

# Scenarier for ny genanven- delsesordning

---

Vurderinger og forudsætninger

---

**FARR SAMARBEJDET**

---

**18. MARTS 2021**

# Indhold


Projekt ID: 10407783

Ændret: 18-03-2021 15:44

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Baggrund og formål</b>                                     | <b>3</b>  |
| 1.1      | Scenarier og vurderinger                                      | 3         |
| <b>2</b> | <b>Overordnet vurdering og resultater</b>                     | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>Fælles forudsætninger i scenarierne</b>                    | <b>5</b>  |
| 3.1      | Mængder og indsamlingseffektivitet                            | 7         |
| 3.1.1    | Genanvendelsesprocent   | 8         |
| <b>4</b> | <b>Økonomiske vurderinger</b>                                 | <b>10</b> |
| 4.1      | Afsætning og sortering  | 11        |
| 4.2      | Antal tømninger og beholdere                                  | 12        |
| <b>5</b> | <b>Klimaeffekt</b>  | <b>14</b> |
|          | <b>Bilag 1 Mængder og indsamlingseffektivitet</b>             | <b>16</b> |
|          | <b>Bilag 2 Indsamlede mængder 2019</b>                        | <b>19</b> |
|          | <b>Bilag 3 Volumenbehov og tømmefrekvens</b>                  | <b>21</b> |
|          | <b>Bilag 4 Prisforudsætninger</b>                             | <b>24</b> |
|          | <b>Bilag 5 Økonomiske forudsætninger for optisk sortering</b> | <b>26</b> |

---



# 1 Baggrund og formål

I forlængelse af en politisk aftale i Folketinget (Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi af 16. juni 2020) er vedtaget nye krav til ensrettet indsamling og sortering af 10 fraktioner i alle landets kommuner<sup>1</sup>.



Trods ensretninger er der også mulighed for at indsamle affaldet i forskellige blandinger og beholdere, og samarbejdet i FARR (Favrskov Forsyning, AffaldVarme Aarhus, RenoDjurs og RenoSyd) har ønsket en vurdering af forskellige scenarier for, hvordan kravene kan overholdes. Dette notat indeholder en beskrivelse af scenarievurderinger og de metoder og forudsætninger, som er anvendt til vurderingerne. Scenarierne omfatter 9 af de 10 fraktioner. Farligt affald er ikke medtaget i vurderingen.

Vurderingen er foretaget samlet for de 4 selskabers samlede opland, der i alt omfatter 280.000 husstande med i alt 140.000 tons indsamlet årligt i de henteordninger, der er omfattet af undersøgelsen.

## 1.1 Scenarier og vurderinger

Der er foretaget en vurdering af genanvendelsesprocent, klimabelastning og økonomi ved følgende 3 scenarier for indsamling af de 9 fraktioner:

- 2 beholdere med efterfølgende optisk sortering af farvede poser
- 3 beholdere med kildeopdeling af genanvendelige materialer (kombi-sortering)
- 4 beholdere med kildesortering

Dette notat indeholder en oversigt over resultaterne af beregningerne samt de metoder og forudsætninger, der er anvendt til beregningerne. De 3 scenarier vurderes i forhold til genanvendelsesprocent, klimabelastning og økonomi, som her beskrives overordnet – og mere detaljeret senere.

Genanvendelsesprocent, er beregnet både ud fra metoden fra tidligere affaldsplaner (bilag 5 metoden) og den nye metode fastlagt af EU, hvor der alene medregnes den reelle genanvendelse dvs. efter frasortering ved oparbejdning. Hvor bilag 5 metoden fokuserer på indsamlede mængder af 7 fokusfraktioner<sup>2</sup>, så fokuserer EU-metoden på alt husholdningsaffald bortset fra bygge- og anlægsaffald.

Klimabelastning er beregnet for både den globale og den lokale effekt. Den lokalt sparede klimaeffekt er baseret på sparet udledning af CO<sub>2</sub> ved reduceret forbrænding af fossilt affald (plastprodukter). Den globalt sparede klimaeffekt medregner også sparet CO<sub>2</sub> udledning ved at genanvendte materialer erstatter produktion af nye materialer, hvilket ofte sker andre steder i verden.

Omkostninger er beregnet som direkte omkostninger til de 3 scenariers nye henteordninger inkl. forrentning og afskrivning af investeringer. Det er en barmarksberegning hvor det forudsættes, at alt materiel skal købes fra ny, og eksisterende materiel ikke udnyttes, ligesom udgifter til hjemtagning af eksisterende beholdere ikke er medtaget. Der er ikke medregnet besparelser ved, at de eksisterende indsamlingsordninger af f.eks. dagrenovation nedlægges, ligesom omkostninger til genbrugspladser og andre affaldsordninger ikke er medtaget. **De beregnede omkostninger kan derfor ikke sammenlignes med renovationsgebyret, men alene anvendes til sammenligning mellem de 3 scenarier.**

<sup>1</sup> Udmøntet i Affaldsbekendtgørelse nr 2159 af 09/12/2020

<sup>2</sup> Madaffald, papir, pap, glas, metal, plast, træ, mens f.eks. tekstiler, drikkekartoner og farligt affald er ikke omfattet

## 2 Overordnet vurdering og resultater

De 3 scenarier indebærer alle forskellige kombinationer af enkelt- og dobbeltkammerbeholdere ved enfamilieboliger og sommerhuse, og enkeltkammerbeholdere til samme fraktioner ved etageboliger. Der indsamles i forskellige blandinger der kræver forskellige eftersorteringer. I alle 3 scenarier indsamles papir og pap sammen og afsættes sammen, hvorfor de ikke kræver eftersortering.

- **Scenarie 1: 2 beholdere og optisk sortering**  
Her sorteres 6 af de 9 fraktioner i farvede poser i en beholder som eftersorteres på et nyt optisk sorteringsanlæg. Det gælder madaffald, plast, metal, tekstiler, drikkekartoner samt restaffald. De sidste 3 fraktioner indsamles i hhv. en dobbeltkammerbeholder ved enfamilieboliger og sommerhuse, og 2 beholdere ved etageboliger: Papir og pap sammen og glas for sig.
- **Scenarie 2: 3 beholdere med kildeopdeling**  
Her sorteres i 3 beholdere (to dobbeltkammer og en enkeltkammer) ved enfamilieboliger og sommerhuse, og 5 beholdere ved etageboliger i følgende 5 fraktioner/blandinger: Madaffald, restaffald samt de 3 blandinger metal/glas, plast/drikkekartoner og papir/pap. Tekstiler lægges i poser og i beholderen til papir/pap. Alle blandinger afsættes til eftersortering.
- **Scenarie 3: 4 beholdere med kildesortering**  
Her kildesorteres i 8 adskilte fraktioner som kræver 3 dobbeltkammerbeholdere og en enkeltbeholder ved enfamilieboliger og sommerhuse, og 7 beholdere ved etageboliger. 6 fraktioner indsamles kildesorteret, mens papir og pap, indsamles sammen med tekstil i poser i enkeltbeholder.

For Midtbyen (Aarhus) er beregningerne lavet på et set-up svarende til beholderne for enfamilieboliger og sommerhuse, blot med dobbeltkammer og enkeltkammer nedgravede beholdere i stedet for beholdere på hjul. For scenarie 1 betyder det, at de eksisterende nedgravede kan anvendes, mens der skal etableres nye dobbeltkammerbeholdere i de to andre scenarier.

Resultaterne for de 3 scenarier vises Tabel 2.1 – gennemsnitligt over de 4 selskaber. Der sammenlignes med et beregnet gennemsnitligt resultat for de nuværende ordninger i de 4 selskaber (2019-tal). Som det fremgår af tabellen, vil det i alle scenarier være muligt at nå op på de nye EU-mål på 55% reel genanvendelse i 2025.

Tabel 2.1 Resultater fra vurdering af 3 scenarier (afrundet)

|   | 2019    | Scenarie 1:<br>2 beholdere | Scenarie 2:<br>3 beholdere | Scenarie 3:<br>4 beholdere |
|---|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Mængde indsamlet til genanvendelse i henteordning | 29.000  | 71.000                     | 75.000                     | 75.000                     |
| Genanvendelsesprocent - bilag 5                   | 39%     | 56%                        | 57%                        | 57%                        |
| Reel genanvendelse fra henteordning               | 25.000  | 60.000                     | 64.000                     | 64.000                     |
| Genanvendelsesprocent - EU                        | 49%     | 60%                        | 61%                        | 61%                        |
| Klimaeffekt ton CO <sub>2</sub> -eq./år           | -38.000 | -72.000                    | -76.000                    | -76.000                    |
| Lokal klimaeffekt, ton CO <sub>2</sub> -eq./år    | -3.000  | -9.000                     | -10.000                    | -10.000                    |
| Gennemsnitspris pr husstand ekskl. Moms           |         | -960                       | -1.190                     | -1.290                     |

Scenarie 1 medfører en lidt lavere genanvendelsesprocent, fordi erfaringer viser, at der sker et lille tab ved den optiske sortering af de farvede poser. Dette medfører også en lidt lavere klimabesparelse, fordi klimaeffekten er direkte relateret til graden af genanvendelse. Løsningen er billig, fordi omkostninger til optisk sortering modsvares af sparede indsamlingsomkostninger ved, at det kun er to beholdere, der skal tømmes.

Scenarierne 2 og 3 forudsættes at medføre samme genanvendelse og klimaeffekt. I praksis kan forventes en lidt større mængde indsamlet til genanvendelse ved kildeopdeling i scenarie 2 end ved kildesortering i scenarie 3, da færre rum giver mindre usikkerhed/risiko for fejl ved sorteringen i husstanden. Det modvirkes dog af et forventet lille tab ved efterfølgende sortering af de blandede materialer. Samlet set har de små forskelle så lille betydning, at det ikke kan registreres i de beregnede mængder. Til gengæld er scenarie 3 dyrere, fordi tømning af flere beholdere er dyrere end eftersortering af de blandede fraktioner.

I Tabel 2.2 er vist den gennemsnitlige pris pr husstand beregnet for hver boligtype. Omkostningerne pr bolig er størst ved enfamilieboliger, fordi der skal tømmes ved hver bolig, mens der er flere boliger om en beholder ved etageboliger. Det samlede gennemsnit er derfor afhængig af andelen af etageboliger i området og vil derfor være forskellige de 4 selskaber imellem.

Ved sommerhuse er forudsat samme hustandsløsning som ved enfamilieboliger men med lidt færre tømninger, der til gengæld varierer efter årstiden. Det er årsagen til at løsningerne er lidt billigere end ved enfamilieboliger.

Tabel 2.2 Gennemsnitlig omkostning pr husstandstype.(afrundet)

| Kr/husstand/år          | Enfamilieboliger | Etageboliger | Sommerhuse | Midtby-løsning (Aarhus) | Samlet gennemsnit |
|-------------------------|------------------|--------------|------------|-------------------------|-------------------|
| Scenarie 1: 2 beholdere | -1.340           | -590         | -940       | -470                    | -960              |
| Scenarie 2: 3 beholdere | -1.680           | -660         | -1.300     | -600                    | -1.190            |
| Scenarie 3: 4 beholdere | -1.860           | -640         | -1.470     | -590                    | -1.290            |

### 3 Fælles forudsætninger i scenarierne

Vurderingen af de 3 scenarier er baseret på modellerede ordninger, som er defineret ud fra gennemsnitsbetragtninger for de 4 selskaber med udgangspunkt i standardudstyr. Det primære formål er at sammenligne de 3 scenarier imellem. De beregnede omkostninger tager ikke højde for de lokale konkrete løsninger.

Der er f.eks. taget udgangspunkt, at der ved alle etageboliger opstilles beholdere på hjul, hvor mange etagebolig-ejendomme i praksis anvender nedgravede beholdere og storcontainere som indebærer en anden økonomi.

For Midtbyen (Aarhus) er der i scenarierne taget udgangspunkt i de eksisterende nedgravede beholdere og ikke indregnet effekten af længere afstande til affaldsløsninger eller effekten af at løsningerne ikke står samlet.

De 9 fraktioner defineres med den titel, der er anvendt i disse piktogrammer. Dog forkortes mad- og drikkekartoner til drikkekartoner.



Der opdeles i 4 husstandstyper: enfamilieboliger, etageboliger og sommerhuse samt etageboliger i Aarhus Midtby. Enfamilieboliger og sommerhuse forudsættes at have individuelle beholdere, mens etageboliger forudsættes i beregningerne alle at have fælles beholdere på hjul. Der er ikke indregnet, at mange etageboliger i dag har egne nedgravede løsninger, hvilket i praksis medfører lavere indsamlingsomkostninger for disse ejendomme, der typisk til gengæld har en investeringsomkostning. Den særlige midtbyløsning i Aarhus er baseret på nedgravede beholdere i offentligt areal.

Antallet af enfamilieboliger og etageboliger er for Aarhus baseret på registrerede husstande med hhv. individuelle, fælles beholdere og midtbyløsning. Antallet af husstande er for de 3 øvrige selskaber baseret på Danmarks Statistik, hvor alle enfamilieboliger og rækkehuse registreres som enfamilieboliger med individuelle beholdere. Det er vurderet fra de 3 selskaber, at det gælder hovedparten af rækkehusene i deres opland.

Ved sommerhuse forudsættes samme løsninger som for enfamilieboliger men med mere variabel tømmefrekvens alt efter årstiden. Antallet af tømninger er baseret på en undersøgelse foretaget for RenoDjurs, som har flest sommerhuse<sup>3</sup>. Kolonihaveforeningen er ikke medregnet – men vil typisk kunne tilknyttes med samme løsning som etageboliger, hvor beholderne placeres på fællesarealer for foreningens huse.

Scenarierne er beskrevet hvad angår beholdertyper i Tabel 3.1 med standardbeholdere for de forskellige fraktioner. I praksis vil – som nævnt – forekomme variationer, hvis borgerne vælger f.eks. større beholdere og særlig ved etageboliger, hvor der vil behov for forskellige typer beholdere alt afhængig af ejendommens størrelse eller pladsmuligheder.

Tabel 3.1 Beskrivelse af de 3 scenarier med beholdertyper og volumenfordeling i parentes for dobbeltkammerbeholdere og nedgravede beholdere i midtbyløsningen

| Scenarier                                      | Enfamilieboliger og Sommerhuse   | Etageboliger   | Midtby (Aarhus)  |
|--|--|--|--|
| Scenarie 1,<br>2 beholdere<br>Optisk sortering | 370L beholder (enfamilieboliger) og 240L (sommerhuse) til poser med madaffald, plast, metal, tekstiler, mad- og drikkekartoner og Restaffald | 660L Beholder til optisk posesortering af madaffald, plast, metal, tekstiler, drikkekartoner og restaffald                 | Nedgravet beholder til optisk posesortering af madaffald, plast, metal, tekstiler, drikkekartoner og restaffald                              |
|  | 240L dobbeltkammerbeholder til papir/pap(60%) og glas (40%)  | 660L Beholder til papir/pap<br>660L Beholder til glas  | Nedgravet beholder til papir/pap<br>Nedgravet beholder til glas  |
| Scenarie 2,<br>3 beholdere<br>Kombi-sortering  | 240L dobbeltkammer beholder til restaffald (60%) og madaffald (40%)  | 660L Beholder til restaffald<br>140L Beholder til madaffald  | Dobbeltkammer nedgravet beholder til restaffald (60%) og madaffald (40%)   |
|  | 240L Beholder til papir/pap og tekstiler i poser<br>240L Dobbeltkammer beholder til plast/drikkekartoner (60%) og metal/glas (40%)           | 660L Beholder til papir/pap og tekstiler i poser<br>660L Beholder til plast/drikkekartoner<br>240L Beholder til glas/metal | Nedgravet beholder til papir/pap og tekstiler i poser<br>Dobbeltkammer nedgravet beholder til plast/drikkekartoner (60%) og metal/glas (40%) |
| Scenarie 3,<br>4 beholdere<br>Kilde-sortering  | 240L Dobbeltkammer beholder til restaffald (60%) og madaffald (40%)  | 660L Beholder til restaffald<br>140L Beholder til madaffald  | Dobbeltkammer nedgravet beholder til restaffald (60%) og madaffald (40%)   |
|  | 240L Dobbeltkammer beholder til glas (60%) og metal (40%)  | 240L Beholder til glas<br>240L Beholder til metal  | Dobbeltkammer nedgravet beholder til metal (50%) og glas (50%)   |
|  | 240L Beholder til papir/pap og tekstiler i poser   | 660L Beholder til Papir/Pap og Tekstiler i poser   | Nedgravet beholder til papir/pap og tekstil i poser  |
|  | 240L dobbeltkammerbeholder til plast (60%) og drikkekartoner (40%)   | 240L Beholder til drikkekartoner<br>660L Beholder til plast  | Dobbeltkammer nedgravet beholder til plast (60%) og drikkekartoner (40%)   |

<sup>3</sup> Beregning af skitseløsninger for afhentning af 10 affaldstyper ved husstande og sommerhuse, Rapport til RenoDjurs ved Econet, Sep 2020

Alle 2-delte beholdere forudsættes delt 40%/60%, hvilket har betydning for vurdering af tømningens behov. For enfamilieboliger og sommerhuse er det antaget, at begge boligtyper skal have samme standardtype materiel, dog med en mindre beholder til sommerhuse i scenarie 1 da det forudsættes, at tømmehyppigheden hos sommerhuse øges i højsæson.

### 3.1 Mængder og indsamlingseffektivitet

I modellen er vurderet på de samlede mængder, som forventes indsamlet i de 3 ordninger. Denne mængdevurdering er baseret på et vurderet potentiale for hver fraktion og en forventet indsamlingsprocent, som her er opsummeret i Tabel 3.2. Der er taget udgangspunkt i senest tilgængelige data for mængder 2019, og der er ikke foretaget fremskrivning af mængder.

Grundlaget er data fra en række tidligere undersøgelser, som er holdt op mod de totalt indsamlede mængder af fraktionerne i FARR-området for at kalibrere potentialerne, og endeligt sammenholdt med erfaringerne fra Aarhus Affaldsanalyser 2018. Potentialer for sommerhuse er baseret på, at sommerhuse kun benyttes i en kortere periode og er baseret på erfaringstal fra RenoDjurs<sup>4</sup>.

I vurderingen af mængder er medregnet særlige forhold i forhold til midtbyløsningen i Aarhus, hvor potentialet for restaffald er lidt højere end ved andre etageboliger. Det skyldes at de nedgravede beholdere også benyttes af byens gæster og lokale virksomheder. Forudsætninger og kilder er nærmere beskrevet i Bilag 1 Mængder og indsamlingseffektivitet.

Tabel 3.2 Forudsatte potentielle mængder pr husstand/år

| Potentielle mængder i kg/husstand/år | Enfamilieboliger | Etageboliger | Sommerhuse | Midtbyen (Aarhus) |
|--------------------------------------|------------------|--------------|------------|-------------------|
| Restaffald                           | 186              | 84           | 62         | 104               |
| Madaffald                            | 215              | 208          | 60         | 208               |
| Papir og pap                         | 84               | 84           | 25         | 84                |
| Farligt affald                       | 2                | 3            | 1          | 3                 |
| Glas                                 | 60               | 40           | 14         | 40                |
| Metal                                | 14               | 11           | 4          | 11                |
| Hård plast                           | 30               | 23           | 7          | 23                |
| Blød plast                           | 23               | 21           | 6          | 21                |
| Tekstiler                            | 9                | 9            | 4          | 9                 |
| Kompositemballager                   | 17               | 9            | 4          | 9                 |

Kun en del af de potentielle mængder kan forventes indsamlet, og derfor benyttes en indsamlingseffektivitet for hver fraktion i Tabel 3.3 baseret på erfaringer og tidligere undersøgelser. For scenarie 1 fratrækkes 10% af effektiviteten for de fraktioner, der skal optisk sorteres, fordi der forventes et spild i processen. I den efterfølgende oparbejdning vil der også være et spild, som skal fratrækkes for at beregne den reelle genanvendelse, som skal anvendes i beregningen af EU-genanvendelsesprocenten. Denne andel fremgår ligeledes i Tabel 3.3.

<sup>4</sup> Udgangspunkt er taget i rapporten: Beregning af skitseløsninger for afhentning af 10 affaldstyper ved husstande og sommerhuse, Rapport til Reno Djursved Econet, og tilrettet efter konkret vurdering.

Tabel 3.3 Forudsatte indsamlingseffektiviteter

|                 | <b>Enfamilieboliger</b> | <b>Etageboliger og Midtby</b> | <b>Sommerhuse</b> | <b>Generelt</b>        |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------|
|                 | Indsamlingseffektivitet |                               |                   | Andel reelt genanvendt |
| <b>Fraktion</b> | Enfamilieboliger        | Etageboliger                  | Sommerhuse        |                        |
| Madaffald       | 75%                     | 45%                           | 75%               | 90%                    |
| Pap og papir    | 90%                     | 70%                           | 90%               | 85%                    |
| Glas og flasker | 92%                     | 80%                           | 92%               | 80%                    |
| Metal og dåser  | 70%                     | 55%                           | 70%               | 80%                    |
| Hård plast      | 45%                     | 40%                           | 40%               | 70%                    |
| Blød plast      | 30%                     | 25%                           | 30%               | 50%                    |
| Tekstiler       | 60%                     | 40%                           | 60%               | 80%                    |
| Drikkekartoner  | 60%                     | 40%                           | 60%               | 50%                    |

Disse forudsætninger danner sammen med antallet af boliger i de 4 selskabs oplande grundlaget for beregning af indsamlede og de reelt genanvendte mængder for de 3 scenarier som vist i Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Reelt genanvendte mængder i 2019 og de 3 scenarier (afrundet)

| <b>Reelt genanvendte mængder ton/år</b> | <b>Status 2019</b> | <b>Scenarie 1: 2 beholdere og optisk sortering</b> | <b>Scenarie 2 og 3: 3 hhv. 4 beholdere</b> |
|---|--------------------|--|--|
| Madaffald                               | 1.000              | 29.000   | 32.000                                     |
| Papir og pap                            | 14.000             | 16.000   | 16.000                                     |
| Glas                                    | 8.000              | 10.000   | 10.000                                     |
| Metal                                   | 1.000              | 2.000  | 2.000                                      |
| Hård plast                              | 1.000              | 2.000  | 2.000                                      |
| Blød plast                              | 0                  | 1.000  | 1.000                                      |
| Tekstiler                               | 0                  | 1.000  | 1.000                                      |
| Kompositemballager                      | 0                  | 1.000  | 1.000                                      |
| Genanvendelse i alt                     | 25.000             | 60.000   | 64.000                                     |
| Rest til forbrænding                    | 114.000            | 84.000   | 79.000                                     |

### 3.1.1 Genanvendelsesprocent

Ved beregning af genanvendelsesprocent skal der for både den gamle metode (bilag 5) og den nye EU-metode medregnes en andel af det affald, der i øvrigt indsamles og genanvendes i de 4 selskaber. Derfor er indhentet data for indsamlede mængder for 2019 i de 4 selskaber, som er opdelt i de mængder, der indsamles i de undersøgte scenarieordninger, og de mængder, der indsamles i de øvrige ordninger i hvert selskab.

De to genanvendelsesprocenter beregnes på forskellig måde. Resultatet er vist i Tabel 3.5 og mere detaljeret beskrevet i Tabel 3.6 og Tabel 3.7.



Tabel 3.5 Beregnet indsamlede og reelt genanvendte mængder i de 4 selskabers oplande (afrundet)

|  | 2019   | Scenarie 1<br>2 beholdere | Scenarie 2<br>3 beholdere | Scenarie 3<br>4 beholdere |
|--|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Mængde(ton) indsamlet til genanvendelse i henteordning | 29.000 | 71.000                    | 75.000                    | 75.000                    |
| Genanvendelsesprocent - bilag 5                        | 39%    | 56%                       | 57%                       | 57%                       |
| Reel genanvendelse fra henteordning                    | 25.000 | 60.000                    | 64.000                    | 64.000                    |
| Genanvendelsesprocent - EU                             | 49%    | 60%                       | 61%                       | 61%                       |

**Bilag 5 genanvendelsesprocenten beregnes som:**

$$\text{Bilag 5 genanvendelse \%} = \frac{\text{Mængde indsamlet til genanvendelse af de 7 fokusfraktioner}}{\text{Mængde indsamlet til genanvendelse af de 7 + mængde indsamlet til forbrænding}}$$

Data er vist i Tabel 3.6, hvor mængder for scenarie 2 og 3 er ens. Mængden omfatter også mængden af samme fraktioner indsamlet via øvrige ordninger, hvorfor den samlede mængde i Tabel 3.6 er større end mængden indsamlet i henteordninger, som angivet i Tabel 3.5.

Tabel 3.6 Beregning af Bilag 5 genanvendelsesprocent (afrundet)

| Bilag 5 - genanvendelse      | Status 2019   | Scenarie 1     | Scenarie 2 og 3 |
|------------------------------|---------------|----------------|-----------------|
| Restaffald                   | 114.000       | 75.000         | 71.000          |
| Madaffald                    | 1.000         | 32.000         | 35.000          |
| Småt og stort brændbart      | 23.000        | 23.000         | 23.000          |
| Papir                        | 18.000        | 21.000         | 21.000          |
| Pap                          | 0             | 0              | 0               |
| Vinduer                      | 4.000         | 4.000          | 4.000           |
| Plast                        | 1.000         | 1.000          | 1.000           |
| Emballage papir              | 0             | 0              | 0               |
| Emballage pap                | 5.000         | 5.000          | 5.000           |
| Emballage glas               | 13.000        | 16.000         | 16.000          |
| Emballage metal              | 2.000         | 3.000          | 3.000           |
| Emballage plast              | 4.000         | 7.000          | 7.000           |
| Træ                          | 31.000        | 31.000         | 31.000          |
| Jern og metal                | 11.000        | 11.000         | 11.000          |
| Storskrald                   | 5.000         | 5.000          | 5.000           |
| <b>Genanvendelse i alt</b>   | <b>91.000</b> | <b>129.000</b> | <b>134.000</b>  |
| <b>Genanvendelsesprocent</b> | <b>39%</b>    | <b>56%</b>     | <b>57%</b>      |

**EU genanvendelsesprocenten beregnes som;**

$$\text{Reel genanvendelse \%} = \frac{\text{Mængden af alt reelt genanvendt husholdningsaffald}}{\text{Samlede mængde af husholdningsaffald}}$$

Bygge- og anlægsaffald medregnes ikke, men mængde indsamlet til genbrug og metal udsorteret fra forbrændingslagge medregnes.

I EU-procenten fraregnes et tab i genanvendelsesprocessen, som delvist modvirkes af, at der medregnes andre fraktioner også til genanvendelse, hvor bl.a. haveaffald udgør en stor mængde. Data er vist i Tabel 3.7

Tabel 3.7 Beregning af EU genanvendelsesprocent (afrundet)

| EU-genanvendelse - ekskl. byggeaffald | Status 2019 | Scenarie 1 | Scenarie 2 og 3 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Henteordninger - genanvendelse        | 25.000      | 60.000     | 64.000          |
| Øvrige ordninger - genanvendelse      | 135.000     | 135.000    | 135.000         |
| Genanvendelse i alt                   | 160.000     | 196.000    | 199.000         |
| Samlede mængder (ex. Byggeaffald)     | 328.000     | 328.000    | 328.000         |
| <b>Genanvendelsesprocent</b>          | 49%         | 60%        | 61%             |

## 4 Økonomiske vurderinger

Som nævnt tidligere er den økonomiske vurdering af de 3 scenarier baseret på en barmarksberegning, hvor der er taget udgangspunkt i nyindkøb af alle beholdere (dog undtaget de nedgravede beholdere i midtbyløsningen). Besparelser ved, at de nuværende ordninger for bl.a. dagrenovation erstattes af de nye ordninger er ikke fra-regnet. Der er ligeledes ikke medregnet omkostninger til øvrige affaldsordninger f.eks. genbrugspladser, hvorfor de beregnede omkostninger ikke kan relateres til affaldsgebyret.

I vurderingen er heller ikke medregnet andre omkostninger, som er forbundet med udrulning af de nye ordninger. Det gælder f.eks. information og administration samt ressourcer til konkret udrulning ved etageboliger. Det sidste kræver erfaringsmæssigt mange ressourcer, fordi der i de fleste tilfælde skal aftales konkret med hver enkelt ejendom om antal og placering af de nye beholdere.

Følgende forhold har betydning for den økonomiske vurdering:

- Antal tømninger
- Antal beholdere, der skal indkøbes
- Sorteringsomkostninger
- Afsætningspriser for genanvendelige mængder
- Sparet forbrænding

Investeringsbehovet er beskrevet i Tabel 4.1, hvor negative værdier er omkostninger, positive værdier er indtægter – angivet ekskl. moms. Ved scenarie 1 er den største investering forbundet med etablering af et optisk sorteringsanlæg, mens dette modsvares af investering i flere beholdere i de to øvrige scenarier. Indkøb og uddeling af udstyr omfatter omkostninger til klargøring og uddeling af beholdere samt indkøb og uddeling af en biospand til opsamling af madaffald indendørs.

Tabel 4.1 Investeringsbehov ved de 3 scenarier

| Investering mio. kr. ekskl. moms     | Scenarie 1<br>2 beholdere | Scenarie 2<br>3 beholdere | Scenarie 3<br>4 beholdere |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Indkøb dobbeltbeholdere              | -62,8                     | -125,6                    | -188,4                    |
| Indkøb enkeltbeholdere               | -97,0                     | -54,0                     | -55,3                     |
| Indkøb og uddeling af udstyr         | -24,3                     | -33,9                     | -43,0                     |
| Udskiftning af nedgravede i midtbyen |                           | -48,0                     | -47,5                     |
| Optisk sorteringsanlæg               | -94,6                     |                           |                           |
| <b>Samlet investering mio. kr</b>    | <b>-278,6</b>             | <b>-261,5</b>             | <b>-334,1</b>             |

De beregnede årlige omkostninger fremgår af Tabel 4.2, hvor investeringer er medregnet med en forretning på 2% og afskrives over det forskellige materiels levetid, der fremgår af Bilag 4. Forrentning og afskrivning af de eksisterende nedgravede beholdere i midtbyløsningen er ikke medregnet.

Som det fremgår af Tabel 4.2 er det omkostningerne til afhentning af affald, der udgør hovedparten af omkostningerne. Derudover er der i alle scenarier omkostninger til indkøb af og uddeling af poser. I scenarie 1 er det til farvede poser til 6 fraktioner, mens det i scenarie 2 og 3 alene er poser til madaffald og tekstiler.

Scenarie 1 er forbundet med omkostninger til drift af de optiske sorteringsanlæg på 143 kr./ton for alle 6 fraktioner, der indsamles i denne beholder. Ved scenarie 2 og 3 er medregnet omkostninger til udsortering af poserne med tekstiler fra papir/pap fraktionen på 3.000 kr./ton tekstiler. Denne pris er fastsat ud fra en forventning om, at udsorteringen af tekstilposerne kan forventes at skulle foregå manuelt på den samlede mængde papir/pap, der er indsamlet. Sorteringsomkostninger for de øvrige blandinger er indregnet i afsætningsomkostningerne, som er beskrevet i afsnit 4.1.

Der er medregnet en nødvendig omlastning, i forbindelse med, at dobbeltkammerbeholderne tømmes af dobbeltkammerbiler, som efterfølgende aflæsses samme sted, før de transporteres videre til afsætning. Der er ikke medregnet eventuel omlastning i forbindelse med transport mellem de 4 selskaber. Transportomkostninger i øvrigt forudsættes at være en del af tømmeprisen at aflevere til afsætningsdestination eller alternativt, hvor affaldet skal transporteres videre fra omlastning. Prisforudsætninger er beskrevet i Bilag 6.

Tabel 4.2: Beregnede årlige omkostninger ved de 3 scenarier

| Årlige omkostninger mio. kr./år              | Scenarie 1<br>2 beholdere | Scenarie 2<br>3 beholdere | Scenarie 3<br>4 beholdere |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Forrentning og afskrivning                   | 25,1                      | 32,8                      | 42,8                      |
| Vedligehold                                  | 4,8                       | 6,8                       | 8,7                       |
| Afhentning af rest + mad/farvede poser       | 96,9                      | 101,8                     | 101,8                     |
| Afhentning madaffald                         |                           | 9,7                       | 9,7                       |
| Afhentning af de tørre fraktioner            | 50,7                      | 103,1                     | 127,2                     |
| indkøb og uddeling af poser                  | 21,9                      | 12,6                      | 12,6                      |
| <b>Håndteringsomkostninger mio. kr./år</b>   | <b>-199,3</b>             | <b>-266,8</b>             | <b>-302,8</b>             |
| Optisk sortering                             | 17,8                      |                           |                           |
| Sortering af papir, pap og tekstiler         |                           | 3,8                       | 3,8                       |
| Omlastning                                   | 1,6                       | 5,2                       | 5,2                       |
| Afsætning til genanvendelse                  | 5,7                       | 16,8                      | 6,6                       |
| Afsætning til forbrænding                    | 46,1                      | 43,6                      | 43,6                      |
| <b>Behandlingsomkostning mio. kr./år</b>     | <b>71,2</b>               | <b>69,4</b>               | <b>59,2</b>               |
| <b>I alt omkostninger mio. kr./år</b>        | <b>270,5</b>              | <b>336,2</b>              | <b>362,0</b>              |
| <b>I alt i gennemsnit pr husstand kr./år</b> | <b>960</b>                | <b>1.190</b>              | <b>1.290</b>              |

## 4.1 Afsætning og sortering

Ud fra de beregnede indsamlede mængder er beregnet omkostninger til afsætning af de indsamlede fraktioner til genanvendelse og forbrænding. De forudsatte afsætningspriser i

Tabel 4.3 er delvist baseret på erfaringer fra de 4 selskaber og i mange tilfælde skønnede, da sammensætningerne af fraktionerne ikke findes i dag

Afsætningspriserne afhænger af, om fraktionen indsamles og afsættes kildesorteret eller i en blanding. I det sidste tilfælde er fastsat en afsætningspris, som omfatter den efterfølgende sortering og afsætningspris for den forventede mængde af hver af de fraktioner, der udsorteres fra blandingen. F.eks. er afsætningsprisen for metal skønnet ud fra en sorteringsomkostning og den efterfølgende omkostning til afsætning af det sorterede glas (-350 kr/ton) og indtægt fra afsætning af metal (+3.000 kr./ton). Glas udgør den største mængde og "trækker" dermed den samlede pris ned. Samme vurdering er foretaget for afsætningsprisen for blandingen plast/drikkekartoner.

Tabel 4.3: Forudsatte afsætningspriser i kr/ton.

| Fraktion/blanding                          | Kr./ton |
|--|---------|
| Biobehandling                              | -200    |
| Afsætning papir/pap                        | 400     |
| Afsætning småt metal/dåser                 | 3000    |
| Afsætning glas                             | -350    |
| Afsætning plast                            | -1700   |
| Afsætning plast med drikkekartoner         | -2700   |
| Afsætning glas og metal                    | 100     |
| Afsætning tekstiler efter udsortering      | -400    |
| Afsætning drikkekartoner efter udsortering | -350    |
| Forbrændingspris                           | -550    |

## 4.2 Antal tømninger og beholdere

Som nævnt er de mest afgørende forudsætninger for ordningernes økonomi, antallet af beholdere og hvor tit de skal tømmes (tømmefrekvens). Tømmefrekvensen er for hver fraktion vurderet efter hvor meget af hver fraktion, der forventes indsamlet pr husstand, og hvor meget hver fraktion fylder i beholderen.

Ved enfamilieboliger forudsættes det samme antal beholdere ved hver bolig, og det er herudfra vurderet, hvor ofte de enkelte beholdere skal tømmes. Ved etageboliger er beregnet det nødvendige antal beholdere ud fra mængde og volumenbehov, og tømmefrekvens er herefter fastsat ud fra, at der i gennemsnit skal være 20 husstande pr standplads.

Ud fra forudsætninger om, hvor meget en fraktion fylder og nødvendige ekstrakapacitet til svingende behov, er vurderet et volumenbehov for fraktion og boligtyper som vist i Tabel 4.4. Forudsætningerne herfor er vist i Bilag 3 Volumenbehov og tømmefrekvenser.

For sommerhuse er derimod ikke anvendt et beregnet volumenbehov. Der anvendes det samme antal beholdere som ved helårshuse, mens antallet af tømninger primært er valgt ud fra praktiske erfaringer fra RenoDjurs, som har størstedelen af sommerhuse i området.

Tabel 4.4 Forudsat volumenbehov pr fraktion og boligtyper

| L/uge/husstand       | Enfamilieboliger | Etageboliger |
|----------------------|------------------|--------------|
| Glas/Metal           | 10               | 8            |
| Plast/Drikkekartoner | 35               | 20           |
| Papir/pap            | 40               | 30           |
| Tekstiler            | 2                | 1            |
| Madaffald            | 15               | 10           |
| Restaffald           | 70               | 60           |
| Glas                 | 5                | 4            |
| Metal                | 5                | 3            |
| Plast                | 25               | 18           |
| Drikkekartoner       | 10               | 3            |

Som det ses, er der stor forskel på, hvor meget de enkelte fraktioner fylder, hvilket har betydning for tømme-frekvensen og for hvilke fraktioner, der bør indsamles i samme dobbeltkammerbeholder. Ud fra disse data er vurderet følgende tømmefrekvenser for de 3 scenarier i antallet af tømninger pr år. 26 tømninger svarer her til tømning hver anden uge, mens 13 tømninger svarer til tømning hver 4. uge. Mere detaljerede vurderinger er beskrevet i Bilag 3 Volumenbehov og tømmefrekvenser.

Ved sommerhuse dækker det årlige antal tømninger over stor variation med f.eks. ugetømning i høj-sæsonen og lav tømmefrekvens om vinteren.

Tabel 4.5 Antal tømninger pr år

| <b>Antal tømninger pr år</b>   |                         |                     |                  |
|--|-------------------------|---------------------|------------------|
| <b>Scenarie 1: 2 beholdere og optisk sortering</b>                                     | <b>Enfamilieboliger</b> | <b>Etageboliger</b> | <b>Sommerhus</b> |
| Beholder 370 liter til restaffald, madaffald, metal, plast tekstiler og drikkekartoner | 26                      | 52                  | 26               |
| Beholder til glas (med papir/pap) ved enfamilieboliger)                                | 13                      | 13                  | 9                |
| Beholder til papir/pap   |                         | 26                  |                  |
| <b>Scenarie 2: 3 beholdere</b>   |                         |                     |                  |
| Beholder restaffald (og madaffald ved enfamilieboliger)                                | 26                      | 52                  | 26               |
| Beholder madaffald   |                         | 52                  |                  |
| Beholder glas/metal (og plast/drikkekartoner ved enfamilieboliger)                     | 13                      | 26                  | 9                |
| Beholder plast/drikkekartoner  |                         | 26                  |                  |
| Beholder papir/pap og tekstiler  | 13                      | 26                  | 9                |
| <b>Scenarie 3: 4 beholdere</b>   |                         |                     |                  |
| Beholder restaffald (og madaffald ved enfamilieboliger)                                | 26                      | 52                  | 26               |
| Beholder madaffald   |                         | 52                  |                  |
| Beholder glas (og metal ved enfamilieboliger)  | 7                       | 13                  | 7                |
| Beholder metal   |                         | 13                  |                  |
| Beholder plast (og drikkekartoner ved villeer)   | 13                      | 26                  | 9                |
| Beholder drikkekartoner  |                         | 13                  |                  |
| Beholder papir/pap og tekstiler  | 13                      | 26                  | 9                |

For etageboliger er som beregnet et antal beholdere og fastsat tømmefrekvens på baggrund af en samlet vurdering af volumenbehov, antal beholdere og tømmefrekvens. Der er forudsat, at der skal være i gennemsnit 20 boliger pr standplads for beholderne med 660 liter beholdere til de fleste fraktioner. Dog forudsættes mindre beholdere til de små og tunge fraktioner glas og metal (240 liter) samt madaffald (140 liter). Alt afhængig af volumenbehov kan der være forudsat en eller flere beholdere til de fraktioner, der fylder mest.

Antallet af beregnede beholdere ved etageboliger er beskrevet mere detaljeret i Bilag 3.

## 5 Klimaeffekt

Der er beregnet klimaeffekt ved genanvendelse og forbrænding af de fraktioner, som indsamles i de undersøgte henteordninger. Dvs. klimaeffekt ved genanvendelse af affald, der indsamles i andre ordninger, er ikke medtaget. Denne beregnede klimaeffekt er opdelt i en global klimaeffekt og en lokal klimaeffekt.

Den lokale klimaeffekt er her alene relateret til den fossile CO<sub>2</sub>, der genereres ved forbrænding af plastmaterialer lokalt. Effekten ved genanvendelse er her sparet forbrænding af plast samt tekstiler og drikkekartoner som delvist består af plast. Data er baseret på nøgletal udviklet af affald danmark<sup>5</sup> og fremgår i kolonnen lokal klimaeffekt ved forbrænding i Tabel 5.1 Andre affaldsfraktioner regnes for CO<sub>2</sub>-neutrale ved forbrænding. Der er ikke medregnet klimaeffekt ved transport eller ved fortrængning af andre brændsler i energisystemet.

Den globale klimaeffekt beregnes ud fra nøgletal, der er baseret på sparet forbrug og produktion af virgine råstoffer ved genanvendelse. Disse nøgletal er udviklet for Dansk Affaldsforening, og er beskrevet i Tabel 5.1 som klimaeffekt ved genanvendelse. Dertil skal lægges den lokale klimaeffekt i form af sparet CO<sub>2</sub>-eq. ved, at plast, tekstiler og drikkekartoner udsorteres fra forbrænding.

I data er ikke medregnet fortrængning af andre fossile brændsler i energisystemet. I Aarhus er varmforsyningen stort set klimaneutralt, og på sigt bliver elsystemet det også.

Tabel 5.1 Nøgledata for klimaeffekt ved genanvendelse

| Fraktioner     | Klimaeffekt ved genanvendelse CO <sub>2</sub> -ækv. | Lokal klimaeffekt ved forbrænding CO <sub>2</sub> -ækv. | Samlet global klimaeffekt CO <sub>2</sub> -ækv. |
|----------------|---|---|---|
| Madaffald      | -0,27   |   | -0,27   |
| Papir og pap   | -1,47   |   | -1,47   |
| Glas           | -1,09   |   | -1,09   |
| Metal          | -3,06   |   | -3,06   |
| Plast          | -1,81   | -2,9  | -4,71   |
| Tekstiler      | -11,63  | -1,0  | -12,63  |
| Drikkekartoner | -0,83   | -0,6  | -1,43   |

For drikkekartoner er klimaeffekten baseret på den typiske sammensætning af drikkekartoner, som fremgår af Tabel 5.2. Det er typisk alene pap-delen af drikkekartoner, der genanvendes. Derfor er ikke medregnet en klimaeffekt ved genanvendelse af plast- og aluminium-andelen.

Tabel 5.2 Forudsat sammensætning af drikkekartoner

| Fordeling af drikkekartoner | Andel | Klimaeffekt ved genanvendelse CO <sub>2</sub> -ækv. | Lokal klimaeffekt ved forbrænding CO <sub>2</sub> -ækv. |
|-----------------------------|-------|---|---|
| <b>pap</b>                  | 75%   | -1,11   |   |
| <b>Plast</b>                | 20%   | 0,00  | -2,9  |
| <b>Aluminium</b>            | 5%    | 0,00  |   |
| <b>Samlet nøgletal</b>      | 100%  | -0,83   | -0,6  |

<sup>5</sup> [https://dakofa.dk/fileadmin/user\\_upload/documents/Vidensbank/Fastlaeggelser\\_af\\_data\\_for\\_materialegenanvendelse\\_til\\_brug\\_i\\_CO2\\_opgoerelse\\_2011.pdf](https://dakofa.dk/fileadmin/user_upload/documents/Vidensbank/Fastlaeggelser_af_data_for_materialegenanvendelse_til_brug_i_CO2_opgoerelse_2011.pdf) side 31

For tekstiler er anvendt data fra en tidligere undersøgelse<sup>6</sup> der omfatter data for både genbrug og genanvendelse. Her er forudsat at 75% af de indsamlede tekstiler genbruges og de 25% genanvendelse. Derudover er den lokale klimaeffekt ved forbrænding baseret på en forudsætning om, at 1/3 af tekstilerne er plastmaterialer. Klimaeffekt ved hhv. genbrug og genanvendelse er vist i Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Forudsat klimaeffekt ved genbrug og genanvendelse af tekstiler

| <b>Fordeling af afsætning af tekstiler</b> | <b>Andel</b> | <b>Klimaeffekt ved genanvendelse CO<sub>2</sub>-ækv.</b> | <b>Lokal klimaeffekt ved forbrænding CO<sub>2</sub>-ækv.</b> |
|--|--------------|--|--|
| Tekstiler til genbrug                      | 75%          | -15,00   | -1,0   |
| Tekstiler til genanvendelse                | 25%          | -1,50  | -1,0   |

---

<sup>6</sup> Tekstile genanvendelsespotentialer, Analyse af økonomisk og miljømæssigt potentiale i genanvendelse af tekstile affaldsfraktioner i Danmark, FORCE Technology, 2013, <http://ldcluster.com/wp-content/uploads/2014/01/tekstile-genanvendelsespotentialer.pdf>

## Bilag 1 Mængder og indsamlingseffektivitet

### Antal boliger 2019

|                    | Enfamilieboliger | Etageboliger  | Sommerhus     | Midtby        | Totalt         |
|--------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| AffaldVarme Aarhus | 57.634           | 67.421        | 1.684         | 39.563        | <b>166.302</b> |
| Favrskov           | 18.133           | 2.926         | 109           | -             | <b>21.168</b>  |
| RenoDjurs          | 32.354           | 7.111         | 15.478        | -             | <b>54.943</b>  |
| RenoSyd            | 29.025           | 7.695         | 2.552         | -             | <b>39.272</b>  |
| Total              | <b>137.146</b>   | <b>85.153</b> | <b>19.823</b> | <b>39.563</b> | <b>281.685</b> |

Antallet af boliger er for Favrskov, RenoSyd og RenoDjurs opgjort ud fra et udtræk fra Danmarks Statistik, hvor enfamilieboliger og rækkehuse er defineret som enfamilieboliger med individuelle løsninger. Sommerhuse omfatter både beboede og ubeboede sommerhuse jf. Danmarks Statistik.

For AffaldVarme Aarhus er antallet af enfamilieboliger med individuelle løsninger hhv. etageboliger (og rækkehuse) med fælles løsninger baseret på registrering af boligbidrag i administrationssystemet og koblet med data om kundeaftaler. Antal sommerhuse er baseret på Danmarks Statistik.

### Potentialer

Data er holdt op mod de totale indsamlede mængder af fraktionerne i FARR-oplandet for at kalibrere potentialerne, og desuden sammenholdt med erfaringerne fra Aarhus Affaldsanalyser 2018. Restpotentialet for enfamilieboliger er skønnet ud fra en sammenligning mellem kendte indsamlede mængder og de forventede restindsamlingspotentialer (dvs. potentialet der ikke udsorteres, men i stedet forbliver i restaffaldet) i FARR-oplandet for 2019.

| Enfamilieboliger | Kg/husstand/år | Kg/husstand/uge | Kilde                              |
|------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|
| Glas             | 60             | 1,15            | Virkemiddel (MST)                  |
| Plast            | 51             | 0,98            | Virkemiddel (MST)                  |
| Metal            | 14             | 0,27            | Econet (RenoDjurs rapport)         |
| Papir og pap     | 86             | 1,65            | Virkemiddel (MST)                  |
| Tekstiler        | 9              | 0,17            | Aarhus affaldsanalyser 2018        |
| Drikkekartoner   | 17             | 0,33            | Aarhus affaldsanalyser 2018        |
| Madaffald        | 215            | 4,13            | Miljøprojekt 2059                  |
| Restaffald       | 185            | 3,56            | Skøn baseret på indsamlede mængder |

| Etage          | Kg/husstand/år | Kg/husstand/uge | Kilde                       |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------------------|
| Glas           | 40             | 0,77            | Miljøprojekt 2059           |
| Plast          | 42             | 0,81            | Virkemiddel (MST)           |
| Metal          | 11             | 0,21            | Econet (RenoDjurs rapport)  |
| Papir og pap   | 86             | 1,65            | Virkemiddel (MST)           |
| Tekstiler      | 9              | 0,17            | Aarhus affaldsanalyser 2018 |
| Drikkekartoner | 9              | 0,17            | Aarhus affaldsanalyser 2018 |
| Madaffald      | 208            | 4,00            | Miljøprojekt 2059           |



|            |    |      |                            |
|------------|----|------|----------------------------|
| Restaffald | 84 | 1,62 | Econet (RenoDjurs Rapport) |
|------------|----|------|----------------------------|

| Sommerhuse     | Kg/husstand/år | Kg/husstand/uge | Kilde                      |
|----------------|----------------|-----------------|----------------------------|
| Glas           | 14             | 0,27            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Plast          | 13             | 0,25            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Metal          | 3,5            | 0,07            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Papir og pap   | 25             | 0,48            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Tekstiler      | 4              | 0,08            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Drikkekartoner | 4              | 0,08            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Madaffald      | 60             | 1,15            | Econet (RenoDjurs rapport) |
| Restaffald     | 21,8           | 0,42            | Econet (RenoDjurs rapport) |

Note: Sommerhuse-potentialerne er af Econet beregnet ud fra ¼ af RenoDjurs enfamilie-potentialer

| Midtby         | Kg/husstand/år | Kg/husstand/uge | Kilde                       |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------------------|
| Glas           | 40             | 0,77            | Miljøprojekt 2059           |
| Plast          | 42             | 0,81            | Virkemiddel (MST)           |
| Metal          | 11             | 0,21            | Econet (RenoDjurs rapport)  |
| Papir og pap   | 86             | 1,65            | Virkemiddel (MST)           |
| Tekstiler      | 9              | 0,17            | Aarhus affaldsanalyser 2018 |
| Drikkekartoner | 9              | 0,17            | Aarhus affaldsanalyser 2018 |
| Madaffald      | 208            | 4,00            | Miljøprojekt 2059           |
| Restaffald     | 104            | 2,00            | Virkemiddelrapport, MST)    |

Note: Potentialerne for tekstiler og (hård og blød) plast er valgt efter dialog med Niras. Især for plast adskiller potentialerne sig fra andre kilder, men baseret på resultaterne i affaldsanalyserne vurderes det at være mere retvisende potentialer.

### Effektiviteter

| Fraktion        | Enfamiliebolig | Etageboliger | Sommerhus | Kilder  |
|-----------------|----------------|--------------|-----------|---|
| Madaffald       | 75%            | 45%          | 75%       | En-familie og sommerhus:<br>Flerfamilie:<br>Econet<br>NIRAS |
| Pap og papir    | 90%            | 70%          | 90%       | En-familie og flerfamilie:<br>Sommerhus:<br>NIRAS<br>Econet |
| Glas og flasker | 92%            | 80%          | 92%       | En-familie:<br>Flerfamilie og Sommerhus:<br>NIRAS<br>Econet |
| Metal og dåser  | 70%            | 55%          | 70%       | En-familie og sommerhus:<br>Flerfamilie:<br>Econet<br>NIRAS |
| Hård plast      | 45%            | 40%          | 40%       | En-familie og flerfamilie:<br>Sommerhus:<br>NIRAS<br>Econet |
| Tekstiler       | 60%            | 40%          | 60%       | Alle<br>Econet  |
| Drikkekartoner  | 60%            | 40%          | 60%       | Alle<br>Econet  |

For scenarie 1 trækkes 10% fra hver effektivitet for fraktionerne indsamlet i poser, da der forventes et spild i behandlingsprocessen.

**Reel genanvendelse er baseret på nedenstående tablrater.**

| <b>Fraktion</b>          | <b>Andel genanvendt</b> | <b>Bemærkning</b>                    |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Madaffald                | 90%                     | Bruges til Madaffald                 |
| Pap og papir             | 85%                     | Bruges til Papir pap (tekstil)       |
| Tekstiler                | 80%                     | Bruges til Papir pap (tekstil)       |
| GPM-glas                 | 80%                     | Bruges til Glas metal                |
| GPM-metal                | 80%                     | Bruges til Glas metal                |
| GPM-plast                | 70%                     | Bruges til Plast Drikkekartoner      |
| Blød plast               | 50%                     | Skøn Bruges til Plast Drikkekartoner |
| Drikkekartoner           | 50%                     | Bruges til Plast Drikkekartoner      |
| Plastfolie GBS           | 85%                     | Øvrige ordninger                     |
| Plast GBS                | 95%                     | Øvrige ordninger                     |
| EPS                      | 96%                     | Øvrige ordninger                     |
| Haveaffald               | 85%                     | Øvrige ordninger                     |
| Storskrald til sortering | 15%                     | Øvrige ordninger                     |
| Paller                   | 85%                     | Øvrige ordninger                     |
| Dæk                      | 86%                     | Øvrige ordninger                     |
| Elektronik               | 90%                     | Øvrige ordninger                     |
| Metal                    | 80%                     | Øvrige ordninger                     |
| Metal fra slagge         | 80%                     | Øvrige ordninger                     |
| Stort brændbart          | 15%                     | Øvrige ordninger                     |
| Træ                      | 95%                     | Øvrige ordninger                     |
| Vinduer                  | 65%                     | Øvrige ordninger                     |
| Pant glas, metal, plast  | 98%                     | Øvrige ordninger                     |

## Bilag 2 Indsamlede mængder 2019

| Indsamlet ton i 2019                         | Aarhus         | Reno-Djurs    | Favrskov        | RenoSyd       | I alt          |
|--|----------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| <b>Antal husstande</b>                       | <b>166.302</b> | <b>54.943</b> | <b>21.168</b>   | <b>39.272</b> | <b>281.685</b> |
| <b>Husstandsindsamling</b>                   |                |               |                 |               |                |
| Dagrenovation                                | 68.286         | 18.190        | 9.082           | 18.044        | 113.603        |
| Madaffald                                    |                | 1.000         |                 |               | 1.000          |
| Glas og flasker                              | 0              | 1.071         | 31              |               | 1.102          |
| Metal/dåser                                  |                | 43            | 80              |               | 123            |
| Papir og pap                                 | 9.778          | 3.022         | 937             | 1.917         | 15.653         |
| Batterier                                    | 35             | 17            | 20              | 12            | 84             |
| GPM - glas                                   | 6.167          |               |                 | 2.209         | 8.376          |
| GPM - metal                                  | 968            |               |                 | 231           | 1.199          |
| GPM-plast                                    | 1.292          |               | 91              | 261           | 1.644          |
| <b>Pant ordning</b>                          |                |               |                 |               |                |
| Glas og flasker                              | 1.725          | 360           | 93 <sup>7</sup> | 348           | 2.526          |
| Øl- og sodavandsdåser                        | 577            | 160           | 30              | 113           | 880            |
| Blandet plastemballage                       | 890            | 223           | 48              | 180           | 1.341          |
| <b>Øvrige ordninger og genbrugspladser</b>   |                |               |                 |               |                |
| Glas og flasker                              | 416            | 420           | 256             | 73            | 1.165          |
| Metal  | 4.641          | 2.517         | 1.505           | 1.947         | 10.609         |
| Metalemballage                               | 62             |               |                 | 8             | 70             |
| Papir  | 902            | 150           | 184             | 399           | 1.634          |
| Pap  | 2.540          | 906           | 521             | 1.105         | 5.072          |
| Papir og pap (sorteringsgårde/kuber og lign) | 390            | 385           | 102             | 318           | 1.196          |
| Plast (haveplastmøbler)                      | 46             | 478           | 20              | 37            | 580            |
| Plastemballage                               | 239            |               | 335             | 241           | 815            |
| Plastfolie                                   | 77             | 183           |                 | 200           | 460            |
| EPS  | 67             |               |                 |               | 67             |
| Haveaffald inkl. henteordning                | 37.609         | 16.654        | 8.399           | 12.089        | 74.751         |
| Storskrald til sortering                     | 5.154          |               | 43              |               | 5.197          |
| Stort brændbart                              | 1.691          | 1.741         | 1.088           | 1.798         | 6.317          |
| Småt brændbart                               | 9.623          | 2.637         | 1.935           | 2.851         | 17.046         |
| Tøj  | 1.299          | 310           | 51              | 251           | 1.911          |
| Emballage træ                                | 149            |               |                 |               | 149            |
| Dæk  | 304            | 274           | 104             | 159           | 841            |
| Direkte genbrug                              | 620            | 1.500         |                 | 479           | 2.599          |
| Elektronik                                   | 1.406          | 1.027         |                 | 375           | 2.808          |
| Kabler                                       | 92             | 44            | 9               | 54            | 198            |

<sup>7</sup> Pant for Favrskov er skønnet ud fra erfaringstal

|                                   |        |       |       |       |        |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| småt elektronik                   | 844    | 434   |       | 638   | 1.916  |
| Elektronik - Lyskilder            | 16     | 10    |       | 6     | 32     |
| Elektronik - Lysstofrør           | 9      |       |       |       | 9      |
| Trykflasker og ildslukkere        | 21     | 14    |       | 4     | 39     |
| Batterier                         | 54     |       |       | 18    | 71     |
| Akkumulatorer                     | 62     | 60    | 23    | 42    | 187    |
| Tonerpatroner                     |        | 5     |       | 3     | 8      |
| Farligt affald kemikalieaffald mm | 216    | 306   | 163   | 232   | 917    |
| Farligt affald vandbaseret maling | 309    |       |       |       | 309    |
| Træ                               | 16.514 | 4.967 | 3.581 | 5.726 | 30.787 |
| Vinduer                           | 2.014  | 370   | 521   | 276   | 3.181  |
| Planglas                          |        | 294   | 145   | 253   | 692    |
| Metal fra slagge                  | 2.477  |       |       |       | 2.477  |

## Bilag 3 Volumenbehov og tømmefrekvens

Volumenbehovet for enfamilieboliger og etageboliger er vurderet på baggrund af potentiale\*forventet indsamlingseffektivitet\*gennemsnitlig volumenvægt fra flere datakilder.

Udgangspunktet for vurderinger er de forskellige fraktioners massefylde, som ud fra forskellige kilder er forudsat til at være i følgende intervaller.

| Volumenbehov pr fraktion | Interval L/kg |     |        |     |
|--------------------------|---------------|-----|--------|-----|
|                          | Interval      | Lav | Middel | Høj |
| Glasemballage            |               | 2,5 | 3      | 3,5 |
| Plastemballage           |               | 25  | 37,5   | 50  |
| Metalemballage           |               | 10  | 15     | 20  |
| Papir og pap             |               | 15  | 22,5   | 30  |
| Tekstiler                |               | 8   | 11,5   | 15  |
| Drikkekartoner           |               | 15  | 20     | 25  |
| Madaffald                |               | 2   | 3,5    | 5   |
| Restaffald               |               | 6   | 8      | 10  |

Ud fra forventet indsamlet mængde jf. bilag 1 er beregnet et interval inden for volumenbehov pr husstand for hver fraktion, som igen er vurderet i forhold til generelle erfaringer samt tillagt en buffer for at tage højde for variationer imellem de enkelte husstande.

| L/uge/husstand | Enfamiliebolig | Etageboliger | Midtby (Aarhus) | Benyttet vol. vægt | ekstra margin |
|----------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Glas/Metal     | 9,6            | 5,7          | 5,7             | middel             | 60%           |
| Plast/komposit | 31,0           | 20,6         | 20,6            | høj                | 15%           |
| Papir/pap      | 38,5           | 30,0         | 30,0            | middel             | 15%           |
| tekstil        | 1,5            | 1,0          | 1,0             | middel             | 25%           |
| Madaffald      | 15,2           | 8,8          | 8,8             | middel             | 40%           |
| Rest           | 70,1           | 60,1         | 64,1            | middel             | 3%            |
| Glas           | 5,6            | 3,2          | 3,2             | høj                | 50%           |
| Metal          | 4,5            | 2,8          | 2,8             | middel             | 60%           |
| Plast          | 25,4           | 18,6         | 18,6            | høj                | 15%           |
| Drikkekartoner | 8,3            | 2,9          | 2,9             | høj                | 70%           |

Disse beregnede volumenbehov er afrundet de de nøgletal, som anvendes efterfølgende.

| Beholdervolumenbehov L/uge/husstand | Enfamilieboliger | Etageboliger | Midtby (Aarhus) |
|-------------------------------------|------------------|--------------|-----------------|
| Glas/Metal                          | 10               | 8            | 8               |
| Plast/ drikkekartoner               | 35               | 20           | 20              |
| Papir/pap                           | 40               | 30           | 30              |
| Tekstil                             | 2                | 1            | 1               |
| Madaffald                           | 15               | 10           | 10              |

|                |    |    |    |
|----------------|----|----|----|
| Rest           | 70 | 60 | 65 |
| Glas           | 5  | 4  | 4  |
| Metal          | 5  | 3  | 3  |
| Plast          | 25 | 18 | 18 |
| Drikkekartoner | 10 | 3  | 3  |

### Vurdering af tømmefrekvens

Volumenbehov sammen med det beholdervolumen der stilles til rådighed ved enfamilieboliger, danner grundlag for en vurdering af tømmefrekvens, som er tilrettet det praktisk mulige – dvs. fast frekvens hver uge, hver anden uge, hver 4 uge etc. I de følgende tabeller er vist de valgte tømmefrekvenser.

Fyldningsgraderne for enfamilieboliger er medtaget for at give en indikation på hvor meget de forskellige beholdere vil være fyldt med de valgte tømmefrekvenser. I de to-delte beholdere er det rækken hvor der står en tømningsfrekvens der er den bestemmende fraktion for hvilken frekvens der tømmes efter.

Fyldningsgraden er et udtryk for fyldning ved spidsbelastning. Det er derfor ikke et udtryk for at beholderne vil være så fyldte hver uge, da behovet i praksis vil variere mellem de forskellige husstande og deres forskellige behov over året. Det er nødvendigt at medregnet plads til de lidt større behov ved nogle husstande og i nogle perioder for at undgå at borgere for tit oplever overfyldte beholdere

For sommerhuse er der ikke foretaget en vurdering af volumenbehov, da behovet varierer meget efter sæson, I stedet er fastsat en tømmefrekvens ud fra erfaringsdata fra RenoDjurs, som har på baggrund af erfaringer har fastsat variable tømning med f.eks. oftere tømning i høj sæson og færre tømninger i vintersæsonen. For mad- og restaffald giver det sammenlagt samme antal tømning om året som ved enfamilieboliger, mens der tømmes lidt færre gange end ved enfamilieboliger for de tørre genanvendelige fraktioner.

### Valgte tømmefrekvenser i scenarie 1 og tilsvarende fyldningsgrader for enfamilieboliger

| Fraktion                              | Enfamilie-bolig | Etage-bolig | Sommer-hus | Enfamilie-bolig % fyldt |
|---------------------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|
| Tømmefrekvens Rest, Mad, M, P, M&F, T | 26              | 52          | 26         | 69%                     |
| Tømmefrekvens Glas                    | 13              | 13          | 9          | 21%                     |
| Tømmefrekvens PP                      |                 | 26          |            | 111%                    |

### Valgte tømmefrekvenser i scenarie 2 og tilsvarende fyldningsgrader for enfamilieboliger

| Fraktion                            | Enfamilie-bolig | Etage-bolig | Sommer-hus | Enfamilie-bolig % fyldt |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|------------|-------------------------|
| Tømmefrekvens Rest                  | 26              | 52          | 26         | 97%                     |
| Tømmefrekvens Mad                   |                 | 52          |            | 31%                     |
| Tømmefrekvens Glas/Metal            | 13              | 26          | 9          | 42%                     |
| Tømmefrekvens Plast/ Drikkekartoner |                 | 26          |            | 97%                     |
| Tømmefrekvens Papir/Pap + Tekstil   | 13              | 26          | 9          | 67%                     |

### Valgte tømmefrekvenser i scenarie 3 og tilsvarende fyldningsgrader for enfamilieboliger

| Fraktion                          | Enfamiliebolig | Etagebolig | Sommerhus | Enfamiliebolig % fyldt |
|-----------------------------------|----------------|------------|-----------|------------------------|
| Tømmefrekvens Rest                | 26             | 52         | 26        | 97%                    |
| Tømmefrekvens Mad                 |                | 52         |           | 31%                    |
| Tømmefrekvens Glas                | 7              | 13         | 7         | 26%                    |
| Tømmefrekvens Metal               |                | 13         |           | 39%                    |
| Tømmefrekvens Plast               | 13             | 26         | 9         | 69%                    |
| Tømmefrekvens Drikkekartoner      |                | 13         |           | 42%                    |
| Tømmefrekvens Papir/Pap + tekstil | 13             | 26         | 9         | 67%                    |

### Antal beholdere

Ved enfamilieboliger og sommerhuse er det forudsat, at der opstilles beholdere ved hver husstand, så kan antal beholdere i højere grad tilpasses behovet ved etageboliger, hvilket er medvirkende til, at affaldsindsamling alt i alt er billigere ved etageboliger end ved enfamilieboliger.

Her er ovennævnte volumenbehov anvendt til at vurdere, hvor mange beholdere, der skal opstilles ved etageboliger. På baggrund af den beregnede volumenbehov for hver fraktion og pr husstand er indledningsvist vurderet en passende tømningfrekvens, som er angivet i tabellerne ovenfor.

Herudfra er så beregnet det nødvendige antal beholdere, ud fra en forudsætning om, at der skal være opstillet beholdere for hver 20 boliger. Det vil i praksis skulle tilpasses de konkrete ejendomme, der vil variere meget i størrelse, og hvor mange boliger, der er tilknyttet en lokal fælles standplads af beholdere. Det forudsættes her, at der er opstillet beholdere til alle fraktioner ved alle standpladser.

| Samlet antal beholdere der skal købes | Enfamiliebolig | Etagebolig | Sommerhus | Totalt  |
|---------------------------------------|----------------|------------|-----------|---------|
| 2 beholdere                           | 275.000        | 25.000     | 40.000    | 340.000 |
| 3 beholdere                           | 410.000        | 35.000     | 60.000    | 505.000 |
| 4 beholdere                           | 550.000        | 45.000     | 80.000    | 675.000 |

## Bilag 4 Prisforudsætninger

### Indkøb, afskrivning og indsamling

| Investering i beholdere - inkl. udbringning               | Pris | Enhed  | Kilde og kommentarer  |
|---|------|--|-----------------------|
| 240 liter dobbeltbeholder                                 | -400 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 2-hjulet enkeltbeholder 140 liter                         | -190 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 2-hjulet enkeltbeholder 190 liter                         | -190 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 2-hjulet enkeltbeholder 240 liter                         | -206 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 370 liter enkeltbeholder                                  | -510 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 660 liter enkeltbeholder Rest                             | -900 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 660 liter enkeltbeholder PP                               | -900 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| 660 liter enkeltbeholder GPM                              | -900 | Kr./beholder                                   | Erfaringstal fra FARR |
| Udskiftning/klargøring/uddeling af beholdere (140-240L)   | -55  | Kr/beholder                                    | Erfaringstal fra FARR |
| Udskiftning/klargøring/uddeling af beholdere (400L-660L)  | -75  | Kr/beholder                                    | Erfaringstal fra FARR |
| Udskiftning af låg på 660 liter beholder fra papirindkast | -70  | Kr/beholder                                    | Erfaringstal fra FARR |
| Indkøb og uddeling af biospand                            | -20  | Kr/spand - 10 kr til spand, 10 kr til uddeling | Erfaringstal fra FARR |

| Afskrivningsperioder      | Levetid | Enhed | Kilde og kommentarer |
|---------------------------|---------|-------|----------------------|
| to og 4-hjulede beholdere | 8       | år    | Vurdering fra FARR   |
| Tokammerbeholdere         | 8       | år    | Vurdering fra FARR   |

| Tømningspriser 14 dages tømning                 | Pris | Enhed        | Kilde og kommentarer               |
|---|------|--------------|------------------------------------|
| 140-250 liter enkeltbeholder til rest           | -17  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |
| 140-240 liter enkeltbeholder til genanvendeligt | -23  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |
| 240 liter dobbeltbeholder                       | -22  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |
| 370L enkelt beholder til rest                   | -18  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |
| 4-hjulet beholder (660 liter) Rest              | -18  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |
| 4-hjulet beholder (660 liter) genan.            | -23  | Kr./ tømning | AVA afrundet Erfaringstal fra FARR |



| Diverse til indsamling                                 |       | Enhed         | Kilde og kommentarer                  |
|--|-------|---------------|---------------------------------------|
| Indkøb af plastposer til tekstiler                     | -0,58 | Kr./pose      | Arwos                                 |
| Antal store tekstilposer pr husstand                   | 10    | antal/år      | Arwos                                 |
| Indkøb poser (bioaffald)                               | -0,1  |               | Projekt om bioaffald (Niras) for FARR |
| Indkøb poser (optisk)                                  | -0,12 | kr/pose       | Projekt om bioaffald (Niras) for FARR |
| Antal restposer (optisk) pr husstand                   | 200   | antal/år      | Projekt om bioaffald (Niras) for FARR |
| Antal madposer (optisk) pr husstand                    | 200   | antal/år      | Projekt om bioaffald (Niras) for FARR |
| Antal madposer (optisk) pr sommerhus                   | 50    | antal/år      | Econet rapport                        |
| Antal plastposer (optisk) pr husstand                  | 100   | antal/år      | Projekt om bioaffald (Niras) for FARR |
| Antal metalposer (optisk) pr husstand                  | 50    | antal/år      | Skøn ud fra volumenbehov              |
| Antal tekstilposer (optisk) pr husstand                | 10    | antal/år      | Skøn ud fra volumenbehov              |
| Antal mad- og fødevarekartonposer (optisk) pr husstand | 50    | antal/år      | Skøn ud fra volumenbehov              |
| Uddeling af poser                                      | -20   | Kr./ husstand | Skøn                                  |
| tab af affald sorteringsanlæg (posesortering)          | 10%   |               | Niras                                 |
| tab madaffald på forsoringsanlæg (posesortering)       | 10%   |               | Niras                                 |
| Vedligehold af beholdere                               | 3%    |               | Econet rapport                        |

## Bilag 5 Økonomiske forudsætninger for optisk sortering

Vurdering af økonomi for optisk sortering er baseret på følgende forudsætninger, beregnet på baggrund af data fra Optibag.

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Mængder i alt ton/år</b>            | <b>125.000</b>     |
| <b>Anlægsinvestering kr.</b>           | -94.550.000        |
| <b>Omkostninger kr/år</b>              |                    |
| <b>Forrentning og afskrivning</b>      | -10.319.533        |
| <b>Vedligehold</b>                     | -284.000           |
| <b>Driftsomkostninger pr. år i alt</b> | -7.283.100         |
| <b>Afsætning pr. år</b>                |                    |
| <b>Uforudsete omkostninger</b>         |                    |
| <b>Årlige omkostninger i alt</b>       | <b>-17.886.632</b> |
| <b>Omkostninger kr./ton sorteret</b>   | <b>-143</b>        |