



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

# Beskæftigelse i affaldssektoren

Miljøprojekt nr. 1481, 2013

**Titel:**

Beskæftigelse i affaldssektoren

**Redaktion:**

Camilla K. Damgaard, Louise Kreilgård og Torben Frandsen, NIRAS  
samt Bjarne Madsen, CRT

**Udgiver:**

Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K  
www.mst.dk

**År:**

2013

**ISBN nr.**

978-87-93026-12-4

**Ansvarsfraskrivelse:**

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1. Baggrund og formål.....</b>	<b>14</b>
1.1 Formål.....	14
1.2 Opgavetilgang .....	14
<b>2. Metode og data .....</b>	<b>16</b>
2.1 Beskrivelse af det generelle input/output-system.....	16
2.2 Tilpasset input/output-model for affaldserhvervene.....	18
2.3 Affalds-formodellen.....	20
2.4 Data til input/output-model.....	22
2.5 ISAG-databasen .....	22
2.6 Udfordringer i forhold til den teoretiske opstilling af modellen.....	22
<b>3. Forudsætninger i modelopbygningen .....</b>	<b>24</b>
3.1 Beskrivelse af modellens opbygning, herunder kobling mellem input/out modellen og affaldsmodellen. ....	24
3.2 Opgørelse af beskæftigelseskoefficienter .....	24
3.2.1 Affaldsbrancher .....	25
3.2.2 Transport .....	27
3.3 Aftagerbrancher .....	28
3.4 Marginal og gennemsnitseffektsbetragtning .....	29
3.5 Substitutionseffekter .....	29
3.6 Udfordringer i forhold modelopbygning og forudsætninger. ....	30
<b>4. Opgørelse af beskæftigelsen i affaldssektoren.....</b>	<b>31</b>
4.1 Beskæftigelse der afhænger af affaldsmængder .....	31
4.2 Beskæftigelse der antages uafhængig af affaldsmængder .....	32
4.2.1 Stat og kommune .....	33
4.2.2 Forskning.....	33
4.2.3 Rådgiverbranchen.....	33
4.2.4 Brancheorganisationer for affald .....	33
4.2.5 Ejendomsfunktionærer .....	33
4.2.6 Frivillige.....	34
4.3 Sammenfatning af mængde-uafhængige ansatte beskæftiget med affald.....	34
4.4 Samlet direkte beskæftigelse i affaldssektoren.....	34
4.5 Modelkørsel på beskæftigelse i affaldssektoren .....	34
4.6 Opgørelse af beskæftigelsen i forhold til behandlet mængde i ton.....	35
4.7 Vurdering af fremtidig beskæftigelse i affaldssektoren.....	37
4.8 Udfordringer i forhold til opgørelse af affaldsbeskæftigelsen.....	39
<b>5. Konsekvensvurderinger .....</b>	<b>40</b>
5.1 Case 1a: Øget genanvendelse af dagrenovation .....	41
5.2 Case 1b: Øget genanvendelse af dagrenovation.....	42
5.3 Case 2: Øget genanvendelse af elektronikskrot .....	44
5.4 Case 3: Øget forbrænding og genanvendelse af shredder .....	44
5.5 Udfordringer ved konsekvensvurderinger.....	45

Bilag 1	Matematisk set-up for affaldsmodellen	47
Bilag 2	Kobling mellem ISAG terminologi og terminologi i affaldsmodellen	51
Bilag 3	Kildeliste	52
Bilag 4	Forudsætninger for beregninger af beskæftigelsen i landbrug og transport	55
Bilag 5	Bilagstabeller	56
Bilag 6	Effekter af tiltag i bygge- og anlægssektoren	57

# Forord

Denne rapport er udarbejdet i perioden maj 2012 – april 2013. Rapporten er udarbejdet i samarbejde mellem Camilla Damgaard, Louise Kreilgård og Torben Frandsen, NIRAS samt Bjarne Madsen, CRT (Center for Regional og Turismeforskning).

Projektet har været fulgt af en intern følgegruppe i Miljøstyrelsen bestående af Robert Heidemann, Charlotte Münter, Martin Sune Møller og Jørgen Schou.

# Sammenfatning

I dette projekt vurderes beskæftigelseseffekter ved ændret affaldshåndtering, ligesom den samlede beskæftigelse forbundet med affaldssektoren opgøres. Vurderingerne baserer sig på en model, der er udviklet som en del af projektet. Modellen er sammensat af en affaldsmodel og en input/output-model. Affaldsmodellen er en mængdemodel baseret på Miljøstyrelsens ISAG-database, der beskriver affaldsmængdernes flow. Input/output-modellen beskriver sammenhænge i økonomien og er baseret på data fra Danmarks Statistik. Affaldsmodellen er koblet på input/output-modellen via sammenhænge mellem affaldsmængder og beskæftigelse i de forskellige affaldsbrancher og andre relevante brancher.

Modeltilgangen sikrer konsistens i de beregnede beskæftigelseseffekter, ligesom inddragelsen af en input/output-model betyder, at der ud over de direkte beskæftigelseseffekter ved ændret affaldshåndtering også kan estimeres afledte beskæftigelseseffekter i de brancher, der leverer input til affaldssektoren.

Modellen er en såkaldt fastprismodel og antager ledig kapacitet både på arbejdsmarkedet og i produktionsapparatet. Dette betyder, at hvis en affaldsmængde øges og giver anledning til øget beskæftigelse, vil dette ikke føre til øgede lønninger og dermed crowding-out effekter mv.

Den direkte beskæftigelse i affaldssektoren er opgjort til knap 14.000 beskæftigede årsværk, som stammer dels fra affaldsbrancher, dels fra andre brancher, hvor affaldsandelen er vurderet. Den afledte beskæftigelseseffekt er opgjort til ca. 17.000 beskæftigede årsværk, hvilket giver en total beskæftigelse på ca. 31.000, som det fremgår af tabel 1.

**TABEL 1**  
DIREKTE BESKÆFTIGEDE ÅRSVÆRK I MÆNGDEAFHÆNGIGE BRANCHER, 2009.<sup>1</sup>

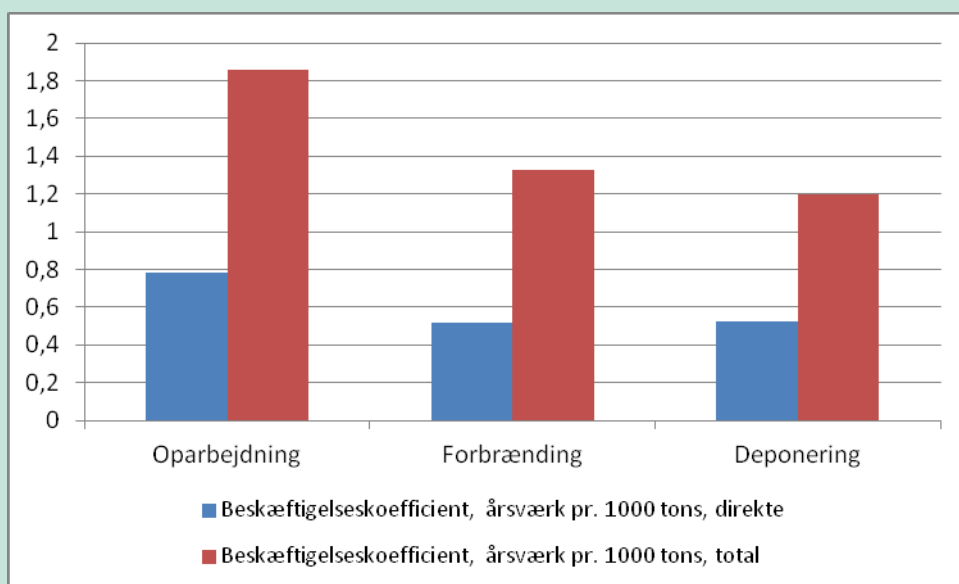
Branche	Direkte beskæftigelses-effekt	Afledt beskæftigelses-effekt	Total beskæftigelses-effekt
383900 Renovation, genbrug og forureningsbekæmpelse	7.535	596	8.131
460000 Engroshandel	1.562	815	2.377
490030 Fragtvognmænd og rørtransport	2551	741	3.292
350020 Gasforsyning	14	70	84
710000 Arkitekter og rådgivende ingeniører	100	847	947
720002 Forskning og udvikling, ikke-markedsmæssig	50	4	54
840010 Offentlig administration	475	211	686
940000 Organisationer og foreninger	80	270	350
810000 Ejendomsservice, rengøring og anlægsgartnere	1.500	1.152	2.652
Øvrige erhverv	0	12.326	12.326
<b>I alt</b>	<b>13.867</b>	<b>17.032</b>	<b>30.899</b>

<sup>1</sup> Fordelt på 127 brancher, som er repræsenteret i input/output-modellen

De affaldsrelaterede brancher, engroshandel samt transport er "mængdeafhængige" i modellen, forstået på den måde, at en øget affaldsmængde vil føre til en øget beskæftigelse. Den øvrige affaldsrelaterede beskæftigelse, herunder administration, forskning mv. er antaget konstante og påvirkes dermed ikke ved en ændring i affaldsmængder og ændring i affaldshåndtering.

Ansatte i produktionsvirksomheder, der aftager "affaldsvarer" fx genanvendeligt plast, er ikke medtaget i opgørelsen, ligesom frivillige i fx genbrugsbutikker ikke indgår.

På baggrund af modellen er beskæftigelseskoefficienter for hhv. oparbejdning, forbrænding og deponering opgjort, hvilket fremgår af nedenstående figur 1. Det ses, at oparbejdning er mest beskæftigelsesintensiv efterfulgt af forbrænding og deponering, som ligger på samme niveau.



Figur 1

BESKÆFTIGELSESKOEFFICIENTER VED AFFALDSHÅNDTERING, 2009.

Der er udarbejdet en række cases, hvor betydningen af ændret affaldshåndtering for beskæftigelsen beregnes, herunder øget genanvendelse af dagrenovation, elektronikskrot samt øget forbrænding af shredder-affald. Resultaterne fremgår af tabel 2.

**TABEL 2**  
**MODELBEREGNEDE BESKÆFTIGELSESEFFEKTER AF DE BEREGNEDE CASES**

Cases	Mængder	Direkte beskæftigelse	Afledt beskæftigelse	Total beskæftigelse
Øget genanvendelse af dagrenovation ( papir og madaffald)	I alt 506.000 tons	120	32	152
Øget genanvendelse af dagrenovation (plast, papir, pap, metal og madaffald)	I alt 653.000 tons	254	198	452
Øget genanvendelse af elektronikskrot	2.000 tons	6	11	17
Øget forbrænding og oparbejdning af shredder-affald	I alt 104.000 tons	288	429	717

For de to scenarier for øget genanvendelse af dagrenovation er der konsekvenser i forhold til indsamling og sortering, som ikke har kunnet medtages i modelberegningen. De justerede direkte beskæftigelseseffekter for disse scenarier er hhv. 113 og 267 årsværk, hvor de modelberegnede tal jf. ovenstående tabel er 120 og 254 årsværk. Der har ikke kunnet foretages vurderinger for betydning for de afledte beskæftigelseseffekter.

Der er endvidere foretaget en vurdering af beskæftigelseseffekten på to cases i bygge- og anlægssektoren, som fremgår af nedenstående tabel. Da tiltagene vedrører affaldshåndteringsmetoder der ikke findes i ISAG i dag, har det ikke været muligt at udarbejde en modelmæssig beregning. I stedet er der givet en vurdering på baggrund af ekspertudtalelser og interview af virksomheder, jfr. bilag 6.

**TABEL 3**  
**SKØNNEDE BESKÆFTIGEDE ÅRSVÆRK**

Cases	Skøn over direkte beskæftigelse	Skøn over afledt beskæftigelse	Skøn over total beskæftigelse
Genbrug af gamle mursten	200	100	300
Skærpede krav til selektiv nedrivning	700-1300	700-1500	1400-2800

Når resultaterne fra modellen vurderes, er det er vigtigt at være opmærksom på en række forbehold og begrænsninger:

- Der er antaget lineær sammenhæng mellem beskæftigelse og affaldsmængde, dvs. når affaldsmængden øges (eller reduceres), øges (eller reduceres) beskæftigelsen tilsvarende. Der indgår således ikke vurderinger af, at fx en reduceret mængde affald til forbrænding ikke nødvendigvis vil reducere beskæftigelsen på forbrændingsanlægget tilsvarende.
- Da der antages ledig kapacitet i produktionsapparatet, indgår der ikke øget beskæftigelse forbundet med en eventuel nødvendig merinvestering i fx nye oparbejdningsanlæg.
- Der er ikke taget højde for substitutionseffekter, herunder at reduceret forbrænding af affald vil kunne betyde at der skal produceres el og varme andetsteds, eller at øget genanvendelse vil kunne betyde, at der produceres færre varer andetsteds ud fra virgine materialer.



- Da affaldsmodellen bygger på ISAG-databasen, vil de fejl og mangler, der er heri, også kunne påvirke modellens resultater. Data fra det nye affaldsdatasystem forventes at have en bedre datakvalitet, men har desværre ikke været klar til at anvende i projektet.

# Summary

This project assesses employment effects of changed waste management as well as the total employment connected with the waste sector. The assessments are based on a model developed as part of the project. The model is composed of a waste model and an input/output model. The waste model is a volume model based on the Danish Ministry of the Environment's ISAG database which describes the flow of the waste volumes. The input/output model describes connections in the economy and is based on data from Statistics Denmark. The waste model is linked with the input/output model via connections between waste volumes and employment in the various waste sectors and other relevant sectors.

The model approach ensures consistency in the calculated employment effects, and the use of an input/output model means that derived employment effects can be estimated in addition to the direct employment effects of changed waste management.

The model is a fixed-price model, and it assumes spare capacity on the labour market as well as in production. This means that, if a waste volume is increased causing increased employment, this will not lead to increased pay and thus crowding-out effects etc.

The direct employment in the waste sector is calculated as almost 14,000 employed full-time equivalents, which originate partly from waste sectors, partly from other sectors in which the waste share has been assessed. The derived employment effect has been calculated as approx. 17,000 employed full-time equivalents, which means a total employment of approx. 31,000, as can be seen from table 3.

**TABLE 4**  
TOTAL EMPLOYMENT IN THE WASTE SECTOR, 2009

<b>Sector</b>	<b>Direct employment effect</b>	<b>Derived employment effect</b>	<b>Total employment effect</b>
383900 Renovation, recycling and pollution control	7,535	596	8,131
460000 Wholesale trade	1,562	815	2,377
490030 Freight haulage and pipe transport	2,551	741	3,292
350020 Gas supply	14	70	84
710000 Architects and consulting engineers	100	847	947
720002 Research and development, not market-related	50	4	54
840010 Public administration	475	211	686
940000 Organisations and associations	80	270	350
810000 Property service, cleaning and landscape gardeners	1,500	1,152	2,652
Other trade	0	12,326	12,326
<b>Total</b>	<b>13,867</b>	<b>17,032</b>	<b>30,899</b>

The waste-related sectors, wholesale and transport are "volume-dependent" in the model, meaning that an increased waste volume will lead to increased employment. The other waste-related employment, including administration, research etc., are assumed to be constant and are thus not affected by a change in waste volumes and in waste management.

Employees of manufacturing companies that receive "waste goods", such as recyclable plastics, are not included, and volunteers in, say, secondhand shops are not included either.

Based on the model, employment coefficients for processing, incineration and disposal, respectively, are calculated, which can be seen from the below figure 2. It is seen that recycling is most employment-intensive, followed by incineration and disposal, which are at the same level.

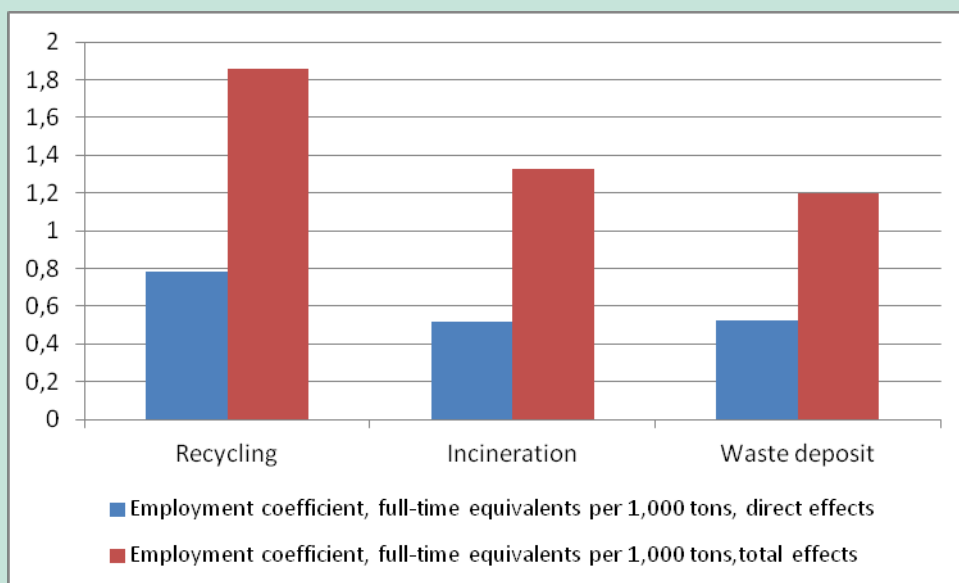


Figure 2

EMPLOYMENT COEFFICIENTS AT WASTE MANAGEMENT, 2009.

A number of cases have been made, in which the significance of changed waste management on employment is calculated, including increased recycling of refuse and scrap electronics as well as increased incineration of shredder waste. The results appear from the below table.

**TABLE 5**  
MODELBASET EMPLOYMENT EFFECTS IN THE CASES

Scenarios	Volumes	Direct employment	Derived employment	Total employment
Increased recycling of refuse (paper and food waste)	A total of 506,000 tons	120	32	152
Increased recycling of refuse (plastics, paper, cardboard, metal and food waste)	A total of 653,000 tons	254	198	452
Increased recycling of scrap electronics	2,000 tons	6	11	17
Increased incineration and processing of shredder waste	A total of 104,000 tons	288	429	717

The two scenarios of increased recycling of refuse has consequences for collection and sorting, which could not be included in the model. The adjusted direct employment effects of these scenarios are 113 and 267, where the model estimates in the table above are 120 and 254. It has not been possible to make an assessments of the derived employment effects.

Additionally an assessment of the impact on employment in two cases in the construction sector has been conducted. It has not been possible to prepare calculations in the model. Instead an assessment on the basis of expert opinions and interviews of companies have been carried out, see appendix 6.

**TABEL 6**  
ESTIMATED EMPLOYMENT EFFECT

Cases	Estimated direct employment effect	Estimated derived employment effect	Estimated total employment effect
Recycling of old bricks	200	100	300
Stricter requirements for selective demolition	700-1300	700-1500	1400-2800

Upon evaluating the results it is important to be aware of a number of reservations and limitations:

- A linear connection between employment and waste volume has been assumed, i.e. when the waste volume is increased (or reduced), the employment is increased (or reduced) correspondingly. Assessments are thus not included of the fact that, say, a reduced volume of waste for incineration will not necessarily reduce employment at the incineration plant correspondingly.
- As spare capacity in production is assumed, increased employment connected with a possible required additional investment in, say, new processing plant is not included.
- Substitution effects are not allowed for, including the fact that reduced incineration of waste could mean that electricity and heat will be produced elsewhere.

- As the waste model is based on the ISAG database, the faults and imperfections of the database will also potentially affect the results of the model. The new waste data system is expected to be capable of improving the data quality but has unfortunately not been ready for this project.

# 1. Baggrund og formål

## 1.1 Formål

Formålet med dette projekt er at opgøre den samlede beskæftigelse i affaldssektoren samt opgøre effekten af at ændre på affaldsbehandlingen, fx øge mængden til genanvendelse og reducere mængden til forbrænding.

Opgørelse af beskæftigelse på affaldsområdet udgør en særlig udfordring, da affald går på tværs af flere brancher og sektorer. Samtidig kan det være vanskeligt rent definatorisk at vurdere, hvornår en given beskæftigelse kan tilskrives affald, herunder om en given aktivitet alene foregår med det formål at håndtere affald.

## 1.2 Opgavetilgang

I dette projekt er der valgt en modeltilgang, som sikrer en konsistent vurdering af effekter fra ændret affaldshåndtering. Modellen giver samtidig mulighed for at opdatere data og dermed tage hensyn til den aktuelle udvikling. I projektet er valgt at koble en affaldsmodel med en input/output-model.

I dag findes der en affaldsmodel kaldet FRIDA, som i princippet er et affaldsmodul koblet op på den makroøkonomiske model ADAM. På baggrund af sammenhæng mellem den økonomiske udvikling og affaldsmængder kan modellen anvendes til at fremskrive affaldsmængder med forskellige antagelser om økonomisk udvikling. En sådan model opererer på et meget overordnet niveau, og kan ikke anvendes til at vurdere beskæftigelseseffekter ved ændret affaldshåndtering for en specifik fraktion endside benyttes til fremskrivninger af strukturelle ændringer i affaldshåndtering. I dette projekt anvendes derfor i stedet en mængdemodel for affald baseret på Miljøstyrelsens ISAG database.

En input/output-model beskriver sammenhænge i økonomien baseret på, at ændringer i efterspørgsel resulterer i ændringer i produktionen i de relevante erhverv. En input/output-model kan beskrive sammenhænge på et ret detaljeret niveau, og er derfor velegnet til at vurdere beskæftigelseseffekter ved ændret affaldshåndtering og til at fremskrive strukturelle ændringer i affaldshåndtering. Modellen tager hensyn til nedstrøms effekter af en ændret affaldshåndtering (fx produktion af maskiner og serviceydelser til affaldsbehandling) og leverer derfor ikke kun de direkte beskæftigelseseffekter, men også afledte effekter ved ændret affaldshåndtering.

I den udvidede input/output-model, som er udviklet til projektet, modelleres også opstrøms effekter af øget affald. Opstrøms effekterne i denne model stammer fra, at affald ofte behandles igennem flere behandlingsled, som i hvert led skaber arbejdspladser. Disse "affaldsarbejdspladser" ligger ud over de afledte arbejdspladser (nedstrøms) som en traditionel input/output-model medtager.

De udfordringer som denne modeltilgang giver, herunder betydning af kritiske parametre og begrænsninger, er beskrevet i særskilte afsnit i de følgende kapitler i forhold til om de forholder sig til den teoretiske opstilling af modellen (kap. 2), forudsætninger i modelopbygningen (kap. 3) opgørelse af affaldsbeskæftigelsen (kap. 4) eller konsekvensvurderingerne (kap. 5)

Et alternativ til en modeltilgang kunne være at opgøre beskæftigelsen specifikt i forhold til ændringer i de konkrete indsamlingsmetoder, anlæg mv. En sådan tilgang giver en udfordring i forhold til at sikre, at alle elementer i affaldskæden er medtaget og medfører statistiske problemer i forhold til sammenlignelighed og entydighed, hvilket vil betyde, at det er vanskeligt at opgøre beskæftigelsen på en konsistent måde. Endvidere giver denne tilgang ikke mulighed for at opgøre de afledte beskæftigelseseffekter ved en ændret affaldshåndtering.

## 2. Metode og data

En input/output-model opstilles på baggrund af Nationalregnskabets input/output-tabeller, som indeholder oplysninger om tilgang og anvendelse af varer og tjenesteydelser. I Nationalregnskabet indgår ca. 2800 varer og tjenesteydelser<sup>2</sup>, og det omfatter kun markedsmæssige aktiviteter. Affald er i den sammenhæng en særlig sektor, da der kun indgår ganske få varer og tjenesteydelser med markedsmæssig værdi.

For at få en mere præcis modellering af hele affaldssystemet er det valgt at koble input/output-modellen med en mængdemodel for affald baseret på Miljøstyrelsens ISAG database, som viser tilgang og anvendelse af affaldsvarer. Derved bliver det muligt at modellere på ændringer i affaldssystemet på et mere detaljeret niveau, fx ændringer i mængder på behandlingsformer. Mængdemodellen for affald (herefter kaldet affaldsmodellen) fungerer altså som en formodel til input/output-systemet.

Om den samlede model i dette projekt gælder:

- a) Det er en mængdemodel
- b) Omfatter nedstrøms-effekter
- c) Omfatter indirekte, men ikke inducerede virkninger
- d) Inkluderer en opstrøms- affaldsmodel, som inkluderer en delmodel vedr. transport af affald

Nedenfor beskrives kort teorien bag input/output-modellsystemet og affaldsmodellen samt de data, der anvendes dels i input/output-modellen dels i affaldsmodellen.

### 2.1 Beskrivelse af det generelle input/output-system

Den generelle input/output-modells formål er at beskrive de direkte, indirekte og samlede effekter, som følger af interaktionen mellem produktion og forbrug af råvarer i en økonomi (nedstrøms-effekter), nemlig når en eller flere af variablerne ændres på samme tid. Typisk vil det dreje sig om, hvordan en økonomi bliver påvirket af ændringer i erhvervs og husholdningers produktion og forbrug. Dette sker rent matematisk ved at opstille variablerne i matricer, som beskriver leverancer og produktionskæder i økonomien.

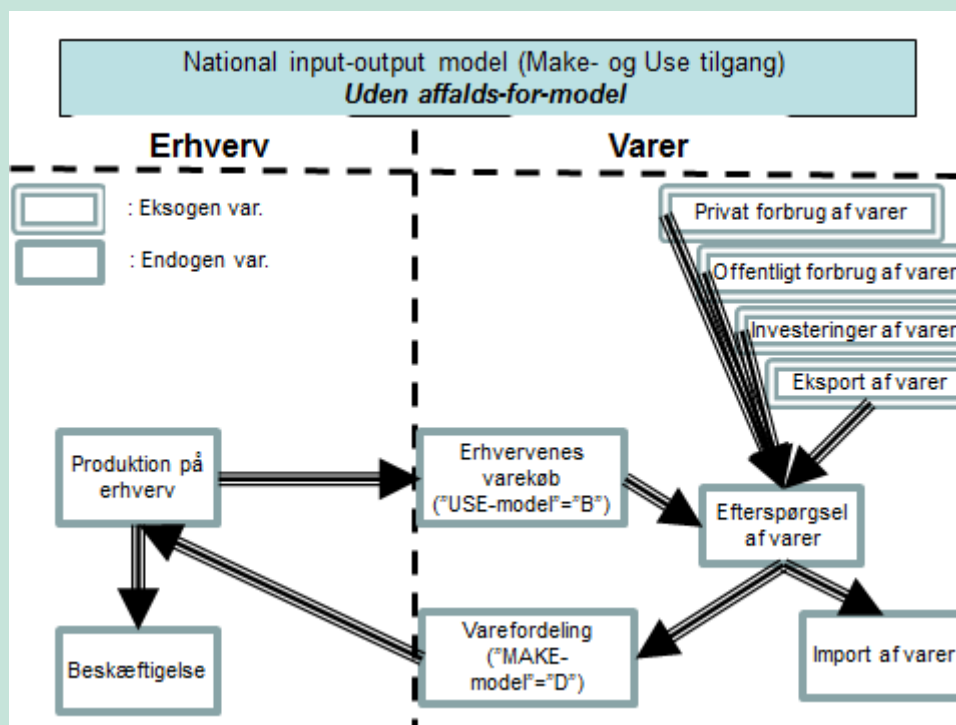
Normalt anvendes en "sektor x sektor" input/output model. I en sådan simpel model indgår leverancer mellem erhvervenes produktion og gensidige køb af råvarer direkte. Teknisk og datamæssigt konstrueres sektor x sektor-modellen ud fra 2 del-matricer: en MAKE-matrix, som viser erhvervenes produktion af varer, og en USE-matrix, som viser erhvervenes (og forbrugernes) køb af varer. I en simpel model ganges MAKE- og USE-matricerne sammen således, at vare-flowet i økonomien skæres bort. Denne reduktion bevirker, at den traditionelle model ikke modellerer økonomien fuldt tilfredsstillende, hvilket i et projekt om et særligt segment af vareproduktion på grænsen mellem markedsmæssig og ikke-markedsmæssig aktivitet, medfører informationstab. Derfor opstilles i dette projekt en mere avanceret model, hvor MAKE-USE modellen er opdelt i to matricer<sup>3</sup> og vare-flowet bevares, således at det er muligt at ændre på andele mellem MAKE og USE matricen jf. figur 3.

---

<sup>2</sup> I det følgende dækker betegnelsen "varer" også tjenesteydelser.

<sup>3</sup> Modellen er matematisk beskrevet i lærebøger om nationalregnskaber og input-output-modeller (fx Miller & Blair 2009).





Figur 3

NATIONAL INPUT/OUTPUT-MODEL (PRODUKTIONSVÆRDI OG BESKÆFTIGELSE)

I "MAKE-USE-modellen" drives økonomien – som udgangspunkt – af den "eksogene efterspørgsel". I denne type input/output-analyse er det det private og offentlige forbrug, investeringerne og eksporten (tilsammen den eksogene efterspørgsel), som driver økonomien. I diagrammet er dette vist ved pilene fra de eksogene variable til den efterspørgsel efter varer, som herefter transformeres til produktion (gennem den såkaldte MAKE-matrix).

Ved at køre videre i diagrammet beregnes de afledte virkninger fra det råvareforbrug, som en øget produktion skaber. Her indgår råvareforbrugets vare-sammensætning (den såkaldte USE-matrix)<sup>4</sup>. På grundlag af råvareforbruget skabes produktion i andre erhverv, hvilket indebærer en transformation af vareefterspørgsel gennem MAKE-matricen. Med udgangspunkt heri beregnes beskæftigelsesvirkningerne af den afledte produktion. På grundlag af denne "cirkel" beregnes nedstrøms-virkninger på produktion og beskæftigelse. Der kan gennemføres én eller flere beregningsrunder af nedstrøms-effekter ved at køre modellen igennem cirklen én eller flere gange.

I modellen er varer således koblet med en produktion og dermed beskæftigelse. Hvis man i en traditionel input/output-model fx vil vurdere effekten af at bygge en Storebæltsbro, vil dette i modellen betyde, at der vil komme et øget træk på de relevante varer fx i bygge- og anlægsbranchen og fx rådgiverbranchen. Dette vil betyde, at produktionen i disse brancher øges, hvilket også betyder, at beskæftigelsen, som er koblet på produktionen, øges. En øget produktion skaber igen øget efterspørgsel efter råvarer, hvilket giver den indirekte eller afledte produktion og beskæftigelse.

<sup>4</sup> Den anvendte model er statisk, dvs. der indgår ikke virkninger fra investeringer og kapitalapparat på produktionen. Som konsekvens ses i projektet ikke på affaldssektorens afledte virkninger for investeringer og kapitalapparat.

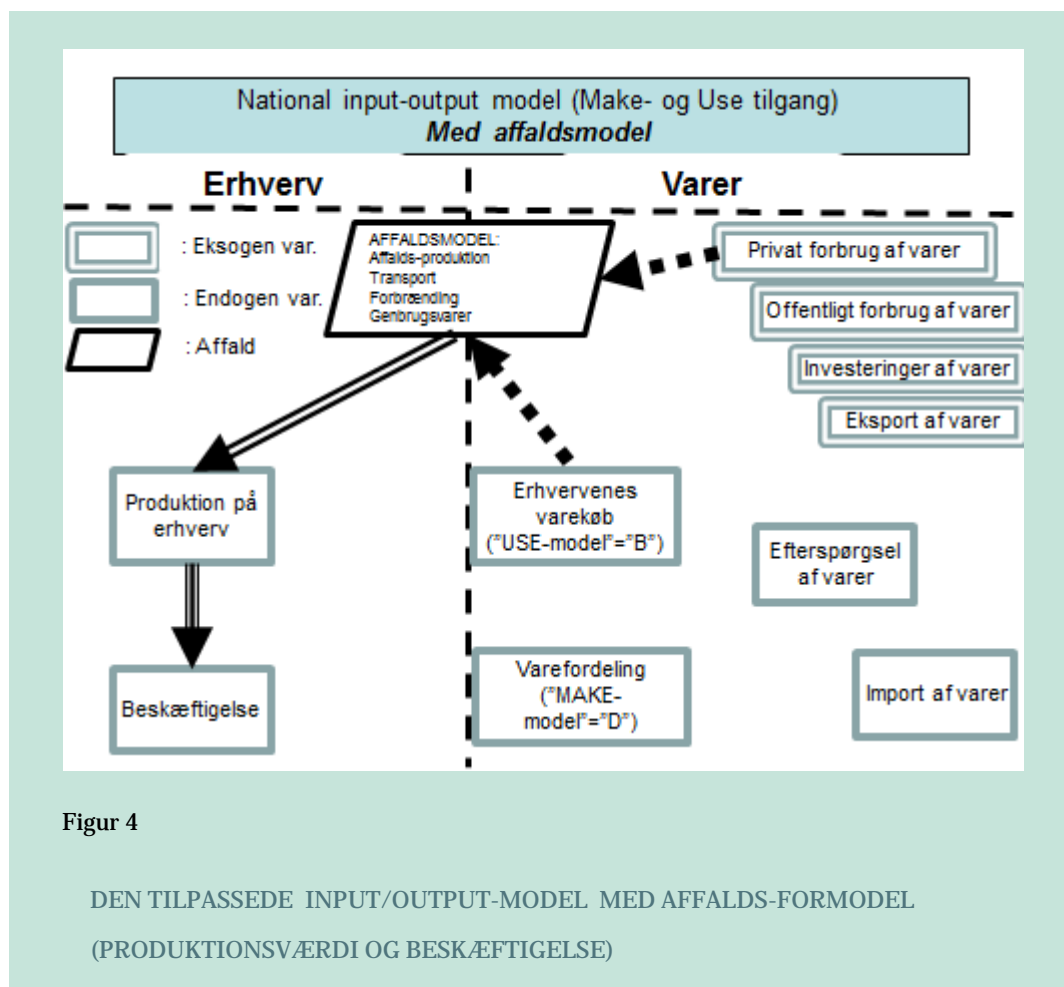
Der findes forskellige input/output-modeller: For det første sondres mellem input/output-mængdemodellen og input/output-prismodellen. Endvidere kan input/output-modellen medtage råvarevirkninger (såkaldte indirekte effekter), men også forbrugsvirkninger (såkaldte inducerede virkninger). Indirekte og inducerede effekter betegnes normalt: afledte effekter. Input/output-modellen ser normalt på nedstrøms- eller efterspørgelseeffekter, men der findes også opstrøms versioner, som beskriver leverancekæder "fremad" i det økonomiske system.

Input/output-modellen har en national afgrænsning, så der tages kun højde for importen fra udlandet, mens eksporten antages eksogen. I modellen vil import betyde, at der trækkes beskæftigelse væk fra Danmark. Jo højere importkvote en given vare har, jo lavere afledt beskæftigelsesvirkninger

## 2.2 Tilpasset input/output-model for affaldserhvervene

For at skabe en mere præcis modellering af selve affaldssystemet, er der til input/output-modellen koblet en affalds-formodel<sup>5</sup>, som håndterer affaldsmængdernes flow, jfr. figur 4 (markeret som kassen "affaldsmodel").

Disse mængder bliver koblet med erhvervsfordelt beskæftigelse og produktion i input/output-modellen via beskæftigelseskoefficienter. Denne kobling er nærmere beskrevet i kapitel 3. Samtidig er den traditionelle input/output-model til en vis grad modificeret, så den kan kobles med affaldsmodellen.

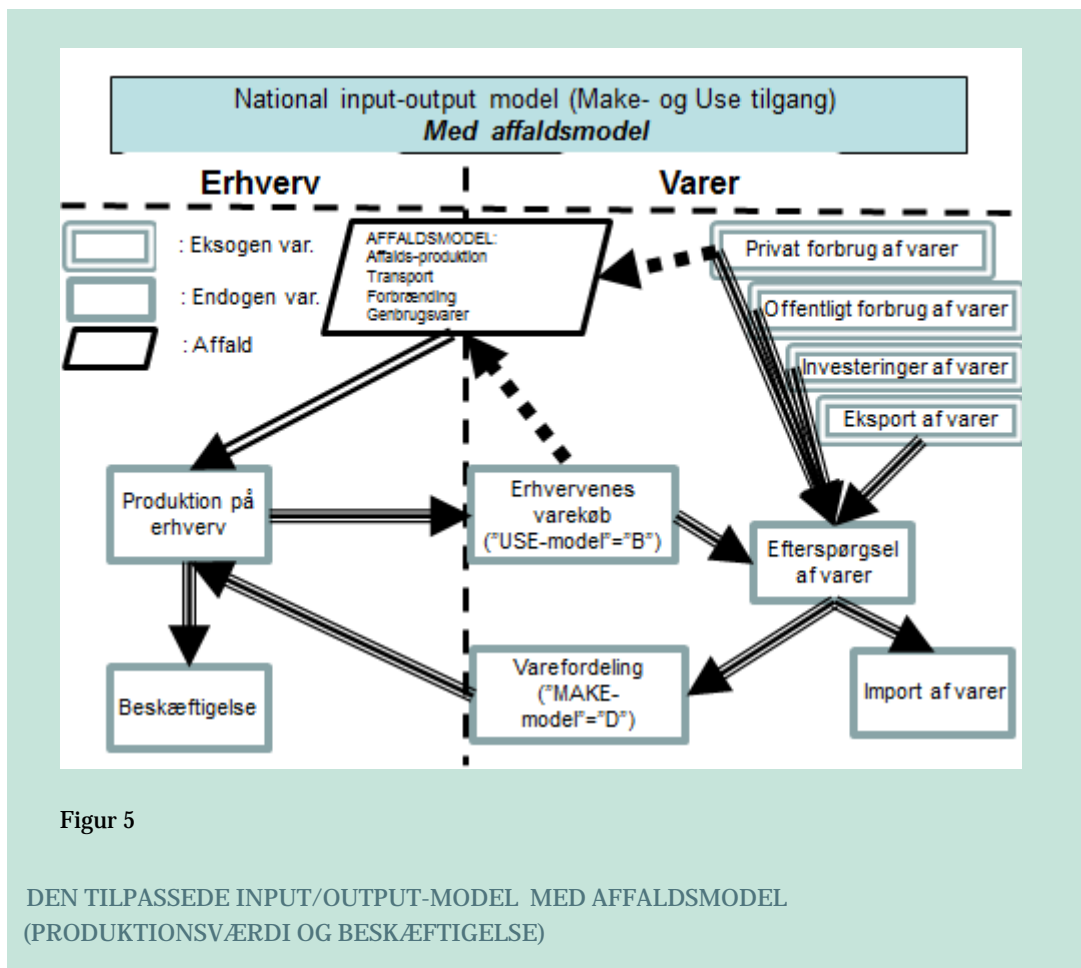


<sup>5</sup> En "for"-model køres først, hvorefter input/output-modellen (hovedmodellen) køres. En "efter"-model ville kunne køres efter hovedmodellen. Dette kunne fx være en model med CO<sub>2</sub>-emissioner. I den beskrevne version er der ikke etableret en feed-back fra input/output-modellen og tilbage til affaldsmodellen.

Affald fra affaldsmodellen skaber produktion i affaldserhvervene og transport- samt affalds-engroshandels erhverv. I denne version af input/output-modellen er affaldet bestemt i affaldsmodellen – og kan altså opfattes som eksogent givet.<sup>6</sup>

Eksport og import af affald indgår i affaldsmodellen i det omfang det er registreret i ISAG databasen, mens eksport og import af varer i input/output-modellen indgår på sædvanlig vis – jf. figur 3.

Sættes affaldsmodellen og input-outputmodellen sammen fås følgende figur<sup>7</sup>:



Figur 5

**DEN TILPASSEDE INPUT/OUTPUT-MODEL MED AFFALDSMODEL  
(PRODUKTIONSVÆRDI OG BESKÆFTIGELSE)**

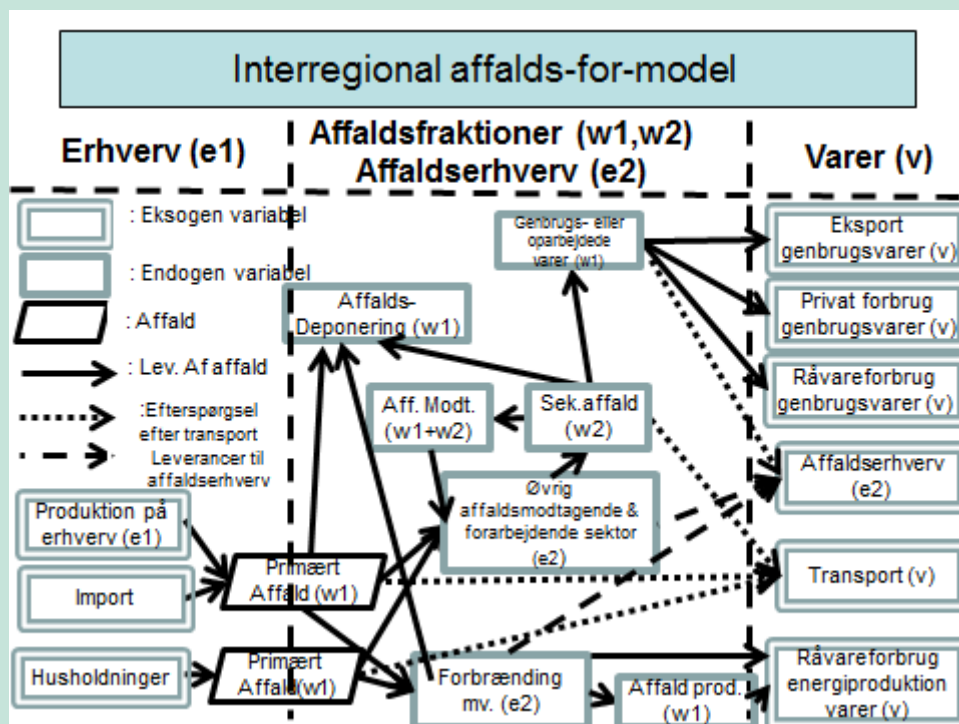
Det fremgår af figuren, at sammenhængen mellem affaldsmodellen og input-outputmodellen er to-vejs: For det første er der en påvirkning fra affaldsmængder til produktion og beskæftigelse i affaldserhvervene og generelt i alle erhverv (som modelleret i input-output-modellen). For det andet er der en sammenhæng mellem efterspørgslen i erhvervenes varekøb og det private forbrug på den ene side og produktionen af affald på den anden side. I den nuværende version af affaldsmodellen er alene etableret en sammenhæng mellem affaldsmodellen og produktion og beskæftigelse, dvs. med affaldsmodellen som formodel til input-output-modellen, mens sammenhængen mellem input-outputmodellen og affaldsmodellen (hvor affaldsmodellen fungerer som en eftermodel) ikke er etableret (og derfor kun er antydnet ved de stiplede linjer).

<sup>6</sup> I en traditionel input/output-model ville affald skabes fra efterspørgselsiden. Når efterspørgslen af varer skaber produktion, skabes der affald, som igen skaber efterspørgsel efter transport mv. Dette er antydnet ved de stiplede linjer i figur 5.

<sup>7</sup> I figuren og i det følgende bruges udtrykket "genbrugsvarer" som kort betegnelse for både produkter til genbrug (fx skyllede flasker) og produkter til erstatning af virgine råvarer (fx "genbrugspapir" til produktion af nyt papir).

### 2.3 Affalds-formodellen

Affalds-formodellen<sup>8</sup> er opstillet som det fremgår af nedenstående figur 6. Figuren viser en detaljering af affalds-formodellen, som indgår i input-outputmodellen – jf. den sorte, ”skrå” kasse i figur 5 ovenfor. I figur 6 viser en dobbeltrammet kasse de variable, som i affalds-formodellen er eksogene (men som i input-outputmodellen er endogene)<sup>9</sup>. Affald tilgår affaldsmodtagende erhverv, herunder sorteringsanlæg, oparbejdningsanlæg, forbrændingsanlæg og deponeringsanlæg, og kan herfra gå videre som fx oparbejdet affald, der kan tilgå virksomheder. Affalds-formodellen kan således i princippet beregne både opstrøms-effekter i affaldserhverv og i andre erhverv, der modtager affaldsvarer<sup>10</sup>. Den efterspørgsel der genereres herfra går ind som input til input-outputmodellen, som derpå beregner nedstrøms-effekter for økonomien.



Figur 6

INTERREGIONAL (KOMMUNEBASERET) AFFALDS-FOR-MODEL (I MÆNGDER)<sup>11</sup>

I diagrammet er vist, hvordan affaldsfraktioner ( $w_1$ <sup>12</sup> og  $w_2$ <sup>13</sup>) håndteres i selve affaldssektoren. Det kan gå til forbrænding, deponering eller affaldserhverv (e2), fx forskellige oparbejdningsanlæg. Endvidere kan fx forbrændingsanlæg skabe nyt affald, som atter går ind i affaldserhverv (e2). Affaldssektoren skaber derved beskæftigelse, som herefter modelleres videre i input-outputmodellen (Affaldserhverv(e2) i søjlen ”Varer” (v) til højre i diagrammet). I bilag 2 er udtryk i affaldsmodellen sammenkædet med oplysningerne i ISAG-databasen.

<sup>8</sup> Den matematiske opstilling af modellen kan ses i bilag 1.

<sup>9</sup> Aktiviteter inden for offentlig administration i forbindelse med affaldshåndtering indgår ikke i affalds-for-modellen, men er lagt direkte ind i input-outputmodellen.

<sup>10</sup> Opstrøms-effekter i andre erhverv er dog ikke medtaget i modellen jf. kapitel 3.

<sup>11</sup> Affaldsproduktion efter forbrænding henviser til slagter og aske fra forbrændingsprocessen

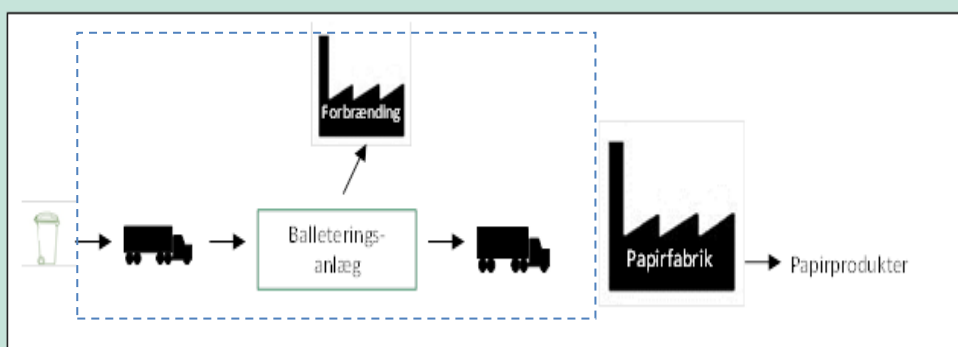
<sup>12</sup>  $w_1$  refererer til affald leveret fra produktion og husholdninger, mens  $w_2$  refererer til affald, som leveres mellem affaldsvirksomheder.

<sup>13</sup> Varer (v) refererer her til traditionelle varer i nationalregnskabet, mens affaldsfraktioner ( $w_1$  og  $w_2$ ) refererer til affaldsvarer i affaldsdatasystemet.

Affaldssektoren har også andre virkninger på økonomien. For det første kan visse affaldsvarer være af markedsmæssig værdi, således at de enten kan forbruges af husholdninger eller aftagererhverv (fx papiraffald til papirfabrikker) eller kan levere input til andre erhverv (f.eks. affald til forbrænding, som producerer el og varme). Dette er vist i diagrammet som de tre øverste og den nederste kasse i søjlen "Varer (v)" til højre i diagrammet. Affaldsvarer er i modellen defineret som affald, der fraføres et affaldsbehandlingsanlæg og ikke tilføres et alternativt affaldsbehandlingsanlæg. Her betragtes affaldet som en affaldsvare, da det nu indgår i en ny produktion, enten direkte eller indirekte ved en omdannelsesproces.

Videre har affaldsproduktion virkninger for transportaktiviteter (se kassen "Transport (v)" i søjlen "Varer (v)" til højre i diagrammet). I affaldsmodellen indgår oplysninger om start- og slutkommune for affalds-flows, således at konsekvenser for transportarbejdet i forbindelse med affaldshåndteringen modelleres i form af konsekvenser for antal "ton-km" for affaldstransporter. På sigt åbner det op for muligheden for, at miljøeksternaliteter kan kobles på modellen. Det er i modellen valgt ikke at have tilbagekobling fra input/output-modellen tilbage til affaldsformodellen.

Affaldsflowets sammenhæng med modellen er endvidere forsøgt eksemplificeret i figur 7 nedenfor.



Figur 7

#### ILLUSTRATION AF DE ERHVERV, DER PÅVIRKES DIREKTE VED HUSSTANDSINDSAMLING AF PAPIR

Den direkte effekt fx af en ændret indsamlet mængde kildesorteret papir ved husstanden vil påvirke aktiviteten i affalds- og transporterhverv. Den direkte beskæftigelse er illustreret inden for den stiplede linje. Disse erhverv trækker på en række varer og tjenesteydelser, som leveres af virksomheder uden for affaldssektoren, f.eks. smedearbejde, maskinleverandører, kantinedrift mv. og skaber dermed en afledt (nedstrøms) beskæftigelseseffekt.

Modelteknisk beregnes disse nedstrøms effekter i input-outputmodellen på grundlag af effekter beregnet i affaldsformodellen.

Beskæftigelsen i disse sektorer (affaldserhverv, engroshandel og transporterhverv) vil derfor blive påvirket ved en øget udsortering af papiraffald. Hvis en papirvirksomhed, der kan modtage papiraffald vurderes at være uafhængig af om den modtager papiraffald eller virgin papirmasse, er beskæftigelsen i den pågældende branche ikke medtaget (beskrives nærmere i kap. 3).

## **2.4 Data til input/output-model**

Input/output-modellens datagrundlag for den direkte beskæftigelse er bygget på en kombination af nationalregnskabs opgørelse af beskæftigede årsværk opdelt på 117 erhverv (Nationalregnskabet) og personregisterdata (RAS-statistik), med CRT's mere detaljerede regionale analyseplatform for beskæftigelsesstatistik.

I RAS-databasen er beskæftigelsen yderligere opdelt på mere specifikke branchekoder inden for affaldshåndtering, som sikrer en øget detaljeringsgrad for hhv. indsamlingen af affaldet, genanvendelsen og forbrændingsindustrien. I CRT's database indgår personregisteroplysninger om danskeres beskæftigelse fra 1994 til 2010<sup>14</sup>.

Selve input/output-modellsystemet bygger endvidere på Nationalregnskabet og dets 2800 varegrupper.

## **2.5 ISAG-databasen**

Affaldsmodellen baserer sig på Miljøstyrelsens nationale affaldsdatabase ISAG, som indeholder data fra affaldsbehandlingsanlæg registreret i 2009. Indberetningerne til ISAG-systemet er systematisk registreret siden 1994, hvor affaldsbehandlingsanlæggene registrerer mængder fordelt på overordnede erhvervs-kilder, affaldstype- og fraktion, samt hvilken behandlingsform, anlægget udfører ved håndteringen. Indberetningerne har været kvalitetssikret af Miljøstyrelsen og anvendt til nationale fremskrivninger.

ISAG-databasen blev i 2010 afløst af Affaldsdatasystemet (ADS). Det første års indberetninger er baseret på registreringer fra perioden april – december 2010, samt 2011. Databehandlingen for 2010 var afsluttet ved projektets opstart. Kvalitetstjekket af indberetningerne afdækkede, at der i indberetningerne var en del fejlkilder, som påvirker datakvaliteten. Det er derfor fravalgt at anvende dataene fra indberetningerne fra Affaldsdatasystemet.

På den baggrund blev det vurderet, at ISAG-indberetningerne ved projektets opstart var de mest konsistente og repræsentative for den samlede affaldsproduktion i Danmark.

Registreringen i ISAG omfatter udover affaldsfraktionen og erhvervs-kilden oplysninger om afsenderkommune, som relaterer sig til affaldsproducenten, samt modtagerkommune, der relaterer sig til beliggenheden af affaldsbehandlingsanlægget.

Det er rent modelteknisk muligt at tilføje fiktive anlæg til modellen udover de der er registreret i ISAG, hvilket er hensigtsmæssigt hvis der skal modelleres på en stor øgning i en given affaldshåndtering, fx fiktive biogasanlæg ved en øget udsortering af madaffald.

## **2.6 Udfordringer i forhold til den teoretiske opstilling af modellen.**

Som det fremgår af ovenstående, er selve den teoretiske opstilling af en model, der både inkluderer en input/output-model og en affaldsmodel, relativt kompliceret, men mulig. Som udgangspunkt vil den kombinerede model give en konsistent og detaljeret beskrivelse af affaldssektoren samtidig med, at de afledte effekter medtages.

Modelleringen af affaldssektoren er dog i sagens natur følsom over for en korrekt beskrivelse af affaldets flow i systemet og en korrekt modelmæssig kobling mellem affaldsmodellen og input/out-

---

<sup>14</sup> CRT har opbygget detaljerede persondatabaser over erhvervsfordelt beskæftigelse ("RAS-statistik"), som tilgås på Danmarks Statistiks forsker-placeringsordning. Heraf kan dannes oplysninger om beskæftigelsesfordeling på erhverv (ca. 800 brancher defineret gennem DB93, DB03 & DB07) for årene 1994 til 2010.

put-modellen. Da affaldsmodellen tager udgangspunkt i ISAG databasen, vil eventuelle inkonsistente eller mangelfulde registreringer i ISAG føres over i modellen. De specifikke problemer, det kan skabe, er beskrevet nærmere i de følgende kapitler.

# 3. Forudsætninger i modelopbygningen

## 3.1 Beskrivelse af modellens opbygning, herunder kobling mellem input/output modellen og affaldsmodellen.

Nedenfor beskrives de antagelser, der gøres i den konkrete opbygning af modellen, herunder især linket mellem affaldsmodellen og input/output-modellen.

I affaldsmodellen fragtes mængder rundt i affaldssystemet fra indsamling til sortering, oparbejdning osv. Affaldsmodellen kan generere afledte affaldsmængder fx ved, at forbrænding af affald giver anledning til nye affaldsstrømme i form af slagge. Den afledte affaldsmængde genereres efter den fordelingsnøgle, som findes i ISAG. Hvis fx tilførsel af 100 tons affald til et sorteringsanlæg skaber 10 tons papiraffald, 10 tons glas osv. vil en øget tilførsel af affald til sorteringsanlægget fordele sig efter samme nøgle for fraført affald.

Affaldsmodellen har således i sig selv en såkaldt "affaldsmultiplikator". Dette betyder ikke, at der fysisk set kommer mere affald, men at affaldet håndteres flere gange på sin vej rundt i systemet. Det er mængderne ved disse håndteringer, der skaber beskæftigelse. Derfor kan mængderne modelteknisk regnes med flere gange.

Når affaldet har "kørt rundt" i affaldsmodellen føres det over i input/output-modellen som en mængde, der trækker på beskæftigelsen i forskellige brancher. Normalt ville denne kobling ske via produktionsværdien af de affaldsvarer, der føres over i input/output-systemet. Denne tilgang er imidlertid vanskelig når det drejer sig om affald. Som nævnt tidligere findes der meget få affaldsvarer i Nationalregnskabet, og der er eksempler på, at der ikke er en særlig god sammenhæng mellem prisen på affaldsvaren og den værdi, som affaldet skaber. Fx kan prisen på affaldsvare være nul (eller negativ) selv om den skaber produktionsværdi for aftageren. Et eksempel på dette er forbeholdt organisk dagrenovation, som aftages af biogasanlægsanlæg. Ofte betaler kommunen biogasanlæggene for at aftage affaldet, selv om det for biogasanlægget har en værdi. Dette skyldes bl.a. at kommunen alternativt skulle få dagrenovation forbrændt med en stor omkostning til følge. Der er p.t. for få aktører på markedet for forbeholdt organisk dagrenovation til at skabe en konkurrencesituation, der kan sikre en positiv pris på dette affald.

I modellen er det derfor valgt at koble affaldsmodellen med input/output-modellen via beskæftigelsen i stedet for produktionsværdien. Beskæftigelseskoefficienterne beskriver sammenhængen mellem beskæftigelse og mængde i de erhverv, der håndterer eller modtager affald. Nedenfor beskrives nærmere, hvordan beskæftigelseskoefficienterne er opgjort, og på hvilket grundlag.

## 3.2 Opgørelse af beskæftigelseskoefficienter

For affaldsfraktionerne fra affaldsmodellen defineres inden for hvilke brancher, der sker et "træk" på beskæftigelse i input/output-modellen. En affaldsfraktion kan "trække" på beskæftigelse indenfor flere brancher, både affaldsbrancher og andre brancher, fx transport. Affaldsfraktionerne fra ISAG-databasen er blevet grupperet i 13 hovedgrupper, hvor grupperne vurderes at kunne



håndteres relativt konsistent i flowopgørelsen. Dog behandles mængder i blandede kategorier typisk flere gange eller på forskellige måder, alt efter hvilken sammensætning det enkelte læs består af. Nedenfor fremgår den overordnede fordeling af affaldet:

- Farligt affald
- Madaffald
- Papir og pap
- Plast
- Træ
- Have-parkaffald og slam
- Forbrændingseget
- Glas
- Jern og metal
- Blandet affald
- Tegl, beton, mv.
- Ren jord
- Forurennet jord

Det skal nævnes, at fraktionerne i ISAG terminologi er udsorterede fraktioner. Dette betyder, at fx forbrændingseget affald også vil indeholde fx papir og plast. I de tilfælde, hvor man øger udsorteringen af fx papiraffald, vil mængden af forbrændingseget affald falde, og papirfraktionen vil stige.

### **3.2.1 Affaldsbrancher**

For hver af affaldsgrupperne er der defineret hvilke affaldserhverv, affaldsfraktionen "trækker" på.

Der er i alt 8 underbrancher i DB07 under affald.

- 381100: Indsamling af ikke-farligt affald
- 381200: Indsamling af farligt affald
- 382110: Behandling og bortskaffelse af ikke-farligt affald
- 382120: Bortskaffelse af affald med energiproduktion
- 382200: Behandling og bortskaffelse af farligt affald
- 383100: Demontering af udtjente køretøjer, skibe, maskiner, mv.
- 383200: Genbrug af sorterede materialer
- 390000: Rensning af jord og grundvand og anden forureningsbekæmpelse

Underbrancherne omfatter både privat og offentlig beskæftigelse. Det kan være svært entydigt at vurdere, hvordan beskæftigelsen<sup>15</sup> er fordelt på brancher. Når en person skal placeres under en branche, kan det bl.a. være baseret på virksomhedens branchekodning, geografiske placering samt en eventuel indberetning fra virksomheden. I forhold til virksomhedens branchekodning er der eksempler på, at virksomheder kan være registreret forkert. Det kan bl.a. skyldes at virksomheden har ændret branche undervejs eller har udvidet deres forretningsområde, men ikke er blevet omregistreret til en ny branche. Ved opgørelse af beskæftigelsen på personniveau, som det sker i RAS-statistikken, er det ikke muligt at verificere, om beskæftigelsen er registreret i de rigtige brancher, da der ikke er adgang til data på dette detaljeringniveau.

---

<sup>15</sup> RAS-beskæftigelsen står for registerbaseret arbejdsstyrkestatistik. Se beskrivelse i afsnit 2.4

Potentiel fejlregistrering er dog et problem, der gælder alle analyser, der anvender disse statistikker, og generelt anses danske registerdata for at være af høj kvalitet. Det vurderes derfor ikke at være en væsentlig fejlkilde.

Udover de 8 underbrancher antages også alle beskæftigede i underbranchen "engroshandel med affaldsprodukter" at relatere sig til affaldssektoren.

For hver af de 13 affaldsgrupper er det vurderet, om de "trækker" på den pågældende underbranche.

Fraktionen "farligt affald" er et eksempel på en affaldsgruppe, der er nem at håndtere modelteknisk, da der for både indsamling og behandling er defineret en særskilt underbranche. Hele beskæftigelsen i disse underbrancher må derfor antaget at være relateret til farligt affald.

De øvrige affaldsfraktioner trækker på underbrancherne i forskelligt, og ikke på forhånd nærmere defineret, omfang. Derfor tager vurdering af træk på beskæftigelse afsæt i erfaringer med affaldsområdet samt på branchebeskrivelser fra Danmarks Statistik<sup>16</sup>, hvor det til en vis grad er defineret, hvad de enkelte underbrancher dækker over.

Underbranchen: "indsamling af ikke-farligt affald" antages at blive "trukket" på af de fraktioner, der indsamles i containere, herunder indsamling af affald fra husholdninger og virksomheder ved hjælp af affaldsbeholdere, beholdere på hjul, containere osv. Den omfatter indsamling af ikke-farligt affald, fx husholdningsaffald, brugte batterier, brugte spiselige olier og fedtstoffer samt bygge- og nedrivningsaffald.

"Behandling og bortskaffelse af ikke-farligt affald" antages at blive trukket på af alle ikke-farlige affaldsfraktioner, som slutbehandles på et affaldsbehandlingsanlæg, herunder deponeringsanlæg og komposteringsanlæg. Sortering og neddeling af fx byggeaffald, pap og papir trækker på underbranchen "genbrug af sorterede materialer", og forbrændingseget affald trækker på "bortskaffelse af affald med energiproduktion". Forurenede jord antages at trække på underbranchen "rensning af jord og grundvand og anden forureningsbekæmpelse", hvor det oparbejdes.

Engroshandel med affaldsprodukter antages at trække på de affaldsgrupper, der genererer genbrugs- eller oparbejdede produkter, der handles på et marked.

Det er antaget, at fraktionerne trækker på beskæftigelsen i forhold til deres vægtandel, da dette vurderes at være bedste skøn på en fordeling af beskæftigelsen forbundet med håndteringen af affaldet. I bilag 5 er angivet beskæftigelseskoefficienterne for de enkelte affaldsfraktioner.

---

<sup>16</sup> Dansk Branchekode 2007 - DB07. Udgivet af Danmarks Statistik, 2007.

**TABEL 7**  
**AFFALDSFRAKTIONER, DER TRÆKKER PÅ AFFALDSERHVERV**

	Indsam- ling af ikke farligt affald	Indsam- ling af farligt affald	Behand- ling og bortskaf- felse af ikke- farligt affald	Bortskaf- felse af affald med energi- produk- tion	Behand- ling og bort- skaffel- se af farligt affald	Genbrug af sorterede materialer	Rens- ning af jord og grund- vand og anden foru- renings bekæm- pelse	Engros handel med affalds- produk- ter
Farligt affald		X			X			
Mad affald	X		X					
Papir og pap	X					X		X
Plast	X					X		X
Træ	X		(X)			X		X
Have- park affald og slam	X		X					
For- brændi ngs- egnet	X			X				
Glas	X					X		X
Jern og metal	X					X		X
Blan- det affald	X		X			X		X
Tegl, beton, mv.	X					X		
Ren jord	X					X		
Foru- renet jord							X	

### 3.2.2 Transport

En særlig udfordring er, hvor stor en del af transporten af affald, der er registreret som indsamling af affald, og hvor stor en del der er registreret under branchen vejgodstransport. Endvidere er der en del transport af affald mellem anlæg, som formentlig ikke er registeret under affaldserhverv.

I ISAG findes der geografiske data for de forskellige anlæg, herunder genbrugsstationer, oparbejdningsanlæg, forbrændingsanlæg mv., og det er derfor muligt at udregne ton-km for det affald, der bliver fragtet rundt - fordelt på direkte affaldsleverancer (ca. 2 mia. ton-km) og transport mellem anlæg (ca. 500 mio. ton-km). Det affald, der bliver transporteret mellem anlæg, vil typisk blive omlastet til store lastbiler, hvorimod en del af det affald, der er direkte affaldsleverancer, er dagrenovation, der i dag bliver indsamlet i dagrenovationsbiler med to chauffører, som kører en væsentligt kortere rute. Hvor mange ton-km et årsværk svarer til, vil derfor kunne variere voldsomt, med de givne forudsætninger fra 55.000 – ca. 1 mio. ton-km.<sup>17</sup> Dagrenovation udgør jf. ISAG ca. 12

<sup>17</sup> Se endvidere bilag 4

% af den samlede indsamlingsmængde, som begrebsmæssigt svarer til de direkte affaldsleverancer i modellen. Dette kan omregnes til ca. 4.400 årsværk. Den øvrige mængde direkte leverance, samt den mængde affald, der bliver kørt mellem anlæg, antages at blive kørt med en stor lastbil med én chauffør. Dette kan omregnes til 2.200 årsværk. Affaldstransport skønnes således at beskæftige i alt 6.600 årsværk. Derudover vil der være en række hjælpefunktioner i transportfirmaerne, som ikke indgår i dette tal.

I underbranchen "indsamling af ikke-farligt affald" er der registeret 4.166 beskæftigede årsværk. På den baggrund antages skønsmæssigt to tredjedele af det samlede transportarbejde at være "fanget" af underbranchen "indsamling af ikke-farligt affald". Resten antages at ligge i transportbranchen. Dette svarer til ca. 8 % af de beskæftigede i transportbranchen. Som det fremgår, har opgørelsen dog en vis skønsmæssig karakter og er derfor forbundet med usikkerhed.

### **3.3 Aftagerbrancher**

Udover affaldsbrancher berøres industrien i det omfang, de anvender affaldsvarer i deres produktion, fx glasindustrien. For hver affaldsfraktion er det kortlagt og taget stilling til hvilke industrier, der anvender affaldsvarer. En række virksomheder anvender udover affaldsvarer også en varierende andel virgine materialer. Vi har ved stikprøveanalyser af en række virksomheder, som optræder i ISAG databasen, fået oplysninger om, hvor stor en andel affaldsprodukter de anvender i deres produktion<sup>18</sup>.

De fleste branchegrupper omfatter også virksomheder, der ikke modtager affaldsvarer, men kun anvender virgine materialer. Derfor er det svært at kvantificere den præcise beskæftigelsesandel, der knytter sig til anvendelse af affaldsvarer i branchen.

Rent definatorisk er det endvidere svært at afgrænse, hvor meget af beskæftigelsen, der kan henregnes til affald. Typisk kan en virksomhed, der aftager affaldsprodukter, også anvende virgine materialer. Endvidere handles flere udsorterede affaldsfraktioner på et internationalt marked, fx for papir, metal og plastaffald. Det vurderes derfor, at beskæftigelsen knyttet til aftagebrancherne ikke umiddelbart kan medregnes som affaldsbeskæftigelse, da den ikke nødvendigvis er afhængig af affaldsvarer. Det er i stedet valgt at opgøre den særskilt, men ikke at inkludere den i opgørelsen af den samlede affaldsbeskæftigelse. Dog er der for madaffald antaget, at denne fraktion vil medføre øget beskæftigelse i biogasbranchen, da udbygningen i denne branche er koblet op på en øget genanvendelse af madaffald.

I nedenstående tabel er der givet skøn på den andel af beskæftigelsen, som affaldsvarere trækker på indenfor de definerede underbrancher, baseret på stikprøver blandt virksomheder og generel erfaring med affaldsbranchen.

---

<sup>18</sup> Se bilag 3

**TABEL 8**  
AFTAGERBRANCHER, DER MODTAGER AFFALDSVARER

Affaldsfraktion	Aftager-brancher	Skønnet andel beskæftigelse af den samlede beskæftigelse i aftagerbrancherne
Madaffald	Fremstilling af gas	20%
Papir og pap	Fremstilling af papirmasse, Fremstilling af papir og pap, Fremstilling af bølgepap og pap og emballage af papir og pap	100%
Plast	Fremstilling af plader, ark, rør og slanger samt profiler af plast, Fremstilling af plastemballage, Fremstilling af bygningsartikler af plast, Fremstilling af andre plastprodukter	20%
Træ	Fremstilling af finerplader og træbaserede plader, Fremstilling af træemballage	20%
Glas	Fremstilling af planglas, Fremstilling af flasker, drikkeglas mv., Fremstilling af glasfiber	10%
Jern og metal	Støbning af jernprodukter, Støbning af stålprodukter	50%
Tegl, beton mv.	Anlæg af veje og jernbaner	10%
Ren jord	Anlæg af veje og jernbaner	10 %
Forurennet jord	Rensning af jord og grundvand og anden form for forureningsbekæmpelse	50%

Ud over de primære aftagererhverv er der andre erhverv/modtagere, som aftager genbrugsvarer, men som ikke er nævnt her. Fx afsættes komposteret haveaffald til husholdninger, golfbaner, idrætspark mv. udover landbruget. Det er dog vurderet, at andelen af de mere perifere aftagere er væsentligt lavere end de primære og vil have marginal betydning i forhold til den samlede beskæftigelse i forbindelse med håndtering af affald.

### 3.4 Marginal og gennemsnitseffektbetragtning

Selv om en affaldsbranche udelukkende modtager affaldsinput (fx affaldsforbrændingsanlæg) er det ikke givet, at en øget mængde affald vil medføre proportionalt øget mængde beskæftigelse og vice versa. Det er altså ikke givet, at der kan anvendes en gennemsnitsbetragtning for beskæftigelsen ved en marginal øgning eller reduktion i affaldsmængden. I nogle erhverv er processerne så automatiserede, at der ikke er en stor beskæftigelseseffekt af at øge eller reducere affaldsmængden. Hvorvidt anvendelse af en gennemsnitsbetragtning vil over- eller undervurdere beskæftigelseseffekten afhænger således af det konkrete scenarium, der ønskes vurderet. Det er i beregningerne valgt at tage udgangspunkt i en gennemsnitsbetragtning, dels fordi det ikke har været muligt at vurdere de marginale effekter i alle de affaldshåndterende erhverv, dels for at simplificere modellen.

### 3.5 Substitutionseffekter

Modellen er en fastprismodel, og det antages generelt, at der er ledig kapacitet både på arbejdsmarkedet og i produktionsapparatet. Dette betyder, at hvis en affaldsmængde øges og giver anledning til øget beskæftigelse vil dette ikke føre til øget løn og dermed crowding-out effekter, som ville have indgået i en generel ligevægstmodel.

Hvis der fx sker en øget forbrænding af affald, vil dette føre til en øget produktion af el og varme. Der ses i modellen bort fra eventuelle substitutionseffekter, fx i dette tilfælde at den affaldsbaserede el- og varmeproduktion erstatter anden varmeproduktion, fx varme produceret på gasfyrede værker, som der dermed skal produceres mindre af. Det samme gør sig gældende den anden vej rundt, at der kan være brug for anden varmeproduktion ved reduceret forbrænding.

Det er derfor afgørende, at man forholder sig kritisk til de tal for beskæftigelseseffekter, der kommer ud af modellen, og supplerer dem med en kvalitativ vurdering af eventuelle substitutionseffekter. Projektet har dog ikke omfattet en sådan vurdering.

### **3.6 Udfordringer i forhold modelopbygning og forudsætninger.**

Koblingen mellem affaldsmodellen og input/output-modellen er et afgørende element i modellen. Det er i denne kobling, at forholdet mellem ændringer i affaldsmængder/affaldshåndteringen og ændringen i beskæftigelsen fastlægges, og forudsætningerne bag denne kobling er derfor styrende for de beskæftigelsesvirkninger, der kommer ud af modellen.

Fordelingen af, hvorledes de forskellige fraktioner trækker på affaldserhvervene, har betydning for beskæftigelsesvirkningerne af ændret affaldshåndtering (dvs. case-beregningerne i kapitel 5), men har ikke betydning for opgørelse af den totale beskæftigelse i affaldssektoren.

Forudsætninger om træk på transporterhvervet har både betydning for beskæftigelsesvirkningerne af ændret affaldshåndtering (dvs. case-beregningerne) og for den totale beskæftigelse i affaldssektoren. Denne sammenhæng er derfor en afgørende forudsætning i modellen. Fastsættelsen af transportandelen vurderes at være forbundet med en vis usikkerhed, da det er svært at vurdere, hvor meget af transporten med affald, der er registeret som en del af affaldsbrancherne.

# 4. Opgørelse af beskæftigelsen i affaldssektoren

Den direkte beskæftigelse er beskæftigelsen knyttet til indsamling og behandling/håndtering af affald. Den indirekte beskæftigelse er de afledte nedstrøms-effekter for økonomien. Nedstrøms-effekterne er ændringer i beskæftigelse for de erhverv, som 'ligger' efter de erhverv, der justeres på, dvs. de erhverv, hvis beskæftigelse bliver påvirket af ændringer i tilgangen af affaldsmængder til affaldshåndtering. Den samlede beskæftigelse er summen af den direkte og indirekte.

Nedenfor beskrives de forskellige beskæftigelsesinput.

## 4.1 Beskæftigelse der afhænger af affaldsmængder

Som nævnt i foregående afsnit er der 8 erhverv, der relaterer sig direkte til den genererede mængde affald. Alle de beskæftigede i disse erhverv tæller fuldt med i opgørelsen, ligesom de beskæftigede i underbranchen "engroshandel med affaldsprodukter".

Derudover tæller en andel af de beskæftigede i transporterhverv med i den samlede beskæftigelse, jfr. tabel 9.

Affaldsbeskæftigelsen i affaldserhvervene og transportsektoren antages at afhænge af affaldsmængden. Der sker således et øget træk på beskæftigelsen, når affaldsmængden øges.

Som tidligere nævnt er der en række erhverv som anvender affaldsvarer i deres produktion, fx papirindustrien. Det er som nævnt valgt ikke at inkludere denne beskæftigelse som en del af den samlede beskæftigelse i affaldssektoren. De opgøres i stedet særskilt. Dog indgår den affaldsrelaterede beskæftigelse i biogassektoren som en del af affaldssektoren.

**TABEL 9**  
DIREKTE BESKÆFTIGEDE ÅRSVÆRK I MÆNGDEAFHÆNGIGE BRANCHER (2009)

	Kommune	Privat	Udenfor kategori fx interessentskaber	I alt
<b>Affaldsbrancher</b>				
381100	511	2908	747	4166
381200	5	27	131	163
382110	384	132	466	982
382120	20	20	713	753
382200	0	4	231	235
383100	0	159	0	159
383200	20	1028	3	1051
390000				51
<b>I alt affaldsbrancher</b>				<b>7560</b>
Engroshandel med affald	7	1552	3	<b>1562</b>
Aftagerbrancher				
Gasproduktion (biogas)				<b>14</b>
Vejgodstransport				<b>2551*</b>
<b>I alt mængdeafhængige brancher</b>				<b>11.687</b>

\*8% af den samlede beskæftigelse i branchen jf. afsnit 3.2.2

Nedenfor i tabel 10 ses opgørelsen af de beskæftigede i aftagerbrancherne, opgjort på grundlag af beskæftigelsesandelene i tabel 8. Disse tælles som nævnt ikke med i den samlede opgørelse af beskæftigelse i affaldssektoren.

**TABEL 10**  
DIREKTE BESKÆFTIGELSE I AFTAGERBRANCHER

	I alt
<b>Aftagerbrancher</b>	
Papir	3837
Plast	3387
Træ	319
Glas	143
Jern og metal	426
Anlægsbranchen	1173
Rensning af jord	51
<b>I alt aftagerbrancher</b>	<b>9.336</b>

#### 4.2 Beskæftigelse der antages uafhængig af affaldsmængder

De brancher, der følger nedenfor, er ikke koblet på affaldsmængder, og beskæftigelsen ændres dermed ikke, når affaldsmængden øges. De er dog inkluderet i modellen og indgår, når de afledte effekter af beskæftigelsen estimeres.

Udfordringen med at estimere beskæftigelsen i disse erhverv, er at de ikke står registreret under en affaldsbranche. Det drejer sig om ansatte i den kommunale og statslige administration, i forskningsverdenen, rådgivningsbranchen og i brancheorganisationer. Disse beskæftigede er registreret i en række forskellige brancher, og ud fra statistiske opgørelser er det ikke muligt at udskille hvilken andel af de ansatte, der er relateret til håndtering af affald. Det er derfor valgt at



estimere beskæftigelsen fra disse erhverv via interviews med relevante virksomheder, kommuner mv., som fremgår af opgørelserne i efterfølgende afsnit.<sup>19</sup>

#### **4.2.1 Stat og kommune**

I statsadministrationen er det hovedsageligt ansatte i Miljøstyrelsen og Miljøministeriets departement, der arbejder med affald.

I kommunerne antages beskæftigelsen forbundet med selve driften af affaldsordningerne, hvad enten den er placeret i selve kommunen, i et offentligt selskab under kommunen, i fælleskommunale selskaber eller udliciteret til private selskaber, at være registeret under en af de 8 affaldsbrancher. Dette baseres bl.a. på, at de ansatte typisk fysisk vil sidde på fx genbrugsstationen eller på forbrændingsanlægget og dermed på den måde bliver registeret som værende beskæftigede i et affaldserhverv. Den beskæftigelse, der ikke er talt med, er de medarbejdere, der sidder i forvaltningen med affaldsplaner mv. og evt. kun har affald som en del af deres arbejdsområde. Det er forsøgt at afdække denne beskæftigelse gennem forskellige kilder, herunder kommunale kontoplaner, men uden held. I stedet er der foretaget en stikprøve blandt kommunerne. Der er taget kontakt til de fem største kommuner samt to mindre kommuner for at få et bud på beskæftigelsen i den kommunale forvaltning.

#### **4.2.2 Forskning**

Der findes forskellige institutter under universiteterne, der forsker indenfor affald og genanvendelse. Derudover er der ansatte, som beskæftiger sig med byggeri, industriel design mv., som i større eller mindre grad relaterer sig til affaldsbranchen. Andelen af ansatte, som berøres af affaldssektoren, er derfor ikke umiddelbart muligt at opgøre statistisk, men er opgjort ud fra en stikprøveanalyse ved at kontakte de mest relevante institutter. Ud fra de indhentede oplysninger fremgår det, at ansættelsernes relation til affaldsverden uden for de specifikt beskæftigede er projektafhængigt og varierer over tid. På baggrund af henvendelse til de relevante universiteter er der foretaget et skøn.

#### **4.2.3 Rådgiverbranchen**

Flere danske rådgivervirksomheder beskæftiger sig med rådgivning indenfor affaldsområdet. Omfanget af årsværk er svært at vurdere, da det også er meget projektspecifikt. Kontakt til de tre største rådgivende ingeniørvirksomheder giver et skøn på ca. 100 årsværk.

#### **4.2.4 Brancheorganisationer for affald**

Der findes flere branche- og interesseorganisationer for affald, herunder Dansk Affaldsforening og DAKOFA, ligesom Copenhagen Resource Institute også er talt med her. Alle ansatte i disse organisationer antages at beskæftige sig med affald.

#### **4.2.5 Ejendomsfunktionærer**

Endelig er der ejendomsfunktionærer, som udgør en stor gruppe, men som kun bruger en del af deres tid på at håndtere affald. Antallet af ejendomsfunktionærer (herunder pedeller, gårdmænd mv.) er estimeret via interviews af fagforeninger til at udgøre ca. 15.000 årsværk. For at vurdere andelen af affaldsbeskæftigelse for ejendomsfunktionærer, er der gennemført en stikprøve blandt fem boligforeninger med henblik på at afdække, hvor stor en del af deres tid, de bruger på affald. Andelen er meget varierende og svinger mellem 3-15 timer pr. uge. Vi har på den baggrund vurderet, at ejendomsfunktionærer i gennemsnit bruger 10 % af deres arbejdstid på affaldshåndtering. Dette svarer til ca. 1.500 årsværk.

---

<sup>19</sup> Se bilag 3

#### 4.2.6 Frivillige

Endvidere er der en række frivillige, som arbejder i genbrugsbutikker. Foreningen ISOBRO angiver, at der arbejder i alt 16.000 frivillige i ca. 900 genbrugsbutikker, men ikke hvor mange timer, de arbejder. Da der er tale om frivilligt arbejde, medtages disse personer ikke i den samlede opgørelse.

Endelig kan man overveje, om ansatte, der arbejder med reparation, skal tælles med under affaldssektoren. Der er dog ikke direkte tale om affaldshåndtering, men nærmere affaldsforebyggelse. Det er derfor valgt ikke at inkludere disse brancher i opgørelsen.

#### 4.3 Sammenfatning af mængde-uafhængige ansatte beskæftiget med affald

**TABEL 11**  
DIREKTE BESKÆFTIGELSE I MÆNGDE-UAFHÆNGIGE BRANCHER

	Årsværk	Kommentar	Kilde
Statsadministration	75	MST, dep. mv	Miljøstyrelsen
Kommuner	400	De personer i den kommunale forvaltning der arbejder med affaldsplaner, mv.	Stikprøve, kommuner
Forskning	50	Projektafhængigt	Stikprøve, universiteter
Rådgiverbranchen	Ca. 100	Projektafhængigt	Interview med de 4 største virksomheder
Brancheorganisationer	80		Via hjemmesider
Ejendomsfunktionærer	1500	Ca. 10% af arbejdstiden blandt ejendomsfunktionærer, som i alt udgør ca. 15.000	Via fagforeninger og stikprøver
I alt mængdeuafhængige brancher	2.205		

#### 4.4 Samlet direkte beskæftigelse i affaldssektoren

På baggrund af ovenstående kan den samlede beskæftigelse i affaldssektoren opgøres til ca. 13.900 beskæftigede årsværk.

#### 4.5 Modelkørsel på beskæftigelse i affaldssektoren

Opgørelsen af den samlede beskæftigelse i affaldssektoren gennemføres rent modelteknisk ved at nulstille alle affaldsmængder og se hvilken (negativ) beskæftigelseseffekt, det medfører. Denne effekt er med omvendt fortegn udtryk for den samlede direkte og afledte beskæftigelse forbundet med affaldssektoren.

Den direkte affaldsbeskæftigelse svarer til opgørelsen i afsnit 4.4. Den direkte beskæftigelse fås ved én "kørsel" i modellen. Den afledte beskæftigelse fås ved at lade modellen køre indtil den konvergerer, typisk ca. 10 gange.

I input/output-modellen findes kun de 117 brancher (i stedet for ca. 800 i RAS-statistikken). Derfor er beskæftigelseseffekten i nedenstående tabel præsenteret på "overbranche"-niveau. Det betyder fx at de 8 underbrancher for affald er slået sammen til én, som dækker underbrancher i både branche 380000 og branche 390000. Langt den største beskæftigelse ligger i 380000 - der findes kun 51 beskæftigede i 390000.

**TABEL 12**  
**MODELBEREGNET DIREKTE OG AFLEDT BESKÆFTIGELSE**

<b>Branche</b>	<b>Direkte beskæftigelses-effekt</b>	<b>Afledt beskæftigelses-effekt</b>	<b>Total beskæftigelses-effekt</b>
383900 Renovation, genbrug og forureningsbekæmpelse	7.535 <sup>20</sup>	596	8.131
460000 Engroshandel	1.562	815	2.377
490030 Fragtvognmænd og rørtransport	2551	741	3.292
350020 Gasforsyning	14	70	84
710000 Arkitekter og rådgivende ingeniører	100	847	947
720002 Forskning og udvikling, ikke-markedsmæssig	50	4	54
840010 Offentlig administration	475	211	686
940000 Organisationer og foreninger	80	270	350
810000 Ejendomsservice, rengøring og anlægsgartnere	1.500	1.152	2.652
Øvrige erhverv	0	12.326	12.326
<b>I alt</b>	<b>13.867</b>	<b>17.032</b>	<b>30.899</b>

Det ses, at den direkte beskæftigelse i modelkørslen ligger på knap 13.900, mens den afledte beskæftigelse ligger på ca. 17.000, således at den totale beskæftigelseffekt fra affaldssektoren lander på ca. 31.000 beskæftigede.

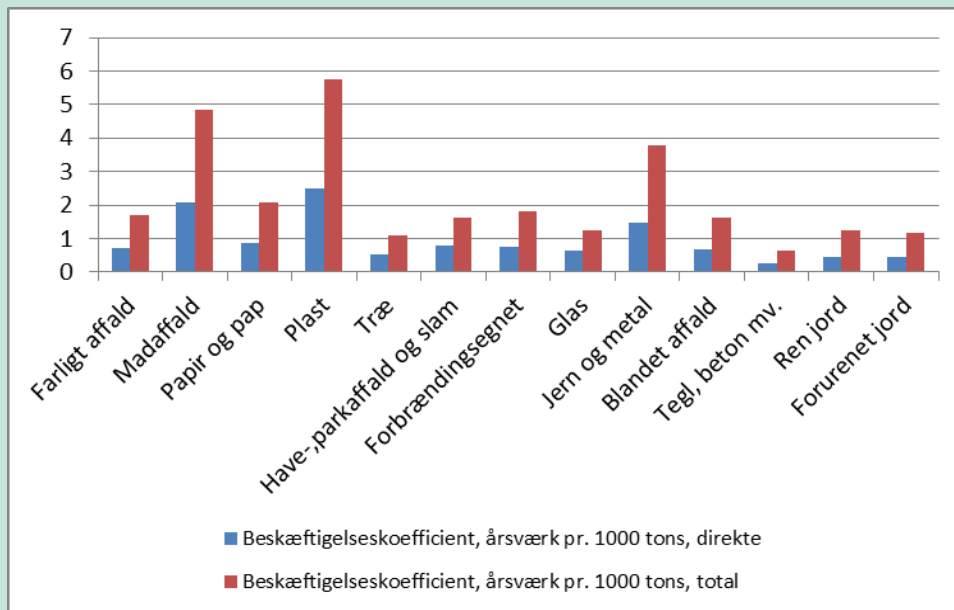
#### **4.6 Opgørelse af beskæftigelsen i forhold til behandlet mængde i ton**

På baggrund af den direkte beskæftigelse og den håndterede affaldsmængde (altså den mængde der håndteres i hele affaldssystemet) er der beregnet beskæftigelseskoefficienter fordelt på affaldsgrupper (fraktioner) og på behandlingsformer, som vist i figur 8 og 9<sup>21</sup>.

Beskæftigelseskoefficienterne er både opgjort for de direkte effekter og de totale effekter (dvs. direkte + afledte effekter). I koefficienterne indgår både beskæftigelse fra affaldserhverv, transport og engroshandel relateret til de forskellige affaldsgrupper.

<sup>20</sup> Tallet fra modellen stemmer ikke helt overens med den direkte opgørelse i tabel 7, hvilket formentlig skyldes en afrundingsfejl i iterationerne.

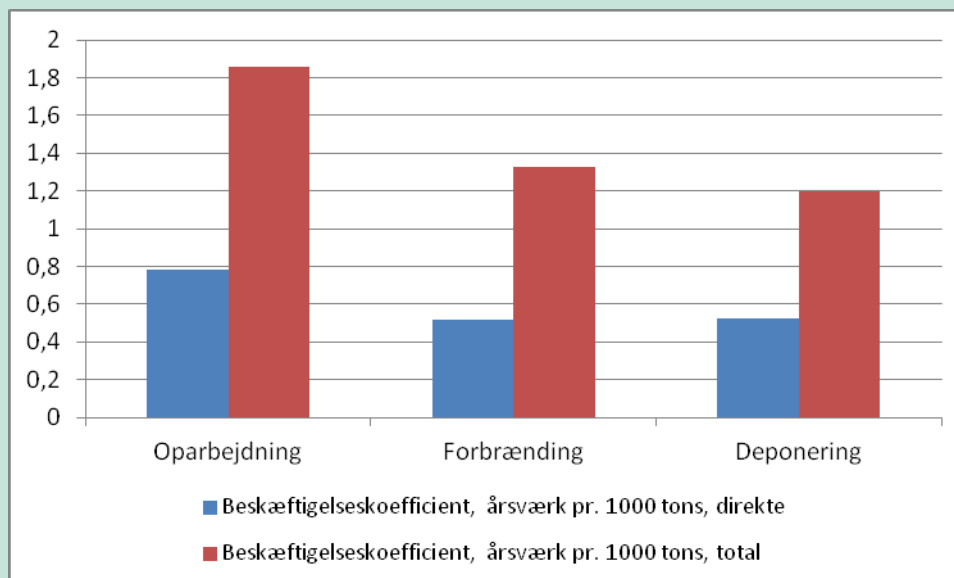
<sup>21</sup> I bilag 5 findes tallene bag tabellerne.



Figur 8

BESKÆFTIGELSESKOEFFICIENTER OPGJORT PÅ AFFALDSGRUPPER (FRAKTIONER), 2009.

På behandlingsform er oparbejdning mest beskæftigelsesintensiv fulgt af forbrænding og deponering, der ligger på samme niveau, når det gælder de direkte effekter. Der er lidt flere totale effekter fra forbrænding end fra deponering. Opbejdning inkluderer en meget stor mængde byggeaffald, som vurderes at være væsentlig mindre beskæftigelsesintensiv end fx husholdningsaffald.



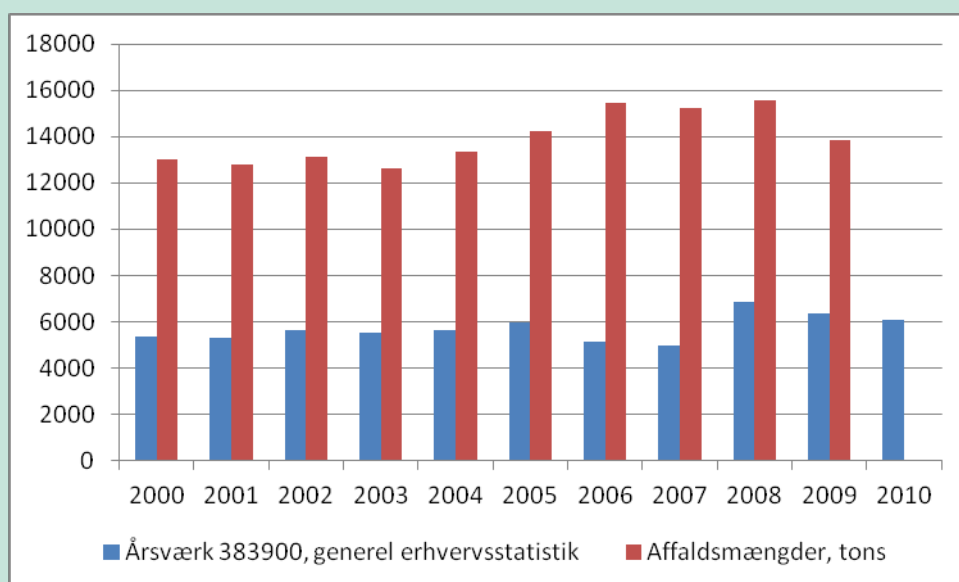
Figur 9

BESKÆFTIGELSESKOEFFICIENTER OPGJORT PÅ BEHANDLINGSFORM, 2009.

#### 4.7 Vurdering af fremtidig beskæftigelse i affaldssektoren

Som udgangspunkt for en vurdering af den fremtidige beskæftigelse i affaldssektoren er der set på udviklingen i en samlet beskæftigelseskoeficient over de seneste 10 år. Denne er beregnet som forholdet mellem beskæftigelsen i affaldserhvervene (383900)<sup>22</sup> og udviklingen i de samlede affaldsmængder. Der er ikke taget højde for beskæftigelse i transportsektoren og engroshandel med affaldsprodukter, da disse antages at følge samme udvikling som affaldserhvervene. Formålet er ikke at komme frem til en "korrekt" beskæftigelseskoeficient, men at anvende koeficienten som indikator for, hvorvidt beskæftigelsen pr. ton affald er steget eller faldet over de seneste 10 år.

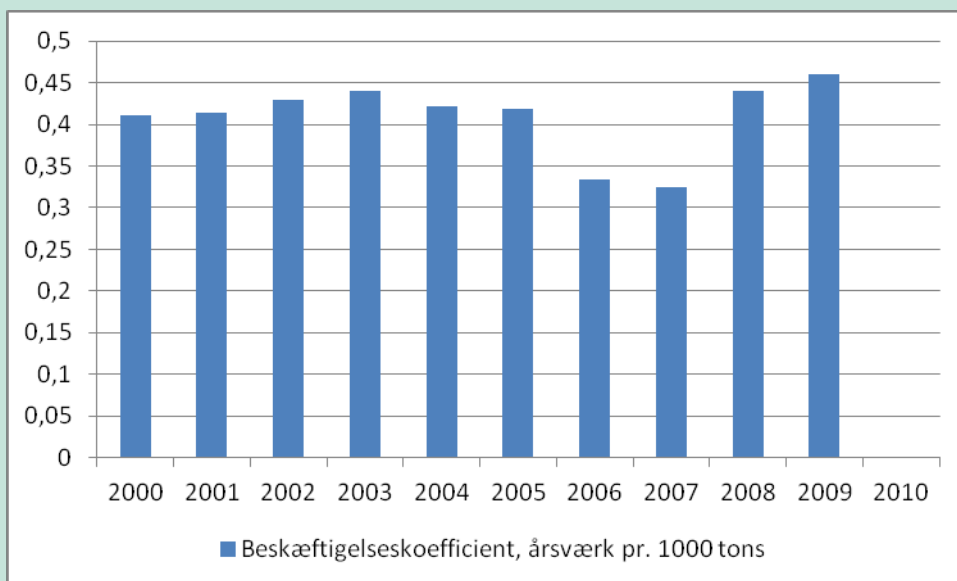
I figur 10 ses, at affaldsmængden topper i 2006-2008, mens beskæftigelsen først topper i 2008-2009. I figur 11 ses således en let stigende beskæftigelseskoeficient i de seneste år. Det er svært at få et klart billede, da der er en vis usikkerhed på affaldsdata, som fremkommer fra flere kilder (Miljøstyrelsen, 2011). Ligeledes er beskæftigelsestallene behæftet med en vis usikkerhed, da der er sket en ændring i opgørelsesmetoden fra 2008 til 2009.



Figur 10

AFFALDSMÆNGDER OG ÅRSVÆRK

<sup>22</sup> For at få adgang til en 10 års periode er der taget udtræk fra den generelle erhvervsstatistik og ikke RAS-beskæftigelsen. Disse to tal er opgjort på to forskellige måder og er ikke enslydende, men antages at følge samme trend, hvilket er det afgørende i denne forbindelse.



Figur 11

#### BESKÆFTIGELSESKOEFFICIENTER OVER TID

Figur 10 indikerer en stigende beskæftigelsesintensitet i slutningen af perioden, men det er ikke på ovenstående grundlag muligt at vurdere om der er tale om en egentlig trend.

Beskæftigelseskoefficienterne opgjort på behandlingsform i afsnit 4.6 indikerer, at oparbejdning (genanvendelse) er mere beskæftigelsesintensiv end forbrænding og i særdeleshed deponering. Dette kan dog som udgangspunkt ikke forklare den stigende beskæftigelsesintensitet i slutningen af perioden, da den procentvise fordeling på deponi, forbrænding og genanvendelse har været nogenlunde uændret fra 2006 og frem (Miljøstyrelsen, 2011). Hvis der ses bort fra byggeaffald, som udgør en stor mængde, hvor stort set alt genanvendes og som ikke antages at være særlig beskæftigelsesintensivt at genanvende, fås dog et lidt andet billede. I dette tilfælde ses en svagt stigende genanvendelse.

Fremadrettet forventer Miljøstyrelsen stigende affaldsmængder frem til 2020 (Miljøstyrelsen, 2011). Den andel af den samlede affaldsmængde, der går til genanvendelse, forventes også at stige. Antages samme beskæftigelsesintensitet indenfor genanvendelse frem til 2020, vil dette føre til en stigende beskæftigelse. I samme retning taler, at det bl.a. er indenfor husholdningsaffald, at genanvendelse forventes at stige, hvor det er væsentligt mere beskæftigelsesintensivt at genanvende pr. ton i forhold til fx byggeaffald. I modsat retning taler, at der forventes en vis automatisering af bl.a. sorteringsanlæg, når genanvendelse af husholdningsaffald øges. Dette vil betyde, at beskæftigelsesintensiteten indenfor genanvendelse vil falde.

Der er således både forhold, der taler for højere beskæftigelse og forhold, der taler for lavere beskæftigelse i affaldsbranchen. Det er på foreliggende grundlag vanskeligt at vurdere den resulterende effekt.

#### **4.8 Udfordringer i forhold til opgørelse af affaldsbeskæftigelsen**

Opgørelsen af den samlede affaldsbeskæftigelse er i sagens natur afhængig af de forudsætninger, der er gjort i kap. 3, herunder at aftageerhverv er holdt udenfor den samlede affaldsbeskæftigelse. Opgørelsen af den direkte beskæftigelse vurderes dog at være ret robust. Opgørelsen af de afledte effekter følger input/output-modellens opbygning og følger dermed en generelt anerkendt metode. Metoden anvendes bl.a. i lignende analyser på turismeområdet.

# 5. Konsekvensvurderinger

Beskæftigelseeffekten af ændret affaldshåndtering er belyst ved 4 konkrete cases beregnet i modellen. Nedenfor gennemgås de fire cases, og det beskrives, hvordan de håndteres i modellen, ligesom resultaterne beskrives i form af de direkte og totale beskæftigelseeffekter. I de totale beskæftigelseeffekter indgår også de afledte beskæftigelseeffekter, dvs. beskæftigelsen ved produktion af varer og tjenesteydelser fra andre brancher (fx maskinfremstilling), som medgår til produktion af fx en transportydelse. Derimod ses bort fra den afledte effekt i aftagerbrancher, som anvender genanvendelige materialer i deres produktion, fx papir- og glasindustrien. Udover de fire cases er der vurderet beskæftigelseeffekter for miljøvenlig nedrivning i byggesektoren, som ikke baserer sig på modelberegninger.<sup>23</sup>

Antallet af ikke-mængde-afhængige beskæftigede er uændret og vil derfor ikke blive påvirket i case-beregningerne.

Modellen tager som nævnt udgangspunkt i ISAG metodik, og mængderne indtastes derfor i modellen svarende til denne metodik, dvs. opgjort i forhold til:

- Affaldsfraktioner
- Affaldstype
- Behandlingstype

Det specificeres endvidere, om affald er fra husholdninger eller erhverv.

Affaldsfraktionen kan opdeles på en lang række delfraktioner<sup>24</sup>. Mht. type og behandlingsform opererer ISAG med definitioner som angivet i tabel 13.

**TABEL 13**  
AFFALDSTYPE HHV. BEHANDLINGSFORM

Affaldstype		Behandlingsform	
Kode	Tekst	Kode	Tekst
01	Dagrenovation	01	Oparbejdning
21	Storskrald	02	Forbrænding
22	Haveaffald	03	Deponering
23	Erhvervsaffald	04	Særlig behandling
26	Emballageaffald	05	Fraført anlæg
24	Farligt affald	06	Eksporteret
09	Behandlingsrest	07	Afgiftsfritaget forbrænding
		08	Afgiftsfritaget deponering
		09	Midlertidig oplagring

En ændret affaldshåndtering vil i praksis kunne give anledning til tilpasninger af infrastrukturen, både i forhold til hvilke typer anlæg (forbrændingsanlæg, biogasanlæg mv.) der skal etableres eller afvikles, samt anlæggenes kapacitet og placering. Ved større ændringer i affaldshåndteringen skal affaldsmodellen derfor suppleres med data på nye "fiktive" anlæg og deres placering, og affaldsmængderne fordeles herefter på de nye anlæg. Forudsætningerne om lokalisering af anlæg har stor betydning for, hvordan transportomfanget og –beskæftigelsen påvirkes af en ændret

<sup>23</sup> Se bilag 6.

<sup>24</sup> Kan findes i affaldsbekendtgørelsen <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=13022>



affaldshåndtering. "Fiktive" anlæg lokaliseres så vidt muligt sådan, at afstandene fra affaldsproducenterne bliver "realistiske" og ikke for lange.

Som tidligere nævnt, antages der ledig kapacitet både i forhold til produktionsapparat og beskæftigelse. Der tages således ikke højde for, om der fx skal bygges nye biogasanlæg eller nedlægges forbrændingsanlæg ved en øget genanvendelse af madaffald.

Antagelsen om ledig kapacitet på arbejdsmarkedet betyder, at der ikke tages højde for, om en øget beskæftigelse i fx affaldssektoren vil fortrænge anden beskæftigelse<sup>25</sup>.

Generelt er estimaterne således et udtryk for en alt-andet-lige-tilgang.

### 5.1 Case 1a: Øget genanvendelse af dagrenovation

Case 1a tager udgangspunkt i scenarium 2F i Miljøstyrelsen, 2013.

Forudsætninger for casen er vist i tabel 14.

**TABEL 14**  
FORUDSÆTNINGER FOR CASE 1A

	<b>Fraktion</b>	<b>Mængde</b> *	<b>Type</b>	<b>Behandlingsform</b>
Øget genanvendelse	Papir og pap	72.000 tons	Dagrenovation	Oparbejdning
	Madspild/andet organisk	434.000 tons	Dagrenovation	Oparbejdning
Reduceret forbrænding	Forbrændingseget	- 506.000 tons	Dagrenovation	Forbrænding

\*) Øget mængde på landsplan

Mængden af papir og papaffald indsamlet til genanvendelse fra husholdninger af affaldstypen dagrenovation antages øget med 72.000 tons, mængden af bioaffald (madspild/andet organisk) indsamlet til genanvendelse (bioforgasning) antages øget med 434.000 tons, og den tilsvarende mængde indsamlet dagrenovation fra husholdninger til forbrænding (dvs. ekskl. forbrænding af det restaffald, som kommer fra behandlingsanlæg for bioaffald og øvrige genanvendelige materialer) antages reduceret med 506.000 tons.

I forhold til basisscenariet sker der en ændring af indsamlingshyppigheden af de forskellige fraktioner. I Miljøstyrelsen 2013 er ændringen i forbruget af arbejdskraft ikke opgjort. Det anføres, at "Tømningsprisen burde ideelt set beregnes ud fra forbrug af arbejdskraft, kapital og materialer. Denne beregning kan dog kun vanskeligt foretages i praksis, da forbrug af materiel og arbejdskraft afhænger af ruteoptimeringer i konkrete oplande". I stedet er den samlede tømningspris opgjort for de forskellige scenarier. Tømningsprisen i scenarium 2F er 13% lavere end i basisscenariet. Dette er estimeret til skønsmæssigt at udgøre ca. 7 (direkte) beskæftigede, som den lavere indsamlingsfrekvens giver anledning til<sup>26</sup>. Dette tal skal således fratrækkes den direkte beskæftigelseseffekt. Det er ikke muligt at vurdere effekten på den afledte beskæftigelse.

Der er i dag ifølge ISAG-databasen kun få forbehandlingsanlæg og biogasanlæg, som modtager madspild/andet organisk fra husholdninger. Derfor er der i modellen regnet med, at der etableres 6 nye biogasanlæg<sup>27</sup> beliggende i Åbenrå, Esbjerg, Holstebro, Hjørring, Odense og Næstved, og at

<sup>25</sup> Hvilket forudsættes i forbindelse med udarbejdelse af samfundsøkonomiske analyser.

<sup>26</sup> Øget genanvendelse i case 1a giver anledning til 194 flere beskæftigede i affaldserhverv jf. tabel 13. Beskæftigelsen ved indsamling udgør samlet set ca. 55% af den samlede beskæftigelse i affaldserhvervene jf. tabel 9, dvs. indsamling udgør ca. 107 beskæftigede. Af de 13% lavere tømningspris antages halvdelen at stamme fra lønudgifter (på baggrund af Transportministeriets transportøkonomiske enhedspriser). Dette svarer til 7 færre beskæftigede. Herved vurderes forudsætningerne nogenlunde at svare til de forudsætninger, der ligger bag Miljøstyrelsens samfundsøkonomiske analyse af øget genanvendelse af dagrenovation (Miljøstyrelsen 2013)

den indsamlede mængde madaffald/organiske affald tilføres disse anlæg ligeligt. Denne antagelse forventes at give et realistisk billede af transportarbejdet i en situation med en 10-dobling af den genanvendte mængde madspild/andet organisk. Affaldet til bioforgasning vil derved typisk få længere transportafstande end den nuværende transport til forbrændingsanlæg.

I tabel 15 ses effekter på dels den direkte beskæftigelse og dels på den totale beskæftigelse, som er summen af den direkte og den afledte effekt. Den specifikke effekt på øget genanvendelse og reduceret forbrænding kan ses særskilt. Nettoeffekten er summen af de to effekter.

Beskæftigelseseffekten på biogasanlæg (branchen gasforsyning) som følge af den øgede indsamling af madaffald estimeres meget lavt i modellen – i størrelsesorden kun 5-10%<sup>28</sup> af den forventede øgede beskæftigelse. Dette kan skyldes en fejlregistrering i ISAG for madaffald<sup>29</sup>. Det kan dog også skyldes, at de beskæftigede i biogasbranchen ikke er registreret i branchen gasforsyning, men i stedet i en affaldsbranche.

Tabel 15

MODELBEREGNEDE RESULTATER FOR CASE 1A. ANTAL BESKÆFTIGEDE ÅRSVÆRK<sup>30</sup>

	Øget genanvendelse		Reduceret forbrænding		Nettoeffekt	
	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt
Affaldserhverv	194	213	-230	-253	-36	-40
Engroshandel med affald	44	68	-17	-39	27	29
Transporterhverv	168	195	-41	-59	127	136
Øvrige erhverv <sup>31</sup>	2	427	0	-400	2	27
I alt	408	903	-288	-751	120	152

Affaldserhverv dækker branchekode 383900, engroshandel med affald 460000, transporterhverv dækker branchekode 490030 og øvrige erhverv dækker over alle øvrige brancher, som bliver berørt af den ændrede affaldshåndtering. Denne dækker over en lang række erhverv, hvoraf metalvareindustri og ejendomsservice er de mest betydende.

Det ses, at den modelberegne direkte beskæftigelseeffekt af case 1a er 120 beskæftigede årsværk, som helt overvejende skyldes en øget transport. Herfra skal trækkes 7 årsværk som følge af den lavere tømningfrekvens så den direkte beskæftigelseeffekt ender på 113.

## 5.2 Case 1b: Øget genanvendelse af dagrenovation

Case 1b tager udgangspunkt i scenarium 5A fra Miljøstyrelsen, 2013.

<sup>28</sup> Det forventes en merbeskæftigelse på ca. 40 års årsværk (ca. 4 ved anlæg på 40.000 tons) ved den vurderede øgning af udsortering af organisk affald.

<sup>29</sup> Et konkret modtageanlæg i Vejle har indberettet hele deres modtagne dagrenovationsmængde som madspild/andet organisk, hvilket betyder at mængden er stærkt overvurderet og beskæftigelseeffekten for madaffald derfor bliver undervurderet.

<sup>30</sup> Afrundinger kan betyde at der ikke sumtallene ikke stemmer fuldstændig overens.

<sup>31</sup> Herunder gasforsyning

**TABEL 16**  
FORUDSÆTNINGER FOR CASE 1B

	Fraktion	Mængde *	Type	Behandlingsform
Øget genanvendelse	Papir og pap	137.000 tons	Dagrenovation	Oparbejdning
	Plast	47.000 tons	Dagrenovation	Oparbejdning
	Metal	35.000 <sup>32</sup> tons	Dagrenovation	Oparbejdning
	Madspild/andet organisk	434.000 tons	Dagrenovation	Oparbejdning
Reduceret forbrænding	Forbrændingseget	- 653.000 tons	Dagrenovation	Forbrænding

\*) Øget mængde på landsplan

I scenarium 5A er indsamlingsomkostningerne 8 % lavere end i basisscenariet. Dette er skønsmæssigt estimeret til at udgøre 7 (direkte beskæftigede)<sup>33</sup>. Dette tal skal således fratrækkes den direkte beskæftigelseeffekt. Det er ikke muligt at vurdere effekten på den afledte beskæftigelse.

Der antages samme mængde indsamlet kildesorteret organisk affald som i case 1A, men øget mængde indsamlet papir og papaffald til genanvendelse, i alt 137.000 tons. Herudover antages en øget indsamlet mængde plastaffald på 47.000 tons og op til 35.000 tons metalaffald. Pap, plast og metal kildeopdeles og afleveres i samme spand. Dette kræves en efterfølgende sortering på et centralt sorteringsanlæg, som også foretager en finsortering i plasttyper og metaltyper. Præcis sådan en anlægskonstruktion findes ikke i Danmark i dag og indgår derfor heller ikke i ISAG databasen. Det er derfor anslået på baggrund af andre analyser<sup>34</sup>, at et sådant anlæg vil beskæftige ca. 20 beskæftigede pr. 100.000 tons affald, som er omtrent den affaldsmængde der i case 1b vil skulle sorteres på anlægget<sup>35</sup>. Der er ikke medregnet mer-transport til anlæggene i forhold til dagens situation, ligesom det er ikke er muligt at vurdere de afledte beskæftigelseeffekter forbundet med de 20 årsværk. Anlæggene forventes at skulle placeres 2-3 steder i landet. Afhængig af tilknytning til eventuel oparbejdning vil det kunne give anledning til øget transport.

**TABEL 17**  
MODELBEREGNEDE RESULTATER FOR CASE 1B ANTAL BESKÆFTIGEDE ÅRSVÆRK

	Øget genanvendelse		Reduceret forbrænding		Nettoeffekt	
	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt
Affaldserhverv	323	356	-296	-326	27	30
Engroshandel med affaldsprodukter	95	133	-22	-50	73	83
Transporterhverv	206	247	-54	-76	152	171
Øvrige erhverv	2	686	0	-518	2	168
I alt	626	1.422	-372	-970	254	452

Denne case ses at give anledning til en samlet direkte beskæftigelseeffekt på 254 årsværk og en afledt effekt på 198 årsværk. Denne er noget højere end for case 1a, hvilket bl.a. kan skyldes en høj

<sup>32</sup> P.t. udvindes der store mængder metal fra forbrændingsslaggen. Hvis metalindholdet falder, vil en del af denne udvindingsaktivitet evt. falde bort. Denne effekt er ikke taget med i beregningerne.

<sup>33</sup> Øget genanvendelse i case 1b giver anledning til 323 flere beskæftigede i affaldserhverv jf. tabel 17. Beskæftigelsen for indsamling udgør samlet set ca. 55% af den samlede beskæftigelse affaldserhvervene jf. tabel 9, dvs. indsamling udgør ca. 178 beskæftigede. Af de 8 % lavere tømningspris antages halvdelen at stamme fra lønudgifter (på baggrund af Transportministeriets transportøkonomiske enhedspriser). Dette svarer til 7 beskæftigede.

<sup>34</sup> Oplyst af COWI for sammenlignelige sorteringsanlæg i Tyskland og Østrig.

<sup>35</sup> Papiraffaldet på 137.000 tons som i scenarium 2F antages indsamlet kildesorteret ved husstanden.

beskæftigelsesintensitet for plast og metal.<sup>36</sup>Dog skyldes beskæftigelseeffekten også i case 1b især en øget transport.

”Øvrige erhverv” dækker over en lang række erhverv, hvor metalvareindustri og ejendomsservice bidrager mest.

Fra den direkte beskæftigelseeffekt skal tillægges de 20 årsværk fra sorteringsanlægget samt fratregkes de 7 årsværk fra en reduceret tømningfrekvens, hvilket giver en direkte beskæftigelseeffekt på 267 årsværk.

### 5.3 Case 2: Øget genanvendelse af elektronikskrot

I case 2 antages mængden af elektronikskrot til genanvendelse at øges med 2.000 tons, mens mængden til forbrænding reduceres med 2.000 tons.

**TABEL 18**  
FORUDSÆTNINGER, CASE 2

	Fraktion	Mængde	Type	Behandlingsform
Øget genanvendelse	Elektronik	2.000	Storskrald	Oparbejdning
Reduceret forbrænding	Dagrenovation	2.000	Dagrenovation	Forbrænding

Da elektronikaffald i referencescenariet er en del af dagrenovation, er det dagrenovationsmængden til forbrænding, der antages at blive reduceret.

**TABEL 19**  
MODELBEREKNEDE RESULTATER, CASE 2

	Øget genanvendelse		Reduceret forbrænding		Nettoeffekt	
	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt
Affaldserhverv	6	6	-1	-1	5	5
Engroshandel med affaldsprodukter	0	1	0	0	0	1
Transporterhverv	1	2	0	0	1	2
Øvrige erhverv	0	10	0	-1	0	9
I alt	7	19	-1	-2	6	17

Det ses, at beskæftigelseeffekten er beskedent og kun udgør 6 årsværk i direkte beskæftigelse og 11 i afledte effekter. Effekten kommer fra øget beskæftigelse i affaldserhvervet samt transport.

### 5.4 Case 3: Øget forbrænding og genanvendelse af shredder

I case 3 antages mængden af shredder-affald til forbrænding at øges med 88.000 tons, genanvendelse med 16.000 tons, mens mængden til deponering reduceres med 104.000 tons.

<sup>36</sup> Jf. figur 7.

**TABEL 20**  
FORUDSÆTNINGER, CASE 4

	Fraktion	Mængde	Type	Behandlingsform
Øget forbrænding	Forbrændingseget	88.000 tons	Erhvervsaffald	Forbrænding
Øget genanvendelse	Shredder-affald	16.000 tons	Erhvervsaffald	Oparbejdning
Forøgelse i alt		104.000 tons		
Reduceret deponi	Shredder-affald	52.000 tons	Farligt affald	Deponering
	Shredder-affald	52.000 tons	Erhvervsaffald	Deponering
Reduktion i alt		104.000 tons		

Shredder-affald er nogenlunde ligeligt registreret under typerne erhvervsaffald og farligt affald. Den samlede mængde udgør ca. 160.000 tons, som stort set udelukkende deponeres. I casen antages derfor både reduceret deponering af typerne erhvervsaffald og farligt affald. Da shredder-affald i dag ikke forbrændes, findes den kombination ikke i ISAG. Det antages derfor i stedet, at mængden af forbrændingseget affald øges med 88.000 tons. Det antages, at shredder-affaldet fordeles efter samme fordelingsnøgle som det forbrændingseget affald.

**TABEL 21**  
MODELBEREGNEDE RESULTATER, CASE 3

	Øget forbrænding og genanvendelse		Reduceret deponering		Nettoeffekt	
	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt	Direkte effekt	Total effekt
Affaldserhverv	258	284	-56	-62	202	222
Engroshandel med affaldsprodukter	26	52	-18	-24	8	28
Transporterhverv	88	112	-10	-16	78	96
Øvrige erhverv	0	476	0	-105	0	371
I alt	372	924	-84	-207	288	717

Den direkte beskæftigelseseffekt af casen er på 288 beskæftigede årsværk, mens de afledte udgør 429 årsværk. De mest betydende øvrige erhverv er metalvareindustri og ejendomsservice.

Der sker i dag shredning på få anlæg, derfor er der indsat et fiktivt oparbejdningsanlæg i Herning, så transportarbejdet i case 3 bliver mere realistisk.

Den begrænsede negative effekt på transporterhvervet ved at reducere den deponerede mængde skyldes formentlig, at hovedmængderne til deponi kommer fra samme kommune, som behandlingsanlægget ligger i (Odense og Grenå).

## 5.5 Udfordringer ved konsekvensvurderinger

Case-beregningerne viser de udfordringer, der er forbundet med anvendelse af ISAG systemet i modellen. Modellen kan som udgangspunkt kun regne på kombinationer af fraktioner, type og behandlingsformer, der eksisterer i dag. Samtidig bliver resultatet (særlig transport) meget afhængigt af hvor mange anlæg, der modtager den pågældende affaldsfraktion i dag. Ved en voldsom øgning af mængden til en anden behandlingsform, som fx for case 1a og 1b med bioaffald, vil transportafstande kunne blive overvurderede, og der er derfor behov for at indtænke fremtidig affaldsinfrastruktur ved en markant ændret affaldshåndtering. Endvidere kræver det en særskilt vurdering, hvis teknologierne på eksisterende behandlingsformer ændres eller fx indsamlingsfrekvenser ændres.

I disse tilfælde af store ændringer i den eksisterende affaldshåndtering blive det også vigtigt at vurdere behovet for nye investeringer/nedlæggelser særskilt. Beskæftigelseseffekten af sådanne investeringer/nedlæggelser vil kunne vurderes i modellen, men det kræver at de sættes ind særskilt. Modellen genererer ikke automatisk behov for nye investeringer.

Det vurderes, at affaldsdatasystemet i en optimeret udgave vil kunne løse en række af de problemer, som ISAG systemet skaber. Der er dog stadig behov for at håndtere fx nye teknologier og investeringer særskilt.

## Bilag 1: Matematisk set-up for affaldsmodellen

In this appendix the equations in the interregional garbage pre-model are presented. The equations in the model involve tensor algebra, which is multi-dimensional matrix algebra. We think that most of the notation from two-dimensional matrix algebra can be used in tensor algebra without further explanation, at least for the purposes of this appendix.

The upgrading from matrix to tensor algebra is necessary, because most variables involve one or two regional specifications. Garbage generated by one sector and processed by a garbage processing and receiving production sector units, together with origin and destination of the transportation of garbage, by garbage fraction involve 5 dimensions.

To explain the tensor operations the equations are therefore presented in two forms: In “conventional form” (equation to the left in cursive and not bold), where summation of variables, tensor multiplication, etc. are shown explicitly with full specification of all indices, whereas the equation in “tensor form” is shown to the right in bold without summation and sign indices (summation is shown as pre- or post-multiplication and tensor multiplication).

### **Equations in the garbage model (ISAG)**

Variables:

$gar_{w1,GProc}^{Households}$  : Garbage by households, by garbage fraction (w1), and by Garbage Process Type (GProc)

$GARQ_{w1,GProc}^{A,Households}$  : Garbage by households by place of residence (A) as share of total garbage by households, by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$gar_{e1,w1,GProc}^{A,Households}$  : Garbage by households by place of residence (A), by garbage fraction (w1) and by Garbage Processing Type (GProc)

$gar_{e1,w1,GProc}^{Producers}$  : Garbage by producers by production sector (e1), by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,Producers}$  : Garbage by producers by place of production (A) as share of total garbage by producers, by production sector (e1), by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$gar_{e1,w1,GProc}^{A,Producers}$  : Garbage by producers by place of production sector (A), by production sector (e1), by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$GARQ_{w1,GProc}^{A,B,Households}$  : Garbage by households by place of garbage recipient and processing production units (B) as share of total garbage by households place of residence (A), by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$gar_{w1,GProc}^{B,Households}$  : Garbage from households by fraction (w1), by households and by place of garbage recipient and processing units (B) and by Garbage Process Type (GProc)

$GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,B,Producers}$  : Garbage by producers by place of garbage recipient and processing production units (B) as share total garbage by producers, by place of production (A), by production sector (e1), by garbage fraction (w1) and by Garbage Process Type (GProc)

$gar_{w1,GProc}^{B,Producers}$  : Garbage by producers by fraction (w1), by place of garbage recipient and processing production units (B) and by Garbage Process Type (GProc)

$PPPgar^B$  : Total garbage by place of garbage recipient and by processing and receiving production units (B)

$PPgar_{w1,GProc}^B$  : Secondary garbage from garbage processing and receiving production sector units (PP) by Garbage fraction (w1), by Garbage Processing Type (GProc) and by place of garbage recipient and processing units (B)

$Pgar_{e2,w2,GProc}^B$  : Secondary garbage from garbage processing and receiving production sector units (P and e2) and by secondary garbage fraction (w2), by place of secondary garbage processing and receiving units (B) and by Garbage Process Type (GProc)

$PGARQ_{e2,w2,GProc}^{B,D}$  : Garbage from primary garbage recipient and processing sector units by place of garbage receiving and processing units (D) as share of garbage, by place of garbage processing sector units (B), by primary garbage processing sector (P and e2), by secondary garbage fraction (w2) and by Garbage Process Type (GProc)

$Pgar_{e2,w2,GProc}^D$  : Garbage from secondary garbage processing and receiving production sector units (P and e2) to be delivered for secondary garbage processing and receiving production sector units and by primary garbage fraction (w2), by place of secondary garbage processing and receiving production sector units (D) and by Garbage Process Type (GProc)

$PPgar_{w1,GProc}^B$  : Garbage from secondary garbage processing and receiving production sector units (PP) by primary garbage fraction (w1), by place of garbage receiving and processing sector units (B) and by Garbage Process Type (GProc)

$TkmPPPgar_{GProc}^B$  : Ton km Garbage by total garbage transportation (PPP) by place of garbage processing and receiving production sector units (B) and by Garbage Process Type (GProc)

$dis^{A,B}$  : km from place of production or place of residence for households/place of production (A) to place of garbage processing and receiving production sector units (B)

$dis^{B,D}$  : km from place of garbage processing and receiving production sectors units (B) to place of secondary garbage processing and receiving production sector units (D)

$i_{w1,GProc}, i_B, i_{e2}$  : vectors for aggregation

**From producers and households to primary garbage processors (by w, e1 and from place residence/ production sector A to place of primary garbage recipient and processing sector B)**

**From national to regional garbage:**

$$gar_{w1,GProc}^{A,Households} = GARQ_{w1,GProc}^{A,Households} \cdot gar_{w1,GProc}^{Households} \quad \text{or} \\ gar_{w1,GProc}^{A,Households} = GARQ_{w1,GProc}^{A,Households} \cdot gar_{w1,GProc}^{Households} \quad \dots (1a)$$



$$\begin{aligned}
 gar_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} &= GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} gar_{e1,w1,GProc}^{Producers} \text{ or} \\
 gar_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} &= GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} \circ gar_{e1,w1,GProc}^{Producers} \dots\dots\dots(1b)
 \end{aligned}$$

**From place residence/ production sector A to place of primary garbage recipient and processing sector units B:**

$$\begin{aligned}
 gar_{w1,GProc}^{B,Households} &= \sum_A GARQ_{w1,GProc}^{A,B,Households} gar_{w1,GProc}^{A,Households} \\
 gar_{w1,GProc}^{B,Households} &= GARQ_{w1,GProc}^{A,B,Households} gar_{w1,GProc}^{A,Households} \dots\dots(2a)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 gar_{w1,GProc}^{B,Producers} &= \sum_{A,e1} GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,B,Producers} gar_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} \text{ or} \\
 gar_{w1,GProc}^{B,Producers} &= GARQ_{e1,w1,GProc}^{A,B,Producers} gar_{e1,w1,GProc}^{A,Producers} \dots\dots(2b)
 \end{aligned}$$

**Total garbage from primary and secondary garbage recipient and processing sector units:**

$$\begin{aligned}
 PPPgar^B &= \sum_{w1,GProc} (gar_{w1,GProc}^{B,Households} + gar_{w1,GProc}^{B,Producers} + PPgar_{w1,GProc}^{B,Sec.Garb.Prod.}) \\
 \text{or} \\
 PPPgar^B &= i_{w1,GProc} (gar_{w1,GProc}^{B,Households} + gar_{w1,GProc}^{B,Producers} + PPgar_{w1,GProc}^{B,Sec.Garb.Prod.}) \dots(3)
 \end{aligned}$$

**From w1 to w2 and e2 and from place of primary garbage recipient and processing sector units B to place of secondary garbage recipient and processing sector units D**

$$\begin{aligned}
 Pgar_{e2,w2,GProc}^B &= PGARQ_{e2,w2,GProc}^B PPPgar^B \text{ or} \\
 Pgar_{e2,w2,GProc}^B &= PGARQ_{e2,w2,GProc}^B \circ PPPgar^B \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pgar_{e2,w2,GProc}^D &= \sum_B PGARQ_{e2,w2}^{B,D} Pgar_{e2,w2,GProc}^B \\
 Pgar_{e2,w2,GProc}^D &= i_B PGARQ_{e2,w2,GProc}^{B,D} Pgar_{e2,w2,GProc}^B \dots\dots\dots(5)
 \end{aligned}$$

**From place D secondary garbage recipient and processing sector units to place primary & secondary garbage recipient and processing sector units B and from w2 to primary & secondary garbage fraction w1**

$$\begin{aligned}
 PPgar_{w1,GProc}^{B,Sec.Garb.Prod.} &= \sum_{e2} I_{w2,w1}^{B,D} Pgar_{e2,w2,GProc}^D \text{ or} \\
 PPgar_{w1,GProc}^{B,Sec.Garb.Prod.} &= i_{e2} (I_{w2,w1}^{B,D} Pgar_{e2,w2,GProc}^D) \dots\dots\dots(6)
 \end{aligned}$$

**From Tons of Garbage to GarbageTonKm**

$$TkmPPPgar_{GProc}^B = \sum_A (dis)^{A,B} \left( \sum_{A,e1,w1} gar_{e1,w1,GProc}^{A,B,Producers} + \sum_{A,w1} [gar_{w1,GProc}^{A,B,Households}] \right) + \sum_D (dis)^{B,D} \sum_{e2,w2} [Pgar_{e2,w2,GProc}^{B,D}] \quad \text{or}$$

$$TkmPPPgar_{GProc}^B = i_A [dis_{GProc}^{A,B} \circ (gar_{GProc}^{A,B,producers} + gar_{GProc}^{A,B,households}) + i_D dis_{GProc}^{D,B} \circ Pgar_{GProc}^{B,D} \dots\dots\dots]$$

.....(4)

**Bilag 2: Kobling mellem ISAG terminologi og terminologi i affaldsmodellen**

Udtryk i Affaldsmodellen	ISAG-terminologi	Bemærkning
Produktion på erhverv (e1)	Erhvervskilde (02-07; 20-30)	Affald fra 08 Containerpladser er fordelt i henhold til Miljøstyrelsens egen fordelingsnøgle.
Husholdninger	Erhvervskilde (01)	Affald fra 08 Containerpladser er fordelt i henhold til Miljøstyrelsens egen fordelingsnøgle.
Affaldsmodtagende og forarbejdende sektor (e2)	Erhvervskilde (10-15)	
Primært Affald (w1)	Affaldsfraktioner (01.00-71.00; 75.00– 81.00)	Affald fra erhvervskilde ikke relateret til affaldsbrancher (01-07; 20-30)
Sekundært affald (w2)	Affaldsfraktioner (72.00-74.00; 82.00-83.03)	Affald fra erhvervskilde, der relaterer til affaldsbrancher (10-15)
Genbrugs-/oparbejdede varer (v)	Affaldsfraktioner (01.00-83.03)	Affald, der fraføres eller eksporteres fra erhvervskilde (10-15).

### Bilag 3: Kildeliste

#### Data indhentet vedr. beskæftigelse i forbindelse med affaldshåndtering.

##### *Ejendomsfunktionærer*

Ejendomsfunktionærernes fagforening - landssammenslutningen	Birgitte	38 77 70 00
FOA	Claus Windfeldt	46 97 11 00 / 46 97 26 26
3f	Kaj Andersen	88 92 10 86
Krifa	Christian Nykjær	72 27 72 27
AAB	Lokal kontor – Ishøj	43 73 04 46
KAB	Thomas Blaabjerg Lund	33 63 11 30

##### *Offentlige ansatte*

KL (kontoplan)	Kaj Jacobsen	33 70 38 10
Århus kommune	Louise Åstrøm-Andersen	89 40 19 20
Ålborg kommune	Henrik Sørensen	99 31 49 60
Kbh kommune	Merete Kristoffersen	33 66 58 61
	Tina Svendingen	33 66 35 12
Odense kommune	Lars Jensen	63 13 82 00
Ejbjerg kommune	Søren Lunde	76 16 16 16
	Peter Raben Nebeling	76 16 16 16
Vejle kommune	Jørgen Chris Madsen	76 81 28 00
Frederiksberg kommune	Lene Dyrskov Toftgaard	38 21 41 06

##### *Brancheorganisationer*

Dakofa	<a href="http://www.dakofa.dk">www.dakofa.dk</a>
Renosam	<a href="http://www.renosam.dk">www.renosam.dk</a>
GI (genvindingsindustrien)	<a href="http://www.genvindingsindustrien.dk">www.genvindingsindustrien.dk</a>
Affald Danmark	<a href="http://www.affalddanmark.dk">www.affalddanmark.dk</a>
Force	<a href="http://www.force.dk">www.force.dk</a>
Fonden teknologirådet	<a href="http://www.tekno.dk">www.tekno.dk</a>
Copenhagen Resource Institute	<a href="http://www.cri.dk">www.cri.dk</a>

##### *Genbrugsbutikker*

ISOBRO	<a href="http://www.isobro.dk">www.isobro.dk</a>
--------	--

##### *Forskning*

KU (Fødevareøkonomisk institut)	Lars Gårn Hansen	35 33 68 00
KU (Grundvidenskab)	Lars Stoumann jensen	35 33 23 00
KU (Kemisk Institut)	Michael Bols	35 32 01 60
KU (Institut for Antropologi)	Helle Samuelsen	35 32 34 83
DTU (Miljø)	Thomas Højlund Christensen	45 25 16 03
SDU (institut for miljø- og erhvervsøkonomi)	Eva Roth	65 50 41 86
RUC (Institut for Miljø, Samfund og rumlig forandring)	Jørgen Ole Bærenholdt	46 74 21 55
AAU (Center for industriel produktion)	Charles møller	99 40 71 01
AU (Institut for miljøvidenskab)	Niels Kroer	87 15 87 01

AU (Institut for bilscience)	Bo Riemann	87 15 86 01
Teknologisk institut	Jørgen Hinge	72 20 13 24

#### *Rådgivning*

Cowi	Torben Frandsen Nielsen	56 40 00 00
Rambøll	Susanne wellington	51 61 86 11
Grontmij (Carlbro)	Birgitte Fjeldberg	33 25 79 19
Niras	Torben Frandsen	48 10 43 04

#### **Data indhentet vedr. omregning af beskæftigelse pr. ton affald hos aftagervirksomheder :**

#### *Pap og papir*

Dalum Papir	Dorte Riis Sørensen	65 42 11 22
Brødrerne Hartman	Gurli Metzler	74 72 85 00
Skjern Papirfabrik	Nanna	97 35 11 55
IS Smith	Frank Hammel	72 14 92 19
Ålborg Portland	Preben Andreasen	99 33 79 33

#### *Plast*

Expladan		56 28 68 68
Returplast	Charlotte Kokborg Pedersen	50 89 66 80

#### *Glas*

Isover (Glasuld A/S)	Lise Christiansen	72 17 18 48
----------------------	-------------------	-------------

#### *Træ*

Novopan (spånplader)	Anders Jensen	89 74 74 38
----------------------	---------------	-------------

#### *Jern*

IPL Group (Ferrodan)	Søren Knudsen	97 34 12 00
Sabroe Støberi	Lindhart Jensen	87 85 12 01
Jernstøberiet Dania	Steen Vohlander	87 85 11 00
Uldalls Jernstøberi		75 36 09 22

#### *Haveaffald og slam*

Hededanmark (slam)	Sune Aagot	23 72 12 66
Solum (haveaffald)	Knud Hvid Pedersen	21 61 30 40
NaturErhvervstyrelsen (center for Jordbrug)	Nina Astrup	72 41 47 47

#### *Tegl og jord*

MT højgård	Tore Jensen	22 70 94 47
Hans Friesdahl (knust beton)		75 36 07 43
NCC	Jens	

#### *Olie*

Dansk olie Genbrug	Tom Pedersen	30 55 96 95
--------------------	--------------	-------------

#### *Andet organisk affald*

Hashøj Biogas	Erik Lundsgård	58 18 88 48
Filskov Biogas	Niels Winther	75 34 83 48

*Flyveaske*

Colas Danmark A/S (asfalt)	Claus Thorup	45 98 98 98
Ålborg Portland (cement)	Preben Andreasen	99 33 79 33

**Data indhentet vedr. omregning af ton km.**

Uniscrap	Nicolai Wilcken	50 59 84 78
Stena	Christian Korndal	56 67 92 39
H J Hansen	Peter Terp	63 10 92 80

**Øvrige kilder**

Danmarks Statistik(2012): Statistikbanken, [www. Statistikbanken.dk](http://www.Statistikbanken.dk)

Miljøstyrelsen (2011): Affaldsstatistik 2009 og fremskrivning af affaldsmængder.

Miljøstyrelsen (2013): Miljø- og samfundsøkonomisk vurdering af muligheder for øget genanvendelse af papir, pap, plast, metal og organisk affald fra dagrenovation.

## **Bilag 4: Forudsætninger for beregninger af beskæftigelsen i landbrug og transport**

### **Transport**

#### Stor lastbil:

Firma 1:

700 km pr. dag, 24 – 30 tons ved fuldt læs.

Firma 2:

250 km pr. dag, 24 – 30 tons ved fuldt læs.

På halvdelen af afstanden antages tomt læs

På den baggrund antages gennemsnitligt 400 km pr. dag med 12 tons gennemsnitlig læsset.

Et årsværk udgør 220 dage.

Dvs. der kan køres 1.056.000 ton-km pr. år

#### Dagrenovations-lastbil:

Baseret på NIRAS erfaringstal.

50 km rute med 5 tons gennemsnitligt læsset.

Et årsværk udgør 220 dage.

Dvs. der kan køres 55.000 ton-km på et år.

## Bilag 5: Bilagstabeller

**TABEL 22**  
BILAGSTABEL, FIGUR 9

<b>Affaldsbehandling</b>	<b>Årsværk pr. 1000 tons, direkte</b>	<b>Årsværk pr. 1000 tons, total</b>
Oparbejdning	0,784537	1,858079
Forbrænding	0,518852	1,327437
Deponering	0,523732	1,195106

**TABEL 23**  
BILAGSTABEL, FIGUR 8

<b>Affaldsgrupper</b>	<b>Årsværk pr. 1000 tons, direkte effekter</b>	<b>Årsværk pr. 1000 tons, totale effekter</b>
Farligt affald	0,731693	1,715482
Madaffald	2,073384	4,844659
Papir og pap	0,858964	2,076165
Plast	2,509327	5,771962
Træ	0,510154	1,099607
Haveaffald og slam	0,778143	1,618439
Forbrændingseget	0,759983	1,798847
Glas	0,625774	1,251548
Jern og metal	1,485627	3,777869
Blandet affald	0,659596	1,635602
Tegl, beton mv.	0,259708	0,64611
Ren jord	0,463708	1,254739
Forurennet jord	0,455097	1,161762

**TABEL 24**  
BILAGSTABEL, FIGUR 10 OG 11.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Fuldtidansatte, branche 381900	5346	5280	5632	5553	5637	5950	5149	4947	6865	6373	6107
Affaldsmængder, ISAG, 1000 tons	13031	12768	13105	12614	13359	14210	15459	15235	15575	13872	13031
Beskæftigelseskoefficient, årsværk pr. 1000 tons	0,410	0,414	0,430	0,440	0,422	0,419	0,333	0,325	0,441	0,459	



## **Bilag 6: Effekter af tiltag i bygge- og anlægssektoren**

I det følgende gives en vurdering af to tiltag i bygge- og anlægsbranchen. Det drejer sig om:

- Øget genbrug af gamle mursten
- Skærpede krav til selektiv nedrivning

Da tiltagene vedrører affaldshåndteringsmetoder der ikke findes i ISAG i dag, har det ikke været muligt at udarbejde en modelmæssig beregning. I stedet er der givet en vurdering på baggrund af ekspertudtalelser og interview af virksomheder.

### **Øget genbrug af gamle mursten**

Der findes i dag én virksomhed i Danmark der modtager gamle mursten, afrenser dem og sælger dem til nybyggerier. Virksomheden aftager i dag ca. 1 mio. sten og er i øjeblikket ved at etablere en ny virksomhed med en kapacitet på 2 mio. sten. Virksomheden beskæftiger i dag i alt 10 ansatte, heraf 6 i produktionen.

Virksomheden forventer fremadrettet at kunne aftage, rense og sælge i alt 30 mio. sten. Dette forventes at kunne give anledning til 400 nye arbejdspladser inkl. arbejdspladser i afledte erhverv, herunder produktion af maskiner til flere fabrikker og produktion af haller/pladser/brovægte mv. Virksomheden modtager ca. halvdelen af deres sten fra byggepladser mv. og afhenter ca. halvdelen selv. Transporten indgår dog ikke i ovenstående beskæftigelsesestimat. Så den totale beskæftigelseeffekt fra tiltaget vurderes reelt at være større, når transporten medregnes.

Øget genbrug af sten vil dog til gengæld betyde, at en mindre mængde sten vil blive brugt til anden materialenyttiggørelse, herunder nedknusning og anvendelse som erstatning for primære råstoffer, som er en typisk anvendelsesmåde i dag. Det vurderes, at både den direkte beskæftigelse og den afledte beskæftigelseeffekt ved anden materialenyttiggørelse (nedknusning) af stenene er mindre end ved (forberedelse til ) genbrug.

Samlet set vurderes de 400 ekstra arbejdspladser derfor at være et overkantsskøn. Når der tages hensyn til at der vil være færre arbejdspladser forbundet med den nuværende nyttiggørelse af stenene anslås effekten af at øge mængden af genbrugte sten med 30 mio. skønsmæssigt at være ca. 300 arbejdspladser.

### **Selektiv nedrivning**

Der forventes i 2013 at komme øgede krav til selektiv nedrivning, fx i form af krav om certificering af nedrivningsfirmaer.

Den selektive nedrivning er baseret på en kortlægning/screening af miljøskadelige stoffer (særligt PCB og blyholdig maling), som udføres forud for den selektive nedrivning.

Selektive nedrivning består af flere delelementer;

- Miljøsanering - dvs. fjernelse af de byggematerialer med miljøskadelige stoffer herunder afrensning af blyholdig maling og fjernelse af PCB-holdige fuger rundt om vinduer mv.
- Stripning af bygning og sortering af materialer omfattende:
  - Fjernelse af inventar og løst affald
  - Demontering af el og VVS

- Fjernelse af døre vinduer og tagkonstruktioner m.v.
- Nedrivning af råhus
- Adskillelse af sandwichelementer efter nedrivning

Der er allerede i dag krav til selektiv nedrivning og udsortering af materialer, men de nye krav forventes at fremme især den miljøsanering der sker efter kortlægning/screening og forud for selve nedrivningen. Miljøsaneringen er meget arbejdsintensiv.

Dansk Byggeri og nedrivningsbranchen har givet en vurdering af beskæftigelseseffekten af at skærpe kravene (ny bekendtgørelse) til nedrivning. Vurderingen tager udgangspunkt i den samlede produktionsværdi baseret på Dansk Byggeris konjunkturanalyse. For hhv. boliger, erhvervsbyggeri og offentlige bygninger er det vurderet, hvor stor en andel det potentielle nedrivningsmarked udgør af den samlede produktionsværdi. Det potentielle nedrivningsmarked, forstået som det marked der kan realiseres efter indførelse af skærpede krav (ny bekendtgørelse), vurderes at udgøre 2,9 – 5,7 mia. kr. årligt svarende til 1,8 – 3,6 % af den samlede bygge- og anlægsaktivitet.

Produktionsværdien i nedrivningsmarkedet i dag vurderes at udgøre 1,6 – 3,3 mia. kr., hvoraf miljøsaneringen udgør ca. 10%. Dette marked vurderes at kunne øges med 1,2 – 2,5 mia. kr., svarende til øget aktivitet på ca. 75%. Hovedparten af den forøgede aktivitet vil stamme fra en øget aktivitet inden for miljøsanering, således at denne vil komme til at udgøre 35% af den samlede aktivitet.

Den øgede aktivitet er via nøgletal/multiplikatorer for sammenhængen mellem produktionsværdi og arbejdspladser, fra bl.a. fra Danmarks Statistik<sup>37</sup>, omregnet til 600 – 1200 arbejdspladser i anlægsbranchen. Dertil kommer afledte effekter på ca. 800 – 1600 arbejdspladser, hvilket fører til en samlet effekt på 1400 – 2800 arbejdspladser.

Der er taget udgangspunkt i gennemsnitlige nøgletal/multiplikatorer for byggebranchen. Nedrivningsbranchen vurderer at dette fører til en undervurdering af beskæftigelseseffekten i anlægsbranchen, da nedrivning er mere arbejdsintensiv end byggeri generelt. Hvad angår de afledte effekter vurderer NIRAS at effekten kan være overvurderet, da der er mindre råvaretræk fra nedrivningsbranchen end for byggeri generelt. Den samlede effekt er vanskelig at vurdere.

Det har ikke været muligt at få en tydelig afklaring af nøjagtig hvilke skærpede krav, der vil komme til at ligge i en ny bekendtgørelse. Det har derfor ikke været muligt for NIRAS at vurdere om de forudsætninger, der ligger bag vurderingen fra Dansk Byggeri, er rimelige. NIRAS er dog enige i, at øget aktivitet indenfor miljøsanering vil kunne have en betydelig beskæftigelsesmæssig effekt.

NIRAS vurderer i øvrigt at en forbedret selektiv nedrivning kan betyde at der vil kunne skabes flere jobs i de aftagende erhverv. Dette skyldes, at det forventes at komme flere rene affaldsfraktioner, som kan anvendes højere i værdikæden for genanvendelse/genbrug end fx nedknusning til vejmateriale. Samtidig må det forventes, at en stigende andel af det bygge- og anlægsaffald, der i dag bliver anvendt til materialenyttiggørelse som erstatning for primære råstoffer (fx vejmateriale), fremover vil blive frasorteret som uegnet til materialenyttiggørelse, fordi det er forurenede, og at andelen af affald til deponering vil stige.

<sup>37</sup> En produktionsværdi på 1 mia. kr. svarer til 500 mandår i anlægsbranchen og 670 mandår i afledte erhverv.



## Beskæftigelse i affaldssektoren

I rapporten opgøres den samlede beskæftigelse i affaldssektoren incl. den afledte beskæftigelse i brancher, som leverer input til affaldssektoren.

Antal årsværk pr. 1.000 tons affald er opgjort for hhv. oparbejdning, forbrænding og deponering.

Beskæftigelseeffekten ved øget genanvendelse af dagrenovation og elektroniskrot samt øget forbrænding af shredderaffald er beregnet v.hj.a. en udviklet model, og effekten ved tiltag i bygge- og anlægssektoren er vurderet skønsmæssigt.



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

Strandgade 29  
DK - 1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)