en svingsigte størrelse opdeles materialerne. De største materialer går direkte til håndsortering efter udskillelse af magnetisk metal. Pap og folie sorteres fra. Overløbet føres tilbage og blandes med mellemfraktionen fra 1. svingsigte. Efter endnu en svingsigte (sigtegennefaldet deponeres) gennemløbes en skråsigte, hvor de tunge dele (glas, metal og hård plast) skiller fra de lette.
<b>ANLÆGGET TAGET I BRUG</b>	1986	I den <u>tunge fraktion</u> foretages magnetseparation, hvorefter der på sorterkarrusel foretages manuel glassortering.
<b>BELIGGENHED</b>	Ved Sinsheim by - Baden-Württemberg.	Den lette fraktion føres gennem endnu en svingsigte, og sigteresten (den genanvendelige del) føres til håndsortering.
<b>EJER</b>	Borman.	I håndsorteringen foretages manuel sortering af materialerne pap, papir (flere kvaliteter) og plastfolie.
<b>OPLAND</b>	205.000 indbyggere i Landkreis Rhein-Neckar. Knap halvdel af Landkreisisens indbyggere er tilsluttet "grüne Tonne"-systemet.	Håndsorteringen er inddækket i forhold til den øvrige del af anlægget.
<b>AFFALDSTYPER</b>	"Grüne Tonne" med de tilladte materialer: pap, papir, plastfolie, hård plast, glas og metal.	Når der sorteres med fuld kapacitet, kører anlægget med 2 skift. Hvert skift er bemandet med 14 personer, hvoraf 1 passer pressen og i klarer pålæsning af fødebånd. De øvrige foretager håndsortering.
<b>KAPACITET</b>	2-holdsskift. "Grüne Tonne" fra 250.000 indbyggere, hvilket svarer til ca. 25.000 tons.	Ej oplyst.
<b>OUTPUT</b>	For 1987 forventes fra 205.000 indbyggere tilført 20.000 tons.	Ej oplyst.
<b>AFSÆTNING</b>	Papir, glas, metal og plast afsættes til oparbejdning.	Man har fra starten ønsket rimelige arbejdsforhold på anlægget. Bl.a. belært af erfaringer fra andre tyske anlæg blev anlægget derfor klart sektionsoptaget. Den mekaniske del blev afgrænset fra den del, der indeholder de manuelle funktioner. Håndteringen er indbygget i særlig ventileret kabine, hvilket
<b>GENANVENDELSESPROCENT</b>	Forventet genanvendelsesprocent er 80% - jvf. det forventede output.	
		<b>ANLÆGSBESKRIVELSE</b>
		<b>BEMANDING</b>
		<b>ANLÆGSINVESTERING</b>
		<b>DRIFTSBUDGET</b>
		<b>ARBEJDSMILJØFORHOLD</b>

mindsker støv- og støjbelastningen ved arbejdspladserne.

Selve anlægget virker gennemgående rent, hvilket bl.a. må tilskrives den udsugning, der er etableret ved alle sigter og vigtige båndskift. Transportører er ikke inddækket. Det behandlede materiale kan have varierende kvalitet - på besigtigelsestidspunktet virker materialerne dog rene.

Der findes ingen jobrotation på arbejdspladsen.

Der er endvidere ingen mulighed for individuel tilpasning af arbejdspladsernes indretning.

**KONTAKTPERSON**

Amberg, tlf. 009 49 7261 13 178





**BILAG 4****LAGRING AF BRÆNDBART AFFALD****DANSKE ERFARINGER**

## 1. INDLEDNING

Afsnittet indeholder en gennemgang af mulige tekniske løsninger for opbevaring af brændbart affald, der ikke umiddelbart kan forbrændes, fra det tidspunkt, affaldet genereres, til det ud fra et varmeafsætningssynspunkt er mest hensigtsmæssigt at forbrænde det.

De varmeproducerende affaldsforbrændingsanlæg har ofte haft varmeafsætningsproblemer i sommerhalvåret som følge af, at anlæggenes varmeproduktionskapacitet har været større end varmebehovet i det fjernvarmeområde, der forsynes med affaldsvarme. Således bortkøledes i 1986 ca. 9% af den samlede producerede affaldsvarme i Danmark, /5/. Omvendt kan et affaldsforbrændingsanlæg i vinterhalvåret normalt levere al den varme, der overhovedet kan produceres.

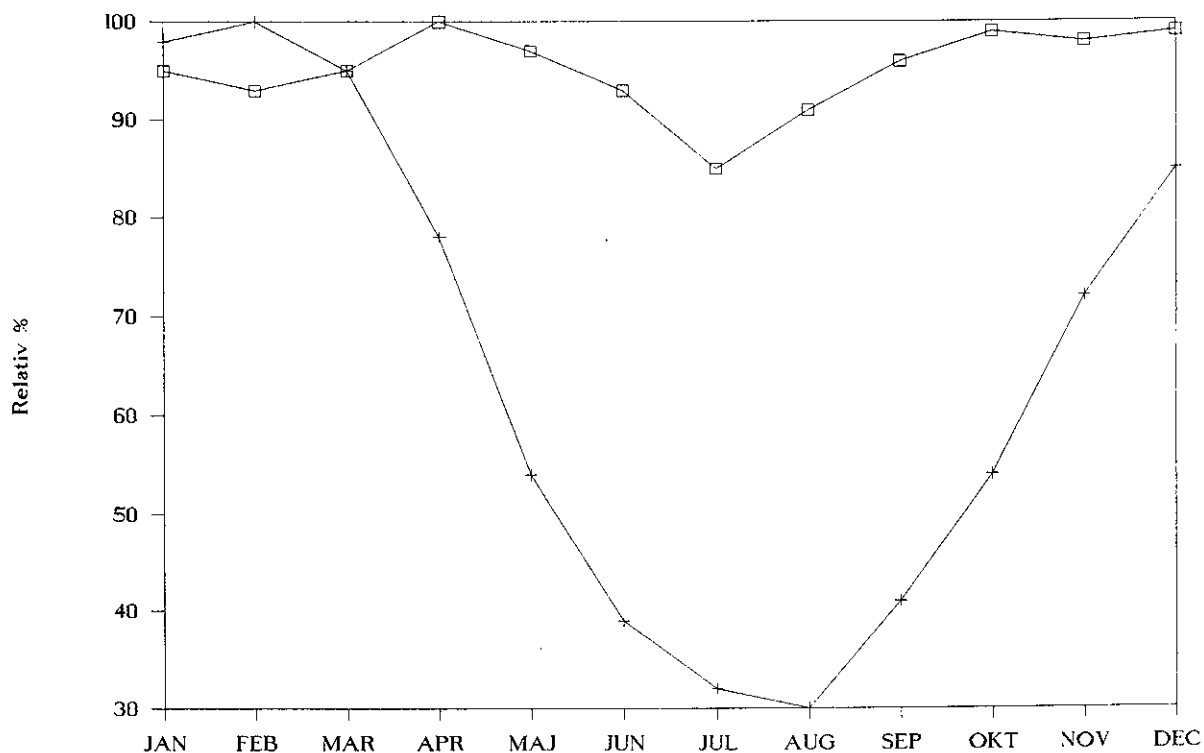
Det har derfor været naturligt at overveje en styring af varmeproduktionen, så den så vidt muligt tilpasses varmebehovet. Et affaldsforbrændingsanlæg er imidlertid primært et affaldsbehandlingsanlæg, der skal sikre en miljømæssig forsvarlig bortskaffelse af det brændbare affald. Såvel de meget store investeringer i affaldsforbrændingsanlæg (i forhold til andre varmeproducerende anlæg), som det forhold, at affaldstilførslen ikke varierer tidsmæssigt på samme måde som varmebehovet (se fig. 1), og at visse affaldstyper skal behandles relativt hurtigt af hygiejniske årsager, gør, at man hverken kan have en affaldsforbrændingskapacitet, der kan dække hele varmebehovet, eller uden videre lade affaldet ligge, indtil varmebehovet er der.

Det er f.eks. kun muligt at regulere ovnenes belastning og dermed varmeproduktionen inden for visse rammer, hvis anlægget skal fungere drifts- og miljømæssigt tilfredsstillende. En nedsættelse af varmeproduktionen i sommerperioden vil derfor ofte betyde, at en eller flere ovnlinjer skal tages ud af drift, og at man må deponere brændbart affald på losseplads. Alternativt må man bortkøle varme, hvis man ønsker at opretholde affaldsbehandlingskapaciteten.

For en række affaldsforbrændingsanlæg er problemet løst eller mindsket - eller vil blive det - som følge af den kraftige udbygning af kraftvarme-transmissionsnettene i 80'erne, idet affaldsforbrændingsanlæggene kan levere varme konstant til kraftvarmesystemet som grundlastenheder. Også en ombygning af affaldsforbrændingsanlæg til kraftvarmeproduktion formindsker problemerne. Et sådant projekt er besluttet i Slagelse og for 2 større anlæg i Hovedstadsregionen, I/S KARA og I/S Amagerforbrænding, vil planlagte udvidelser blive kraftvarmeanlæg, ligesom de 2 anlægs eksisterende ovnlinjer forventes ombygget med tiden i forbindelse med renovering af disse anlæg.

Fig. 1.

Varmebehovets og affaldsleverancens relative variation over året



\* VARMEBEHOV

□ AFFALDSLEVERANCE

Der er imidlertid stadigvæk en række affaldsforbrændingsanlæg, der leverer fjernvarme til lokale net og derfor kan have afsætningsproblemer i sommerhalvåret. I visse tilfælde må disse anlæg bortkøle varme samt omdirigere brændbart affald til lossepladser.

Imidlertid er det blevet stadig vanskeligere at skaffe den fornødne lossepladskapacitet. Fra at have været et "lokalt" storkøbenhavnsk problem, er det nu ved at blive et generelt problem i landet som følge af den trussel mod grundvandsinteresserne, som selv en miljøgodkendt kontrolleret losseplads kan udgøre. Grundvandsforureningsrisikoen har medført en ændring af hele godkendelsesgrundlaget for lossepladser, således at lokaliseringmulighederne er blevet meget stærkt begrænset i forhold til for blot få år siden.

Disse forhold taler for, at lossepladsernes kapacitet skal spares. Det brændbare affald er samtidig en af de faktorer, der er årsag til risikoen for grundvandsforurening fra lossepladser, da dette affald ved den biologiske nedbrydning og efterfølgende udvaskning med nedbøren danner perkolat, som er stærkt grundvandsforurenende (hvis perkolatet ikke opsamles effektivt).

Alt i alt er der derfor flere årsager til, at oplagring og senere forbrænding af brændbart affald har været og kan være hensigtsmæssigt. I det følgende gennemgås mulighederne og metoderne for at oplagre de forskellige affaldstyper. Ligeledes gennemgås de konkrete, danske erfaringer med oplagring af brændbart affald.

Det skal dog bemærkes, at de generelle tiltag på affaldsområdet peger mod, at brændbart affald i mindre omfang end hidtil vil komme til lossepladserne, idet affaldet i et vist omfang vil blive sorteret hos kilden i forhold til den efterfølgende affaldsbehandling. Sammenholdt med at affaldsforbrændingsanlæggenes varmeafsnitningsproblemer mindskes på grund af Kraftvarmeudbygningen, vil dette formindske behovet for lagring af affald i fremtiden.

Fra energimyndighedernes side har der på det seneste været en voksende interesse for at nedsætte produktionen af affaldsvarme (grundlast) i sommerhalvåret for derigennem at forbedre muligheden for varmeproduktion (og kraftvarmeproduktion) baseret på andre indenlandske brændsler. I den nuværende situation blokerer affaldsforbrændingsanlæggene nogle steder for en yderligere udbygning af varmeproduktionen baseret på halm, flis og tilsvarende, fordi disse anlæg kun kan få et relativt lille årligt driftstimental, når der i forvejen findes et affaldsforbrændingsanlæg. Her vil en løsning af problemerne omkring lagring af affald kunne medvirke til en bedre udnyttelse af andre lokale energikilder i varmeforsyningen.

## **2. METODER TIL OPLAGRING AF BRÆNDBART AFFALD**

Det er ikke alle affaldstyper, der kan - og må - oplagres, ligesom det ikke er alle metoder, der kan anvendes på de forskellige affaldstyper.

I dette afsnit gennemgås kort de forskellige mulige tekniske løsninger, og i afsnit 4 gennemgås de konkrete, danske erfaringer, idet gennemgangen er systematiseret i forhold til de i dette afsnit nævnte metoder.

Generelt vil der være tale om oplagring af relativt højbrændbart affald (især erhvervsaffald) indeholdende materialerne træ, pap, papir, plast, d.v.s. affald, der er relativt stabilt over for biologisk nedbrydning. Med de nuværende indsamlingsmetoder for affald vil disse affaldstyper dog ofte også indeholde dagrenovationslignende affald fra kantiner, storkøkkener og lignende. I praksis kan og bør dagrenovation og andre biologisk let omsættelige affaldstyper ikke lagres som følge af de hygiejniske og miljømæssige problemer knyttet hertil, medmindre særlige lagringsteknikker benyttes.

Oplagring i en periode af brændbart affald er i Danmark af nyere dato (når der ses bort fra affaldsprodukter som halm, træflis, bark og tilsvarende). Der forefindes derfor heller ikke noget officielt begrebsapparat omkring oplagringen af det brændbare affald. Visse selskaber og anlæg benytter ordet "sæsonforskydning". Derigennem understreges de varmforsyningsmæssige aspekter. I andre tilfælde benyttes ordet "tilbageførsel" af brændbart affald (som regel fra lossepladser). Ved "tilbageførsel" forstås nok i almindelighed den transport, der sker fra oplagringsstedet, hvilket ofte vil være en kontrolleret losseplads. Der kan dog også være tale om brændbart affald, som sorteres på lossepladsen og efterfølgende returneres til et affaldsforbrændingsanlæg. Det vil sige, at der er tale om affald, ofte blandet, som er aflæsset direkte på lossepladsen, uden at der er gjort overvejelser om, hvilken affaldsbehandlingsmetode, der var den rigtige for affaldet set ud fra et overordnet synspunkt. En række affaldsforbrændingsanlæg har benyttet det princip at lade lastbilerne, der kører slagge og flyveaske på losseplads, tage brændbart affald med som returlæs. Det brændbare affald kan være neddelt nedrivningstræ, neddelt grenaffald eller frasorteret brændbart. Bl.a. har I/S Reno Syd, Helsingør Forbrændingsanlæg og Vestfyns Forbrændingsanlæg (Middelfart) praktiseret dette. Der foregår imidlertid ikke nogen egentlig oplagring, og metoden kan derfor ikke løse alle de problemer, der skitseredes i indledningen af afsnittet. Dette forudsætter en egentlig oplagring af affaldet.

Af metoder til oplagring af brændbart affald anvendes følgende eller har følgende været anvendt i Danmark:

1. Lagring af affald, presset i baller.
2. Lagring af affald i bunke (bulk).
  - usorteret
  - sorteret
3. Lagring af brændselspiller (pellets), fremstillet af affald.

Ikke alle affaldstyper egner sig til lagring ved de tre metoder (det forudsættes i det følgende, at kun brændbare affaldstyper behandles). Således bør dagrenovation generelt ikke oplagres.

Bunkelagring og lagring af ballepresset dagrenovation kan ikke praktiseres uden væsentlige hygiejniske ulemper. Den ikke-komposterbare del af dagrenovationen kan nok lagres uden væsentlige problemer efter en presning i piller eller briketter, eventuelt suppleret med tørring. Er der tale om FAB (forædlet affaldsbrændsel) baseret på dagrenovation, øges lagringsmulighederne også noget ved bunkelagring, da den mest våde del (og biologisk mest nedbrydelige del) derved er fjernet, men der vil kunne være knyttet væsentlige hygiejniske ulemper (lugt, flueplage, rottetilhold) til et sådant oplag, fordi affaldet vil være kontamineret af den komposterbare del af affaldet. Ved udendørs oplagring af pellets vil de biologiske nedbrydningsprocesser derfor hurtigt gå i gang som følge af nedbør, m.v.

Man må således gøre sig klart, at indgår dagrenovation eller dagrenovationslignende affald i det affald, som ønskes oplagret, vil man generelt blive mødt med de krav og forbehold, som er knyttet til deponering af dagrenovation på en kontrolleret losseplads.

Haveaffald er ligeledes generelt mindre egnet til lagring, bortset fra grenaffaldet. Dette skyldes igen, at der er tale om organisk materiale med højt vandindhold, hvor den biologiske nedbrydning foregår relativt let.

Den brændbare del af de øvrige affaldstyper, handels- og kontoraffald, storskrald og affald fra fremstillingsvirksomheder, vil derimod generelt kunne oplagres i længere tid.

#### **Presning af affald og lagring af baller:**

Ved presning af affaldet i baller begrænses voluminet (der lagres ikke luft), og overfladearealet formindskes, hvilket nedsætter hastigheden af den biologiske nedbrydning (som sker hele tiden af alt organisk materiale).

Til presning anvendes en traditionel ballepresser, hvor affaldet efter presning bindes med ståltråd. Presserne kan lave baller i forskellige størrelser op til ca. 1 m<sup>3</sup> størrelse, svarende til en vægt på op til 5-600 kg. Ved presningen reduceres voluminet med en faktor 3-5.

Ballerne kan stables, hvilket giver mulighed for en rationel udnyttelse af lagerarealet.

Når lageret skal anvendes, åbnes ståltråden og affaldet kan løsnes. Dette forudsætter normalt lempning i affaldsforbrændingsanlæggets silo med kranen for at løsne det sammenpressede affald.

**Bunkelagring:**

Ved lagring i bunke aflæsses hele læs, der - evt. efter en sortering, hvor ikke brændbart fjernes - opbygges i en bunke ved anvendelse af maskiner (dozer, kompaktor o.lign).

Ved oplægningen sker der p.g.a. affaldets egenvægt en vis komprimering, men der er principielt stadig tale om løst affald med lav rumvægt. Bunkelageret er derfor pladskrævende, og indrettes normalt i forbindelse med en kontrolleret losseplads, bl.a. for at udnytte lossepladsens maskiner samt lossepladsens membransystem til beskyttelse mod nedsivning af eventuelt perkolat. Bunkelagret affald vil normalt ikke være vandmættet, hvorfor en gennemsivning - og dermed udvaskning af forurenende stoffer - må antages at være ubetydelig.

Når lageret skal anvendes, læsses affaldet på lastbiler (evt. i containere), og køres til forbrændingsanlægget. En rationel transport forudsætter, at affaldet transporteres så komprimeret som muligt. Dette betyder igen, at affaldet skal "løsnes" efter aflæsning i affaldssiloen ved lempning med krananlægget.

**Fremstilling og lagring af pellets og briketter:**

Den sidste oplagringsmulighed er at oparbejde affaldet til brændselsbriketter eller piller og lagre dette (i bunke eller silo som kul/koks). Metoden kan anvendes til dagrenovation og/eller erhvervsaffald. Forarbejdningen af affaldet til brændselsbriketter eller -piller sker typisk ved at affaldet neddeles (hammermølle eller lignende), "kompostfraktionen" sorteres fra maskinelt (ikke fuldstændigt), og affaldet presses efterfølgende (ekcenterpresse eller tilsvarende) til briketter eller piller. For at stabilisere affaldet tilsættes evt. kulstøv, der samtidig har en brændværdiforbedrende effekt, samt kalk. Ligeledes kan en vis tørring være nødvendig af hensyn til både fremstillingen og lagringsstabiliteten. Fremstilling af pellets/briketter inklusive den nødvendige sortering af affaldet forudsætter et højteknologisk anlæg og der er derfor meget høje omkostninger pr. produceret/anvendt ton.

Briketterne eller pillerne vil ikke kunne anvendes alene i traditionelle danske affaldsforbrændingsanlæg, da risten så vil blive udsat for en for stor varmelastning (både p.g.a. den højere brændværdi og fordi der ikke vil være et beskyttende affaldslag over risten). Derimod vil de kunne anvendes som suppleringsbrændsel sammen med almindeligt affald. Brændselsbriketter og -piller baseret på affald kan anvendes på andre fastbrændselsanlæg som



supplement eller erstatning for f.eks. kul. Man skal her være opmærksom på, at et sådant anlæg i miljøgodkendelsessammenhæng vil skulle betragtes som et affaldsforbrændingsanlæg.

I afsnit 4 gennemgås de forskellige danske erfaringer med de 3 metoder, og i afsnit 5 foretages en vurdering af metoderne (økonomi, arbejdsmiljø, plads-krav etc.).

### 3. MYNDIGHEDSKRAV

Anlæg til opbevaring eller behandling af affald er omfattet af miljøbeskyttelseslovens regler om, at myndighederne skal godkende anlægget eller indretningen før planerne realiseres fysisk (godkendelse efter miljøbeskyttelseslovens paragraf 35).

Dette gælder både oplagringen af affaldet samt den eventuelle forarbejdning af affaldet før oplagring.

Dette gør det i mange tilfælde hensigtsmæssigt at lokalisere sådanne lagre på eksisterende miljøgodkendte anlæg, især kontrollerede lossepladser. Det må normalt påregnes, at den eksisterende godkendelse ikke omfatter oplag- ringsaktiviteterne, herunder den evt. forbehandling. Man vil derfor i de fleste tilfælde skulle igennem en almindelig procedure for miljøgodkendelse incl. offentlighedsfase og klage- og ankemuligheder.

Ud over miljøgodkendelsen vil det kunne blive nødvendigt også at indhente godkendelser/tilladelser fra andre myndigheder i henhold til andre lovgivningsområder.

F.eks. vil oplagringen af affald, hvad enten der er tale om bunkelagring på losseplads eller lagring af baller ved forbrændingsanlæg, kunne være i modstrid med den aktuelle lokalplan (f.eks. overskride nogle højde- og kotebestemmelser eller bestemmelser om udendørs oplag). Eventuelt skal der udarbejdes en lokalplan.

Ligeledes vil nye aktiviteter i landzone normalt kræve tilladelse efter zonelovgivningen, ligesom evt. fredningsbestemmelser vil kunne blive berørt.

Der er således tale om, at flere myndigheder på såvel primær- som amtskommunalt niveau skal involveres i den samlede godkendelsesprocedure. Med de klage/ankemuligheder, der er i de forskellige lovgivningsområder, må man påregne i størrelsesordenen 1/2 - 1 års samlet sagsbehandlingstid fra

ansøgning er afleveret til de(n) endelige godkendelse(r) foreligger. Da alle former for affaldsbehandling idag er omfattet af offentlighedens store interesse, bør man i egen interesse planlægge en evt. oplagring af brændbart affald i meget god tid af hensyn til den offentlige debat, som i mange tilfælde kan blive et resultat af et sådant projekt.

De forhold, som typisk vil blive reguleret i en miljøgodkendelse, er:

- beredskab ved brand
- foranstaltninger mod selvantændelser
- affaldstyper
- skadedyr
- plast/papirflugt
- opsugning af fugt/vand
- perkolatdannelse
- driftsforhold for oplaget
- oplagets størrelse (volumen/mængde)

#### 4. ERFARINGER FRA DANMARK

Erfaringerne er systematiseret og samlet efter metode.

Der har været en række forsøg og planer med lagring af affald i form af briketter/piller. I beskrivelserne medtages imidlertid kun de erfaringer, der hidrører fra egentlig drift eller fra forsøg, der skalamæssigt og iøvrigt modsvarer en normal driftssituation. Ud over de nedenfor anførte selskaber og virksomheder er der andre, der har gennemført lignende aktiviteter, bl.a. den tidligere nævnte "tilbageførsel". I gennemgangen medtages kun erfaringer, der er knyttet til en oplagring af affald. Fælleskommunalt Renovationselskab I/S, Føvling er ikke medtaget i gennemgangen. Selskabet producerer forædlet affaldsbrændsel, som ikke oplagres (alt overskydende affald deponeres).

Følgende erfaringer vil blive beskrevet (identificeret ved det selskab/den virksomhed, der har benyttet metoden).

Pellets: 4-S Skiveegns Renovationselskab I/S, Kaastrup  
 Baller: I/S KARA, Roskilde  
 Bunke: I/S FASAN, Næstved  
 I/S Sengeløse Losseplads, Københavns Amt  
 I/S REFA, Nykøbing F  
 I/S KARA, Roskilde

I øjeblikket planlægger I/S Reno Syd, Skanderborg, at oplagre brændbart affald, og afventer en miljøgodkendelse hertil.

- Selskab/Anlæg:** 4-S Skiveegnens Renovationsselskab I/S  
Kaastrupvej 20  
7800 Skive  
Tlf. 07 581288
- Oplagringssted:** Lukket lagerrum på anlægget.
- Kontaktperson/  
reference:** Driftschef Jens Chr. Jensen.
- Baggrund:** Affaldsbehandling gennem udsortering af genanvendelige materialer, kompostfraktion samt fremstilling af brændselsmateriale (pellets).
- Lagringsmetode:** Pellets.
- Affaldstyper:** Dagrenovation og erhvervsaffald.
- Mængder:** Ca. 5.000 tons/år (30% af den årlige tilførsel på 18.000 tons).
- Teknik og udstyr:** Affaldet neddeles, hvorefter kompostfraktionen frasorteres i en primær tromle, jernet magnetsepareres og glasset frasorteres i en sekundær tromle. Herefter foretages en yderligere neddeling (rivning) og en dobbelt udsortering af papir, plast og brændselsmaterialer ved hjælp af vindsigter. Brændselsfraktionen oparbejdes til brændselspiller ved tørring i tørretromle og efterfølgende presning i ekcenterpresse.
- Driftserfaringer:** Ca. 25 vægt% af affaldet oparbejdes til brændselspiller excl. 7% vand, svarende til 32% af affaldet incl. vand. Der er ingen ubehagelig lugt fra brændselspillerne.
- Økonomi:** Udgifterne til behandling af 1 ton affald udgør excl. afskrivning og forrentning:
- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| Olieforbrug                   | 25 kr.              |
| Arbejds løn                   | 30 kr.(10 ton/time) |
| El                            | 32 kr.              |
| Reparation og vedligeholdelse | <u>60 kr.</u>       |
| I alt                         | 147 kr.             |
- Da 1/4 af affaldet oparbejdes til brændselspiller, er udgifterne til oparbejdning af 1 ton piller ca. 600,- kr.
- Pillerne afsættes for 640,00 kr. pr. ton.

<b>Selskab/anlæg</b>	I/S KARA Håndværkervej 74 4000 Roskilde Tlf. 02 757253	
<b>Oplagringssted</b>	Ved forbrændingsanlægget.	
<b>Kontaktperson</b>	Driftschef Jarn Petersen.	
<b>Reference</b>	Rapport udført for Energistyrelsen, maj 1984.	
<b>Baggrund</b>	Forsøgsrække, som skulle undersøge mulighederne for at langtidslagre affald i blokke (baller), for bedre at kunne udnytte affaldet til fjernvarmeforsyningen.	
<b>Lagringsmetode</b>	Bloklagring.	
<b>Oplagring startet</b>	1983 (afsluttet samme år).	
<b>Affaldstyper</b>	Handels- og kontoraffald, dagrenovation i sække.	
<b>Mængder</b>	Handelsaffald (med organisk let forrådneligt affald)	14.200 kg
	Forsorteret handels- og kontor- affald (primært papir, pap og plast)	6.730 kg
	<u>Dagrenovation i sække</u>	<u>9.050 kg</u>
	I alt	29.980 kg
<b>Teknik og udstyr</b>	Affaldet blev presset på en 60 ton papirpresse, dagrenovationen blev tilsat brændt kalk. Dagrenovationen blev oplagret under presseninger i 65 dage. Resten af affaldet forblev uafdækket under hele oplagringsperioden på 4,5 måned.	
<b>Driftserfaringer</b>	Dagrenovation: Efter lagringsperioden blev temperaturen nogle steder målt til 45°C som et udtryk for biologisk omdannelse, hvilket skyldtes en ujævn kalkdosering. Der observeredes et væggtab, der fordelte sig således: 10% skyldes tab i forbindelse med transport, de resterende 15% skyldes fordampning og biologiske processer (methanudvikling). Der blev observeret et par rotter ved oplagringspladsen.	

Den nedre brændværdi af den lagrede dagrenovation blev målt til 2.040 kcal./kg, hvilket svarer til den normalt målte nedre brændværdi af dagrenovation.

**Handelsaffald:**

Der blev konstateret en lokal temperaturforhøjelse på grund af begyndende forrådnelse. Der blev konstateret en vægtforøgelse på 7%, hvilket skyldes opsugning af regnvand. Den nedre brændværdi for handelsaffald blev målt til 3.380 kcal./kg, hvilket ligger inden for det interval, der er normalt for ulagret handels- og kontoraffald.

**Forsorteret handels- og kontoraffald:**

Affaldet syntes ikke at have ændret karakter under oplagringen, bortset fra en vægtforøgelse på 20%, som skyldtes opsugning af regnvand. Der er ikke redegjort for nogen undersøgelse af brændværdien.

**Generelt:**

Der blev ved visuel bedømmelse konstateret et fald i slaggemængden fra forbrænding af det oplagrede affald på 30-50% i forhold til normal drift af ovnen.

**Økonomi**

Udgifterne til presning og oplagring ved stabling af et fuldskalaanlæg blev for det første driftsår opgjort til 107-158 kr./ton afhængig af, hvor store mængder, der blev behandlet.

De anslåede merudgifter ville kunne opvejes af den varmegærdi, som det oplagrede affald besidder.

---

**Selskab/Anlæg:** I/S FASAN  
Ved Fjorden 20  
4700 Næstved  
03 72 59 00

**Oplagringssted:** Selskabets lossepladser i Fakse og Næstved

**Kontaktperson:** Dir. Tony I. Nielsen

**Baggrund:** Oplagringen af brændbart affald begrundes i følgende forhold:

- Varmeproduktionen på forbrændingsanlægget i Næstved overstiger varmebehovet i sommermånederne (anlægskapacitet 2 x 4,5 t/h). Man er derfor nødt til at køre brændbart affald på losseplads, da man ikke har køletårn på forbrændingsanlægget. Det senere nyttiggjorte brændbare affald optager således ikke dyrebar lossepladsvolumen.
- Brændværdien for det affald, der tilføres forbrændingsanlægget, målt som den nyttiggjorte varmemængde pr. indfyret enhed er fra forbrændingsanlæggets idriftsættelse i 1984 til i dag vokset fra 1,3 Gcal/ton til 1,6 Gcal/ton (23 % stigning). Dette forhold forstærker sommerproblematikken.

**Lagringsmetode:** Bunkelagring

**Oplagring startet:** 1984

**Affaldstyper:** Brændbart industriaffald og handels- og kontoraffald.

**Mængder:** 1984: 2.600 tons  
1985: 6.300 tons  
1986: 4.600 tons

Mængdeangivelsen omfatter den mængde brændbart affald, der har været oplagret og tilbageført til selskabets forbrændingsanlæg i Næstved. Mængderne er ikke et udtryk for det faktiske potentiale af brændbart affald tilført lossepladserne, men derimod et udtryk for sorteringsindsatsen, som igen afspejler bl.a. de praktiske muligheder for oplagring og afsætning (forbrænding).

**Teknik og udstyr:** For at begrænse plast/papirflugt samt formindske den visuelle oplevelse af affaldslageret, har man opbygget lageret på Næstved lossepladsen i en hulning, som ligger i læ for de kritiske vindretninger. Sortering af det affald, der skal oplagres, sker læsvis, idet læssene med de oplagringsegne affaldstyper udvælges af lossepladsens personale direkte til oplag. Der anvendes ikke specielt udstyr til oplagringen, men det almindeligt anvendte udstyr på lossepladsen.

**Driftserfaringer:** Man har ikke haft selvantændelsesproblemer, hvilket bl.a. i Næstved skyldes placeringen i en lavning. Affaldet er blevet holdt fugtigt af tilstrømmende vand, til gengæld har affaldet været for vådt, hvorfor man i fremtiden ikke vil oplagre i "gryder" på lossepladserne. Man har ikke konstateret skadedyr (hverken rotter eller insekter) hidrørende fra det oplagrede affald.

Der har ikke været arbejdsmiljøproblemer eller eksterne miljøproblemer, ligesom der ikke har været konstateret andre problemer ved anvendelsen på forbrændingsanlægget ud over vandindholdet.

**Økonomi:** Det er ikke muligt at opgøre omkostningerne i forbindelse med oplagring og tilbageførsel af affaldet, da disse beløb afholdes under den normale drift for lossepladserne og forbrændingsanlægget.

<b>Selskab/anlæg</b>	Sengeløse Losseplads Kohøjvej Sengeløse 2630 Tåstrup Tlf. 02 997403															
<b>Oplagringssted</b>	Sengeløse Losseplads.															
<b>Kontaktperson</b>	Ingeniør Ole Hegelund, Sengeløse Losseplads.															
<b>Baggrund</b>	<p>Samarbejde mellem Sengeløse Losseplads og I/S Vestforbrænding, hvor Sengeløse Losseplads varetager lagringen af brændbart affald og håndteringen af dette, og Vestforbrænding modtager det lagrede affald i den efterfølgende fyringssæson.</p> <p>I/S Vestforbrændings tilførsler af affald uden for den egentlige fyringssæson overstiger væsentligt den mængde affald, som er nødvendig for at dække varmebehovet i denne periode. Vestforbrænding omdirigerer derfor en del af det bedst lagringsegnet affald til Sengeløse Losseplads med henblik på hjemtagelse i fyringssæsonen. Resultatet af denne "sæsonforskydning" er således fortrængning af olie og gas i fyringssæsonen, samt en mindsket bortkøling af overskudsvarme uden for fyringssæsonen. Desuden forlænges lossepladsens levetid ved, at kun ikke-brændbart affald deponeres.</p>															
<b>Lagringsmetode</b>	Bunkelagring.															
<b>Affaldstyper</b>	Brændbart industri-, kontor- og bygningsaffald (emballage).															
<b>Oplagring startet</b>	1983.															
<b>Mængder</b>	<table border="0"> <tr> <td>1983:</td> <td></td> <td>2-3.000 ton</td> </tr> <tr> <td>1984:</td> <td>ca.</td> <td>15.000 ton</td> </tr> <tr> <td>1985:</td> <td>ca.</td> <td>24.000 ton</td> </tr> <tr> <td>1986:</td> <td>ca.</td> <td>18.000 ton</td> </tr> <tr> <td colspan="2">forventet 1987:</td> <td>15.000-18.000 ton</td> </tr> </table>	1983:		2-3.000 ton	1984:	ca.	15.000 ton	1985:	ca.	24.000 ton	1986:	ca.	18.000 ton	forventet 1987:		15.000-18.000 ton
1983:		2-3.000 ton														
1984:	ca.	15.000 ton														
1985:	ca.	24.000 ton														
1986:	ca.	18.000 ton														
forventet 1987:		15.000-18.000 ton														
<b>Teknik og udstyr</b>	Lageret af brændbart bunkelagret affald er henlagt i en hulning på lossepladsen for bl.a. at begrænse plast/papirflugt. Der foregår en grov sortering af affaldet ved frasortering af jern og ikke brændbart affald. Det															



anvendte maskinel består af en kompaktor og en grabmaskine. Efter sorteringen kompakteres og neddeles affaldet lagvis med kompaktoren. Ved transporten til I/S Vestforbrænding komprimeres affaldet i en særlig udviklet "komprimator" i forbindelse med læsningen på bilerne.

#### Driftserfaringer

Der har de senere år været en række selvantændelsesproblemer som følge af, at lagerets bund udgøres af lossepladsen, hvorfra der udvikles methangas. De selvantændte brande kan kun bekæmpes ved overdækning med jord (vand fremmer methanproduktionen)

For at modvirke nye selvantændelser har afgangning været forsøgt ved nedramning af rør. Et nyt forsøg på en bedre afgangning vil blive forsøgt med en kombination af rør til afgangning sammen med udgravning af faskiner under afgangningsrørene.

Affald, der har været lagret for længe, vil på grund af komprimering opsuge perkolat (forøget kapillærvirkning). Herefter vil affaldet på grund af vandindhold, kompakthed og lugtgener være uegnet til forbrænding.

Man har ikke konstateret skadedyr (rotter eller insekter) hidrørende fra det oplagrede affald. Oplagets relativt løse struktur kan dog tiltrække omstørfjende rotter, som altid vil være til stede i landzonen.

Der har ikke været arbejdsmiljøproblemer, ligesom der ikke har været konstateret problemer ved anvendelsen på forbrændingsanlægget, ud over at dette har været meget komprimeret.

#### Økonomi

Omkostningerne til lagring, incl. håndtering, samt transport udgør: (Priser og værdier er i 1985-priser og excl. moms):

Transportomkostninger	ca. 80 kr/ton
Lagringsomkostninger	ca. 60 kr/ton
	(80 kr/ton i 1987)

1 ton bunkelagret affald repræsenterer en brændværdi på ca. 1,25 Gcal./ton i nyttiggjort fjernvarme.

I/S Vestforbrændings økonomiske beregninger over "sæsonforskydningen" i 1984-85 ser ud som følger (1985-tal):

Oliefortrængning:

$$\frac{14.245 \text{ t affald} \times 1,25 \text{ Gcal/t affald}}{8,0 \text{ Gcal/t olie}}$$

$$= 2.200 \text{ t olie} \text{ a } 2.550 \text{ kr./t} = 5,6 \text{ mill. kr.}$$

$$\text{Transportomkost.: } 80,- \text{ kr./t} \times 14.245 = 1,1 \text{ mill. kr.}$$

$$\text{Lagringsomkost.: } 60,- \text{ kr./t} \times 11.250 = \underline{0,7 \text{ mill. kr.}}$$

$$\text{Fortjeneste ved oplagring: } \underline{3,8 \text{ mill. kr.}}$$

(= 250 kr./ton oplagret affald)

---

<b>Selskab/anlæg</b>	I/S REFA Energivej 4 4800 Nykøbing F. Tlf. 03 860411
<b>Oplagringssted</b>	Norupgaard Losseplads, Nykøbing F. Gerringe deponeringsplads, Rødby Bøtø Brændplads
<b>Kontaktperson</b>	Driftsleder Finn Hougaard.
<b>Baggrund</b>	<p>Oplagringen af brændbart affald begrundes i følgende forhold:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lagring af renere brændbart affald med henblik på senere forbrænding mindsker opfyldningshastigheden af deponeringspladserne.</li><li>- Brændværdien af neddelt grenaffald skønnes til 3.100-3.300 kcal./kg og medvirker til en bedre styring af forbrændingen på anlægget.</li></ul> <p>Brændværdien af de tilførte affaldsmængder i sommerhalvåret overstiger varmeafsætningen, og da forbrændingsanlægget i Nykøbing F ikke har køletårn (kapacitet 2 x 3,5 t/h), kan man ikke forbrænde hele den producerede affaldsmængde for denne årstid. Ved lagring af affaldet til vintermånederne har man både den fornødne forbrændingskapacitet og kan samtidig udnytte energien i fjernvarmenettet.</p>
<b>Lagringsmetode</b>	Bunkelagring.
<b>Affaldstyper</b>	"Renere" brændbart affald incl. grenaffald.
<b>Mængder</b>	1984: 1.000 ton 1985: 3.000 ton 1986: 4.000 ton

Mængdeangivelsen omfatter den frakørte mængde oplagrede affald til forbrænding på selskabets affaldsforbrændingsanlæg hidrørende fra samtlige oplagspladser.

---

**Teknik og udstyr** Til neddeling af grenaffald har selskabet en kort periode lejet en Strømas knuser. Det øvrige affald håndteres med eksisterende materiel på pladserne.

På Norupgaard Losseplads lagres affaldet i en hulning, og i Gerringe er der etableret volde omkring depotet for at begrænse plast/papirflugt.

**Driftserfaringer** I 1985 opstod brand i depotet, hvorved næsten 5.000 ton brændte.

Neddelt grenaffald har med fordel været anvendt til en bedre styring af affaldsforbrændingen (stabilisering af brændværdien).

**Økonomi** Driftsudgifterne omfatter transportomkostninger og pladsleje samt i tilfælde af utilsigtet brand også udgifter til afdækning af brændende affald, depotetableringsomkostninger efter brand og oprydning efter brand (affald fra depot til losseplads).

Under forudsætning af at der ses bort fra udgifterne i forbindelse med brand, udgør transport-og pladslejeudgifter ca. 40 kr. pr. tilbageført ton som et gennemsnit for perioden 1984-1986.

---

<b>Selskab/anlæg</b>	I/S KARA Håndværkervej 74 4000 Roskilde Tlf. 02 757253
<b>Oplagringssted</b>	Hedeland Losseplads.
<b>Kontaktperson</b>	Driftschef Jarn Petersen.
<b>Baggrund</b>	<p>Oplagringen af brændbart affald har haft følgende formål:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- At forbrænde den størst mulige mængde affald og samtidigt udnytte energiindholdet til fjernvarmeproduktion.</li><li>- At mindske affaldsmængden til slutdeponering på selskabets losseplads.</li><li>- At reducere bortkølingen af varme i sommerhalvåret (i 1986 bortkølede selskabet 19.000 Gcal).</li></ul> <p>Behovet for bunkelagring forventes at blive reduceret i fremtiden, fordi affaldsforbrændingsanlægget i Roskilde (kapacitet 1 x 7 t/h + 2 x 3 t/h) kobles på kraftvarmenettet og på længere sigt ombygges til kraftvarmeproduktion.</p>
<b>Opstart</b>	Forsøget startede i 1986.
<b>Lagringsmetode</b>	Bunkelagring.
<b>Affaldstyper</b>	Industri-, handels og kontoraffald samt mindre grenmængder.
<b>Mængder</b>	1986: 10.000 ton. 1987: 15.000 ton forventet.
<b>Teknik/udstyr</b>	<p>Affaldet lagres i en hulning på pladsen.</p> <p>Der anvendes eksisterende materiel på pladsen, som er en kompaktor samt en grabmaskine med polygrab.</p>

**Driftserfaringer** I starten forsøgte man at læsse affaldet med en frontlæsse, men fik derved for meget "bundaffald" og en del jord med. Derfor gik man over til at anvende en grabmaskine med polygrab. Grabmaskinen anvendes endvidere til en slags grovsortering af affaldet.

For at begrænse plast/papirflugt anvendes grene til afdækning af særlig plast/papirholdige tilførsler. Man har ikke konstateret skadedyr hidrørende fra oplagringen.

**Økonomi** Der regnes med 1,4 Gcal/ton i nyttiggjort varme, hvilket p.t. repræsenterer en fjernvarmeværdi på 160,10 kr.

Udgifterne til transport (12 km mellem losseplads og anlæg) svarer til ca. 45 kr./ton.

## 5. VURDERING AF METODER OG ERFARINGER

I Danmark er der indenfor de sidste år gjort en række erfaringer med oplagring af brændbart affald og efterfølgende anvendelse på forbrændingsanlæggene.

Den idag mest anvendte metode er oplagring af affald i bunke (på kontrollet losseplads).

Årsagen hertil skal primært søges i de økonomiske forhold. Presning af brændselsbriketter/-piller samt presning i baller har nogle fordele fremfor bunkelagring (jvf. tabel 5.1). Der opnås f.eks. en større lagringsstabilitet af affaldet, man er mindre følsom overfor, hvilke affaldstyper, der skal lagres, man er ikke udsat for selvantændelse, der bliver ikke tilhold af skadedyr, og man undgår lugt og papir/plastflugt. Alligevel praktiseres lagring i baller ikke mere, og der er kun 1 anlæg, der fremstiller og lagrer pellets af affald (som for øvrigt ikke anvendes på et affaldsforbrændingsanlæg).

Dette skyldes, at disse anlægstyper kræver store investeringer og samtidig har høje driftsudgifter pr. behandlet ton.

Driftsudgifterne til og investeringerne i forbindelse med bunkelagring er derimod lave. Generelt benyttes eksisterende mandskab og materiel på lossepladsen og de eneste driftsudgifter bliver derfor i realiteten transporten ved tilbageførsel til forbrændingsanlægget og ved omdirigering fra forbrændingsanlægget i forbindelse med affaldets levering til behandlingsanlæg (evt. også omkostninger til særligt losse/lassematerial og -mandskab, hvis sådant benyttes). Det er forudsat i denne forbindelse, at man i forvejen har en losseplads med fysisk plads til lageret af brændbart affald samt at affaldslagringen ikke økonomisk belastes af investeringerne i losseplads. Om dette regnskabsteknisk er "korrekt" kan selvfølgelig diskuteres. For de fleste lossepladser vil et lager opfattes som en fordel, fordi dette giver mulighed for at strække lossepladsens levetid og dermed fordele afskrivning og forrentning af investeringer på en større håndteret affaldsmængde. Hvis lagringen lægger beslag på arealer, der ellers skulle have været opfyldt på det aktuelle tidspunkt (dvs. hvis lossepladsens fysiske rammer er for små) vil det være mest korrekt at indregne en "pladsleje" i ens kalkulation som udtryk for den kapacitet, der p.t. ikke kan anvendes.

Tabel 5.1

Vurdering og indplacering af bunke-, balle- og pelletlagring af affald i forhold til miljø- og driftsmæssige parametre, herunder økonomi. Kriteriet for "flest fordele" er oplagsformen, der billigst giver det bedste mulige brændsel med det mindst mulige krav til råmateriale samt de færreste miljøgener.

	Flest fordele		Flest ulemper
Mindste krav til affaldstype	pellets	balle	bunke
Mindste krav til anlægsinvest.	bunke	balle	pellets
Sårbarhed m.h.t. skadedyr	pellets	balle	bunke
Økonomi m.h.t. håndtering/ton	bunke	balle	pellets
Mindste krav til arealanvendelse	pellets	balle	bunke
Billigst i transport	pellets	balle	bunke
Risiko m.h.t. brand	pellets	balle	bunke
Arbejdsmiljø	bunke	balle	pellets
Lugt, plads/papirflugt	pellets	balle	bunke
Flexibel driftsteknik	bunke	balle	pellets
Samlet vurdering i forhold til drift	bunke	balle	pellets

Som baggrund for lagringen angives typisk en kombination af muligheden for fjernvarmeafsætning (olie/gassubstitution) om vinteren og for lille varmegrundlag om sommeren (for lille fjernvarmenet, manglende køletårne, renovering af ovnanlæg, etc.). Hertil kommer en større bevidsthed om, at lossepladsernes levetid skal forlænges gennem en mere kritisk vurdering af hvilke affaldstyper, der fremover må optage plads på lossepladsen.



Affaldstyper anvendt til bunkelagring er overalt de brændbare fraktioner (pap, papir, plast, træ) af industri- og kontoraffald. Hertil kommer en del grenaffald fra de steder, hvor man ikke ønsker at neddele og kompostere dette. Endelig vil den brændbare del af storskraldet kunne lagres.

Det første sted, der praktiserede bunkelagring, var Sengeløse Losseplads (i samarbejde med I/S Vestforbrænding), hvor der også oplagres de største mængder.

Den anvendte teknik og udstyr er overalt så simpel som overhovedet mulig. Sortering (grov) og knusning af større emner praktiseres i varieret omfang. Typisk anvendes eksisterende udstyr til håndteringen af affaldslageret (lossepladsens kompaktorer). I et enkelt tilfælde har man forsøgt sig med en lejet grenknuser som hjælpeudstyr.

Myndighedsbehandlingen har været meget uensartet mellem de forskellige geografiske områder. Dette indebærer både uensartede krav til de ansøgte projekter og store forskelle med hensyn til sagsbehandlingstid. De generelle krav til bunkelagring omhandler fyldhøjde, arten af det deponerbare affald, periode for deponering og foranstaltninger mod plast/papirflugt samt grundvandsforurening. Det skal bemærkes, at visse af specielt forsøgsaktiviteterne må karakteriseres som værende eller havende været i modstrid med reglerne på området (oplagring af dagrenovation uden miljøgodkendelse).

De generelle driftserfaringer nævner problemer med selvantændelse af det lagrede affald, som hovedsagelig hidrører fra biologisk omsætning af affaldet med varme- og methanudvikling til følge. Selvantændelsesproblemerne hidrører dog formentlig i højere grad fra selve lossepladsen som følge af produktion af lossepladsgas. Selvantændelsesproblemerne er efterhånden ved at være løst, dels ved en mere kritisk holdning til det deponerede affald, og dels ved afgang (som i princippet vil kunne udnyttes) af de deponiområder med et højt indhold af biologisk let omsætteligt affald, hvor lageret etableres.

Der har også været problemer med at holde bunkelagre tørre i bunden på grund af opsugning af perkolat (kapillareffekt). Også fordampning og fortætning højere i affaldslaget af vand kan medvirke til, at affaldet bliver vådt (vil blive forstærket ved overdækning med plast og presenninger). Derfor udlægges bunkelagre nu normalt på et drænlag.

Gennemvædning af bunkelagre med nedbør er derimod ikke et problem og ofte er det kun nogle få decimeter af overfladelagret, som er vådt.

Skadedyrsproblemerne synes ikke at være store. Dog vil alle affaldsoplager virke tiltrækkende for specielt de rotter, der altid lever i landzonen, og hvor lossepladsen i øvrigt ofte vil give et fødegrundlag for rotterne.

Med hensyn til arbejdsmiljøproblemer har oplagringen og den forudgående håndtering ikke givet erkendte arbejdsmiljømessige problemer, med undtagelse af 4-S-anlægget.

De økonomiske vurderinger af bunkelagring (fjernvarmeindtægt, sparet losseplads, etc.) har gennemgående været positive. Når værdien af fjernvarmesalg på baggrund af oplagret affald beregnes, er det ikke uvæsentligt, hvilken anden energikilde, det lagrede affald skal konkurrere med. I tilfældet med Sengeløse Losseplads og I/S Vestforbrænding androg "fortjenesten" af "sæsonforskydningen" 1984-85 ca. 250 kr. pr. ton affald.

De faktiske meromkostninger er sjældent opgjort, bl.a. fordi det i praksis er vanskeligt at adskille oplagringen fra den almindelige drift. På baggrund af de indhøstede erfaringer synes et omkostningsniveau på 50-100 kr./ton at være repræsentativt for ekstra håndtering og transport samt oplagring på en losseplads.

Afslutningsvist skal to forhold fremdrages:

- Udbygningen af Kraftvarmeforsyningen ved de større byer må umiddelbart antages at overflødig gøre behovet for lagring af affald.

I praksis vil tekniske forhold samt ønsket om at udnytte andre indenlandske brændsler kunne vanskeliggøre eller give anledning til overvejelser omkring den overordnede prioritering, der giver affaldsforbrænding en 1. prioritet i energiforsyningen. Det kan derfor stadig være relevant at nedsætte affaldsforbrændingsanlæggenes varmeproduktion i sommerhalvåret i visse områder, hvorved oplagring af affald kan blive nødvendig.

Fjernvarmenettens størrelse i byer uden for kraftvarmeområderne kan også i fremtiden være for små i forhold til affaldsvarmeproduktionen på visse tidspunkter af året. Oplagring af affald kan derfor fortsat være relevant i disse områder.

Hvis der etableres affaldsbaserede kraftvarmeanlæg, vil nogle af disse problemer dog kunne negligeres.

- Oplagret affald (bunkelagring, baller eller pellets) vil som regel være forædlet affaldsbrændsel, da det biologisk lettest omsættelige affald sorteres fra eller holdes adskilt. Forædlet affaldsbrændsel vil principielt kunne anvendes andre steder end i affaldsforbrændingsanlæg. Der er imidlertid tale om et brændsel, der ved forbrænding giver anledning til emission af miljøbelastende stoffer (tungmetaller, HCL, PAH, dioxiner).

Det er derfor vigtigt, at alt affald forbrændes på anlæg, hvis forureningsforhold reguleres p.b.a. Miljøstyrelsen's vejledning om begrænsning af forurening fra affaldsforbrændingsanlæg.

## 6. KONKLUSION

Skal affald lagres af hensyn til en senere tilbageførsel til et affaldsforbrændingsanlæg for at producere fjernvarme eller kraftvarme, skal følgende anbefales i forbindelse med godkendelse og drift af oplaget:

- Ud fra et driftsøkonomisk synspunkt skal lagring ske i bunke ("bunkelagring") på en kontrolleret losseplads.
- Der må kun oplagres følgende affaldstyper/materialer:
  - træ
  - papir/pap            principielt kun ikke-genanvendelige materialer
  - plast
- Der skal etableres gasventilation, hvis oplagring sker på affaldsdeponi (fjernelse af lossepladsgas fra underlag) for at forebygge selvantændelse.
- Der skal etableres et kapillarbrydende lag for at forhindre opsugning af perkolat fra underliggende affald.
- Der skal etableres en vold omkring oplaget for at forhindre plast/papirflugt samt mindske støjemission.
- Der skal udarbejdes en beredskabsplan for hvad der skal gøres, hvis der sker antændelse af oplaget (ukontrolleret forbrænding af f.eks. klorholdigt plast).
- Der skal ske effektiv bekæmpelse af rotter ved giftudlæg samt ved, at dagrenovationen - i det omfang dette må modtages - deponeres nøje i overensstemmelse med vilkårene, så fødegrundlaget for rotterne fjernes.
- Der skal føres omhyggelig kontrol med det tilførte affald, således at affaldslæs med et indhold af dagrenovationslignende affald (fra køkkener, kantiner, m.v.) ikke henvises til oplagring.

DAKOFAs rapportserie, der forhandles gennem boghandelen, omfatter:

1. Registrering af affald, 1986 (udsolgt)
2. Elfremstilling ved affaldsforbrænding, 1988
3. Sortering af affald - teknik og behov, 1988

# DAKOFA

Dansk Komité for Affald (DAKOFA) er en komité under Dansk Ingeniørforening. Medlemmerne udgøres af private og offentlige virksomheder og institutioner samt myndigheder med interesse for komitéens arbejde. DAKOFA's arbejdsområde omfatter emner vedrørende opbevaring, indsamling, transport, behandling, deponering og udnyttelse af husholdnings- og erhvervsaffald i fast eller slamagtig form. Ved udnyttelse af affald forstås enhver form for genanvendelse af materialer såvel som udnyttelse til energifremstilling eller andet. Komitéens arbejde omfatter også fagområderne gaderenholdelse og snerydning samt vedligeholdelse af det på alle de nævnte områder benyttede materiel. Under de nævnte hovedområder er miljø- og planlægningsmæssige forhold omfattet. DAKOFA har som opgave:

- som sagkyndigt organ at behandle de ovenfor beskrevne fagområder
- at formidle viden og resultater fra arbejde indenfor fagområdet
- at koordinere og initiere udrednings- samt forsknings- eller udviklingsarbejde
- at etablere et samarbejde med andre organer og institutioner indenfor fagområdet.

DAKOFA er det danske nationale medlem af International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA. DAKOFA's adresse er:

Dansk Ingeniørforening, Vester Farimagsgade 29, 1606 København V., tlf. 01 15 65 65.