

Examensarbete under hösten 2022 inom specialiseringen energisystem:

# **Konsekvenser för energiåtervinning när materialåtervinning av avfall ökar**

Uppsatsförfattare: Cornelia Malder

Handledare, LTH: Mikael Lantz  
Handledare, Stockholm Exergi: Eva-Katrin Lindman

Examinator: Karin Ericsson

Civilingenjörsprogrammet i ekosystemteknik  
Lunds Tekniska Högskola  
Energisystem  
2023-01-17

# Abstract

This thesis examines how the composition and properties of the waste that is treated with energy recovery may change based on today's decided legislation and actors' goals and activities. Specifically, municipal waste and operational waste from all kinds of businesses that is treated with energy recovery in the region of Stockholm has been investigated. The study, carried out in collaboration with Stockholm Exergi, is a literature and interview study, and with data from literature and Stockholm Exergi, a scenario analysis has been carried out according to the methodology "What if".

Regarding municipal waste, the study shows that there is great potential for increased sorting and recycling of food and packaging waste in particular. According to the scenario analysis, the increased sorting of the waste treated with energy recovery will result in a decreased moisture content, increased ash content, slightly decreased lower heating value and an increased fossil carbon share. Regarding operational waste, no quantitative scenario analysis has been carried out, since the knowledge about the current composition of this waste and the current material recycling rates for different fractions is lacking. The interviews with suppliers of operational waste to Stockholm Exergi and the existing legislation indicate that the sorting of mainly construction and demolition waste and packaging waste within all types of operations will increase.

The results of the scenario analysis regarding the municipal waste show that the incineration process can continue work as it does now. However, a higher ash content and a higher proportion of fossil carbon implies increased costs. Furthermore, increased material recycling means that the amount of municipal waste that needs to be treated with energy recovery in the region will decrease by almost 50 percent by the year 2030, according to the scenario analysis. The study demonstrates that energy recovery as a treatment method can function as an important complement to reuse and material recycling. Going forward, energy recyclers such as Stockholm Exergi need a strategy for replacement fuel, management of fossil carbon dioxide emissions and how increased costs are to be covered.

# Sammanfattning

Med utgångspunkt i idag beslutad lagstiftning och aktörers målsättningar och aktiviteter undersöker detta examensarbete hur det avfall som behandlas med energiåtervinning kan komma att förändras till sammansättning och egenskaper. Specifikt har kommunalt avfall och verksamhetsavfall som behandlas med energiåtervinning i Stockholmsområdet undersökts. Studien, som utförts i samarbete med Stockholm Exergi, är en litteratur- och intervjustudie, och med data från litteratur och Stockholm Exergi har en scenarioanalys genomförts enligt metodiken ”What if”.

Gällande kommunalt avfall visar studien att det finns stor potential för ökad utsortering och materialåtervinning av framförallt mat- och förpackningsavfall. Den ökade utsorteringen kommer för det avfall som behandlas med energiåtervinning, enligt scenarioanalysen, innebära att fukthalten minskar, askhalten ökar, det effektiva värmevärdet minskar något och den fossila kolandelen ökar. Gällande verksamhetsavfall har ingen kvantitativ scenarioanalys utförts då kunskapen kring den nuvarande sammansättningen av detta avfall och de nuvarande materialåtervinningsgraderna för olika fraktioner är bristande. Intervjuerna med leverantörer av verksamhetsavfall till Stockholm Exergi och den lagstiftning som finns tyder på att utsorteringen av framförallt bygg- och rivningsavfall och förpackningsavfall inom alla typer av verksamheter kommer öka.

Resultaten av scenarioanalysen gällande det kommunala avfallet visar att förbränningsprocessen kan fungera som den gör nu, däremot innebär högre askhalt och högre fossil kolandel ökade kostnader. Vidare innebär ökad materialåtervinning att mängden kommunalt avfall som i regionen behöver behandlas med energiåtervinning, enligt scenarioanalysen, minskar med knappt 50 procent till år 2030. Studien visar att energiåtervinning som behandlingsmetod kan fungera som ett viktigt komplement till återbruk och materialåtervinning. Framåt behöver energiåtervinnare så som Stockholm Exergi en strategi för ersättningsbränsle, hantering av fossila koldioxidutläpp samt för hur ökade kostnader ska täckas.

# Förord

Med detta examensarbete avslutar jag min civilingenjörsutbildning, Ekosystemteknik med specialisering inom energisystem på Lunds Tekniska Högskola. Jag vill tacka min handledare Mikael Lantz, universitetslektor vid institutionen för teknik och samhälle, miljö- och energisystemstudier, för dina mycket goda råd. Jag vill också tacka Stockholm Exergi som välkomnat mig och de medarbetare som svarat på mina frågor. Specifikt vill jag rikta ett stort tack till Eva-Katrin Lindman på Stockholm Exergi för den vägledning och uppmuntran du gett mig på min väg in i arbetslivet. Sist men inte minst vill jag tacka mamma och pappa, och mina hjärtevänner för att ni alltid stöttar mig.

Cornelia Malder, december 2022

# Innehåll

Förteckning över figurer . . . . .	vii
Förteckning över tabeller . . . . .	ix
<b>1 Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Syfte, mål och frågeställningar . . . . .	2
1.2 Avgränsningar . . . . .	2
1.3 Disposition och läsanvisningar . . . . .	3
<b>2 Metod</b>	<b>4</b>
2.1 Litteraturstudie . . . . .	4
2.2 Datainsamling . . . . .	4
2.2.1 Intervjuer med leverantörer av verksamhetsavfall . . . . .	5
2.3 Scenario-analys . . . . .	5
<b>3 Bakgrund</b>	<b>6</b>
3.1 Introduktion till avfall . . . . .	6
3.1.1 Kommunalt avfall . . . . .	7
3.1.2 Bygg- och rivningsavfall . . . . .	8
3.1.3 Verksamhetsavfall . . . . .	9
3.1.4 Scenarier för förändrad avfallssammansättning till energiåtervinning på nationell nivå . . . . .	9
3.2 Avfallsförbränning och dess roll i samhället . . . . .	11
3.2.1 En samhällsekonomisk analys . . . . .	11
3.2.2 Ur perspektivet cirkulär ekonomi . . . . .	14
3.3 Lagstiftning . . . . .	14
3.3.1 Återvinningsmål höjs . . . . .	14
3.3.2 Producentansvar förpackningar . . . . .	15
3.3.3 Obligatoriskt minimikrav för producentansvar . . . . .	16
3.3.4 Kommunernas avfallsförebyggande arbete ökar . . . . .	16
3.3.5 Nya krav på separat insamling av farligt avfall, textil och biologiskt avfall . . . . .	16
3.3.6 Nya krav på bygg- och rivningsavfall . . . . .	17
3.3.7 Förbud mot att förbränna separat insamlat avfall . . . . .	17
3.3.8 25/25-målet . . . . .	17
3.4 Tekniska aspekter av fungerande energiåtervinning av avfall . . . . .	17
<b>4 Nuvarande avfallsflöde</b>	<b>20</b>
4.1 Kommunalt avfall . . . . .	20

4.1.1	SÖRAB . . . . .	21
4.1.2	SVOA . . . . .	24
4.1.3	SRV återvinning . . . . .	26
4.1.4	Sammansättning av det kommunala avfallet idag . . . . .	26
4.2	Verksamhetsavfall . . . . .	28
4.2.1	Grovkrossat verksamhetsavfall . . . . .	28
4.2.2	Avfallskross . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Scenarier för framtida avfallsflöde</b>	<b>34</b>
5.1	Kommunalt avfall . . . . .	34
5.2	Verksamhetsavfall . . . . .	36
<b>6</b>	<b>Resultat</b>	<b>37</b>
6.1	Förändrad sammansättning . . . . .	37
6.2	Förändrade egenskaper . . . . .	39
6.3	Förändrade mängder . . . . .	42
6.4	Känslighetsanalys . . . . .	42
6.4.1	Alternativ elementardata för fraktionen "Övrigt" . . . . .	43
6.4.2	Lägre utsorteringsgrad för textil och farligt avfall . . . . .	45
6.4.3	Hälften av plastförpackningarna av biogent ursprung . . . . .	46
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>49</b>
7.1	Hur resultaten kan användas och tolkas . . . . .	49
7.2	Kommunalt avfall som energiåtervinns nu och i framtiden . . . . .	49
7.2.1	Nuvarande kommunalt avfall - En jämförelse . . . . .	49
7.2.2	Scenario 2025 och 2030 för kommunalt avfall . . . . .	50
7.3	Verksamhetsavfall som energiåtervinns nu och i framtiden . . . . .	53
7.3.1	Nuvarande verksamhetsavfall . . . . .	53
7.3.2	Troliga förändringar av verksamhetsavfallets sammansättning . . . . .	54
7.4	Energiåtervinning som behandling av avfall . . . . .	55
<b>8</b>	<b>Slutsats &amp; rekommendation</b>	<b>57</b>
8.1	Rekommendation . . . . .	58
	<b>Källförteckning</b>	<b>59</b>
<b>A</b>	<b>Intervjumanual</b>	<b>63</b>
A.1	Grovkrossat verksamhetsavfall . . . . .	63
A.2	Avfallskross . . . . .	64
<b>B</b>	<b>Nuläget - rådata</b>	<b>65</b>
B.1	SVOA . . . . .	65
B.2	SÖRAB . . . . .	66
B.3	SRV . . . . .	70
B.4	Korrektionsfaktorer . . . . .	72
<b>C</b>	<b>Nuläget - Beräkningsgång</b>	<b>74</b>
C.1	Bearbetning av plockanalyser . . . . .	74
C.1.1	Uppskattningar för utsorteringsgrad . . . . .	74
C.2	Utsorteringsgrader i BE och RUS . . . . .	74

C.2.1	Utsorteringsgraden av plast . . . . .	74
C.2.2	Utsorteringsgraden av metall . . . . .	75
C.3	Sammansättning av SRV:s kommunala avfall . . . . .	76
<b>D</b>	<b>Elementaranalys - Rådata</b>	<b>78</b>
<b>E</b>	<b>Elementaranalys - Beräkningsgång</b>	<b>83</b>
E.1	Användning av de fraktioner som elementaranalys finns för . . . . .	83
E.2	Kemiska analyser genomförda av Stockholm Exergi . . . . .	84
<b>F</b>	<b>Extra - Klor, kväve och svavel</b>	<b>86</b>

# Figurer

3.1	Avfallshierarkin (Avfall Sverige 2021b). . . . .	6
3.2	Kostnad/nytta av att inte ha energiåtervinning ur avfall i Sverige (Avfall Sverige 2022a, tabell 8). . . . .	13
3.3	Ett teoretiskt eldningsdiagram <sup>1</sup> . . . . .	18
4.1	Sammanställningen av det kommunala restavfallet, enligt plockanalyser, för SVOA, SÖRAB och SRV. . . . .	21
4.2	Sammanställningen av SÖRAB:s kommunala restavfall från hushåll utan eftersortering samt efter att plast och metall sorterats ut i Brista eftersorteringsanläggning (BE). . . . .	23
4.3	Sammanställningen av SVOA:s kommunala restavfall från hushåll utan eftersortering samt efter att matavfall, plast och metall sorterats ut i eftersorteringsanläggningen RUS. . . . .	25
4.4	Andel av den totala mängd verksamhetsavfall som de intervjuade avfallsbolagen levererar till Stockholm Exergi. . . . .	29
6.1	Sammanställningen av SÖRAB:s kommunala avfall som behandlas i form av energiåtervinning förändras som följd av ökad utsortering. . . . .	38
6.2	Förändringar i sammanställningen av SVOA:s kommunala avfall som energiåtervinns till följd av ökad utsortering. . . . .	38
6.3	Sammanställningen av SRV:s kommunala restavfall förändras till följd av ökad utsortering enligt scenarierna. . . . .	39
6.4	Fukthalten i det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras. . . . .	40
6.5	Askhalten i det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras. . . . .	40
6.6	Det effektiva värmevärdet förändras som följd av ökad utsortering. . . . .	41
6.7	Den fossila kolandelen förändras med förändrad avfallssammansättning. . . . .	41
6.8	De totala avfallsmängderna av det kommunala avfallet till energiåtervinning minskar då utsorteringen ökar. . . . .	42
6.9	Fukthalten förändras som följd av ökad utsortering, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet. . . . .	43
6.10	Askhalten förändras då utsorteringen av specifika fraktioner ökar, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar resultatet. . . . .	44
6.11	Det effektiva värmevärdet förändras som följd av ökad utsortering, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet. . . . .	45
6.12	Den fossila kolandelen förändras när utsorteringen av bestämda fraktioner ökar, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet. . . . .	45



6.13	De fyra undersökta egenskaperna hos det kommunala restavfallet i scenario 2025 och då scenario 2025 ändras med hänsyn till minskad utsortering av textil och farligt avfall. . . . .	46
6.14	Fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning idag. . . . .	47
6.15	Fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som energiåtervinns om hälften av plastförpackningarna produceras av biogen råvara. . . . .	47
6.16	Enligt Scenario 2030, fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning. . . . .	48
6.17	Fördelning av det fossila kolet mellan fraktioner i avfallet som energiåtervinns enligt Scenario 2030 om hälften av plastförpackningarna produceras av biogen råvara. . . . .	48

# Tabeller

3.1	Målsättning [%] för materialåtervinning av kommunalt respektive förpackningsavfall. Notera att det finns ett mål för sammanlagd återvinning av förpackningar samt mål för respektive material (Naturvårdsverket u.å.[d]). . . . .	15
4.1	Andelar av avfallsfraktioner som sorteras ut inom SÖRAB för materialåtervinning. I kolumn två visas de andelar som sorteras ut av hushållen och i kolumn tre visas vad utsorteringen blir med Brista eftersorteringsanläggning (BE). . . . .	23
4.2	De andelar av olika avfallsfraktioner som SVOA idag sorterar ut för materialåtervinning. I andra kolumnen visas det som sorteras ut av hushållen och i kolumn tre visas vilken utsortering RUS teoretiskt kan medföra. . . . .	25
4.3	De andelar av olika avfallsfraktioner som, enligt beräkning, idag sorteras ut av hushållen för materialåtervinning inom SRV:s upptagningsområde. . . . .	26
4.4	Sammanfattar nuläget för det kommunala avfallet inom SÖRAB, SVOA och SRV. . . . .	27
4.5	Egenskaper framtagna från elementarsammansättningar för kommunalt restavfall från de olika avfallsbolagen, med och utan eftersortering. . . . .	28
4.6	Krav som ställs på det avfall som levereras till en av Stockholm Exergis pannor. Dels finns krav på sammansättning av olika avfallsfraktioner, dels finns krav på vilka egenskaper bränslet ska ha (Stockholm Exergi 2022). . . . .	32
5.1	De målsättningar som antas uppfyllas i scenarierna för hur det kommunala avfallet till energiåtervinning förändras. Anger hur stor andel av respektive fraktion som ska materialåtervinnas. . . . .	35
5.2	Utsorteringsgraden för respektive fraktion och scenario <sup>1</sup> . . . . .	36
B.1	Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SVOA ansvarar för. . . . .	65
B.2	Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för. . . . .	66
B.3	Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SRV ansvarar för. . . . .	70
B.4	Korrektionsfaktorer i det fall att andelen matavfall i avfallet är 20-30%. . . . .	73
C.1	Visar förhållandet mellan mängder av magnetisk och icke-magnetisk metall. . . . .	75
C.2	Mängd per person av olika avfallsfraktioner för SRV:s kommuner visas. Rådatan återfinns tabell B.3. . . . .	76

D.1	Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper (Bisaillon m. fl. 2013). . . . .	79
D.2	Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper. . . . .	81
E.1	Hur de fraktioner som finns i det kommunala avfallet tas till hänsyn i beräkningar som görs gällande avfallets egenskaper. . . . .	84
E.2	Resultat av kemiska analyser som Stockholm Exergi utfört på det kommunala restavfallet som behandlas i företagens anläggningar. . . . .	85
F.1	Resultat av beräknad klorhalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen ”Övrigt” används enligt den första känslighetsanalysen. . . . .	86
F.2	Resultat av beräknad kvävehalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen ”Övrigt” används enligt den första känslighetsanalysen. . . . .	87
F.3	Resultat av beräknad svavelhalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen ”Övrigt” används enligt den första känslighetsanalysen. . . . .	87

# Kapitel 1

## Inledning

I linje med hållbar utveckling pågår arbete för att skifta från det som brukar kallas linjär ekonomi där saker (i bästa fall) slits och sedan slängs till cirkulär ekonomi i vilken varor och material kan återbrukas och återvinnas. Inom EU finns en gemensam prioriteringsordning för både lagstiftning och insatser inom avfallsområdet, den så kallade avfallshierarkin. Avfallshierarkin säger att avfall först och främst ska förebyggas, och om avfall trots det uppkommer ska det behandlas enligt följande prioritering: återanvändas, materialåtervinnas, energiåtervinnas eller bortskaffas. En förutsättning för att denna ordning ska gälla är att det är miljömässigt motiverat (Naturvårdsverket u.å.[a]). Avfallshierarkin är med andra ord ett verktyg för att reducera resursslöseri men också för att minska spridningen av farliga ämnen och minska fossila utsläpp.

Inom EU och Sverige finns ett gemensamt regelverk och lagstiftning inom avfallsområdet. År 2018 beslutade EU om revideringar i avfallslagstiftningen, det så kallade avfallspaketet, vars huvudsakliga mål är att öka resursers cirkuläritet. En del regeländringarna började gälla den 5 juli 2020 och de senaste börjar gälla år 2025. Regeländringarna innebär bland annat ökade krav på utsortering av avfallsfraktioner, höjda materialåtervinningsmål och utökat producentansvar. De införlivas i svensk lagstiftning till stor del genom miljöbalken, avfallsförordningen, deponeringsförordningen och genom Naturvårdsverkets föreskrifter (Naturvårdsverket u.å.[d]).

Till följd av den reviderade lagstiftningens höjda krav har kommuner, bygg- och rivningsbranschen och flera företag ställt upp egna tidsatta mål för utsortering av olika avfallsfraktioner. Förutsatt att de höjda kraven uppfylls kommer det avfall som går till energiåtervinning förändras i sammansättning, mängd och egenskaper.

Detta examensarbete utförs i samarbete med Stockholm Exergi AB. Stockholm Exergi är stockholmarnas energibolag och tryggar tillgången på värme, kyla och el samt utför avfallstjänster i den växande Stockholmsregionen. Idag är mer än 800 000 boende och över 400 sjukhus, datahallar och andra offentliga och privata verksamheter anslutna till fjärrvärmenätet som i sin tur är kopplat till företagets värme- och kraftvärmeanläggningar. Samtidigt som Stockholm Exergi arbetar för att möta den växande regionens behov av energi strävar företaget efter att utveckla cirkulära lösningar och motverka klimatpåverkan (Stockholm Exergi u.å.).

*” Med gemensam kraft bidrar vi till att driva Stockholm framåt mot möjligheten att kunna bli världens första klimatpositiva huvudstad.” (Stockholm Exergi 2021)*

En del av Stockholm Exergis kraftvärmeproduktion sker som energiåtervinning av avfall och produktionen kommer därmed påverkas i det fall att avfallets sammansättning förändras. I dagsläget har forskning utförts gällande hur de nationella avfallsflödena uppskattas förändras som följd av nationella och EU-gemensamma mål och lagstiftning, däremot saknas vetenskap kring hur avfallsflödena kan förändras på lokal nivå.

## 1.1 Syfte, mål och frågeställningar

Examensarbetets syfte är att utifrån idag känd lagstiftning, och aktörers målsättningar och beslutade aktiviteter uppskatta sammansättning och egenskaper hos framtida kommunalt respektive bygg-, riv- och verksamhetsavfall. Kartläggningens fokus är det avfall som behandlas med energiåtervinning i Stockholmsområdet.

Aktuella egenskaper för avfallet som kommer uppskattas är energi-, fukt- och askinnehåll samt andel fossilt kol. Studien kommer ta hänsyn till hur utsorteringen av en fraktion påverkar andelen av andra fraktioner i avfallet som går till energiåtervinning.

Studiens mål är att skapa scenarier för förändringar i avfallsflödet till energiåtervinning, och att på ett konsekvent sätt beräkna energiflödenas energi-, fukt- och askinnehåll samt andel fossilt kol. Detta för att Stockholm Exergi ska ha möjlighet att anpassa förbränningen så att den fortfarande uppfyller de mål och krav som finns.

Rapporten kommer avhandla följande frågeställningar:

- 1. Vad har det avfall som i nuläget behandlas av Stockholm Exergi för sammansättning?*
- 2. Utifrån idag känd lagstiftning, och aktörers målsättningar och beslutade aktiviteter, hur förväntas sammansättning och egenskaper hos framtida kommunalt respektive bygg-, riv- och verksamhetsavfall förändras till år 2025 respektive till 2030?*
- 3. Kan avfallsförbränningen, som den idag fungerar, behandla de framtida uppskattade avfallsflödena på ett sådant vis att utsläppskrav uppfylls och energiåtervinningen samtidigt är effektiv? Om inte, hur behöver den förändras?*
- 4. Baserat på de aspekter av avfallsförbränning som avhandlas i denna studie, vilka är de främsta utmaningarna som energiåtervinning av avfall står inför?*

## 1.2 Avgränsningar

- Undersökningen begränsas till att undersöka avfallsflödena i Stockholmsregionen, i den mening att det är de företag och kommuner som levererar avfall till Stockholm Exergi som undersöks.
- De egenskaper hos avfallet som undersöks är begränsat till energi-, fukt- och askinnehåll, samt fossil kolandel.
- Scenarier för framtida avfallsammansättning tar endast lagstiftning och målsättningar

som uttrycks kvantitativt i beaktande. Lagstiftning och målsättningar som är kvalitativa exkluderas då det i hög grad innebär spekulation för vilken kvantitativ skillnad de medför.

## 1.3 Disposition och läsanvisningar

Rapporten innehåller följande:

1. **Introduktion:** I detta kapitel presenteras studiens syfte, mål och frågeställningar, samt arbetets avgränsningar.
2. **Metod:** I metod-kapitlet beskrivs kortfattat vilka metoder som används för att utföra studien.
3. **Bakgrund:** Det nuvarande kunskapsläget gällande avfall som behandlas med energiåtervinning presenteras. Även relevant lagstiftning och grundläggande kunskap om bränsleegenskapens påverkan på förbränningsprocessen beskrivs.
4. **Nuvarande avfallsflöde:** I detta kapitel redovisas de rådande avfallsflödena till energiåtervinning hos Stockholm Exergi.
5. **Scenarier för framtida avfallsflöde:** I detta kapitel presenteras de scenarier som tagits fram.
6. **Resultat:** I detta kapitel redovisas resultaten av de utformade scenarierna.
7. **Diskussion:** I detta kapitel diskuteras resultaten som presenterats i *kapitel 4* och i *kapitel 6*.
8. **Slutsats & rekommendation:** Frågeställningarna besvaras kortfattat och rekommendationer för vidare arbete ges i detta kapitel.

# Kapitel 2

## Metod

Examensarbetet genomfördes i ett antal steg. Inledningsvis utfördes en litteraturstudie. Det gjordes för att skapa en grundläggande förståelse för de ämne som arbetet inkluderar. Därefter genomfördes en kartläggning av de nuvarande avfallsflödena till Stockholm Exergi. Det tredje steget innebar att scenarier för framtida (år 2025 och 2030) avfallsflöde till Stockholm Exergi togs fram utifrån det som indikerats av steg ett och två. I fjärde steget gjordes beräkningar gällande energi-, fukt- och askinnehåll samt fossilandel för de scenarier som tagits fram, och en beräkningsmodell för detta byggdes.

Nedan beskrivs de metoder som använts. *Utförliga resonemang om scenario-uppbyggnad och beräkningar återfinns i respektive kapitel och bilagor.*

### 2.1 Litteraturstudie

I litteraturstudien användes sökorden energy-to-waste, avfallsförbränning, energiåtervinning, avfallsbehandling, avfallsflöde, fjärrvärme, avfallsströmmar, avfallssammansättning, energisystem, avfallslagstiftning för att finna litteratur relevant för studien. Artiklar och forskning söktes på LUBSearch och Google Scholar, samt på myndigheters, institutioners och branschorganisationers hemsidor.

Då arbetets syfte var att undersöka nuvarande avfallsflöde till energiåtervinning samt uppskatta hur sammansättningen i det avfall som går till energiåtervinning kan komma att förändras de närmsta åren eftersträvades att litteraturen var från år 2017 och framåt. I de fall att äldre litteratur använts saknas nyare eller anses forskningen fortfarande relevant.

### 2.2 Datainsamling

Data i form av plockanalyser av kommunalt avfall, avfall som levereras till energiåtervinningen samt av avfall som genomgått eftersortering har samlats in. Denna data har ursprungligen upprättats av de tre avfallsbolag Stockholm Vatten och Avfall (SVOA), Söderhalls Renhållningsverk AB (SÖRAB) och SRV Återvinning alternativt av Stockholm Exergi.

Elementaranalyser på avfallsfraktioners sammansättning har samlats in från Stockholm Exergi samt från litteratur.

I de fall då tillgång till data saknats har samtal förts med aktuella parter. Samtal har förts med SVOA gällande utsorteringsgrader i deras planerade eftersorteringsanläggning. Vidare har datainsamling gällande sammansättningen av det verksamhetsavfall som behandlas av Stockholm Exergi utförts genom intervjuer med leverantörer av verksamhetsavfall.

### 2.2.1 Intervjuer med leverantörer av verksamhetsavfall

Inom studien genomfördes fem intervjuer med personer, som arbetar med återvinningsaffärer, inom de företag som levererar verksamhetsavfall till Stockholm Exergi. Intervjuerna genomfördes för att nödvändig och mer nyanserad information om kunskapsnivån gällande verksamhetsavfallets innehåll skulle erhållas. Intervjuerna var semistrukturerade med förberedda frågor som ställdes i samma följd. Respondenterna fick följdfrågor baserat på deras svar. *De frågor som ställdes återfinns i bilaga A.* Intervjuerna utfördes som telefonintervjuer och kompletterande frågor skickades och besvarades på mejl. Anteckningar togs under intervjuerna. Specifik information erhöles men specifika formuleringar var ansågs inte nödvändiga.

## 2.3 Scenario-analys

Framtida sammansättning av och egenskaper hos avfall som behandlas med energiåtervinning av Stockholm Exergi uppskattas för olika scenarier. Scenarierna baseras på den lagstiftning och de mål som finns för behandling av avfall.

En metodik som kallas "What if" användes. Den ställer frågan "Vad händer om...?" och är inte en prognos för utvecklingen. I *kapitlet 5* presenteras scenarier specifikt. Det görs utifrån att följande aspekter tagits hänsyn till:

1. Överväganden: Syftar till vilka avvägande och begränsningar som sätts för frågan.
2. Beroende: Med beroende menas vilka faktorer som finns och som har påverkan på resultatet av frågan för scenariot men som inte kan styras.
3. Påverkansbart: Syftar till de faktorer som påverkar resultatet av scenariot och som kan styras.

Scenarier för kommunalt avfall och verksamhetsavfall togs fram separat.



# Kapitel 3

## Bakgrund

I detta kapitel presenteras den kunskap som idag finns om avfalls sammansättning och olika aspekter av vad energiåtervinning som behandling av avfall innebär för samhället. Vidare presenteras vilken lagstiftning och målsättningar som finns eller som inom de närmsta åren kommer införas och slutligen grundläggande kunskap om olika bränsleegenskapers påverkan på förbränningsprocessen.

### 3.1 Introduktion till avfall

Enligt definitionen i Miljöbalken (Miljöbalk (1998:808) 15 kap 10§) är avfall varje ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med, avser eller är skyldig att göra sig av med.

Den mängd avfall som uppkommer kan hanteras på olika vis. I Sverige, liksom i EU, arbetar man enligt avfallshierarkin vilken är den prioriteringsordning för hur avfallet ska behandlas. Avfallshierarkin illustreras av figur 3.1 och innebär följande prioritering:

1. Förebygga att avfall inte uppstår
2. Återanvända
3. Materialåtervinna och biologiskt återvinna
4. Energiåtervinna
5. Deponera



Figur 3.1: Avfallshierarkin (Avfall Sverige 2021b).

I Sverige uppkom år 2020 totalt 152 miljoner ton avfall, av vilket den övervägande delen, 76 procent, var gruvavfall. 35,7 miljoner ton avfall uppkom i övriga branscher och hushåll. Det kommunala avfallet uppgick år 2021 till totalt knappt 5 miljoner ton. Verksamheter ansvarar själva för omhändertagandet av det avfall som inte är kommunalt (Avfall Sverige 2021b). Bygg- och rivningsektorn genererar ungefär 14 miljoner ton avfall varje år i Sverige. Den mängden motsvarar runt en tredjedel av den totala mängden avfall som uppkommer i Sverige årligen, gruvavfall exkluderat (Miliute-Plepiene, Unsbo och Sundqvist 2021).

Det pågår ständigt arbete och forskning för att ”flytta upp” hanteringen av avfallet enligt avfallshierarkin. Gällande kommunalt avfall är kontrollen god vilket medför goda möjligheter för förbättring. Däremot är kunskapen om innehållet i bygg- och rivningsavfall och verksamhetsavfall sämre, vilket gör åtgärder mer svårarbetade. Nedan följer avsnitt som översiktligt beskriver det nuvarande kunskapsläget för respektive avfallsgrupp.

### 3.1.1 Kommunalt avfall

Kommunalt avfall är det avfall som uppkommer i hushåll samt sådant avfall som till sin art och sammansättning liknar avfall från hushåll. Begreppet kommunalt avfall ersatte år 2020 begreppet hushållsavfall för att möjliggöra mer jämförbar statistik inom EU. Med det förändrade begreppet vidgas även omfånget av avfallskällor (Naturvårdsverket u.å.[c]).

Edo, Johansson och Sahlin (2019) har publicerat en rapport i vilken plockanalyser på restavfall från totalt 236 stycken boende av olika typer har gjorts. Dessa plockanalyser gjordes 2018 och sammanställningen visar att:

- 33% var bioavfall, varav 80% var matavfall och av detta ansågs 25% vara onödigt avfall.
- 19% var papper och kartong, varav 45% var pappersförpackningar och 31% var tidningar.
- 17% var plast, varav 54% var mjukplast och 32% var hårdplastförpackningar.
- Metall, glas och inert material stod för 3-4% vardera.
- Mindre än 1% var farligt avfall.
- 21% var övrig, varav 49% blöjor och bindor, 13% textil.

Slutsatsen som följde av plockanalysen var att 31% av avfallet borde gått till biologisk återvinning och 44% borde gått till materialåtervinning. Detta då det idag finns utvecklade materialåtervinningssystem för förpackningar och tidningar samt för matavfall (Edo, Johansson och Sahlin 2019).

För bygg- och rivningsavfall redovisar Edo, Johansson och Sahlin (2019) kemiska analyser gällande de olika fraktionerna som ingår i avfallen. Gällande det kommunala avfallet har kemiska analyser utförts enbart på vissa plastfraktioner som återfinns i restavfallet hos hushåll.

### 3.1.2 Bygg- och rivningsavfall

Brännbart bygg- och rivningsavfall ses ofta som en avfallsström trots dess stora skillnader i sammansättning. Edo, Johansson och Sahlin (2019) har undersökt osorterat bygg- och rivningsavfall separat. I den studien gjordes nio stycken plockanalyser på byggavfall. Detta byggavfall kom från olika typer av byggnader, bland annat kontor, skolor och lägenheter, och den genomsnittliga sammansättningen var följande:

- 31% trä, varav 97% bestod av konstruktionsvirke.
- 29% plast, varav mjukplastförpackningar stod för nära hälften av den totala plastmängden.
- 23% papper och papp, varav 80% utgörs av förpackningar.
- 8% var övrigt.
- 9% var övrigt icke brännbart.

Den genomsnittliga sammansättningen understryks i rapporten vara just genomsnittlig då variationen i sammansättning mellan proven är stor. Till exempel varierar plastfraktionens andel av den totala mängden i ett prov från några få till knapp 90%. Vidare, liksom slutsatsen som dras gällande det kommunala avfallet, konstateras det i rapporten att det finns stor potential att öka materialåtervinningen genom bättre källsortering på byggarbetsplatsen (Edo, Johansson och Sahlin 2019).

Gällande rivningsavfall gjordes fyra stycken plockanalyser. Det lilla antalet analyser menar Edo, Johansson och Sahlin (2019) beror på att det är tidskrävande, dyrt och svårt att utföra analyser på den typen av avfall. Som följd av det lilla antalet analyser kan resultatet inte användas för att ge en genomsnittlig bild av rivningsavfalls sammansättning utan kan användas som en indikation för vilka skillnader man kan förvänta sig i dess sammansättning. Orsaken till de stora skillnader kan var vilken typ av byggnad som rivs, när den är byggd, om ett helt objekt rivs eller om endast reovering av delar sker.

Från de fyra plockanalyser som gjordes kan följande utläsas:

- Plastandelen varierade mellan 0 och 18%.
- Träandelen varierade mellan 14 och 51%
- Papper och pappandelen varierade mellan 6 och 14%.
- Andelen icke brännbart (både icke farligt och farligt) varierade mellan 10 och 54%. I de prov med hög andel icke brännbart var gips den stora mängden.

Några intressanta observationer gällande de fyra plockanalyserna är att prov 1 och 2 innehöll en stor, närmre 50 procent, icke brännbart material trots att fraktionen skulle innehålla brännbart rivningsavfall. Edo, Johansson och Sahlin (2019) ansåg prov 4 vara ett ovanligt prov då det bestod av rivmassa från ett hus byggt på 1850-talet med halmtak. 64 procent av provet bestod av halm och, menar rapportförfattarna, visar på hur stor variation det kan vara i avfallssammansättningen inom en fraktion.

Både för bygg- och rivningsavfallet gjordes kemiska analyser för att undersöka askhalt (%TS) och det effektiva värmevärdet (MJ/kg). Askhalten i byggavfallet uppmättes till i

genomsnitt 7,6% och i rivningsavfallet mättes askhalten för proven separat. Beroende på provens innehåll varierade halten, i ett prov med hög andel gips var askhalten hög då gips har en askhalt på 36%. Gällande det effektiva värmevärdet uppmättes det i byggavfallet till i genomsnitt 21,5 MJ/kg. Det är ett relativt högt värde och det speglar den höga plastandelen i detta avfall. I likhet med askhalten beräknades inget genomsnittligt effektivt värmevärde för rivningsavfallet (Edo, Johansson och Sahlin 2019).

### 3.1.3 Verksamhetsavfall

En stor avfallström är verksamhetsavfallet, och Edo, Johansson och Sahlin (2019) identifierade bristen på specifika uppgifter om material och kemisk sammansättning i detta avfall. Varken i litteratur eller inom återvinningsindustrin finns information att tillgå. Vidare är verksamhetsavfall ett mycket heterogent avfall. Detta då det kommer från verksamheter med skilda produkter och processer, och konsekvensen är att det är svårt att hitta representativt avfall. Rapportförfattarna skriver följande:

*”Därför, och trots en stor insats, var det inte möjligt att få en representativ bild över verksamhetsavfallet som kunde studeras i detalj i detta projekt.” (ibid.)*

Edo, Johansson och Sahlin (2019) konstaterar att första steget för att nå ökad materialåtervinning och resurseffektivitet gällande verksamhetsavfallet är att öka kunskapen om avfallets komposition.

### 3.1.4 Scenarier för förändrad avfallssammansättning till energiåtervinning på nationell nivå

I rapporten *Bränslekvalitet - Nuläget och scenarier för sammansättning av restavfall till år 2025* (ibid.) modelleras scenarier med angreppssättet ”What if”. Denna modellering görs i en modell som heter ORWARE vilken har utvecklats i olika forskningsprojekt sedan början av 1990-talet. Utvecklingen av modellen började i ett forskningsarbete mellan KTH, SLU, JTI och IVL, och numera vidareutvecklas och används den främst av Högskolan i Gävle, Profu, SLU och JTI. Edo, Johansson och Sahlin (2019) har byggt upp scenarier genom att först ta fram ett referensscenario för år 2025 vilket är baserat på trender mellan 2011 och 2017 samt på ett antal antaganden. Därefter har tre olika ”What if” scenarier tagits fram; ett där mängden matavfall i restavfallet minskar, ett där mängden plast i avfallet till energiåtervinning minskar samt ett scenarier där de två tidigare nämnda kombineras.

Som introducerats i stycket ovan har först ett scenario, kallat Referens 2025, tagits fram. Detta scenario använder utvecklingen som skett mellan år 2011 och 2017 som utgångspunkt. Andelen av avfall som går till material- och biologisk återvinning antas vara lika stor som nu (år 2017). Vidare, antas kapaciteten för energiåtervinning av avfall öka i Sverige baserat på den kapacitetsutredning som Avfall Sverige utfört under år 2019, och som följd av att den svenska restavfallsmängden väntas öka långsammare än kapaciteten ökar kommer importen av avfall öka. Notera att scenarierna kombinerar alla typer av restavfall; från hushåll och verksamheter, inklusive bygg- och rivningsavfall.

Det modellerade resultatet för scenario Referens 2025 visar följande:

- Det effektiva värmevärdet ökar och fukthalten minskar. Förändringarna kan förklaras

av minskad andel matavfall och ökad andel plast i avfallet som går till energiåtervinning idag jämför med år 2011.

- Den fossila kolandelen ökar. Det sker som följd av att plastandelen är större idag jämfört med år 2011 på grund av att större andelar matavfall och papperskartong sorteras ut idag, och då en större andel av avfallet importeras.
- Ask- och klorhalten stiger. Det sker på grund av att den modellerade sammansättningen av olika avfallstyper för Referens 2025 i kombination med uppdaterad plockanalysdata innehåller större mängd inert material.

Med utgångspunkt i scenariot Referens 2025 har tre scenario modellerats. I följande stycke presenteras vad respektive scenario innebär och resulterar i.

Scenario 1 - Ökad utsortering av matavfall innebär att utsorteringen av matavfall ökar från idag cirka 40 procent till 70 procent år 2025 och ger följande resultat:

- Det totala energiinnehållet [TWh] minskar med drygt 1 procent medan mängden [ton] avfall till energiåtervinnig minskar med drygt 3 procent. Det sker som följd av att matavfall har ett relativt lågt energiinnehåll per massenhet.
- Det effektiva värmevärdet ökar (vilket går hand i hand med punkten ovan).
- Den fossila kolandelen ökar, vilket beror på att matavfall endast innehåller biogent kol.
- Fukthalten minskar då matavfall har en hög fukthalt.
- Askhalten påverkas endast lite.
- Klorhalten förändras inte då halten av klor i matavfall är lik den klorhalt som avfallsmixen i Referens 2025 har.

Scenario 2 - Ökad utsortering av plastförpackningar och annan plast innebär att utsorteringen av plastförpackningar ökar från dagens 44 procent till 80 procent samt att 210 000 ton annan plast sorteras ut. Detta scenario ger följande resultat:

- Det totala energiinnehållet [TWh] minskar med 10 procent. Den större minskningen av energiinnehåll relativt till total mängd [ton] som förbränns beror på det relativt höga energiinnehållet per massenhet i plastmaterial.
- Det effektiva värmevärdet sjunker (vilket går hand i hand med punkten ovan).
- Fukt- och askhalten ökar som följd av relativt låga halter i det material som sorteras ut.
- Den fossila kolandelen sjunker.
- Klorhalten ökar något.

Slutligen kombineras de två ovan beskrivna scenarierna i det som kallas Scenario 3, och det ger följande resultat:

- Det totala energiinnehållet [TWh] sjunker med knappt 12 procent som följd av

något minskad mängd avfall till energiåtervinning och att detta avfall har ett lägre energiinnehåll per massenhet.

- Det effektiva värmevärdet sjunker, från 11,9 MJ/kg i Referens 2025 till 11,3 MJ/kg.
- Fukthalten sjunker något.
- Askhalten stiger något.
- Den fossila kolandelen sjunker.
- Klorhalten ökar något.

Edo, Johansson och Sahlin (2019) konstaterar att trots stora förändringar i avfallssystemet, till exempel ökad mängd avfall till energiåtervinning, ökad utsortering av specifika material och ökad andel import, så väntas inga stora förändringar gällande avfallets egenskaper.

## 3.2 Avfallsförbränning och dess roll i samhället

Mer än 20 procent av den fjärrvärme som produceras i Sverige produceras genom energiåtervinning av avfall. År 2017 genererades 16,1 TWh värme och 2,2 TWh el genom behandling av avfall. En studie av Almsi m. fl. (2019) visar att de flesta fjärrvärmekunder är positiva till energiåtervinning av avfall men önskar att energin som levereras är fossilfri.

Ur energiförsörjningssynpunkt är avfallsförbränning relativt väl utforskat, däremot är inte dess roll att avgifta samhället lika utforskad. Detta blir en mer aktuell fråga i takt med att materialåtervinningen ökar, då frågan om vad som bör recirkuleras blir aktuell. Ett miljömål handlar om giftfria kretslopp och ett annat om ökad återanvändning och materialåtervinning, och dessa går delvis på tvärs mot varandra (Belleza och Youhanan 2017). I ett regeringsuppdrag om giftfria och resurseffektiva kretslopp kunde Naturvårdsverket konstatera att det under en lång tid framåt kommer finnas avfall som bör energiåtervinnas. Ett exempel är PVC som inte bör recirkuleras då det kan innehålla farliga ämnen (Naturvårdsverket 2016).

Avfallsförbränning är ett effektivt sätt att behandla avfall som innehåller ämnen som inte bör recirkuleras, som är farliga för människan och miljön. Några av de ämnen som förekommer i många material är PFAS-ämne, ftalater osv. Belleza och Youhanan (2017) presenteras hur de olika ämnena på ett effektivt vis behandlas. Vissa av ämnena är än så länge oreglerade i lagstiftning och anses därmed kunna materialåtervinnas, andra behöver destrueras vid 1100°C och vissa behandlas effektivt i vanlig avfallsförbränning (800°C). Notera att för att avfallsförbränningen ska fungera ”avgiftande” krävs avancerad rökgasrening och deponering av askan.

### 3.2.1 En samhällsekonomisk analys

Avfall Sverige (2022a) publicerade nyligen en samhällsekonomisk analys av energiåtervinning av avfall i Sverige. Resultatet visar att det samhällsekonomiska värdet av att inte energiåtervinna avfall i Sverige beräknas till en kostnad som uppgår till mellan 94 och 210 miljarder kronor för år 2020. För att komma fram till detta monetära värde har ett antal avgränsningar och antaganden gjorts, vilka presenteras i kommande stycken.

Analysen avgränsas geografiskt till Sverige med undantag för miljö- och hälsoeffekter som kan uppstå om det avfall som uppkommer i Sverige exporteras. Avgränsningen för dessa effekter är EU, Norge och Storbritannien. Det avfall som idag importeras till Sverige är exkluderat från analysen. Vidare, utgår analysen från nuläget med år 2020 som basår. Dagens hantering, Referensscenariot, jämförs med en teoretisk situation år 2020, det så kallade Utredningsscenariot. Utredningsscenariot utgår från att Sverige år 2020 saknar kapacitet för energiåtervinning av avfall och antar att detta avfall istället exporteras till övriga EU-länder. Analysen antar vidare att lagstiftning som finns gällande avfall idag är den samma i utredningsscenariot samt att förutsättningarna för material- och biologisk återvinning är samma i båda scenarierna (Avfall Sverige 2022a).

Rapportförfattarna Avfall Sverige (2022a) menar att detta är en naiv analys ur perspektivet att om Sverige inte hade haft energiåtervinning av avfall hade andra beslut tagits för hur Sveriges avfall skulle behandlas och för energikällor till uppvärmning. Ansatsen motiveras med att avsikten för analysen är att på ett tydligt vis belysa de samhällsekonomiska effekterna som energiåtervinning av avfall medför.

För att genomföra en samhällsekonomisk analys är utgångspunkten att ta fram två scenarier att jämföra och studera effekter som respektive scenario medför. För vissa av effekterna finns det framtagna schablonvärden, till exempel värderas effekten av växthusgasutsläpp till 7 kr per kilogram utsläpp av koldioxidekvivalenter. Däremot saknas motsvarande schabloner för utsläpp av de flesta farliga ämnen och i vissa fall anses inte effekterna möjliga att värdera monetärt.

Resultatet av de värdesatta nyttorna/kostnaderna presenteras i figur 3.2, vilken visar att energiåtervinning av avfall är en stor samhällsekonomisk nytta för Sverige. Den största samhällsekonomiska kostnaden som värdesattes var ökade växthusgasutsläpp från deponigas vid svensk export av avfall då avfallet antas läggas på deponi. Den uppskattades till mellan 103 och 219 miljarder kronor.

Post	Kostnad/nytta	Monetär värdering (MSEK)
<b>Kostnader för svenska avfallslämnare och energiåtervinnare</b>		
Mottagningsavgift för exporterat avfall	Kostnad	5 438
Mottagningsavgift för importerat avfall (utländskt kommunalt avfall)	Kostnad	330
Mottagningsavgift för importerat avfall (utländskt verksamhetsavfall)	Kostnad	1 455
Mottagningsavgift i Sverige (svenskt kommunalt avfall)	Kostnad	1 345
Mottagningsavgift i Sverige (svenskt verksamhetsavfall)	Kostnad	2 961
<b>Övriga samhällsekonomiska kostnader</b>		
Ökade växthusgasutsläpp från deponigas vid svensk export av avfall	Kostnad	103 094 – 219 155
Ökade växthusgasutsläpp från en ökad produktion av krossat berg som ersätter slaggrus i konstruktionsmaterial	Kostnad	39
Ökade växthusgasutsläpp av att inte materialåtervinna metaller ur bottenaska	Kostnad	717
Samhällsekonomisk kostnad av minskad metallåtervinning	Kostnad	120
<b>Intäkter för svenska avfallslämnare</b>		
Mottagningsavgift i Sverige (svenskt kommunalt avfall)	Nytta	1 345
Mottagningsavgift i Sverige (svenskt verksamhetsavfall)	Nytta	2 961
<b>Övriga samhällsekonomiska nyttor</b>		
Minskade kostnader för export av flygaska till Norge	Nytta	179
Minskade kostnader för behandling av flygaska i Sverige	Nytta	225
Minskade växthusgasutsläpp	Nytta	17 206
<b>Nettoeffekt värderade nyttor och kostnader</b>		
	Kostnad	93 583 – 209 644

**Figur 3.2:** Kostnad/nytta av att inte ha energiåtervinning ur avfall i Sverige (Avfall Sverige 2022a, tabell 8).

Ett antal av de effekterna som identifierades är inte prissatta. Dessa effekter presenteras i följande punktlista:

- Utsläpp av farliga ämnen från deponi: ökad mängd lakvatten som innehåller farliga ämnen kan läcka ut från deponier till mark och vatten.
- Utsläpp av farliga ämnen från rökgaser och flygaska: detta utsläpp minskar när ingen energiåtervinning av avfall sker i Sverige.
- Ökad risk för olyckor, exempelvis bränder: oavsiktliga utsläpp av brandgaser och lakvatten från deponier.
- Risk för smittspridning: deponering av avfall som annars skulle ha förbränts, till exempel blöjor.
- Nedskräpning: ökad nedskräpning kan påverka växt- och djurliv, och även rekreativvärde.
- Ökat energibehov: mer energi behöver genereras som ersättning för kraftvärme.



- Bidrag till balansering och effekt i elsystemet: el från kraftvärme är planerbar.
- Minskad markåtgång till behandling av slaggrus: mindre mark behöver användas för behandling av slaggrus.

Sammanfattningsvis, konstaterar rapportförfattarna Avfall Sverige (2022) att av de icke värdesatta effekterna av att inte ha energiåtervinning i Sverige är endast två stycken positiva (minskade utsläpp av farliga ämnen från rökgaser och flygaska samt minskad markåtgång för behandling av slaggrus). Resterande icke värdesatta effekter är negativa.

### 3.2.2 Ur perspektivet cirkulär ekonomi

Circle Economy (2022) har nyligen publicerat *The Circularity Gap Report - Sweden*, och syftar till att tillhandahålla ett ramverk och faktabaserad mätning och bevakning av arbetet mot cirkulära samhällen. Ett cirkulärt samhälle innebär stora förändringar jämfört med dagens levnadssätt i Sverige. Författarna konstaterar att Sverige är 3,4 procent cirkulär jämfört med världen som räknat på samma vis är i genomsnitt 8,6 procent cirkulär, och visar vidare på att den låga cirkuläriteten till stor del kan förklaras av Sveriges höga konsumtion.

Energiåtervinning som behandlingsmetod av avfall diskuteras då detta av sin natur inte är en cirkulär handling. Det konstateras att den avfallsförbränning som sker i Sverige är mest effektiv i Europa på att ta tillvara på energin i avfallet i form av el och värme. Circle Economy (2022) tar även upp aspekten av att Sverige har ett väl utbyggt fjärrvärmesystem vilket diskuteras kan ses som en risk för att Sverige låser in sig i en position där landet gör sig beroende av att energiåtervinna avfall istället för att låta det materialåtervinnas. På lång sikt menar rapportförfattarna att det finns flertal sätt, vilka är cirkulära, att förse Sverige med värme och el. Gällande den närmre framtiden uttrycker de att det nuvarande systemet är komplext och att ett mer realistiskt scenario är att det sker en gradvis förändring där mer avfall materialåtervinnas och att sådant avfall som inte är återvinningsbart eller farligt energiåtervinnas. Rapportförfattarna menar att det välgrundat att utnyttja den omfattande infrastruktur som finns då behovet finns.

## 3.3 Lagstiftning

2018 beslutade Europeiska unionens råd om revideringar i avfallslagstiftningen. Det gjordes genom det så kallade avfallspaketet, och huvudmålet är att gå från avfall till resurs (Naturvårdsverket u.å.[d]). I följande avsnitt beskrivs de lagförändringar som beslutades. Till största del följer Sveriges avfallslagstiftning och mål det EU-gemensamma avfallspaketet, de ytterligare mål som finns i Sverige beskrivs också nedan.

### 3.3.1 Återvinningsmål höjs

Målen för materialåtervinning höjs både för kommunalt avfall och för olika typer av förpackningar. I tabell 3.1 nedan ges en översikt över återvinningsmålsättningarna till år 2025 respektive 2030 (ibid.). Målen för de specifika fraktionerna syftar på förpackningsavfall av respektive material.

**Tabell 3.1:** Målsättning [%] för materialåtervinning av kommunalt respektive förpackningsavfall. Notera att det finns ett mål för sammanlagd återvinning av förpackningar samt mål för respektive material (Naturvårdsverket u.å.[d]).

Typ av avfall/resurs	Målsättning 2025 [%]	Målsättning 2030 [%]
<b>Kommunalt avfall</b>	50	60
<b>Alla förpackningar</b>	65	70
<b>Plast</b>	50	55
<b>Trä</b>	25	30
<b>Metall (järnhaltiga)</b>	70	80
<b>Aluminium</b>	50	60
<b>Glas</b>	70	75
<b>Papper och papp</b>	75	85

Som del i arbetet att ställa om till en cirkulär ekonomi har regler för hur återvinningsgraden ska beräknas skärpts. Det har gjorts för att få tydligare, mer konsekvent och större mängd statistik för vilka fraktioner och hur stora mängder avfall som faktiskt materialåtervinns och blir nya produkter. Konkret har man definierat en ny mätpunkt för materialåtervinningsgraden. Tidigare har återvinningsgraden som presenterats i statistiken syftat till hur mycket av en viss avfalls-/förpackningstyp som samlats in för materialåtervinning, men nu (sedan 1 augusti 2020) ska istället andelen material som når det faktiska återvinningsstadiet redovisas (NFS 2020:8). Ett exempel är materialåtervinningen av plastförpackningar: tidigare redovisades den mängd som samlats in, men nu redovisas den mängd som sorterats, granulerats och tvättats. Plasten är vid mätpunkten redo att återvinnas (Svensk Plaståtervinning u.å.).

### 3.3.2 Producentansvar förpackningar

En verksamhet som på något vis använder en förpackning, importerar förpackade varor eller säljer förpackningar eller förpackade varor i Sverige omfattas av producentansvaret. Det är den som är producentansvarig som ansvarar för att förpackningen är ansluten till ett insamlingssystem. Syftet med producentansvaret är att minska mängden förpackningsavfall som behandlas med energiåtervinning (Naturvårdsverket u.å.[e]).

2023 träder en ny förordning i kraft vilken innebär förändrade roller för producenter och kommuner. De nya rollerna innebär bland annat att kommuner blir ansvariga för insamling av förpackningar och för att sprida information för hur man kan minska sitt avfall av förpackningar. Vidare innebär de förändrade rollerna att det måste finnas fastighetsnära insamling från och med 1 januari 2027 (ibid.).

Det införs genom avfallsdirektivet ett krav på producenter som sätter återanvändbara förpackningar på den svenska marknaden att rapportera in det till Naturvårdsverket (Naturvårdsverket u.å.[d]). Denna datainsamling kommer användas för att kontrollera ett av etappmålen i Sveriges miljömål. Etappmålet innebär att andelen återanvändbara förpackningar av alla förpackningar som hamnar på svenska marknaden ska öka med minst

20 procent från 2022 till 2026 och med minst 30 procent från 2022 till 2030 (Sveriges miljömål 2022b).

### **3.3.3 Obligatoriskt minimikrav för producentansvar**

Obligatoriskt minimikrav för producentansvar innebär att producenterna ska stå för kostnaden av medvetandehöjande åtgärder, insamling i offentliga system och för kostnader av uppstädning av sina produkter. Kraven gäller både nya och befintliga producentansvar, det inkluderar förpackningar. Den förändrade lagstiftningen innebär att alla svenska producenter senast i januari 2023 ska ha setts över (Naturvårdsverket u.å.[d]).

Naturvårdsverket har i nuläget föreskrifter gällande detta på notifiering hos EU-kommissionen. Där i finns bland annat ett förslag på att differentiera avgifterna för producenter som sätter förpackningar på marknaden. Enligt föreskrifterna ska hänsyn tas till hur materialåtervinningsbar en förpackning är, där en producent som sätter en mindre materialåtervinningsbar förpackning på marknaden ska betala en högre ersättning och vice versa. Det är sedan upp till respektive producentansvarsorganisation att bestämma de slutgiltiga avgifterna (Europeiska Kommissionen 2022). Observera att både producentansvarsorganisationerna för plast- och pappersförpackningar har delvis differentierade avgifter (FTI u.å.).

### **3.3.4 Kommunernas avfallsförebyggande arbete ökar**

Med det reviderade avfallsdirektivet följer att kommunerna får ett antal uppgifter. De blir ansvariga att informera hushåll om åtgärder som leder till mindre mängder avfall och de är skyldiga att informera Naturvårdsverket som avfallsförebyggande åtgärder. Kommunerna är också skyldiga att underrätta Naturvårdsverket om den avfallsplan kommunen har samt hur avfallshanteringen går i jämförelse med planen (Naturvårdsverket u.å.[d]).

### **3.3.5 Nya krav på separat insamling av farligt avfall, textil och biologiskt avfall**

Ytterligare en förändring i avfallsdirektivet är att från och med 2024 ska biologiskt nedbrytbart avfall samlas in separat, undantag gäller om kompostering sker i hemmet. I likhet ska textilier och farligt avfall från hushåll samlas in separat från och med 2025 (ibid.).

I Sveriges miljömål berörs biologiskt avfall i ett etappmål. Enligt detta etappmål ska minst 75 procent av matavfallet från restauranger, butiker, storkök och hushåll sorteras ut och behandlas biologiskt senast 2023. I nuläget värderar Sveriges miljömål att detta etappmål inte kommer uppnås till 2023 (Sveriges miljömål 2022c).

Första januari 2023 träder en förordning (Avfallsförordningen 2020:614 3 kap. 4a §, 13 § 3 och 16 §) i kraft som innebär att avfall måste skiljas från sin förpackning. Förordningen gäller hushåll, verksamheter, serveringsställe, vid offentliga arrangemang utomhus samt på populära platser så som torg och parker. Vad ändringen i praktiken innebär är att mer avfall blir korrekt sorterat och material- eller biologiskt återvunnet. Vidare väntas kravet öka incitamenten för att minska avfallsmängderna i hela livsmedelskedjan. De avfallsfraktioner för vilka undantag gäller är farligt avfall och läkemedel, samt om förpackningen gör

hanteringen av avfallet enklare (Avfall Sverige 2022b).

### 3.3.6 Nya krav på bygg- och rivningsavfall

Sedan augusti 2020 gäller bestämmelser som innebär att den som producerar bygg- och rivningsavfall ska sortera ut avfallet i minst sex fraktioner. De sex fraktionerna som gäller är: trä, mineral, metall, glas, plast och gips. Dessa fraktioner ska förvaras och transporteras skilt från annat avfall. Syftet med de nya kraven är att nå högre upp i avfallshierarkin. Utsorteringen ger ökad förståelse och bättre förutsättningar för att öka återanvändningen och materialåtervinningen av dessa material (Naturvårdsverket u.å.[d]).

I föreskriften NFS 2020:7 finns undantag från kraven om utsortering. Undantag gäller om avfallet:

- 1. utgörs av konstruktioner där ämnen eller föremål sammanfogats på ett sätt som gör att separering inte är tekniskt genomförbar med hänsyn till god praxis för avfallsinsamling, eller*
- 2. är förorenade på ett sätt som gör att inblandning i det övriga utsorterade avfallet försvårar eller omöjliggör den lämpligaste behandlingen enligt avfallshierarkin i 15 kap. 10 § miljöbalken.*

I Sveriges miljömål finns denna målsättning som ett etappmål. I etappmålet har det konkret satts upp att årligen, fram till år 2025, ska minst 70 viktprocent av det icke-farliga bygg- och rivningsavfall ska förberedas för återanvändning, materialåtervinning och annan återvinning. I nuläget är det osäkert om målet kommer uppnås eller ej (Sveriges miljömål 2022a).

### 3.3.7 Förbud mot att förbränna separat insamlat avfall

Den här lagförändring innebär att avfall som samlats in separat från andra avfallsfraktioner för att återanvändas eller materialåtervinnas inte får skickas direkt till förbränning eller deponeras (Naturvårdsverket u.å.[d]).

### 3.3.8 25/25-målet

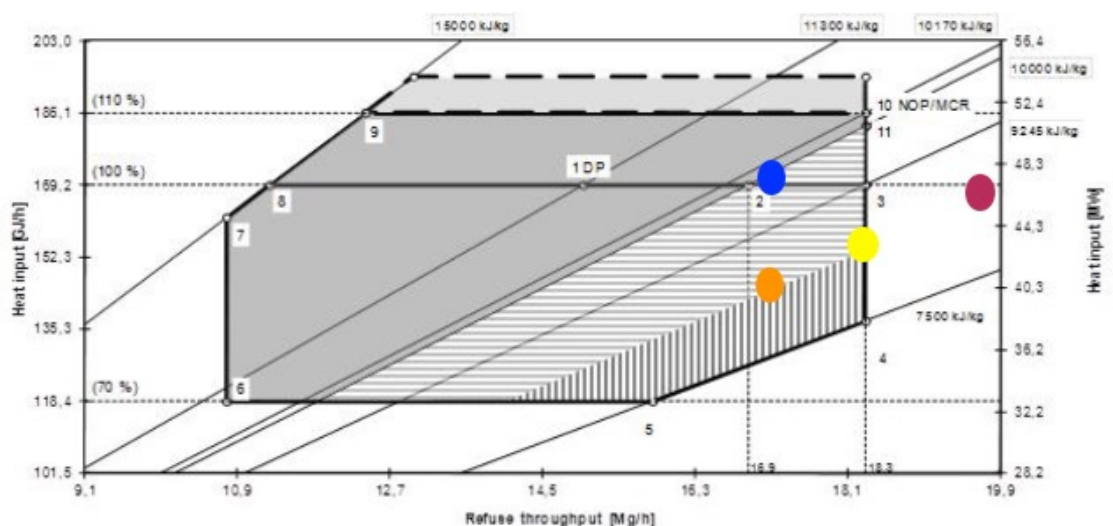
Avfall Sverige har ett mål som kallas 25/25-målet. Det innebär att mat- och restavfallet ska minska med 25 procent till 2025 jämfört med 2015. Nationellt var denna avfallsmängd 225 kg/person år 2015, därmed innebär målsättningen att avfallsmängden ska vara högst 169 kg/person 2025. År 2021 hade mängden mat- och restavfall minskat med 12 procent, till 199 kg/person (Avfall Sverige 2021b).

## 3.4 Tekniska aspekter av fungerande energiåtervinning av avfall

Det finns ett antal aspekter av behandlingen av avfall i form av energiåtervinning som behöver beaktas för att förbränningen ska vara effektiv och energiuttaget ska vara tillräckligt stort. Dels finns en begränsning för hur liten respektive stor genomströmning (vikt/tidsenhet) av avfall som får eller kan behandlas. Denna begränsning kan antingen vara baserad på det miljötillstånd som finns eller utifrån en fysisk begränsning av att

pannan nått sin fulla kapacitet, och den nedre gränsen beror på att det krävs en viss mängd för väl fungerande förbränning. För det andra finns det en övre och en undre gräns för energiintaget (och följaktligen även energiuttaget) vilket beror på pannans konstruktion, det inbegriper till exempel överhettning och att för låg temperatur ger ofullständig förbränning<sup>1</sup>.

Ett så kallat eldningsdiagram kan användas för att undersöka hur olika förändringar i avfallsbränslets sammansättning påverkar mängden avfall som kan förbrännas samt energiintaget/energiuttaget. Nedan, i figur 3.3, presenteras ett exempel på ett eldningsdiagram.



**Figur 3.3:** Ett teoretiskt eldningsdiagram<sup>1</sup>.

För att förklara olika faktorerers betydelse för förbränningen används figur 3.3 och de fyra färgade punkterna. De heldragna, tjocka, svarta linjerna utgör gränserna för förbränningen och de diagonala linjerna som löper genom diagrammet visar vad ett avfallsbränsle med ett visst energiinnehåll (kJ/kg) innebär för energiintag i förhållande till genomströmningen av avfall. För att exemplifiera:

Den blå punkten är utgångsläget, vid denna punkt ges ett önskat energiintag, det är en hög genomströmning av avfall men med marginal till den övre gränsen. I det fall att fukthalten ökar sjunker energiinnehållet (kJ/kg) vilket i eldningsdiagrammet innebär att förhållandet förändras till det som beskrivs av den orangea punkten. Andra faktorer som kan få samma konsekvens är om avfallssammansättningen förändras på sådant vis att fraktioner med högt energiinnehåll, till exempel plast, minskar i andel. Den nya avfallssammansättningen med högre fukthalt följer en lägre diagonal linje, och i det fall att energiintaget ska ökas så mycket som möjligt inom förbränningens gränser uppstår förhållandet som beskrivs av den gula punkten. Vidare, för att uppnå nästa lika stort energiintag som i ursprungsfallet (den blå punkten) krävs en genomströmning som är betydligt större än vad som är möjligt. På motsvarande vis innebär en skiftning i avfallssammansättningen som ger högre energiinnehåll att genomströmningen kan minska för samma energiintag.

Fukthalten i ett bränsle är en viktig faktor för att avgöra bränslets kvalitet. Fukthalten påverkar, som nämnt ovan, energiinnehållet. En hög fukthalt kan innebära att

<sup>1</sup>Eva-Katrin Lindman, Forskning och Utveckling på Stockholm Exergi, 28/9-2021.

förbränningstemperaturen sjunker medan rökgasvolymen ökar (Strömberg och Herstad Svärd 2012).

En annan aspekt att beakta vid energiåtervinning som behandlingsmetod av avfall är vilken askhalt avfallet har. De flesta bränslen innehåller en större eller mindre andel askbildande ämnen. Med askbildande ämnen menas de restprodukter som vid rumstemperatur befinner sig i fast form. I det fall askhalten är hög innebär det högre kostnader för askhantering och deponering av askan. Vidare, påverkar askhalten energiinnehållet då askan främst består av material som är inert, som inte förbränns, vilket innebär ett lägre energiinnehåll per viktenhet tillfört bränsle (ibid.).

Ytterligare en aspekt av att energiåtervinna avfall är det fossila kolet som frigörs. Beroende av avfallets sammansättning varierar andelen fossilt kol. Att denna aspekt är viktig beror på att de aktörer som släpper ut fossilt kol vid energiåtervinning i Sverige ingår i EU:s handel med utsläppsrätter (Naturvårdsverket u.å.[b]). Ett annat skäl är att det finns en bred allmän önskan om att förbränningen ska vara fossilfri (Almsi m. fl. 2019). Observera att om kolet som förbränns är fossilt eller biogent inte påverkar energiinnehållet i bränslet.

# Kapitel 4

## Nuvarande avfallsflöde

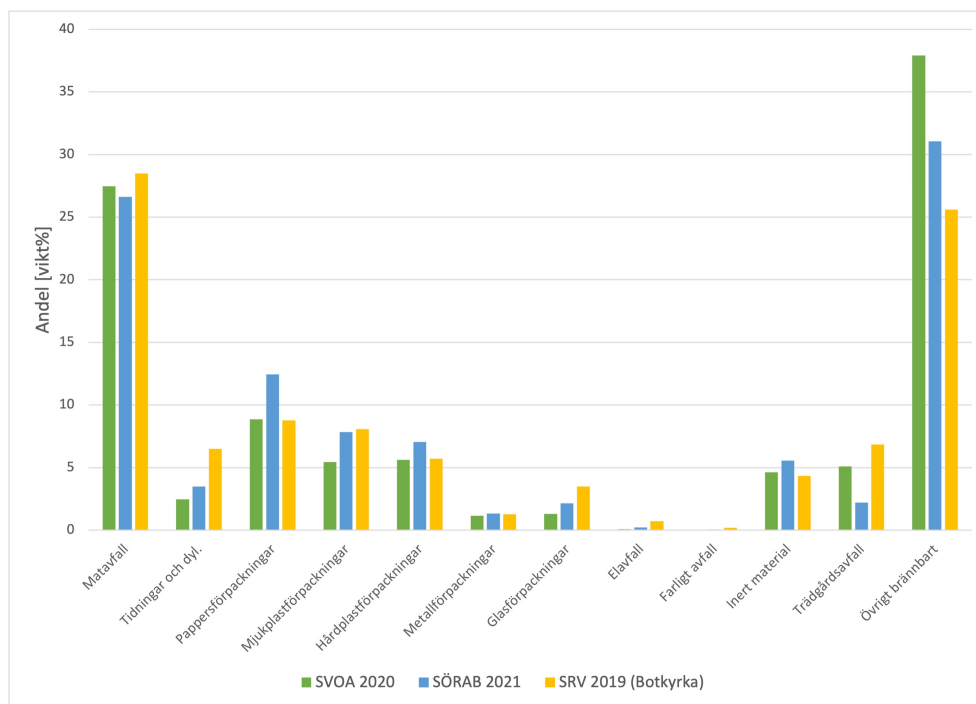
I detta kapitel redovisas de rådande avfallsflödena till energiåtervinning hos Stockholm Exergi. Resultat av beräkningar gällande utsorteringsgrad, avfallssammansättning och mängder presenteras i de fall tillräcklig data erhållits.

Totalt behandlar Stockholm Exergi ungefär 900 000 ton avfall per år. Av den totala mängden är knappt hälften kommunalt avfall och resterande är avfall från olika typer av verksamheter.

### 4.1 Kommunalt avfall

Det kommunala avfallet som behandlas på Stockholm Exergis anläggningar kommer framförallt från Stockholm Vatten och Avfall (SVOA), Söderhalls Renhållningsverk AB (SÖRAB) och SRV återvinning. I detta avsnitt presenteras vad det kommunala avfallet idag har för sammansättning, hur stora mängder avfall som genereras samt utsorteringsgraden av avfallsmaterial aktuellt att materialåtervinna. Observera att begreppet kommunalt avfall inkluderar hushållsavfall och annat avfall som till art och sammansättning liknar avfall från hushåll. I detta arbete används kunskapen om regionens hushållsavfall för att beskriva nuläget gällande kommunalt avfall. *För rådata och beräkningsgång hänvisas till bilagor B och C.*

I figur 4.1 nedan visas den genomsnittliga sammansättningen av restavfallet från hushåll i de kommuner som SVOA, SÖRAB respektive SRV ansvarar för avfallshanteringen. Det som visas är sammansättningen av det avfall som idag behandlas med energiåtervinning (alternativt först sorteras i en eftersorteringsanläggning). Plockanalyserna har erhållits från respektive avfallshanteringsbolag.



**Figur 4.1:** Sammansättningen av det kommunala restavfallet, enligt plockanalyser, för SVOA, SÖRAB och SRV.

Figur 4.1 visar att fördelningen mellan olika fraktioner i restavfallet av det kommunala avfallet är liknande för de olika avfallsbolagen. Observera att de senaste plockanalyserna är gjorda år 2019, 2020 respektive 2021 vilket kan innebära en viss osäkerhet gällande datans jämförbarhet. Observera också att gällande SRV:s kommuner är det bara Botkyrka som ingår i plockanalysen, och därmed tillkommer en osäkerhet i om denna data är representerbar för hela SRV. Ytterligare en intressant aspekt är att den totala mängden avfall skiljer sig åt mellan avfallsbolagen. Plockanalyserna visar att mängden restavfall per hushåll och vecka är:

- 4,5 kg för SÖRAB
- 4,1 kg för SVOA
- 2,8 kg för SRV (Botkyrka).

Vidare, SVOA, SÖRAB och SRV har avfallsplaner i vilka mål för bland annat minskad resursanvändning, ökat återbruk och ökad materialåtervinning presenteras (SVOA u.å. SÖRAB 2021b; SRV 2020). Målen går i linje med de EU-gemensamma och nationella målen som beskrivs i avsnitt 3.3 *Lagstiftning*. I de fall att mer ambitiösa mål finns redovisas de i respektive avsnitt.

Notera att då uttrycket ”kommunalt restavfall” används i rapporten syftar det till den del av det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning.

#### 4.1.1 SÖRAB

SÖRAB är ett regionalt avfallshanteringsbolag som ägs av kommunerna Danderyd, Järfälla, Lidingö, Sollentuna, Solna, Sundbyberg, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna (SÖRAB



2018c). Dessa kommuner hade år 2021 sammalat drygt 530 000 stycken invånare. Under samma år samlades drygt 100 000 ton rest- och matavfall in (SÖRAB 2021b).

I kommunerna finns FTI:s återvinningsstationer i vilka tidnings- och förpackningsavfall samlas in. För sortering och separat insamling av matavfall varierar förutsättningarna mellan och inom kommunerna (SÖRAB 2018b; SÖRAB 2018a). I tabell 4.1 presenteras uppskattningar för hur stor utsorteringen av matavfall samt tidnings- och förpackningsavfall är. För att göra beräkningarna har andelen av olika avfallsfraktioner som framgår av plockanalyser från 2021 samt information som finns att tillgå på Avfall Sverige om mängder avfall av olika fraktioner och antal invånare använts.

I tabell 4.1 presenteras även uppskattningar för hur stor utsorteringen är för den totala mängden kommunalt avfall som uppkommer inom SÖRAB. Denna utsorteringsgrad syftar till hur stor mängd mat- och förpackningsavfall samt returpapper som sorteras ut av den totala mängden kommunalt avfall som genereras. I likhet syftar utsorteringsgraden för ”Alla förpackningar” till hur stor andel av allt förpackningsavfall som genereras som sorteras ut för materialåtervinning.

För att öka materialåtervinningsgraden av kommunernas avfall har SÖRAB i samarbete med Stockholm Exergi byggt en eftersorteringsanläggning, Brista eftersorteringsanläggning (BE). Sedan år 2021 kan eftersorteringsanläggningen ta emot 140 000 ton restavfall per år. I anläggningen sorteras plast och metall ut, och varje år sorteras närmare 11 000 ton plast och 2500 ton metall ut. 11 000 ton plast motsvarar att knappt 80% av den rena plasten sorteras ut eller att ungefär 60% av all plast i avfallet sorteras ut. Att 2500 ton metall sorteras ut innebär att utsorteringsgraden är mellan 90 och 98% (SÖRAB 2021a; Vukicevic, Jakobsson och Mildner 2021).

Hur eftersorteringen i Brista bidrar till ökad utsorteringsgrad presenteras också i tabell 4.1. Viktigt att observera är att för att beräkna utsorteringen av plast och metall som sker i eftersorteringsanläggningen har andelarna för utsortering 60% respektive 95% använts för plast respektive metall (ibid.). *Resonemang för valda utsorteringsgrader återfinns i bilaga C.2.*

Gällande utsortering av plast tas två olika andelar upp. Det handlar om att all plast som finns i avfallet inte är sorterbar, vilket beror på att all plast inte kan identifieras av utsorteringstekniken samt att vissa plastsorter inte anses ha ett värde att utsorteras och därmed undviks att sorteras ut. Plasten som sorteras ut skickas till Svensk Plaståtervinning i Motala och den anläggningen är begränsad till att behandla vissa plastsorter<sup>1</sup>. Faktorer som göra en plastförpackning mindre sorterbar och i det senare skedet mindre materialåtervinningsbar är till exempel om plasten är färgad, framförallt svart plast, om den har stora färgtryck, om den har stora etiketter och om den består av olika sorters plast (komposit) (FTI 2022).

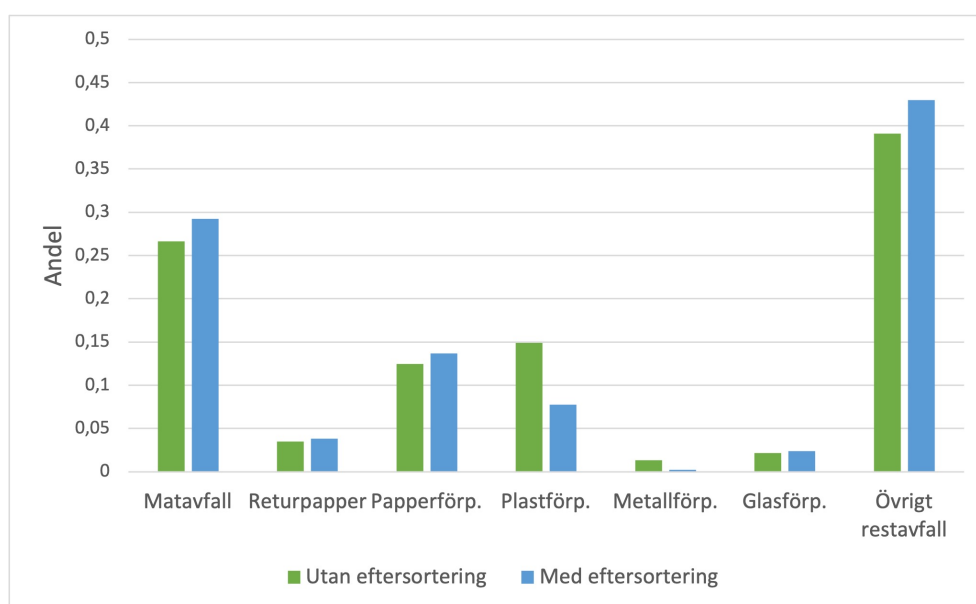
---

<sup>1</sup>Mattias Philipsson, VD Svensk Plaståtervinning, webinarium *Plastutmaningen - utmaningar och ansträngningar för ökad cirkularitet* ordnat av Profu, 25/11-2022.

**Tabell 4.1:** Andelar av avfallsfraktioner som sorteras ut inom SÖRAB för materialåtervinning. I kolumn två visas de andelar som sorteras ut av hushållen och i kolumn tre visas vad utsorteringen blir med Brista eftersorteringsanläggning (BE).

Typ av avfall/resurs	Utsortering, FTI och mat [%]	Utsortering med BE [%]
Kommunalt avfall	35	41
Alla förpackningar	48	63
Matavfall	45	-
Returpapper	61	-
Pappersförpackningar	48	-
Plastförpackningar	24	64
Metallförpackningar	43	91
Glasförpackningar	83	-

Av de drygt 85 400 ton restavfall som uppkommer i SÖRAB per år går ungefär 75 000 ton genom BE, resterande behandlas direkt med energiåtervinning<sup>2</sup>. Med utsortering i BE enligt ovan minskar mängden restavfall som går till energiåtervinning från drygt 85 400 ton till 77 800 ton per år. Vidare ändras sammansättningen av avfallet. I figur 4.2 visas hur sammansättningen av det avfallet som går till energiåtervinning ändras. Tre skillnader som observeras är att andelar matavfall och pappersförpackningar ökar medan andelen plastförpackningar minskar. Fraktionen ”Övrigt restavfall” består primärt av övrigt avfall så som textil, trä och blöjor samt mindre mängder elavfall, farligt avfall, inert material och trädgårdsavfall.



**Figur 4.2:** Sammansättningen av SÖRAB:s kommunala restavfall från hushåll utan eftersortering samt efter att plast och metall sorterats ut i Brista eftersorteringsanläggning (BE).

<sup>2</sup>Mårten Eriksson, Stockholm Exergi, samtal 2/12-2022.

## 4.1.2 SVOA

SVOA ansvarar för avfallshanteringen i Stockholm Stad (SVOA u.å[b]). Stockholm Stad har idag drygt 1 miljon invånare som år 2021 genererade drygt 215 000 ton rest- och matavfall (*Bilaga B.1*). I kommunen samlas tidnings- och förpackningsavfall genom FTI:s återvinningsstationer. För matavfall är möjligheten till separat sortering varierande. För de som bor i hus eller radhus går det att beställa separata kärl medan för invånare i flerbostadshus är möjligheterna begränsade i nuläget (SVOA u.å[a]).

I tabell 4.2 presenteras hur stora andelar av olika avfallsfraktioner som sorteras ut för förberedelse till materialåtervinning idag. Plockanalyser på restavfall från år 2020 samt data insamlad av Avfall Sverige gällande år 2021 har använts.

SVOA håller i nuläget på att bygga en eftersorteringsanläggning (RUS) i Högdalen, i nära anslutning till Stockholm Exergis Högdalenverket. Anläggningen planeras sortera ungefär 150 000 ton restavfall som sedan går till Stockholm Exergi för behandling i form av energiåtervinning<sup>3</sup>. Utifrån nuvarande avfallsflöde innebär det att 150 000 ton behandlas i RUS, medan drygt 38 000 ton behandlas direkt med energiåtervinning. Anna Folkesson<sup>4</sup>, projektledare på SVOA menar att eftersorteringsanläggningen kommer sortera ut matavfall, plast och icke-magnetisk och magnetisk metall. SVOA utgår från att utsorteringen kommer fungera i linje med de prestandakrav som anläggningen levereras på. Prestandakraven säger att av det som går in i anläggningen kommer följande sorteras ut:

- 70% av plasten.
- 95% av matavfallet.
- 80% av den icke-magnetisk metallen.
- 90% av den magnetiska metallen.

Andelarna som anges ovan syftar till andelar av det som idag slängs i restavfallet. Matavfallet ska sorteras ut genom att hushållen primärt sorterar och slänger matavfallet i separata påsar (men i samma kärl som resten av hushållsavfallet). Dessa påsar kan eftersorteringsanläggningen upptäcka och sortera ut. Vidare kan eftersorteringsanläggningen sortera ut vissa plastsorter, enligt Anna Folkesson<sup>4</sup> kommer de plastsorter som FTI också tar emot sorteras ut och skickas för vidare återvinning. Utöver att utsorteringen av plast är begränsad till vissa plastsorter kan anläggningen bland annat inte sortera ut plast som är i för små bitar, för smutsig, svart eller har stora etiketter.

I tabell 4.2 presenteras även vilken utsorteringsgrad som kommer uppnås i det fall att RUS är i bruk samt att den uppfyller de prestandakrav finns. I likhet med SÖRAB:s anläggning BE finns värde givna för materialen snarare än förpackningar av dessa material, och detta bidrar till att beräkningarna blir ungefärliga. *I bilaga C.2 återfinns resonemang för vilka utsorteringsgrader som används i beräkningarna.* Vidare, för att utsorteringen av matavfall ska bli så stor som tabell 4.2 visar att den teoretiskt kan krävs att allt matavfall som idag slängs i restavfallet slängs i separata påsar.

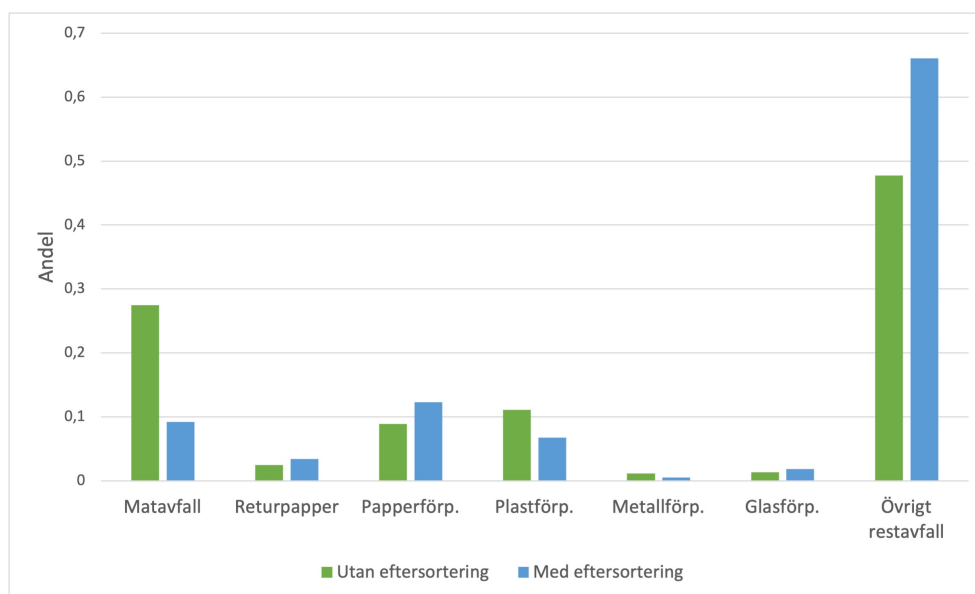
<sup>3</sup>Mårten Eriksson, Stockholm Exergi, samtal 2/12-2022.

<sup>4</sup>Anna Folkesson, projektledare på SVOA för eftersorteringsanläggningen RUS, telefonsamtal 28/9-2022.

**Tabell 4.2:** De andelar av olika avfallsfraktioner som SVOA idag sorterar ut för materialåtervinning. I andra kolumnen visas det som sorterar ut av hushållen och i kolumn tre visas vilken utsortering RUS teoretiskt kan medföra.

Typ av avfall/resurs	Utsortering, FTI och mat [%]	Utsortering med RUS [%]
Kommunalt avfall	33	44
Alla förpackningar	56	70
Matavfall	33	84
Returpapper	74	-
Pappersförpackningar	47	-
Plastförpackningar	25	67
Metallförpackningar	42	83
Glasförpackningar	93	-

I det fall att 150 000 ton av SVOA:s kommunala avfall från hushåll går genom eftersorteringsanläggningen RUS och att den når upp till de prestandakrav som uppges kommer mängden restavfall som går till energiåtervinning minska från drygt 188 000 ton till 136 000 ton per år. Utöver minskad mängd restavfall visar figur 4.3 att sammansättningen av avfallet till energiåtervinning förändras. Den största förändringen som sker är att andelen matavfall minskar från ungefär 27 procent till 9 procent. Vidare blir andelen returpapper och pappersförpackningar större och andelen plastförpackningar minskar. Fraktionen ”Övrigt restavfall” består, i likhet med SÖRAB:s, primärt av övrigt brännbart avfall så som textil, trä och blöjor samt mindre mängder elavfall, farligt avfall, inert material och trädgårdsavfall.



**Figur 4.3:** Sammansättningen av SVOA:s kommunala restavfall från hushåll utan eftersortering samt efter att matavfall, plast och metall sorterats ut i eftersorteringsanläggningen RUS.

### 4.1.3 SRV återvinning

SRV återvinning är ett aktiebolag som ägs av de fem kommunerna Botkyrka, Haninge, Huddinge, Nynäshamn och Salem. SRV sköter insamling och hantering av kommunalt restavfall och returpapper i kommunerna (SRV u.å), vilka har totalt knappt 350 000 invånare. År 2021 hanterade Stockholm Exergi knappt 60 000 ton kommunalt restavfall från SRV.

I tabell 4.3 visas hur stora andelar av olika avfallsfraktioner som sorteras ut för förberedelse till materialåtervinning idag. Plockanalysen är från år 2019 och data insamlad av Avfall Sverige gällande år 2021 har använts. Som tidigare nämnt är plockanalysen utförd i en av SRV:s fem kommuner, Botkyrka. Efter att en jämförelse mellan de olika kommunernas materialsortering utförts ansågs det vara en rimlig uppskattning att använda plockanalysen som representativ för hela SRV. *Se bilaga C.3 för jämförelse och resonemang.*

**Tabell 4.3:** De andelar av olika avfallsfraktioner som, enligt beräkning, idag sorteras ut av hushållen för materialåtervinning inom SRV:s upptagningsområde.

Typ av avfall/resurs	Utsortering, FTI och mat [%]
Kommunalt avfall	30
Alla förpackningar	47
Matavfall	34
Returpapper	42
Pappersförpackningar	52
Plastförpackningar	22
Metallförpackningar	40
Glasförpackningar	74

Tabell 4.3 visar att det finns stor potential till ökad utsortering av samtliga fraktioner. Specifikt för returpapper och glasförpackningar är utsorteringen märkbart lägre i jämförelse med det kommunala avfallet inom SVOA och SÖRAB.

### 4.1.4 Sammansättning av det kommunala avfallet idag

I tabell 4.4 sammanfattas nuläget för de tre avfallsbolagen SÖRAB, SVOA och SRV. Den visar att mängden rest- och matavfall i relation till antalet invånare korrelerar väl mellan de olika avfallsbolagen. Vidare observeras att utsorteringsgraderna av de olika avfallsfraktionerna är relativt lika, med undantag för utsorteringsgraderna av returpapper och glasförpackningar inom SRV vilka är märkbart lägre än för SÖRAB och SVOA. Då utsortering i eftersorteringsanläggningarna beaktas ökar utsorteringsgraderna markant.

**Tabell 4.4:** Sammanfattar nuläget för det kommunala avfallet inom SÖRAB, SVOA och SRV.

	<b>SÖRAB</b>	<b>SVOA</b>	<b>SRV</b>
Invånare [antal]	530 000	1 000 000	350 000
Rest- och matavfall [ton/år]	100 000	215 000	60 000

<b>Utsortering</b>	<b>SÖRAB (med BE)</b>	<b>SVOA (med RUS)</b>	<b>SRV</b>
Kommunalt avfall [%]	35 (41)	33 (44)	30
Alla förpackningar [%]	48 (63)	56 (70)	47
Matavfall [%]	45 (-)	33 (84)	34
Returpapper [%]	61 (-)	74 (-)	42
Pappersförp. [%]	48 (-)	47 (-)	52
Plastförp. [%]	24 (64)	25 (67)	22
Metallförp. [%]	43 (91)	42 (83)	40
Glasförp. [%]	83 (-)	93 (-)	74

Beräkningar för elementarsammansättning av det kommunala restavfallet från respektive avfallsbolag SÖRAB, SVOA och SRV redovisas i tabell 4.5. Uppskattningarna baseras på plockanalyserna, beräkningar som utförts gällande förändrade sammansättningar till följd av eftersortering i Brista eller RUS samt på kemiska analyser gjorda på olika avfallsfraktioner. *I bilaga D återfinns rådata och resonemang för de uppskattningar och beräkningar som utförts.*

I tabell 4.5 kan fukt-, ask- och kolhalt, den fossila kolandelen och det effektiva värmevärdet för respektive avfall utläsas. Skillnaderna mellan det kommunala avfallet från SÖRAB, SVOA och SRV är små då ingen eftersortering förekommer. Det som kan observeras är att andelen fossilt kol skiljer sig med några procentenheter mellan SÖRAB, SRV och SVOA. Möjligtvis kan det förklaras av en något högre andel av plast och av andra fraktioner med fossilt material i det kommunala restavfallet från SÖRAB och SRV, jämfört med det från SVOA. Skillnaderna är större när eftersortering tas hänsyn till. För SÖRAB:s avfall innebär eftersorteringen av metall och plast att fukthalten stiger, den fossila kolandelen sjunker och det effektiva värmevärdet sjunker. Den eftersortering som SVOA kan komma att utföra innebär däremot att fukthalten sjunker, den fossila kolandelen stiger och det effektiva värmevärdet stiger. Skillnaden mellan SÖRAB:s och SVOA:s eftersorteringsanläggningar är att det i SVOA:s sorteras ut matavfall utöver plast och metall.

**Tabell 4.5:** Egenskaper framtagna från elementarsammansättningar för kommunalt restavfall från de olika avfallsbolagen, med och utan eftersortering.

Egenskap	SÖRAB utan BE	SÖRAB med BE	SVOA utan RUS	SVOA med RUS	SRV
Fukthalt [% av våtvikt]	40,3	43,4	41,6	38,0	39,6
Kol (C), total [% av TS]	42,6	41,9	44,0	42,6	42,7
Kol (C), total, lev. tillstånd [%]	26,8	24,8	26,4	27,3	26,3
Andel fossilt kol (C)[%]	42,0	35,3	36,8	41,4	38,7
Askhalt [% av TS]	21,7	20,7	19,5	20,5	22,6
Askhalt lev. tillstånd [%]	16,0	14,9	13,9	15,5	16,8
Effektiva värmevärde [MJ/kg]	8,8	8,1	8,7	8,8	8,4

De beräknade värdena som presenteras i tabell 4.5 ovan har jämförts med kemiska analyser, som utförts av Stockholm Exergi, på det kommunala restavfall som företaget behandlar med energiåtervinning. De beräknade effektiva värmevärdena bedöms vara i samma storleksordning som i de utförda kemiska analyserna, om än i den nedre delen av spannet. En brasklapp läggs in för att beräkningarna är baserad på data som är ungefärlig, vilket är något som diskuteras i *bilaga C och E* och vidare i *kapitel 7*. I *bilaga E.2* återfinns de kemiska analyser som används i jämförande syfte.

## 4.2 Verksamhetsavfall

Verksamhetsavfallet som levereras till och behandlas av Stockholm Exergi är, i likhet med hur det ser ut på nationell nivå, av varierande sammansättning och kvalitet. Stockholm Exergi behandlar två sorter av verksamhetsavfall, dels det som kallas Grovkrossat verksamhetsavfall och dels det som kallas Avfallskross.

### 4.2.1 Grovkrossat verksamhetsavfall

Grovkrossat verksamhetsavfall kan innehålla avfall från alla typer av verksamheter. Stockholm Exergi ställer krav på sammansättningen av avfallet gentemot leverantörerna. De flesta kraven är vaga, till exempel är vissa krav formulerade som ”ska undvikas” eller ”så fritt som möjligt från”. Krav gällande att farligt avfall inte får förekomma, att riskavfall från hälso- och sjukvård inte får förekomma samt att avfallsenheter större än vissa mått inte får förekomma är tydliga (Stockholm Exergi 2022). En följd av de begränsade kraven är att avfallet kan innehålla många olika fraktioner och material från alla typer av verksamheter. Det innebär vidare att detaljkunskap gällande avfallets innehåll är begränsad. Framåt används, förenklat, ”Grovkross” som benämning för grovkrossat verksamhetsavfall.

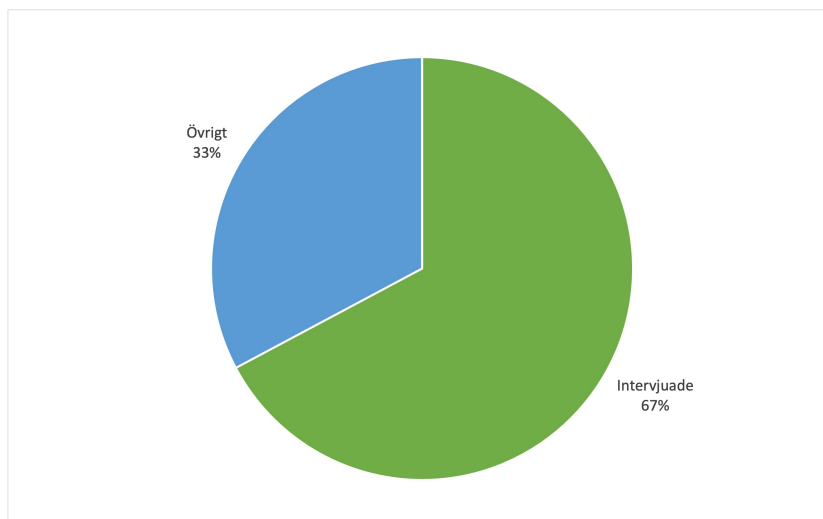
Under samtal med avfallsleverantörer för grovkross till Stockholm Exergi har det som presenteras under respektive rubrik nedan framkommit. Samtal har förts med Elisabeth

Bäckström<sup>5</sup> på PreZero, Magnus Rapp<sup>6</sup> på Ragn-Sells, Anders Kronhamn<sup>7</sup> på SRV, Jonas Forssell<sup>8</sup> på Stena Recycling och Peter Lemberg<sup>9</sup> på Remondis, och i bilaga A återfinns de frågor som ställts.

## Verksamheter som avfallet kommer från och mängder

Avfallsleverantörerna hantera avfall från en bredd av verksamheter. Samtliga företag med undantag för Remondis hanterar bygg- och rivningsavfall. Enligt Peter Lemberg på Remondis är den typ av verksamhet inte ett stort kundsegment för företaget då andra företag har samarbete med de stora bygg- och rivningsföretagen samt på grund av att Remondis inte har en egen anläggning i regionen där de kan hantera bygg- och rivningsavfall. I den bredd av verksamheter som företagen hanterar avfall för ingår restauranger, livsmedelsaffärer, handel och distribution, bostadsrättsföreningar, kommersiella fastigheter, park och trädgård, återvinningscentraler och industri. Stena Recycling hanterar även avfall från Arlanda vilket är reglerat som så kallat tredjelandsavfall. Det innebär att avfallet är reglerat med särskilda tillstånd för hur det ska hanteras. Tredjelandsavfall ska vara spårbart och måste förbrännas.

Hur stora mängder avfall som företagen hanterat totalt i regionen varierar, till exempel hanterar PreZero stora massor förorenade jordar varje år vilket innebär att den totala avfallsmängden blir mycket stor. Vidare varierar det hur mycket avfall de levererar till Stockholm Exergi för behandling i form av energiåtervinning. I figur 4.4 nedan visas hur stor andel av den totala mängd verksamhetsavfall, både grovkross och avfallskross, som de avfallsleverantörer som intervjuats i denna studie levererade till Stockholm Exergi år 2021. Den totala mängden verksamhetsavfall som varje år behandlas är ungefär 450 000 ton. Observera att hur mycket avfall som tas emot från respektive leverantör kan variera från år till år.



**Figur 4.4:** Andel av den totala mängd verksamhetsavfall som de intervjuade avfallsbolagen levererar till Stockholm Exergi.

<sup>5</sup>Elisabeth Bäckström, Avdelningschef Förädling Region Öst på PreZero, telefonsamtal 19/9 och möte 28/10 2022.

<sup>6</sup>Magnus Rapp, Sales Manager Waste fuel/RDF group på Ragn-Sells, mailkontakt 28/9 och 30/9 2022.

<sup>7</sup>Anders Kronhamn, Miljöingenjör på SRV, telefonsamtal 19/9 2022.

<sup>8</sup>Jonas Forssell, Business Development Manager på Stena Recycling, samtal över Teams 24/10 2022.

<sup>9</sup>Peter Lemberg, Senior Account Manager på Remondis, telefonsamtal 20/9 2022.



## **Krav som företagen ställer på avfallet**

Det krav som företagen ställer på de som genererar avfall är att avfallet ska uppfylla de krav som Stockholm Exergi ställer på grovkross. Det gäller att avfallet inte ska innehålla för stora delar vilket i praktiken ofta innebär att avfallet behöver krossas. Vidare gäller det att det inte ska innehålla farligt avfall, elektronik eller inert material. Magnus Rapp på Ragn-Sells nämner även att vad de kan ta emot för typ av avfall också beror på vad de har för tillstånd på sina egna anläggningar. Anders Kronhamn på SRV tar upp aspekten att de ställer krav utifrån vilken typ av avfall som en verksamhet syftar att lämna. Om avfallet innehåller andra fraktioner än vad som angivits tillkommer tilläggsavgifter.

## **Företagens hantering av avfallet**

Grovkross hanteras på två olika sätt av avfallsbolagen. Antingen anses avfallet från en viss verksamhet vara av den kvaliteten att det, i likhet med kommunalt avfall, kan skickas direkt till Stockholm Exergi. Jonas Forssell på Stena Recycling gav exemplet avfall från flygplatser då detta avfall uppfyller de krav som Stockholm Exergi ställer. Ett annat exempel, som gavs av Peter Lemberg på Remondis, är avfall från en livsmedelsbutik där matavfall och andra fraktioner så som kartong och plastförpackningar sorteras separat. I det fallet är det endast lite blandat avfall som blir kvar och detta skickas direkt för att behandlas med energiåtervinning.

Det andra sättet som grovkross hanteras på är att det skickas till respektive företags egna anläggningar. På dessa tippas avfallet på angiven plats, och där kontrolleras okulärt att lasset innehåller det som angivits. Sådant avfall som är felaktigt placerat plockas bort med en grävmaskin med plockaggregat. Observera att endast större avfallsdelar kan plockas bort då en maskin används. Enligt Elisabeth Bäckström på PreZero plockas de även bort sådant som de anser kunna ”lyftas” till högre steg i avfallshierarkin. Det kan vara till exempel hela träpallar eller plaströr. Även Jonas Forssell på Stena Recycling framhöll att sådant som anses ha ett högre värde plockas ut från avfallet, till exempel sådant som kan vara returträ.

Efter det att avfallet kontrollerats krossas det så att storleken på avfallet uppfyller det krav som ställs från Stockholm Exergis håll.

Utifrån hur avfallet hanteras ansåg samtliga avfallsleverantörer att de har bra koll på vad det avfall de levererar till Stockholm Exergi innehåller. Stena Recycling utför även plockanalyser på det avfall som de levererar som grovkross.

## **Övriga tjänster som företagen erbjuder**

Samtliga företag erbjuder tjänster utöver hämtning och hantering av verksamheters avfall. Framförallt handlar det om olika former av utbildningar och rådgivning för sortering av avfall samt för att hitta sorterings-lösningar som är anpassade efter kundens behov och möjligheter. Flera av företagen erbjuder även tjänster där de har personal på plats i verksamheterna och sköter deras avfallshantering. Ragn-Sells håller föreläsningar med jämna mellanrum där utvecklingsmöjligheter för olika material presenteras. Inom Stena Recycling finns det en konsultdel som arbetar med kunder redan i designstadiet av produkter för att utforma materialåtervinningsbara produkter.

## Vad krävs för att öka sortering och materialåtervinning?

I samtalen framkom det att det finns stora utmaningar gällande att öka sortering och återvinning av material. En faktor som de intervjuade var överens om är att det är för dyrt att materialåtervinna och återanvända, och både PreZero och Remondis angav differentierade avgifter som en metod för att förändrar hur material behandlas. Differentierade avgifter syftar till att kostnaden för företaget att lämna avfallsfraktioner för vidare behandling bör variera på ett sådant vis att kostanden för att lämna utsorterade fraktioner till materialåtervinning är så pass mycket lägre att det ytterligare arbetet att sortera mer material är lönsamt i förhållande till att lämna blandat avfall till energiåtervinning. Vidare talades det om att det saknas politiska beslut som är hållbara och främjar cirkulära lösningar, samt att besluten behöver vara långsiktiga. Långsiktighet är viktigt för att företag ska kunna göra stora investeringar. Ytterligare en aspekt som diskuterats var samarbete mellan aktörer i olika delar av värdekedjan.

### 4.2.2 Avfallskross

Avfallskross är ett verksamhetsavfall som Stockholm Exergi behandlar med energiåtervinning. Stockholm Exergis kunskap om detta avfall är större än vad gäller det grovkrossade verksamhetsavfallet. Det beror på att det ställs högre krav på vad avfallet får innehålla och på dess egenskaper. Det är i sin tur en följd av att avfallet energiåtervinns i en annan typ av förbränningspanna än resterande avfall. Denna förbränningspanna är en så kallad fluidbäddpanna vilken har andra egenskaper och förutsättningar för effektiv förbränning och energiåtervinning.

I tabell 4.6 presenteras de krav som ställs på detta avfall. Varje månad görs stickprov på avfallet som levereras från respektive leverantör. Stickproven visar att kraven inte alltid uppfylls, till exempel överskrids ofta andelen plast och textil i avfallet.

**Tabell 4.6:** Krav som ställs på det avfall som levereras till en av Stockholm Exergis pannor. Dels finns krav på sammansättning av olika avfallsfraktioner, dels finns krav på vilka egenskaper bränslet ska ha (Stockholm Exergi 2022).

Fraktion	Andel [vikt%]	Egenskap	Värde [enhet]
Papper	<60	Effektivt värmevärde	9-15 [MJ/kg]
Trä	30-90	Densitet	150-250 [kg/m <sup>3</sup> ]
Plast	<15	Fukthalt	17-25 [vikt%]
Metall	<3	Askhalt	<16 [vikt%]
Gummi	<5	Kväveinnehåll	≤ 1 [vikt%]
Textil	<5	Svavelinnehåll	≤ 0,7 [vikt%]
Övrigt brännbart	<5	Klorinnehåll	≤ 0,5 [vikt%]
Övrigt icke-brännbart	<5		
Aluminium	<0,25		
PVC	ska minimeras		

Vidare utförs elementaranalyser för avfallskrosset av Stockholm Exergi varje månad. Det innebär att det finns information om bland annat andel kol, fossilt respektive biogent, askhalt, fukthalt och värmevärde för det blandade avfallet samt för respektive fraktion.

Även om avfallskross har samtal förts med leverantörer till Stockholm Exergi. De som har intervjuats om avfallskross är Elisabeth Bäckström<sup>10</sup> på PreZero, Magnus Rapp<sup>11</sup> på Ragn-Sells och Anders Kronhamn<sup>12</sup> på SRV. Nedan följer den information som framkommit under samtalen, och frågorna som ställts återfinns i bilaga A.

### Vilket verksamhetsavfall blir grovkross respektive avfallskross?

Om verksamhetsavfallet som företagen hanterar blir avfallskross eller grovkross beror på dess ursprung och innehåll. Enligt Magnus Rapp på Ragn-Sells kan det vara att de av erfarenhet vet att avfallet från en viss kund passar bra för att bli avfallskross, eller är det mottagningskontrollanten på företagets anläggning som genom en okulär bedömning anser att avfallet kan hanteras som avfallskross alternativt som grovkross. På motsvarande vis menar Elisabeth Bäckström på PreZero att det går till. Anders Kronhamn på SRV refererar till SRV:s prislista, där avfall som benämns och bedöms vara Brännbart blir avfallskross medan avfall som benämns och bedöms vara Blandat sorterbart blir grovkross då detta innehåller till exempel tyg.

### Företagens hantering av avfallskrosset

Avfallet som blir avfallskross hanteras, i likhet med grovkross, på så vis att det tippas

<sup>10</sup>Elisabeth Bäckström, Avdelningschef Förädling Region Öst på PreZero, möte 28/10 2022.

<sup>11</sup>Magnus Rapp, Sales Manager Waste fuel/RDF group på Ragn-Sells, mailkontakt 25/10 2022.

<sup>12</sup>Anders Kronhamn, Miljöingenjör på SRV, telefonsamtal 25/10 2022.

på anvisad yta där det kontrolleras okulärt och inert material, metall och sådant avfall som anses ha ett högre värde plockas ut med en grävmaskin med plockaggersgat. Därefter krossas avfallet i ett antal steg och sedan siktas det för att uppfylla de krav som ställs på det.

Avfallskrosset läggs sedan på lager, då det främst behandlas i form av energiåtervinning under månaderna september till maj.

### **Varför upparbetar företagen två typer av verksamhetsavfall?**

Gällande varför två typer av verksamhetsavfall som behandlas i form av energiåtervinning upparbetas gav de tillfrågade personerna något olika svar. Magnus Rapp på Ragn-Sells menade att behandlaren av avfallskross, i detta fall Stockholm Exergi, ställer mycket höga krav på avfallskrosset och därmed kostar det mindre för avfallsföretaget att lämna avfallskross till energiåtervinning än vad det kostar att lämna grovkross. Elisabeth Bäckström på PreZero uttryckte i likhet med Magnus Rapp att det kostar företaget mindre att lämna avfallskross för energiåtervinning, men hon menade att den mer noggranna hanteringen av det avfallet innebär att kostnaderna för avfallskross och grovkross blir likvärdiga. Elisabeth Bäckström menade även att det finns en fördel med att upparbeta två verksamhetsavfall som ska behandlas med energiåtervinning då de behandlas i olika typer av pannor, som generellt inte är i revision samtidigt och därmed är det mer tid då de kan leverera avfall för energiåtervinning. Anders Kronhamn på SRV sa att då han inte sitter i förhandling med mottagare av avfallet vet han inte säkert.

# Kapitel 5

## Scenarier för framtida avfallsflöde

I detta kapitel presenteras de scenarier som tagits fram för att belysa hur avfallet som behandlas av Stockholm Exergi kan komma att förändras till mängd, sammansättning och egenskaper. Scenarierna baseras på den kvantitativa lagstiftning som nu gäller samt som är beslutad att börja gälla från ett visst datum. Observera att scenarierna inte tar hänsyn till hur målen och lagstiftningen uppnås utan endast undersöker resultatet av att de uppnås.

### 5.1 Kommunalt avfall

Sammansättningen av det kommunala restavfallet kommer påverkas av den kommande lagstiftningen. De mål som satts upp inom EU och som presenteras i tabell 3.1 förutsätts uppfyllas i detta scenario. Vidare ska textil och farligt avfall samlas in separat från år 2025. I detta scenario antas därför att all textil och allt farligt avfall sorteras ut från det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning.

Matavfall berörs av lagstiftning och målsättningar. Det förändrade EU-direktivet innebär att biologiskt nedbrytbart avfall ska samlas in separat från år 2024 och i Sveriges miljömål finns målsättningen att minst 75 procent av matavfall sorteras ut och behandlas biologiskt senast år 2023. Observera att EU-direktivet gällande biologiskt nedbrytbart avfall även inkluderar trädgårdsavfall. I denna scenariostudie antas därför trädgårdsavfall sorteras ut i samma utsträckning som matavfall.

I tabell 5.1 sammanfattas vilka målsättningar som uppnås i scenarierna för sammansättning av kommunalt avfall som behandlas med energiåtervinning hos Stockholm Exergi år 2025 respektive år 2030. Att 100 procent utsortering av textil och farligt avfall används i scenariostudien baseras på att den lagstiftning som finns tolkas innebära att utsorteringen av respektive fraktion ska vara fullständig. Gällande biologiskt avfall används en utsorteringsgrad på 75 procent år 2025 baserat på målsättningen i Sveriges miljömål till 2023.

**Tabell 5.1:** De målsättningar som antas uppfyllas i scenarierna för hur det kommunala avfallet till energiåtervinning förändras. Anger hur stor andel av respektive fraktion som ska materialåtervinnas.

Typ av avfall/resurs	År 2025 [%]	År 2030 [%]
Kommunalt avfall	50	60
Alla förpackningar	65	70
Plastförpackningar	50	55
Träförpackningar	25	30
Metallförpackningar	63	73
Glasförpackningar	70	75
Pappersförpackningar	75	85
Textil	100	100
Farligt avfall	100	100
Matavfall	75	100

Utöver mål för ökad utsortering för material- och biologisk återvinning finns det i Sverige ett mål som kallas 25/25-målet. 25/25-målet som är ett initiativ av Avfall Sverige innebär att mängden mat- och restavfall ska minska med 25 procent per person till år 2025 jämfört med år 2015. Fram till år 2021 var minskningen 12 procent. När materialåtervinningsmålen i tabell 5.1 för år 2025 respektive 2030 beaktas undersöks, utöver förändrad sammansättning och egenskaper, hur de totala mängderna kommunalt restavfall kan komma att förändras. I det fall att minskningen av det kommunala avfallet som energiåtervinnas inte uppfyller 25/25-målet tas detta mål i beaktande.

Vidare påverkas den totala mängden kommunalt avfall som behandlas i form av energiåtervinning i Stockholm av hur befolkningens mängd förändras samt av andra faktorer så som det ekonomiska läget. Enligt SCB förväntas Stockholmregionens befolkning öka med 16,5 procent till år 2040 jämfört med 2020. Om befolkningsökningen antas vara linjär innebär det en ökning med drygt 4 procentenheter till år 2025 och drygt 8 procentenheter till 2030 jämfört med år 2020 (SCB Statistikmyndigheten 2021). Hur mängden kommunalt avfall per person förändras är ett ämne för diskussion. I dessa scenarier antas mängden och sammansättningen av det kommunala avfallet vara oförändrad år 2025 och år 2030 jämfört med de nuvarande avfallsflödena.

Scenarierna för år 2025 och 2030 innebär för respektive avfallsleverantör varierande förändring i förhållande till nuläget. I tabell 5.2 visas hur utsorteringen för respektive avfall förändras för att vara i linje med scenarierna, observera att eftersorteringsanläggningarna BE och RUS antas fungera så som presenterades i *kapitel 4*. I tabell 5.2 presenteras två värden för respektive avfall och fraktion, det första värdet beskriver vad utsorteringsgraden blir och värdet som anges i parentes visar med hur många procentenheter målet överskrids alternativt hur många procentenheter i jämförelse med nuläget som utsorteringen ökar för att nå målet.

I tabell 5.2 anges inga värde för träförpackningar. Det beror på att grunddatan som används inte innehåller någon information om innehåll av träförpackningar i det kommunala avfallet (*se bilaga B*). Vidare anges endast att utsorteringsmålet av textil och farligt avfall är att den ska vara fullständig. Att ingen förändring anges beror på att det är okänt hur stor utsorteringen av farligt avfall och textil är i nuläget.

**Tabell 5.2:** Utsorteringsgraden för respektive fraktion och scenario<sup>1</sup>.

	<b>SÖRAB 2025</b>	<b>SÖRAB 2030</b>	<b>SVOA 2025</b>	<b>SVOA 2030</b>	<b>SRV 2025</b>	<b>SRV 2030</b>
Plastförp.	64(+14)	64(+9)	67(+17)	67(+12)	50 (28)	55 (33)
Metallförp.	91(+28)	91(+18)	83(+20)	83(+10)	63 (23)	73 (33)
Glasförp.	83(+13)	83(+8)	93(+23)	93(+18)	74(+4)	75 (1)
Pappersförp.	75 (27)	85 (37)	75 (28)	85 (38)	75 (23)	85 (33)
Textil	100	100	100	100	100	100
Farligt avfall	100	100	100	100	100	100
Matavfall	75 (30)	100(65)	84 (+9)	100 (16)	75 (41)	100(66)

<sup>1</sup> För respektive fraktion, avfallsbolag och scenario anges två värde. Det första värde är den andel av fraktionen som sorteras ut för materialåtervinning. Inom parentes anges, i kursiv stil, hur många procentenheter målet överskrids med alternativt anges hur många procentenheter utsorteringen stiger med jämfört med nuläget för att nå målet.

## 5.2 Verksamhetsavfall

I likhet med Edo, Johansson och Sahlin (2019) konstateras i denna studie att underlaget för att utföra en scenarioanalys för verksamhetsavfallet inte är tillräckligt. Som kan läsas i *avsnitt 3.3* finns lagstiftning som syftar till att minska avfallsflödena till energiåtervinning och det kan tänkas påverka sammansättningen av verksamhetsavfallet samt vilka mängder som genereras. Kvarstår gör att diskussionen enbart är kvalitativ och kommer därför föras i *kapitlet 7*.

# Kapitel 6

## Resultat

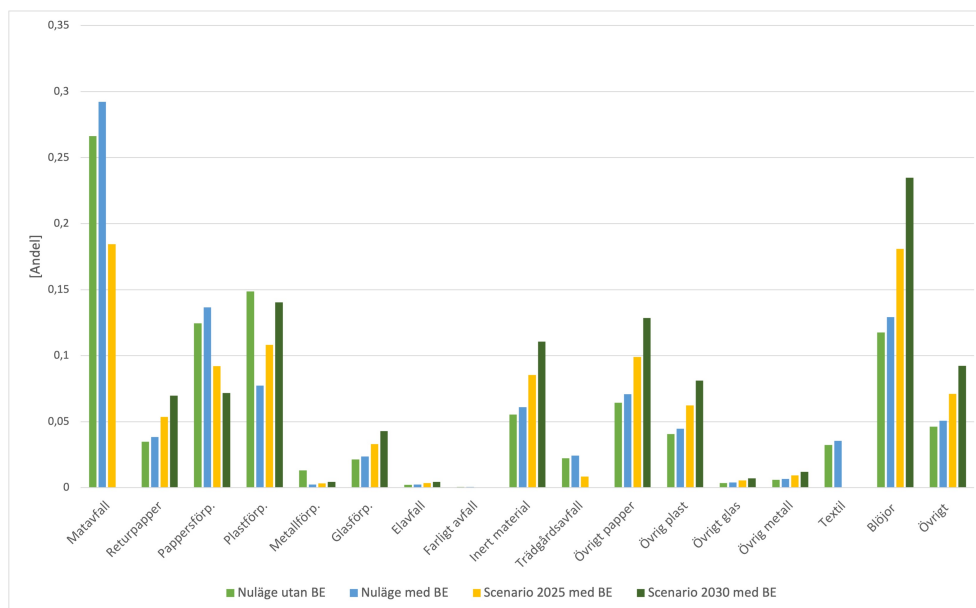
I detta kapitel presenteras resultaten av de utformade scenarierna för år 2025 respektive 2030. Ökad utsortering av material- och biologiskt återvinningsbara fraktioner får till följd att avfallet som behandlas med energiåtervinning förändras till sammansättning, egenskaper och mängd. Observera att resultatet som presenteras i detta kapitel uteslutande gäller kommunalt avfall som behandlas av Stockholm Exergi.

### 6.1 Förändrad sammansättning

Som följd av ökad materialåtervinning enligt scenarierna för år 2025 och år 2030, som presenteras i *kapitel 5*, förändras sammansättningen av det avfall som inte materialåtervinns utan behandlas i form av energiåtervinning. I figurerna 6.1, 6.2 och 6.3 visas hur sammansättningen av respektive kommunalt restavfall förändras. Observera att den fraktion som i *kapitel 4* presenterades som "Övrigt restavfall" nu är synliggjort i sju fraktioner: "Övrigt papper", "Övrigt plast", "Övrigt glas", "Övrigt metall", "Textil", "Blöjor" och "Övrigt". Skälet till den ytterligare detaljnivån är att med ökad materialåtervinning blir andelen "Övrigt" större och har därför större påverkan på avfallets egenskaper.

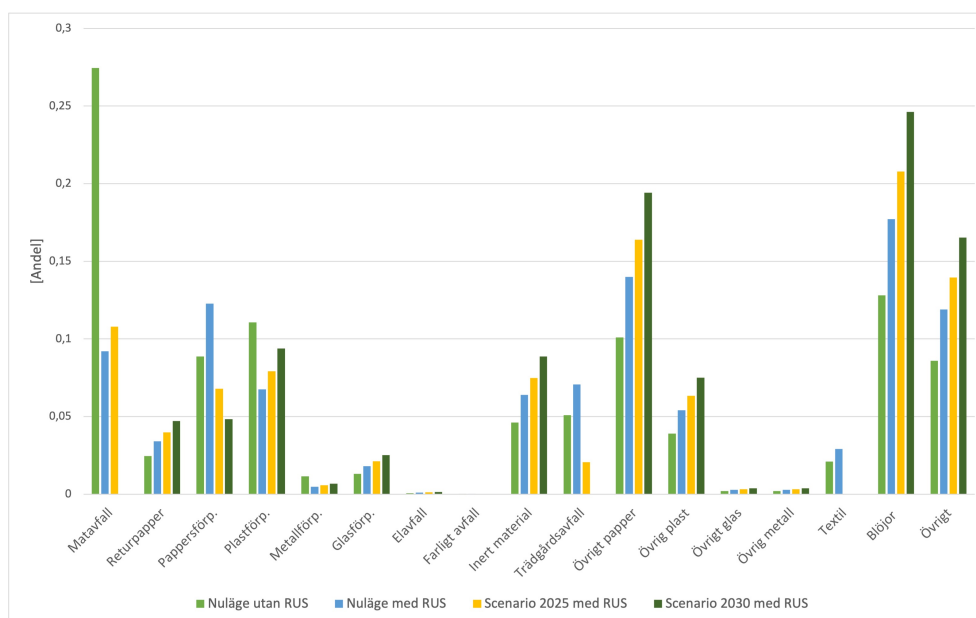
I figur 6.1 visas hur sammansättningen av det kommunala avfallet från SÖRAB som energiåtervinns förändras. Den första förändringen (som redan skett) är utsorteringen i Brista eftersorteringsanläggning. Konsekvenserna av BE är att andelen plastförpackningar och metall minskar. Därefter, baserat på scenarierna för år 2025 och 2030, ökar den biologiska återvinningen av matavfall kraftigt vilket följaktligen innebär att fördelningen av avfallet förändras. Blöjor, plastfraktionerna, övrigt papper och inert material blir utmärkande fraktioner i den nya sammansättningen. Notera att materialåtervinningen ökar för fler fraktioner än matavfallet men i denna framställning syns det inte. Observera också att sammansättningen är beräknad baserat på våta vikter. Det innebär att fraktioner med högt fuktinnehåll så som matavfall och blöjor utgör en större andel än om resultaten baserats på torrvikter.





**Figur 6.1:** Sammansättningen av SÖRAB:s kommunala avfall som behandlas i form av energiåtervinning förändras som följd av ökad utsortering.

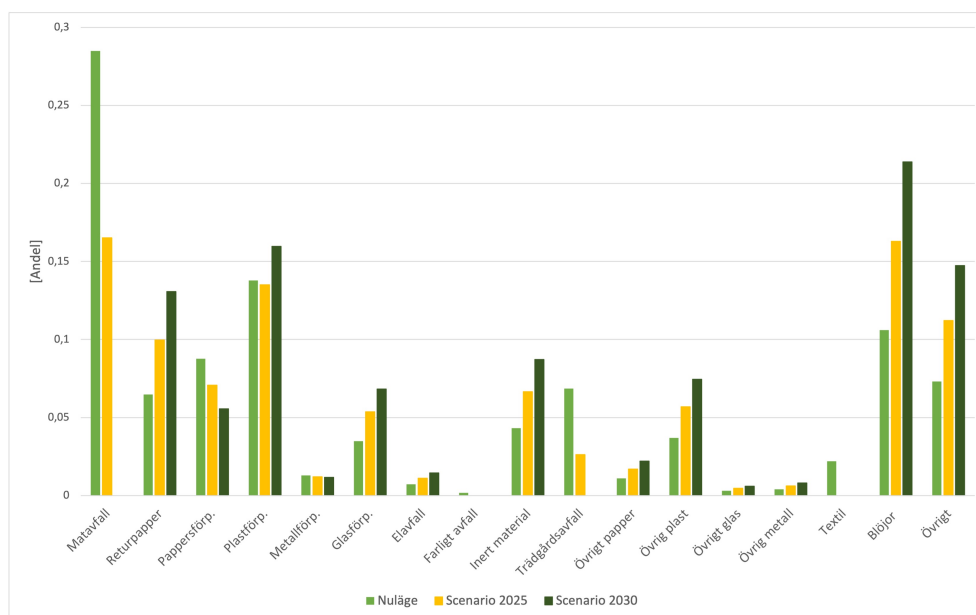
Vidare, figur 6.2 visar liknade förändringar gällande det kommunala avfallet från SVOA som behandlas med energiåtervinning som för SÖRAB. Den skillnad som kan noteras är att matavfall sorteras ut i den eftersorteringsanläggning som SVOA planerar att ta i bruk år 2024 vilket resulterar i en markant minskning av mängden och andelen matavfall.



**Figur 6.2:** Förändringar i sammansättningen av SVOA:s kommunala avfall som energiåtervinns till följd av ökad utsortering.

I figur 6.3 visas hur scenarierna för 2025 och 2030 förändrar sammansättningen av det kommunala restavfall från SRV. Observera att det inte, i nuläget, är planerat för någon eftersorteringsanläggning hos SRV och därför presenteras en stapel mindre. Hur fördelningen

av avfall mellan olika fraktioner förändras följer en liknande trend som för både SVOA och SÖRAB.

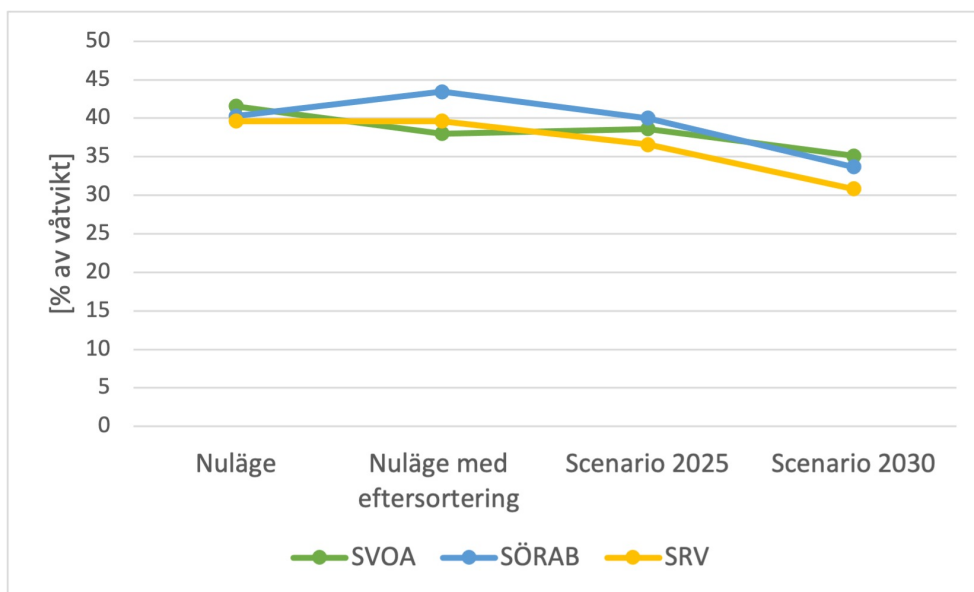


**Figur 6.3:** Sammansättningen av SRV:s kommunala restavfall förändras till följd av ökad utsortering enligt scenarierna.

## 6.2 Förändrade egenskaper

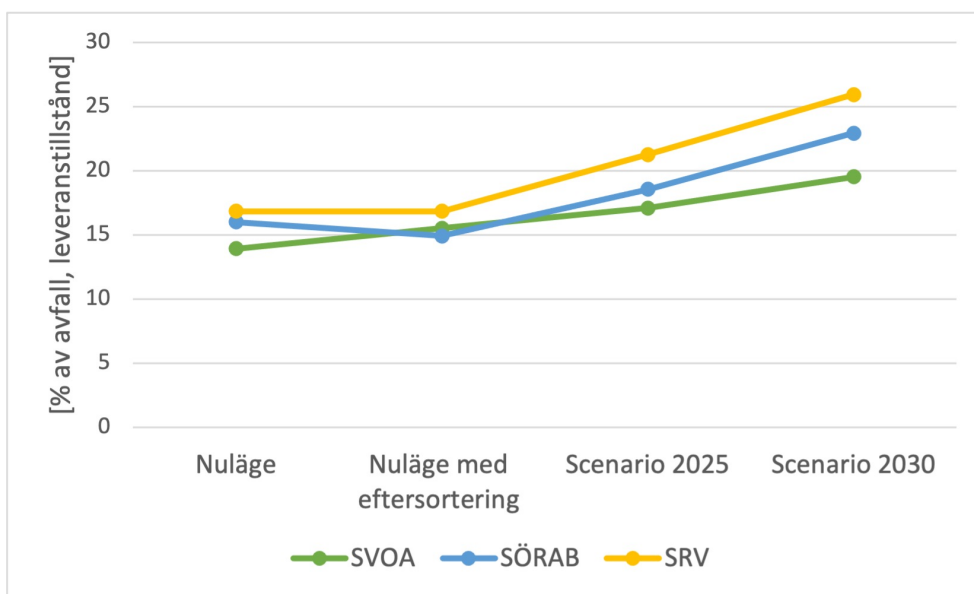
När sammansättningen av avfallet förändras förändras även avfallets egenskaper. I detta avsnitt presenteras hur egenskaperna fukthalt, askhalt, effektivt värmevärde och den fossila kolandelen förändras som följd av ökad utsortering. Punkterna i figurerna 6.4, 6.5, 6.6 och 6.7 visar resultaten av beräkningarna som gjorts, och linjerna är trendlinjer.

Figur 6.4 visar hur fukthalten [% av våtvikt] i det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras. I alla tre fall, för SVOA, SÖRAB och SRV, minskar fukthalten då nuläge jämförs med Scenario 2030.



**Figur 6.4:** Fukthalten i det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras.

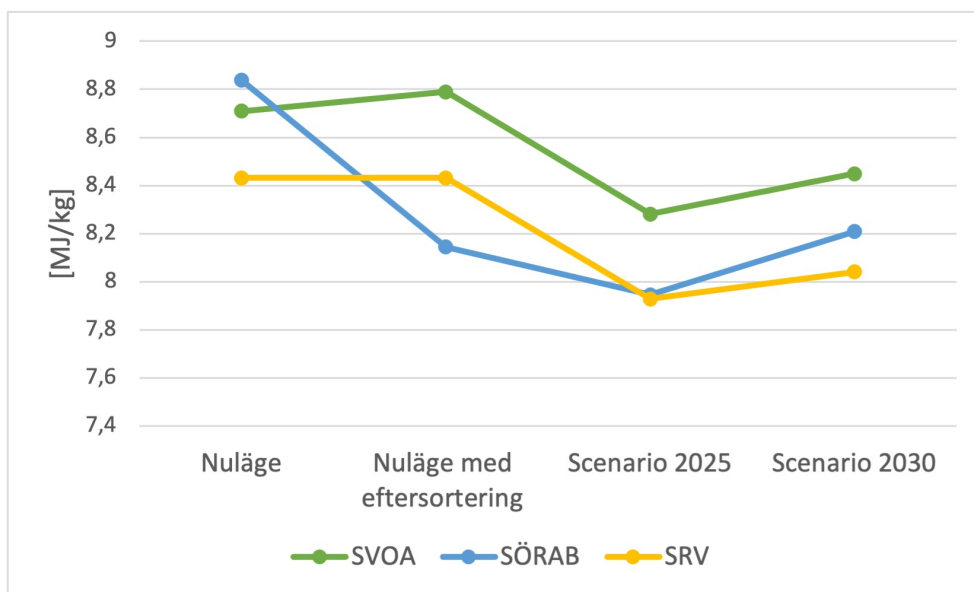
Gällande avfallens askhalt, vilken presenteras i figur 6.5, visar beräkningarna som gjorts att den ökade utsorteringen av specifika fraktioner leder till att askhalten ökar. För respektive avfallsleverantör stiger askhalten med knappt tio procentenheter från nuläget till Scenario 2030. Notera även att den askhalt som anges är den som gäller för avfallet vid leveranstillstånd.



**Figur 6.5:** Askhalten i det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras.

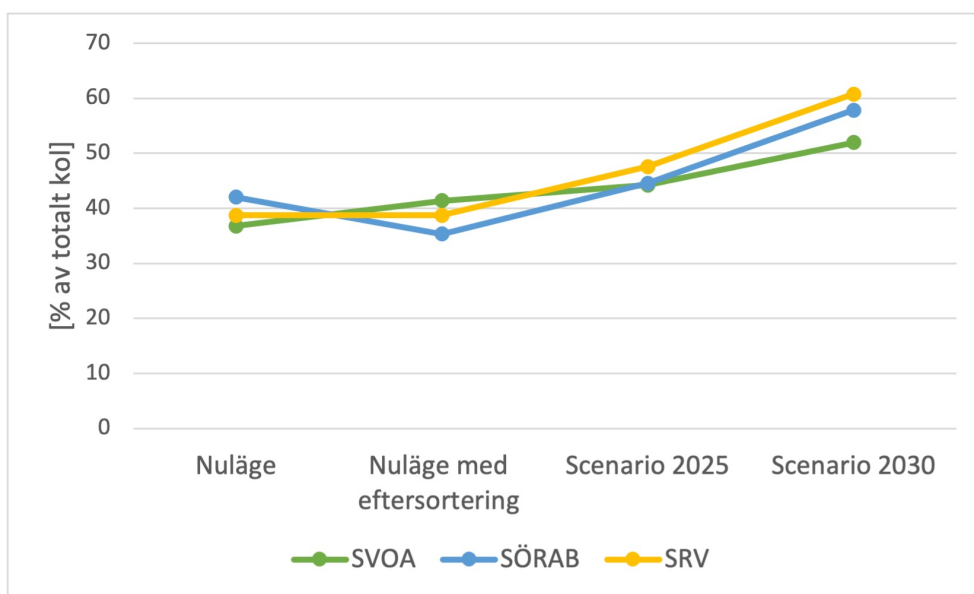
Vidare, presenteras i figur 6.6 hur det effektiva värmevärdet [MJ/kg] för det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras. För respektive avfallsleverantör sjunker det effektiva värmevärdet något då nuläget jämförs med Scenario 2030. Däremot är konsekvenserna av SÖRAB:s och SVOA:s eftersorteringsanläggningar olika. Utsorteringen av plast och metall i SÖRAB:s anläggning leder till ett lägre effektivt värmevärde medan utsorteringen av

plast, metall och matavfall i SVOA:s anläggning får till följd att det effektiva värmevärdet stiger.



**Figur 6.6:** Det effektiva värmevärdet förändras som följd av ökad utsortering.

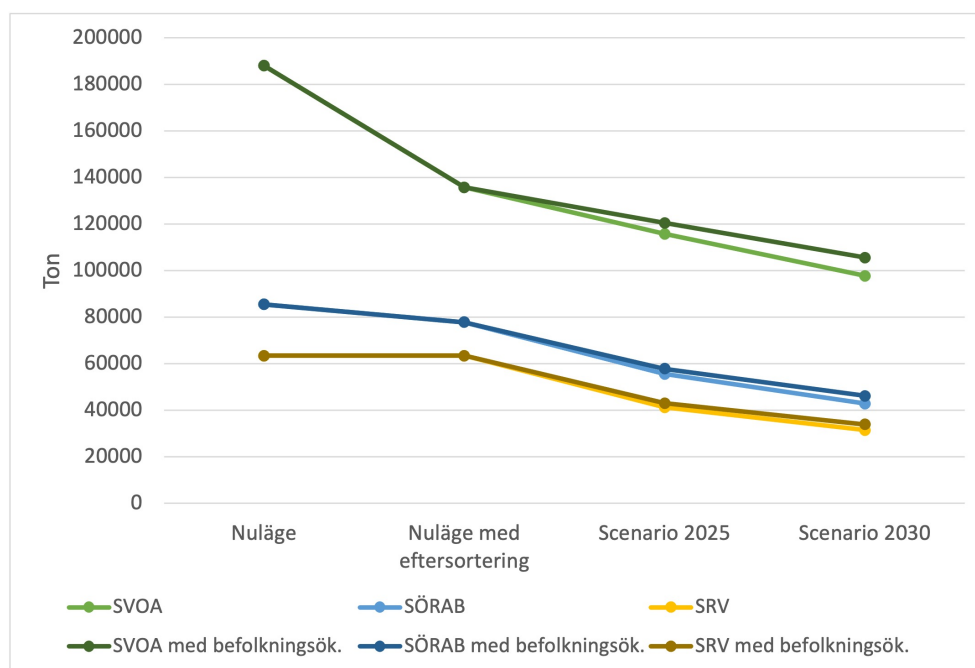
Även den fossila kolandelen förändras då sammansättningen av det kommunala avfallet som energiåtervinns förändras. Då nuläget jämförs med scenarierna ökar andelen fossilt kol. Däremot visar beräkningen för SÖRAB:s kommunala restavfall som gått genom eftersorteringsanläggningen att den fossila kolandelen minskar. Beräkningarna visar att med hög utsorteringsgrad av specifika fraktioner kan den fossila kolandelen komma att öka till att utgöra mer än 50 procent av den totala kolmängden.



**Figur 6.7:** Den fossila kolandelen förändras med förändrad avfallssammansättning.

## 6.3 Förändrade mängder

När utsorteringen av material- eller biologiskt återvinningsbart avfall ökar minskar mängden avfall som behandlas med energiåtervinning. I figur 6.8 presenteras hur avfallsmängderna till energiåtervinning minskar. De trendlinjer som beskrivs inkluderar befolkningsökning visar hur mängden avfall förändras om invånareantalet ökar i den takt som SCB prognostiserat. Med hänsyn till befolkningsökning syns att minskningen av avfallsmängderna blir något mindre än om befolkningsökning inte beaktas.



**Figur 6.8:** De totala avfallsmängderna av det kommunala avfallet till energiåtervinning minskar då utsorteringen ökar.

Procentuellt minskar avfallsmängden från SVOA med knappt 50 procent från nuvarande avfallsflöde till avfallsflödet enligt Scenario 2030. Motsvarande minskning för SÖRAB och SRV är drygt 50 procent. Med hänsyn till befolkningsökning blir minskningen av avfall till energiåtervinning något mindre, omkring 45 procent.

I *kapitel 5* nämns att 25/25-målet tas i beaktande i scenarierna i det fall att materialåtervinningsmålen inte medför att det kommunala avfall som behandlas med energiåtervinning minskar med minst 13 procent mellan nuläget och år 2025. Som resultatet ovan visar är minskningen större än så och därmed sker ingen ytterligare minskning av avfallsmängden.

## 6.4 Känslighetsanalys

Tre känslighetsanalyser har utförts och presenteras i detta avsnitt för att uppmärksamma konsekvenser av specifika antagande som kan tänkas ha märkbar påverkan på resultatet.

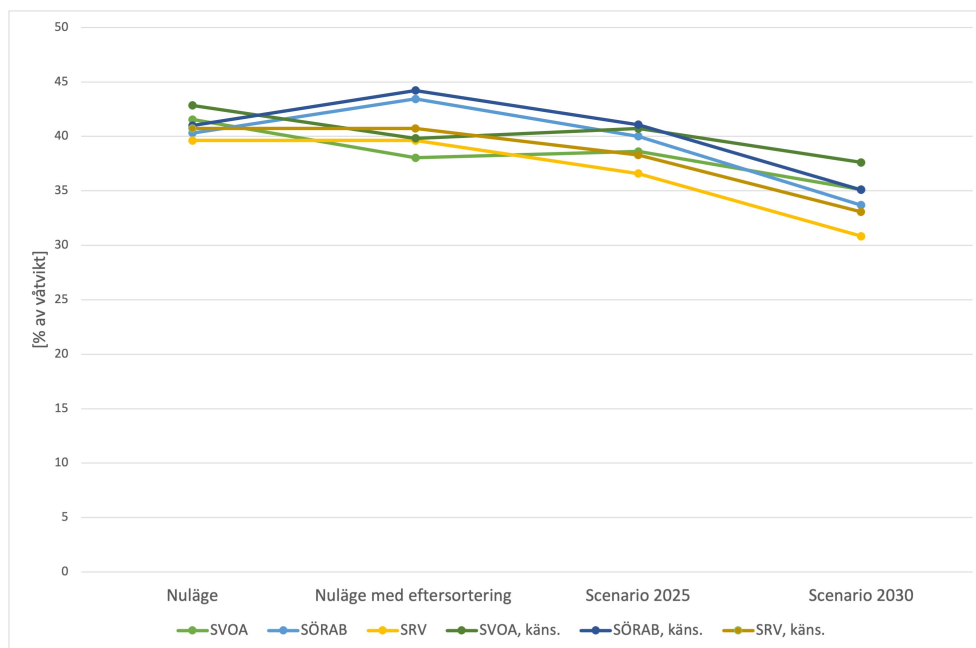
### 6.4.1 Alternativ elementardata för fraktionen ”Övrigt”

För att beräkna avfallets egenskaper då dess sammansättning förändras har data för respektive fraktions elementarsammansättning använts. För fraktionen ”Övrigt” har data för den övrigt brännbara fraktionen i avfallskross från Storbritannien använts, *se bilaga D*. Med det följer en osäkerhet då det är troligt att den övriga fraktionen i avfallskrossen har ett annat innehåll än den övriga fraktionen i det kommunala restavfallet. Alternativ data som används i denna känslighetsanalys är elementarsammansättning för den övrigt brännbara fraktionen i kommunalt restavfall som presenteras av Bisailon m. fl. (2013). Osäkerheten i denna data bottnar i att datan är framtagen i början av 2000-talet vilket skulle kunna innebära att innehållet i fraktionen skiljer sig nu från då.

Den övriga fraktionen får med ökad utsortering större påverkan på avfallets egenskaper och därav är egenskaperna som den fraktionen har av betydelse. Denna känslighetsanalys jämför avfallets egenskaper då fraktionen ”Övrigt” beskrivs av två olika elementarsammansättningar vilka återfinns i *bilaga D*.

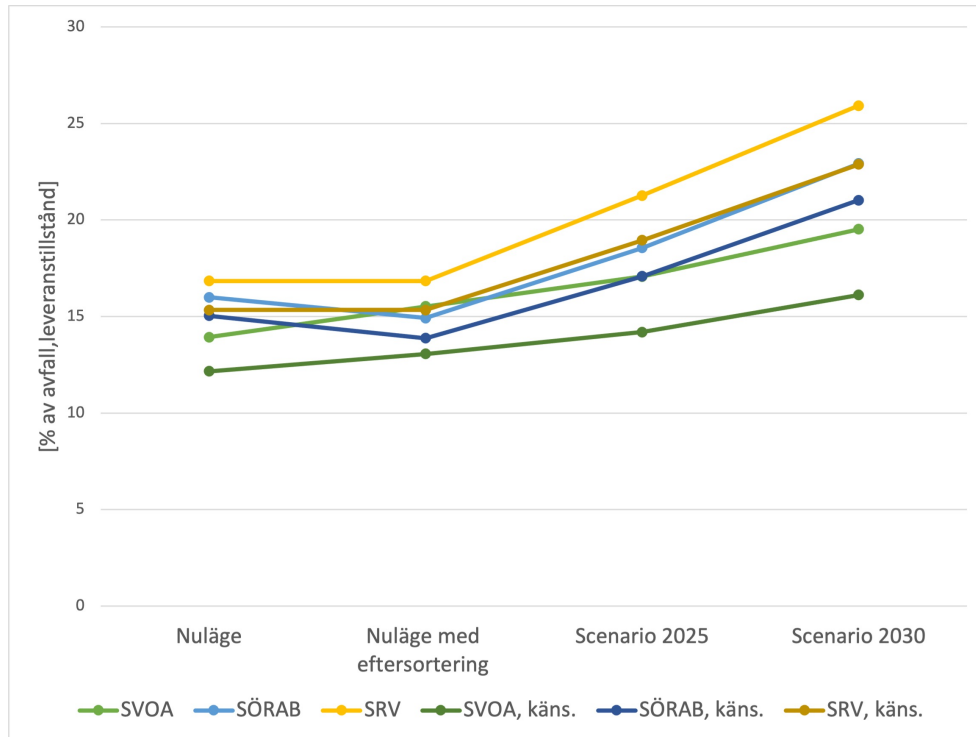
Känslighetsanalysen visar att trenderna för hur fukthalt, askhalt, effektivt värmevärde och fossil kolandel förändras som följd av ökad utsortering till materialåtervinning är de samma som tidigare presenterade resultat. Däremot skiljer sig de beräknade värdena åt något.

I figur 6.9 visas hur fukthalten förändras då annan elementarsammansättning används för fraktionen ”Övrigt”. Både det nuvarande avfallet och det avfallet som blir av scenarierna är några procentenheter fuktigare än det primära resultatet visar. Vad som även kan avläsas är att skillnaden i fukthalt mellan känslighetsanalysen och det primära resultatet ökar då utsorteringen ökar vilket är en följd av att fraktionen ”Övrigt” står för en större andel av avfallet.



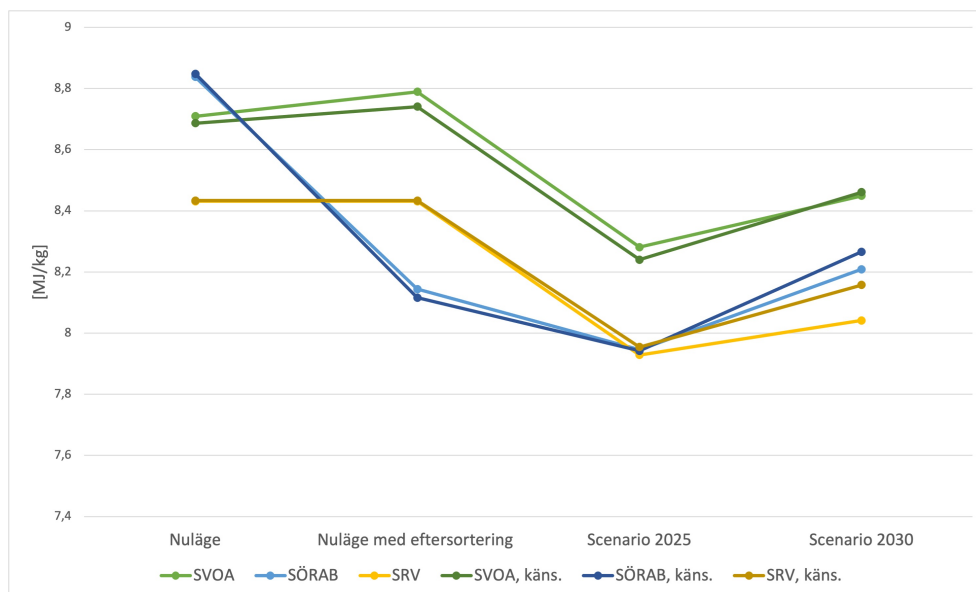
**Figur 6.9:** Fukthalten förändras som följd av ökad utsortering, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet.

Askhalten blir lägre då elementarsammansättningen ändras enligt känslighetsanalysen, vilket visas i figur 6.10. Den data som används primärt kan tänkas innehålla bland annat gipsavfall vilket har mycket hög askhalt. Med största sannolikhet förekommer inte gips i det avfall som känslighetsanalysens data baseras på.



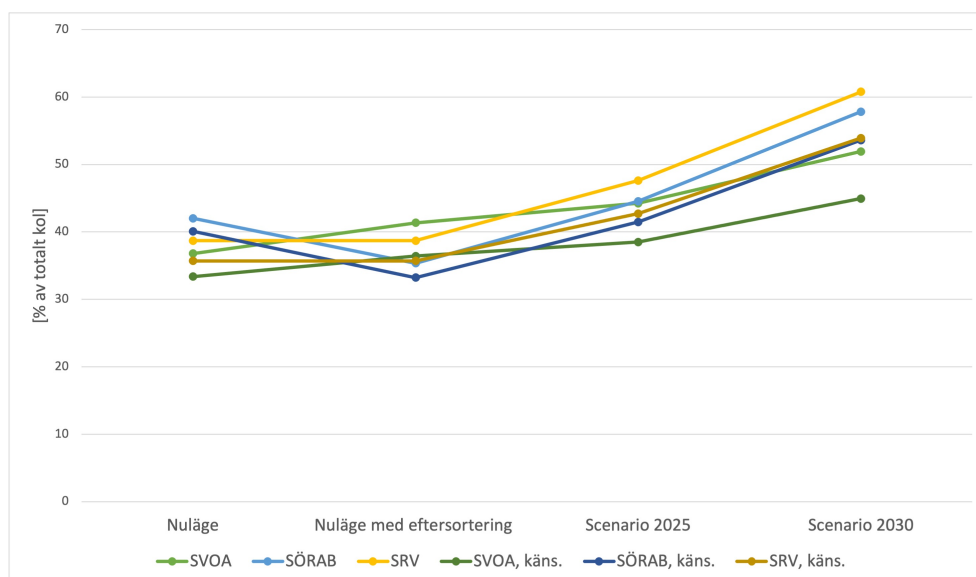
**Figur 6.10:** Askhalten förändras då utsorteringen av specifika fraktioner ökar, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar resultatet.

De effektiva värmevärdena som ges av den primära datan och datan som används i känslighetsanalysen är mycket lika, se figur 6.11. Det kan delvis förklaras av de förändringar som sker med fukt- och askhalten då utsorteringen ökar. Fukthalten blir i relation till de primära resultaten något högre, medan askhalten blir något lägre. En lägre askhalt innebär ett högre effektivt värmevärde, något som framförallt kan avläsas i förändringen mellan Scenario 2025 och Scenario 2030.



**Figur 6.11:** Det effektiva värmevärdet förändras som följd av ökad utsortering, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet.

I figur 6.12 visas hur den fossila kolandelen ändras då elementardatan ändras enligt känslighetsanalysen. I likhet med övriga undersökta egenskaper är trenden gällande hur den fossila andelen förändras lik den trend som det primära resultatet visar. Däremot är den fossila andelen lägre enligt känslighetsanalysen än enligt det primära resultatet.



**Figur 6.12:** Den fossila kolandelen förändras när utsorteringen av bestämda fraktioner ökar, och den ändrade datan enligt känslighetsanalysen förändrar utfallet.

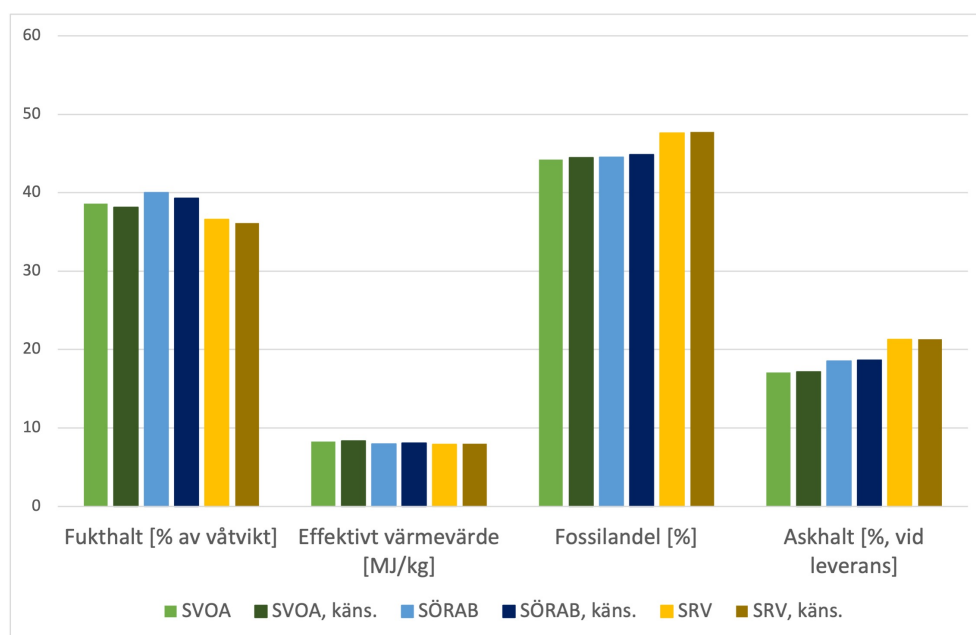
### 6.4.2 Lägre utsorteringsgrad för textil och farligt avfall

I scenariet används utsorteringsgraden 100 procent för textil och farligt avfall med motiveringen att vara konsekvent i scenarioupbyggnaden. Det dock inte troligt att en total utsortering uppnås, och därav undersöker denna känslighetsanalys vad en lägre



utsorteringsgrad av de två fraktionerna innebär för avfallets förändrade egenskaper och mängd. I denna känslighetsanalys antas för Scenario 2025 att 50 procent av den textil och det farliga avfall som idag finns i det kommunala restavfallet sorteras ut.

Figur 6.13 visar hur egenskaperna fukthalt, askhalt, effektivt värmevärde och fossil kolandel förändras i det fall att utsorteringen av textil och farligt avfall minskar från fullständig till att hälften sorteras ut. Det går inte att avläsa påfallande förändringar vilket troligtvis kan förklaras av att textil och farligt avfall är två relativt små fraktioner i det kommunala restavfallet.



**Figur 6.13:** De fyra undersökta egenskaperna hos det kommunala restavfallet i scenario 2025 och då scenario 2025 ändras med hänsyn till minskad utsortering av textil och farligt avfall.

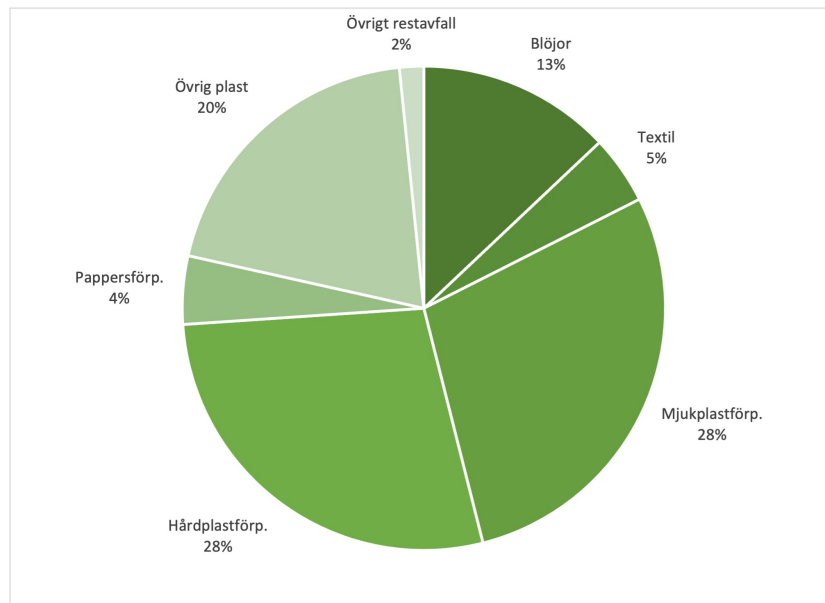
Minskningen av den totala mängden kommunalt restavfall blir ungefär 1 procent mindre då 50 procent av textil och farligt avfall sorteras ut i jämförelse med om 100 procent sorteras ut.

### 6.4.3 Hälften av plastförpackningarna av biogent ursprung

Idag är det, som tidigare nämnt, endast ungefär 1 procent av plasten som produceras av biogent material. Det innebär att då plasten energiåtervinns uppstår fossila koldioxidutsläpp. I denna känslighetsanalys undersöks hur fördelningen av avfallets fossila innehåll hade förändrats i det fall att hälften av de plastförpackningar som produceras hade producerats från biogen råvara. Följaktligen antas 50 procent av de plastförpackningarna som idag hamnar i det kommunala restavfallet vara av biogent ursprung.

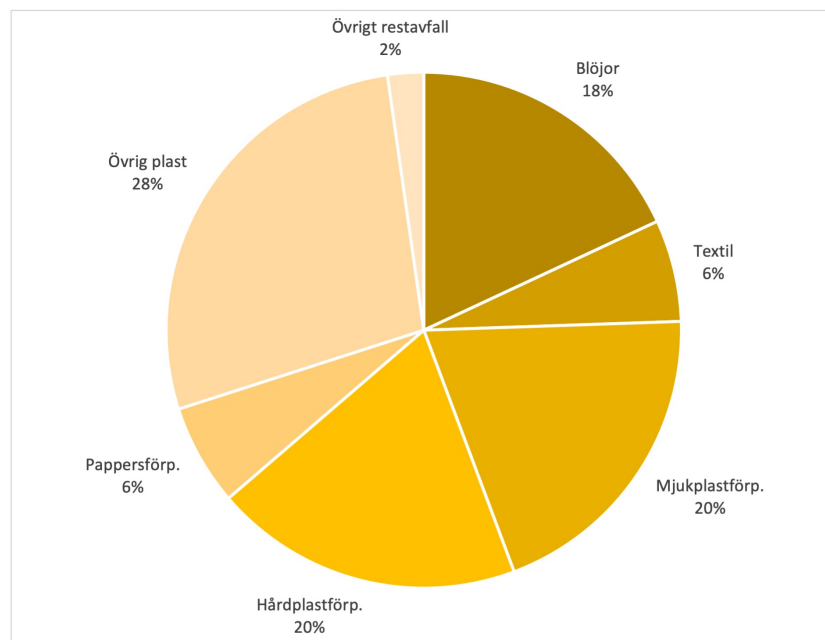
I figur 6.14 visas vilka fraktioner i det kommunala restavfallet som innehåller fossilt kol. Vad som också går att avläsa är hur stor andel av det fossila kolet som respektive fraktion innehåller. Observera att känslighetsanalysen är baserad på SVOA:s nuvarande kommunala restavfall, se *bilaga B*, och att den fossila kolandelen i fraktionen "Övrigt restavfall" är osäker. I denna känslighetsanalys har den alternativa grunddatan för fraktionen "Övrigt restavfall" använts. I det fall att den primära grunddatan använts hade fraktionens fossila

kolandel varit större. Figur 6.14 visar att plastförpackningar står för drygt halva det fossila innehållet i det kommunala avfall som idag behandlas med energiåtervinning.



**Figur 6.14:** Fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning idag.

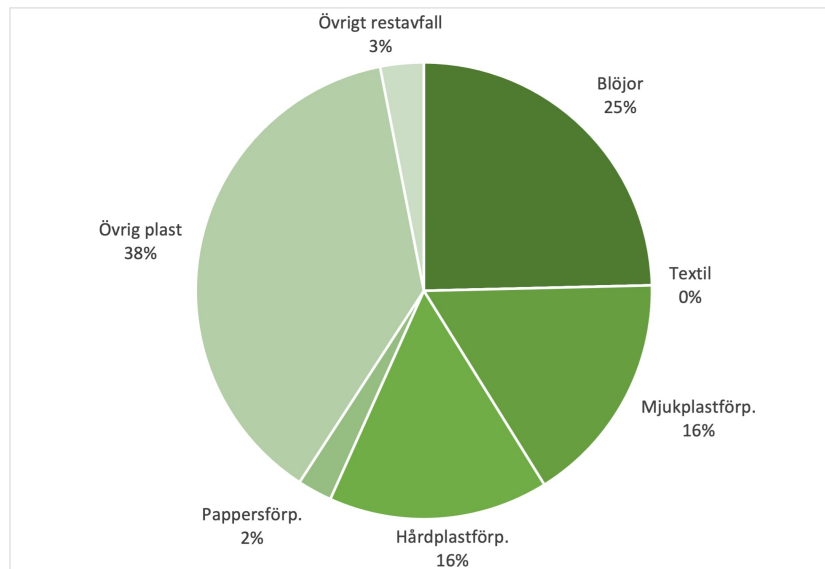
Figur 6.15 visar hur fördelningen av fossilt kol förändras i det fall att hälften av plastförpackningarna produceras av biogen råvara. Observera att den totala mängden fossilt kol i avfallet minskar med knappt 30 procent, något som inte syns i figur 6.15.



**Figur 6.15:** Fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som energiåtervinns om hälften av plastförpackningarna produceras av biogen råvara.

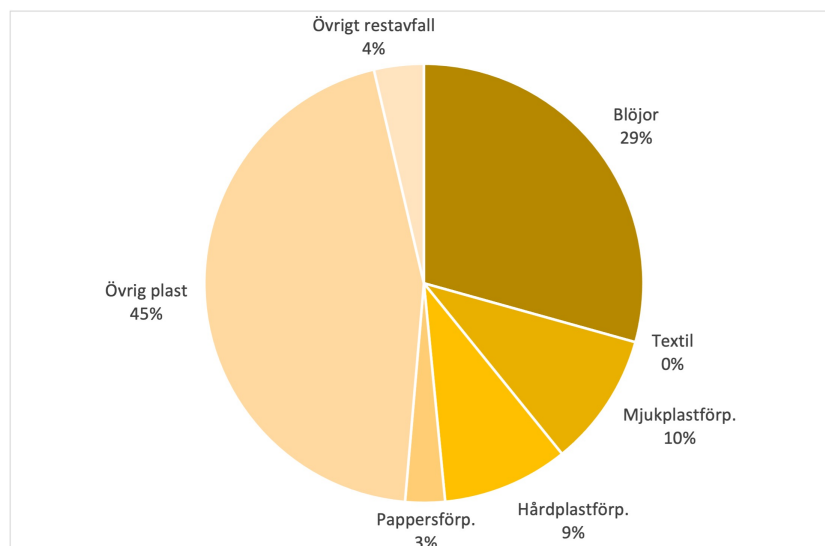
I figur 6.16 nedan visas sammansättningen som ges av Scenario 2030 för det kommu-

nala avfallet från SVOA. I jämförelse med nuläget har ytterligare utsortering av textil, plastförpackningar och pappersförpackningar skett vilket innebär att andelen fossilt kol som återfinns i fraktionerna Övrig plast och Blöjor ökar.



**Figur 6.16:** Enligt Scenario 2030, fördelning av fossilt kol mellan fraktioner i det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning.

Figur 6.17 visar att hur den fossila kolandelen förändras om hälften av plastförpackningarna är producerade av biogen råvara i Scenario 2030. Det fossila kolinnehållet minskar, och fraktionerna Övrig plast och blöjor står för ytterligare större delar av det fossila innehållet i det avfall som behandlas med energiåtervinning.



**Figur 6.17:** Fördelning av det fossila kolet mellan fraktioner i avfallet som energiåtervinns enligt Scenario 2030 om hälften av plastförpackningarna produceras av biogen råvara.

# Kapitel 7

## Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten som presenteras i kapitel 4 *Nuvarande avfallsflöde* och i kapitel 6 *Resultat*. Vidare diskuteras metoden för scenario-analysen, och hur resultaten kan användas baserat på de många antaganden som gjorts.

Diskussionen redogör först för kommunalt avfall och sedan för verksamhetsavfall som behandlas i form av energiåtervinning.

### 7.1 Hur resultaten kan användas och tolkas

Vilka antagande och förenklingar som görs påverkar vilket resultat som erhålls och det är därför viktigt att vara medveten om bakgrunden och beräkningsgången. Samtliga antagande som är gjorda i denna studie finns dokumenterade i rapporten och i bilagorna. Inom ramen för detta arbete har antagande och förenklingar gjorts på ett konsekvent sätt vilket gör resultaten inom studien jämförbara. I relation till verkligheten kan resultaten användas som indikationer.

### 7.2 Kommunalt avfall som energiåtervinns nu och i framtiden

Vad det kommunala restavfallet har för sammansättning idag jämförs med resultat på nationell nivå. Vidare diskuteras de resultat som scenarioanalysen visar.

#### 7.2.1 Nuvarande kommunalt avfall - En jämförelse

I *kapitel 3.1* presenteras de resultat som Edo, Johansson och Sahlin (2019) visar gällande det kommunala restavfallets innehåll. Då det resultatet jämförs med det nuvarande kommunala restavfallet som genereras i Stockholm och hanteras av SÖRAB, SVOA och SRV syns tydliga likheter. Andelar av olika fraktioner stämmer väl överens vilket tyder på att det kommunala avfall som blir restavfall och behandlas med energiåtervinnig är relativt likt i Stockholm jämfört med landet i stort. Det är därmed tänkbart att en liknande andel den som Edo, Johansson och Sahlin (2019) uppskattar bör material- eller biologiskt återvinnas gäller även för det kommunala restavfallet i Stockholm.

## 7.2.2 Scenario 2025 och 2030 för kommunalt avfall

Det är osannolikt att en fullständig utsortering av såväl textil, farligt avfall som för biologiskt nedbrytbart avfall sker. Trots det utformades scenarier i vilka 100 procent utsortering av dessa fraktioner antogs för att vara konsekvent i utformningen. Utöver att antagandet följer den metod som valdes för scenarioanalysen var målet med analysen att undersöka hur avfallet som energiåtervinns kan komma att förändras om de mål som finns uppnås. I detta avsnitt följer en diskussion kring resultaten av de scenarier som utformats.

### Förändrad sammansättning

Trenden gällande hur sammansättningen av det kommunala restavfallet förändras då utsorteringen av de material- och biologiskt återvinningsbara fraktionerna ökar är entydig. Som presenteras i *kapitel 6* blir de ”Övriga” restavfallsfraktionerna dominerande i restavfallet sammansättning. För de fraktionerna är behandling i form av energiåtervinning den idag bästa tillgängliga hanteringsmetoden.

Det bör observeras att i scenarioutformningen och -analysen antas materialåtervinningsgraden vara den samma som utsorteringsgraden. Det är, som tidigare presenterats, inte verkligheten utan till exempel är det ungefär 50 procent av den plast som hanteras på Svensk Plaståtervinning i Motala rensas från materialåtervinningen och skickas för att behandlas med energiåtervinning (Svensk Plaståtervinning u.å.). Det innebär att andelen som materialåtervinns enligt scenarierna 2025 och 2030 är lägre än vad målsättningarna säger. För att uppnå den materialåtervinningsgrad som lagstiftningen säger hade idag en större andel av respektive fraktion behövt sorteras ut. Hur mycket större utsorteringen hade behövt vara är dock osäkert och för att undvika spekulation har utsorteringsgraden förväntats vara lika med materialåtervinningsgraden. Oavsett gäller för avfallssammansättningen av det avfall som energiåtervinns i Stockholm att det är det avfall som blir kvar efter utsorteringen som är relevant.

Det nya minimikrav som kommer för producentansvar för förpackningar har som mål att leda till att större andel av de förpackningar som sätts på marknaden ska bli enklare att materialåtervinna. Det är därför troligt att materialåtervinningsgraden kommer närma sig utsorteringsgraden.

Observera även att känslighetsanalysen, i vilken en lägre utsorteringsgrad för textil och farligt avfall antas, visar ett resultat som inte skiljer sig märkbart för det primära resultatet. Det tyder på att antagandet om fullständig utsortering av dessa fraktioner inte har en betydande effekt på resultaten.

### Förändrade egenskaper

De två undersökta egenskaperna fukthalt och askhalt påverkar det effektiva värmevärdet. En högre fukthalt innebär att ett lägre effektivt värmevärde, och tvärtom. Det beror på att fukten kräver energi för att värmas upp och förångas i förbränningsprocessen vilket får till följd att en mindre energimängd blir frigjord för att generera värme och el. Det ska dock noteras att en högre fukthalt ger en större rökgaskondensering där värme kan tas tillvara. I scenarioanalysen återfinns förändring av fukthalt främst som följd av att mängden och andelen matavfall minskar. Matavfall har en mycket hög fukthalt och utgör i nuläget ungefär en femtedel av den totala mängden kommunalt restavfall. Konsekvensen

av en hög utsortering av matavfall är att fukthalten minskar och det effektiva värmevärdet ökar.

Askhalten har motsatt påverkan. En högre askhalt ger ett lägre effektivt värmevärde då en större andel av avfallet inte är brännbart och därmed inte tillför någon energi. Som kan avläsas i figur 6.5 stiger askhalten då utsorteringen ökar i linje med de material- och biologiska återvinningsmål som beaktas i scenarierna. Det är de inerta fraktionerna glas, metall och övrigt icke-brännbart som har högst askhalter. Även plastfraktionerna har relativt hög askhalt i relation till andra utsorterade fraktioner så som matavfall. Scenarioanalysen visar att den förändrade askhalten har större påverkan på det effektiva värmevärdet än fukthalten vilket resulterar i att det effektiva värmevärdet framåt kommer sjunka något.

Då plast sorteras ut i högre utsträckning blir konsekvensen dels att det effektiva värmevärdet sjunker. Det speglas tydligt i figur 6.6 då SÖRAB:s kommunala restavfall eftersorteras i BE vilket minskar andelen plast och metall. Figuren visar att det leder till att det effektiva värmevärdet sjunker med ungefär 0,7 MJ/kg. Detta beror på att plast har ett högt energiinnehåll i relation till andra avfallsfraktioner. Vidare innebär ökad utsortering av plast att den fossila kolandelen sjunker, vilket även det är en följd av eftersorteringen i BE, se figur 6.7.

Även om utsorteringen i BE innebär att den fossila kolandelen sjunker är den generella trenden som scenarioanalysen visar att den fossila kolandelen ökar när utsorteringen ökar. De fraktioner som blir dominerande vid högre utsortering är fraktioner som till varierande andel innehåller fossilt kol i jämförelse med den nuvarande avfallssammansättningen där matavfall och pappersförpackningar är två fraktioner vilka i stort sätt endast innehåller biogent kol.

Att den fossila kolandelen ökar är negativt ur perspektivet att det innebär större fossila koldioxidutsläpp och därmed högre kostnad för utsläppsrätter. Samtidigt är frågan om att minska mängden plast i restavfallet aktuell och styrmedel så som producentansvar leder till högre utsortering och materialåtervinning. Som den tredje känslighetsanalysen i *kapitel 6* visar står plastförpackningar av hård- och mjukplast för över hälften av det kommunala restavfallets fossila innehåll. Känslighetsanalysen undersöker hur det fossila innehållet i nuvarande kommunalt restavfall ändras då hälften av alla plastförpackningar är producerad av biogen råvara. Denna förändring innebär att den fossila kolmängden minskar med ungefär 30 procent. Känslighetsanalysen sätter även ljus på övrig plast som finns i avfallet och som idag inte är återvinningsbar. Det skulle kunna argumenteras för att det är viktigare att de plastprodukter som inte är återvinningsbara och som är svårare att göra återvinningsbara produceras av biogen råvara än att plastförpackningar som i växande utsträckning kan materialåtervinnas. Ett exempel på en sådan produkt är blöjor.

Fraktionen ”Övrigt” får när utsorteringen av material- och biologiskt återvinningsbara fraktioner större påverkan på avfallets egenskaper. I detta finns en stor osäkerhet då den grunddata som använts för fraktionens elementarinnehåll gäller för den brännbara finfraktionen i avfallskross. Den brännbara finfraktionen i avfallskross har en askhalt som är hög, en fukthalt som är låg och andelen kol som har fossilt ursprung är ungefär 50 procent. Det är osäkert huruvida detta är representativa egenskaper för den övriga fraktionen i det kommunala restavfallet. Den känslighetsanalys i vilken alternativ grunddata för fraktionen ”Övrigt” används visar att de beräknade värdena blir något annorlunda men att trenderna

gällande vilka förändringar som sker är de samma. Det resultatet ger stöd till det primära resultatet, och kan därför användas.

I *kapitel 3.1* presenteras den scenariostudie som Edo, Johansson och Sahlin (2019) utfört. I den undersöker de hur egenskaperna av allt avfall som behandlas med energiåtervinning i Sverige påverkas dels av ökad utsortering av matavfall och dels av ökad utsortering av plast. Den studien är inte fullt jämförbar med resultaten i denna studie däremot är det möjligt att göra jämförelser gällande konsekvenser av specifika förändringar.

I denna studie återfinns att effekten av ökad utsortering av matavfall är lik de effekter som uppmärksammas av Edo, Johansson och Sahlin (2019). Det effektiva värmevärdet ökar, den fossila kolandelen ökar och fukthalten minskar. Följden av ökad utsortering av plast innebär istället att det effektiva värmevärdet sjunker, att den fossila kolandelen sjunker och att fukthalten ökar. Edo, Johansson och Sahlin (2019) menar även att askhalten ökar då plast sorteras ut eftersom plast har relativt låg askhalt. Detta är inget som tydligt kan avläsas i denna studie då plast inte är den enda fraktion som sorteras ut. I eftersorteringsanläggningen BE sorteras både plast och metall ut, och då metall har en mycket hög askhalt får denna utsortering som följd att askhalten sjunker något. Som diskuteras i *bilaga D* är askhalten i grunddatan som används för mjuk- och hårdplast troligtvis markant högre än vad som stämmer. Det skulle kunna innebära att trenden för hur askhalten förändras då plast sorteras ut blir annorlunda. Det bör också betänkas att Edo, Johansson och Sahlin utgår från ett avfall som består av restavfall som är både kommunalt och från verksamheter. Utgångspunkten för avfallets askhalt kan därför vara en annan.

## **Förändrade mängder**

Enligt de scenarieräkningar som gjorts minskar mängden kommunalt restavfall i Stockholm med knappt 50 procent fram till år 2030. Det sker som följd av ökad utsorteringen. I *kapitel 5* påpekades att utöver förändrad befolkning mängd påverkar det ekonomiska läget hur mycket avfall som genereras. Det beror på att ekonomisk tillväxt medför ökad materiell konsumtion vilket i sin tur innebär att mer avfall produceras. Inom cirkulär ekonomi talas det om ”decoupling” vilket syftar till att ekonomiskt tillväxt inte ska innebära ett ökat uttag av jungfruliga råvaror, och i EU är ”decoupling” något som den EU-gemensamma avfallshierarkin syftar till att uppnå. I detta arbete spekuleras det däremot inte i hurvida de totala avfallsmängderna som uppstår per person och år kommer minska eller öka i jämförelse med nu, utan mängden avfall som genereras per person och år har antagits vara konstant i scenarieräkningarna.

## **Krävs förändringar i förbränningsprocessen?**

Som diskuterats ovan innebär den ökade utsorteringen till materialåtervinning att avfallets sammansättning förändras och därtill dess egenskaper. Stora förändringar av avfallets egenskaper skulle kunna innebära att förbränningsprocessen behöver justeras för att fungera effektivt. Resultaten av scenarioanalysen indikerar att inga förändringar är nödvändiga.

I *kapitel 3* förklarades att en högre fukthalt skulle kunna innebära att förbränningstemperaturen sjunker och rökgasvolymen ökar. Enligt scenarioanalysen minskar fukthalten i det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning vilket istället innebär att elverkningsgraden kan bli högre medan värmen som återvinns i rökgaskondenseringen minskar.

Denna förändring innebär däremot inte att förbränningsprocessen behöver förändras.

Askhalten ökar med mellan 5 och 10 procentenheter enligt scenarierna. Det innebär att mer material blir kvar som restprodukter från förbränningen, vilket får som följd att mer material behöver skickas vidare för deponering. Ökad askhalt innebär en ökad kostnad för sluthantering.

Vidare visar scenarioanalysen, som tidigare diskuterats, att det effektiva värmevärdet minskar något. Det är negativt då det innebär att en större mängd avfall krävs för att generera lika mycket energi som en mindre mängd av det nuvarande avfallet genererar. Men, minskningen av det effektiva värmevärdet är liten och bedöms därför inte påverka förbränningsprocessen anmärkningsvärt.

Slutligen, den fossila kolandelen i avfallet påverkar inte förbränningsprocessen. Däremot betalar energiåtervinnare av avfall utsläppsrätter för det växthusgasutsläpp som sker vid förbränning. Med högre andel fossilt kol ökar denna kostnad.

## 7.3 Verksamhetsavfall som energiåtervinns nu och i framtiden

I detta avsnitt diskuteras informationen som erhållits under intervjuerna av avfallsleverantörer. Vidare diskuteras hur verksamhetsavfallet som behandlas med energiåtervinning kan komma att förändras framåt.

### 7.3.1 Nuvarande verksamhetsavfall

I *kapitel 4* presenteras vad som framkommit under de intervjuer som genomförts med leverantörer av verksamhetsavfall, både grovkross och avfallskross, till Stockholm Exergi. Den informationen tillför till viss del ny kunskap, men framförallt bekräftar den det som sedan tidigare är känt gällande verksamhetsavfall nämligen att kunskapen inom området är bristande.

Edo, Johansson och Sahlin (2019) visar att kunskapen kring verksamhetsavfall är liten. De konstaterade att de trots en stor arbetsinsats inte lyckats ta fram tillräcklig data om verksamhetsavfall för att studera det i detalj. Gällande bygg- och rivningsavfall som i den studien studerades som egna avfallsflöde utfördes plockanalyser och därefter kemiska analyser. Edo, Johansson och Sahlin (2019) konstaterar dock, precis som för verksamhetsavfall, att bygg- och rivningsavfalls innehåll kan variera mycket.

De intervjuade gällande grovkross ansåg alla att de har bra koll på vad avfallet innehåller. Det baserades på att de plockar bort det som inte får finnas i avfallet och att mottagaren av avfallet, i detta fall Stockholm Exergi, inte återkommer med någon invändning gällande avfallets innehåll. Ur perspektivet att det som inte får finnas i avfallet är borttaget har företagen bra koll. Ur perspektivet att utveckla kunskapsläget gällande innehållet av det avfall som idag behandlas med energiåtervinning är företagens och forskningens kunskap undermålig. Det som önskats för denna studie är ett stort antal plockanalyser av verksamhetsavfall för att kunna skapa en bild av ett genomsnittligt innehåll. Först med den kunskapen är det möjligt att undersöka hur avfallet kan komma att förändras till följd av utvecklad lagstiftning och mål.



Det skulle kunna tänkas att en scenarioanalys baserades på de krav som ställs på verksamhetsavfallet avfallskross. I denna studie argumenteras det dock för att det inte är korrekt, att det ger en felaktig bild av verksamhetsavfallet. Att två olika typer av verksamhetsavfall efterfrågas beror på de pannor i vilka avfallet behandlas. En panna fungerar på det vis att högre krav måste ställas på avfallet, därav avfallskross. I det fall att till exempel mer trä, papper och plast sorteras ut från verksamhetsavfallet kan det vara så att en mindre andel av verksamhetsavfall kan sorteras för att hanteras som avfallskross och att en större andel hanteras som grovkross. Om en mindre andel av avfallet kan hanteras som avfallskross skulle det även kunna innebära att sammansättningen av grovkross förändras. Det finns ett beroende mellan de två typer av verksamhetsavfall som behandlas med energiåtervinning och därav anses det felaktigt att grunda scenarioanalysen på endast en del av verksamhetsavfallet, som utöver det är mer reglerad än det övrig avfallet.

Utöver ökad utsortering och materialåtervinning kan ekonomiska faktorer påverka huruvida företagen som hanterar verksamhetsavfall väljer att hantera det som grovkross eller avfallskross. De betalar mindre till mottagaren för att lämna avfallskross till energiåtervinning än vad det kostar att lämna grovkross. Däremot kostar det mer för företagen att hantera avfallskross än grovkross, och som återges i *kapitel 4* anses det idag gå jämt ut.

### 7.3.2 Troliga förändringar av verksamhetsavfallets sammansättning

Avsaknaden av scenarioanalys innebär inte att sammansättningen av verksamhetsavfallet som behandlas med energiåtervinning inte kommer förändras framåt. Som presenteras i *kapitel 3.3* finns ett antal lagar och mål som kan komma att innebära förändringar.

Dels är det troligt att utsorteringen av biologiskt avfall ökar både från storkök, restauranger och butiker vilket tas upp i ett av Sveriges miljömål. Detta mål anger att minst 75 procent av matavfallet ska sorteras ut och behandlas biologiskt senast år 2023. Målet ser inte ut att uppnås till år 2023, däremot träder i januari 2023 en förordning i kraft som innebär att avfallet måste skiljas från sin förpackning. Den förordningen kan tänkas bidra till att öka sorteringen av både förpackningsavfall och matavfall.

En annan bestämmelse som troligtvis påverkar och kommer påverka ytterligare är de krav som sedan augusti år 2020 gäller för den som producerar bygg- och rivningsavfall. Bestämmelsen gäller krav på utsortering av minst sex fraktioner av avfall vid bygg- och rivningsarbete och att minst 70 viktprocent av det icke-farliga bygg- och rivningsavfallet ska förberedas för materialåtervinning eller återanvändning. Det konstateras dock av Edo, Bisailon m. fl. (2019) att underlag för att följa upp denna bestämmelse saknas och Sveriges miljömål (2022) anger att målet är osäkert om det uppnås.

Till exempel visar Ahlm m. fl. (2019) att det år 2019 uppkom drygt 150 000 ton plastavfall inom bygg- och rivningssektorerna i Sverige. Av detta var drygt 60 000 ton utsorterat plastavfall, varav endast runt 1 000 ton skickades till materialåtervinning medan resterande mängd gick till energiåtervinning. Det motsvarar att knappt 0,70 procent av plasten från bygg- och rivningssektorn materialåtervanns år 2019. Observera att resultaten är från innan införandet av lagstiftningen gällande utsortering av specifika fraktioner. Exemplet visar, trots det, att det finns stor potential att öka materialåtervinningen av bygg- och rivningsavfall men att det krävs större ansträngning.

Å andra sidan visar intervjuerna med de företag som hanterar verksamhetsavfall i Stockholm

och levererar sådant som avses behandlas med energiåtervinning till bland annat Stockholm Exergi att de har många kunder som de hjälper för att öka sorteringen på plats. Samtliga intervjuade om grovkross presenterade tjänster så som hjälp att planera för bättre sortering och hantering av avfall och även att de säljer tjänster som innebär att de är på plats för att utföra sorteringsarbetet. Att denna typ av tjänster efterfrågas tyder på att det finns vilja att öka utsorteringen och materialåtervinningen.

Vidare införs en lagändring som gör det olagligt att skicka separat insamlat avfall direkt för att behandlas med energiåtervinning. Det innebär till exempel, från exemplet ovan, att de 60 000 ton plastavfall som samlats in separat först måste skickas för att materialåtervinnas och att det snarare är rejektflödet från materialåtervinningen som behandlas med energiåtervinning.

Det bör också observeras att det verksamhetsavfall som är förpackningar ingår i producentansvar och det finns idag materialåtervinningsvägar för dessa fraktioner. Edo, Johansson och Sahlin (2019) visar genom plockanalyser av byggavfall att det i genomsnitt innehåller 15 procent mjukplastförpackningar och knappt 20 procent papperförpackningar. Byggavfallet utgör en märkbar mängd av verksamhetsavfallet som idag behandlas med energiåtervinning, därmed kan dessa fraktioner anses vara lågt hängande frukter för att öka materialåtervinningen.

### **Krävs förändringar i förbränningsprocessen?**

Då inga beräkningar för det nuvarande verksamhetsavfallet utförts, och då ingen scenarionanalys ansetts möjlig att genomföra går det inte med säkerhet att svara på huruvida förbränningsprocessen behöver justeras fram till år 2030. Som diskuterats ovan kan den lagstiftning som införs och den forskning som pågår leda till stora förändringar i sammansättningen av verksamhetsavfallet som behandlas med energiåtervinning. Det framtida verksamhetsavfallet kan tänkas bestå till större del av ”svårare” avfall så som sammansatta uttjänta produkter, och det skulle kunna innebära behov av en förbränningsprocess som är robustare för varierande material och sammansättning.

## **7.4 Energiåtervinning som behandling av avfall**

Möjligheterna för att öka material- och den biologiska återvinningen av olika fraktioner i både det kommunala restavfallet och i verksamhetsavfallet är stora. Ökad materialåtervinning går i linje med den EU-gemensamma avfallshierarkin vilken säger att återbruk och materialåtervinning ska vara de primära behandlingsmetoderna framför energiåtervinning och deponering. För det avfall som möjlighet för materialåtervinning saknas eller det anses olämpligt att materialåtervinna ett avfall då det innehåller kemikalier vilka inte önskas recirkuleras i samhället kan energiåtervinning anses vara en bra behandlingsmetod.

Circle Economy (2022) ifrågasätter om Sverige möjligtvis låser in sig i ett beroende av energiåtervinning av avfall för att generera värme och el. Å andra sidan visar Avfall Sverige (2022) på stora miljömässiga och ekonomiska fördelar med att energiåtervinna avfall i Sverige i jämförelse med att skicka det för behandling i andra europeiska länder, i vilka det troligtvis deponeras. Med andra ord kan energiåtervinning som behandlingsmetod för avfall ses ur olika perspektiv, det kan ses både som en bov och som en hjälte.

Vad som kan argumenteras för i denna studie är att för den närmsta framtiden, men troligtvis för ganska lång tid framåt, kommer det finnas ett stort behov av behandling av avfall som ännu inte kan materialåtervinnas av olika skäl. Inte minst i europeiska länder där deponering är den främsta behandlingsmetoden av avfall kommer behovet att energiåtervinning öka då deponeringsmålen skärps. Samhället bör sträva efter att bli resurssnålt och mer cirkulärt, och energiåtervinning som behandlingsmetod av avfall bör ses som ett komplement. Detta sätt att se på avfallshantering kan tänkas bli tydligare som följd av den kommande lagstiftning som säger att avfall som sorterats inte får skickas direkt till energiåtervinning. Det innebär att det blir restflöde, sådant som inte kan materialåtervinnas, som skickas för behandling med energiåtervinning.

Med ökad materialåtervinning och resurssnålhet kommer, som detta arbete visat, avfallsmängderna som behöver behandlas med energiåtervinning minska. Energibolag som behandlar avfall och därigenom genererar värme och el står med denna förändring inför ett vägskäl. Antingen kan man välja att minska sin behandling av avfall i takt med att avfallsmängderna i regionen minskar och ersätta värmen och elen från kraftvärmen med andra energikällor. Det andra alternativet för energiåtervinnare, så som Stockholm Exergi, är att med oförändrad kapacitet behandla avfall från så många personer som möjligt. Enligt scenarioanalysen kan behandlingen inom den närmsta framtiden, i Stockholm men troligtvis även i övriga delar av landet, fortsätta utan att förbränningen behöver justeras. Den primära utmaningen framåt är, utöver att fylla kapaciteten, att minska behandlingens utsläpp av fossil koldioxid.

# Kapitel 8

## Slutsats & rekommendation

I detta avslutande kapitel besvaras studiens frågeställningar kortfattat med utgångspunkt i resultaten som presenterats och diskussionen som förts. Slutligen ges några rekommendationer gällande hur arbetet med det undersökta området kan fortsättas.

### **1. Vad har det avfall som i nuläget behandlas av Stockholm Exergi för sammansättning?**

Det kommunala avfallet som behandlas med energiåtervinning hos Stockholm Exergi kommer från Stockholm Stad och andra kommuner i Stockholmsområdet. Idag innehåller detta avfall ungefär en fjärdedel matavfall av vilket allt är möjligt att biologiskt återvinna. Därutöver innehåller det kommunala restavfallet knappt 15 procent pappers- respektive plastförpackningar, och dessa ingår i producentansvar för vilka materialåtervinning ska vara möjligt. Det kommunala restavfallet innehåller även returpapper, metall, glas, textil och ytterligare fraktioner i små andelar.

Sammansättningen av verksamhetsavfallet som behandlas av Stockholm Exergi är osäker. Det är känt att ungefär hälften är bygg- och rivningsavfall och övrigt kan komma från olika typer av verksamheter. Skälet till den bristande kunskapsnivån är brist på plockanalyser och uppföljning av den lagstiftning som idag reglerar sortering av bygg- och rivningsavfall.

### **2. Utifrån idag känd lagstiftning, och aktörers målsättningar och beslutade aktiviteter, hur kommer sammansättning och egenskaper hos framtida kommunalt respektive bygg-, riv- och verksamhetsavfall förändras till år 2025 respektive till 2030?**

Till år 2025 respektive till år 2030 ökar framförallt utsorteringen av biologiskt avfall och förpackningsavfall från det kommunala restavfallet. Den ökade utsorteringen kommer innebära att fukthalten minskar, askhalten ökar, det effektiva värmevärdet minskar något och den fossila kolandelen ökar.

Gällande verksamhetsavfallet saknas kvantitativa scenarier för hur det kan komma att förändras till sammansättning och egenskaper. Det är högst troligt att förändringar sker men hur stora de kommer vara inom de närmsta åren är osäkert. Troliga förändringar är ökad utsortering av de sex bygg- och rivningsavfallsfraktionerna som enligt EU-lagstiftning ska sorteras separat, samt ökad utsortering av förpackningsavfall inom alla verksamheter.

### **3. Kan avfallsförbränningen, som den idag fungerar, behandla de framtida uppskattade avfallsflödena på ett sådant vis att utsläppskrav uppfylls och energiåtervinningen samtidigt är effektiv? Om inte, hur behöver den förändras?**

Resultaten från scenarierna för år 2025 och 2030 gällande det kommunala restavfallet indikerar att de förändrade egenskaperna är sådana att förbränningsprocessen kan fungera som den gör nu. Det beräknade effektiva värmevärdet är något lågt, däremot visar trenden för hur det förändras framåt att det endast sjunker med några procent jämfört med nuläget.

Gällande verksamhetsavfall har inga beräkningar utförts och därmed kan inget resultat presenteras.

### **4. Baserat på de aspekter av avfallsförbränning som avhandlas i denna studie, vilka är de främsta utmaningarna som energiåtervinning av avfall står inför?**

Avfallsmängden som i Stockholmsområdet behöver behandlas med energiåtervinning kommer minska under de kommande åren. Ur ett samhällsperspektivt är det positivt, och för energiåtervinnare så som Stockholm Exergi innebär det att avfall som bäst behandlas med energiåtervinning behöver tas emot från andra regioner eller länder.

En annan utmaning är de fossila koldioxidutsläppen som energiåtervinning av avfall genererar. De fossila koldioxidutsläppen behöver minska i samhället i stort, och specifikt för energiåtervinnare innebär det även en ökad kostnad. Framåt behöver mängden plast som hamnar i avfallsflöde till energiåtervinning minska, och en strategi för behandling av sådant avfall av fossilt material som bör behandlas med energiåtervinning behöver tas fram.

## **8.1 Rekommendation**

Med utgångspunkt i att energiåtervinning som behandlingsmetod för avfall kommer behövas framåt, som komplement till återbruk och materialåtervinning, ges följande rekommendationer för det fortsatta arbetet:

- Möjligt ersättningsbränsle alternativt avfall från andra regioner eller länder som bäst behandlas med energiåtervinning behöver undersökas.
- Verksamhetsavfallet som behandlas med energiåtervinning behöver undersökas ytterligare. Ett tillvägagångssätt kan vara att utföra plockanalyser på det avfall som tas emot på anläggningarna.
- Differentiera avgifter för behandling av olika typer av avfall eller fraktioner behöver tas fram för att ytterligare utsortering ska ske och för att täcka ökade kostnader för askhantering och utsläppsrätter.

# Källförteckning

- Ahlm, M, N Boberg, A Fråne, P Guban, H Ljungkvist Nordin, L Sörme och A-K Westöö (2019). *Kartläggning av plastflöden i Sverige - Råvara, produkter, avfall och nedskräpning*. Tekn. rapport 01 2019. SMED, Svenska MiljöEmissionsData.
- Almsi, A, R Berglund, A Fråne, A Lätt, J Gode, H Matschke Ekholm och Sundqvist J-O (2019). *Avfallets roll i framtidens energisystem - Underlag till energibranschen*. Tekn. rapport 2019:589. EnergiForsk.
- Avfall Sverige (2014). *Korrektionsfaktorer vid plockanalyser för utsorterat brännbart avfall*. Tekn. rapport 2014:U04. Avfall Sverige.
- (2021a). *Avfall Web*. [Internt material].
  - (2021b). *Svensk Avfallshantering 2021*. Tekn. rapport. Avfall Sverige.
  - (2022a). *Samhällsekonomisk analys av energiåtervinning av avfall i Sverige*. Tekn. rapport 2022:13. Avfall Sverige.
  - (2022b). *Snart olagligt slänga förpackat avfall*. URL: <https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyheter/snart-olagligt-slanga-forpackat-avfall/>. [05-10-2022].
- Belleza, E och L Youhanan (2017). *Rätt sak till rätt behandling - materialåtervinning, avfallsförbränning och detoxifiering av samhället*. Tekn. rapport B 2278. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Bisaillon, M, I Johansson, F Jones och J Sahlin (2013). *Bränslekvalitet - Sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning*. Tekn. rapport WR-57. Waste Refinery.
- Brännström, S, S Grahn Lydig, M Lidfeldt, I Mawdsley, E Strömberg och T Rydberg (2022). *Bioråvara till plast - nuläge och trender*. Tekn. rapport C 653. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Circle Economy (2022). *The Circularity Gap Report - Sweden*. Tekn. rapport. Circle Economy, RISE.

- EcoRetur (2020). *Plockanalyser av mat- och restavfall från Stockholm Vatten och Avfall*. [Internt material].
- Edo, M, M Bisailon, M Engman, C Jensen, I Johansson, J Sahlin och M Solis (2019). *Reduktion av mängden brännbart bygg- och rivningsavfall*. Tekn. rapport ID: 13629. Profu, RISE.
- Edo, M, I Johansson och J Sahlin (2019). *Bränslekvalitet - Nuläget och scenarier för sammansättning av restavfall till år 2025*. Tekn. rapport 2019:27. Avfall Sverige.
- Envir AB (2019). *Plockanalysresultat av hushållsavfall från Botkyrka kommun*. [Internt material].
- (2021). *Plockanalys av hushållsavfall från SÖRABs nio kommuner*. [Internt material].
- Europeiska Kommissionen (2022). *Detaljanmälan - Naturvårdsverkets föreskrifter om bestämmande av förpackningsavgifter med hänsyn till materialåtervinningsbarhet*. URL: [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/sv/search/?trisaction=search.detail&year\\$=2022&num=559](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/sv/search/?trisaction=search.detail&year$=2022&num=559). [25-10-2022].
- FTI (2022). *Plastförpackningar - En återvinningsmanual från FTI*. Tekn. rapport 5.0.
- (u.å.). *Förpackningsavgifter*. URL: <https://fti.se/foretag/forpackningsavgifter>. [25-10-2022].
- Miliute-Plepiene, J, H Unsbo och J-O Sundqvist (2021). *Klimatnyttan med materialåtervinning av byggavfall*. Tekn. rapport C694. IVL Svenska Miljöinstitutet AB.
- Naturvårdsverket (2016). *Avfall och särskilt farliga ämnen - Kartläggning och analys av avfallsströmmar som bör hanteras på särskilt sätt*. Tekn. rapport NV-00433-15. Naturvårdsverket.
- (u.å.[a]). *Avfallshierarkin visar stegen vi behöver ta*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/pagaende-arbeten/avfallshierarkin-visar-stegen-vi-behoover-ta>. [20-04-2022].
- (u.å.[b]). *Handel med utsläppsrätter - stationära anläggningar*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/utslappshandel/stationara-anlaggningar/verksamheter-som-omfattas/>. [05-10-2022].
- (u.å.[c]). *Kommunalt avfall*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/kommunalt-avfall/>. [09-09-2022].
- (u.å.[d]). *Nya regler för avfallshantering och återvinning – från avfall till resurs*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/hander-pa-området/nya-regler-for-avfallshantering-och-atervinning--fran-avfall-till-resurs>. [20-04-2022].

Naturvårdsverket (u.å.[e]). *Producentansvar – ett styrmedel för avfallshierarkin*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/annesomraden/avfall/pagaende-arbeten/producentansvar-for-att-forebygga-avfall/>. [05-09-2022].

SCB Statistikmyndigheten (2021). *Befolkningen väntas minska i åtta län till 2040*. URL: <https://www.scb.se/pressmeddelande/befolkningen-vantas-minska-i-atta-lan-till-2040/>. [25-10-2022].

SRV (2020). *Avfallsplan 2021-2030*. Tekn. rapport. SRV.

– (u.å.). *Om SRV återvinning AB*. URL: <https://www.srvatervinning.se/om-oss>. [10-10-2022].

Stockholm Exergi (2021). *Års- och hållbarhetsredovisning*. Tekn. rapport. Stockholm Exergi.

– (2022). *Krav och kriterier för leverans av bränsle till anläggningar inom POD/S*. [Internt material].

– (u.å.). *Om oss*. URL: <https://www.stockholmexergi.se/om-stockholm-exergi/>. [07-09-2022].

Strömberg, B och S Herstad Svärd (2012). *Bränslehandboken 2012*. Tekn. rapport A08-819. VärmeForsk.

Svensk Plaståtervinning (u.å.). *Hållbarhetsrapport 2021*. URL: <https://www.svenskplastatervinning.se/hallbarhet/>. [05-09-2022].

Sveriges miljömål (2022a). *Mer bygg- och rivningsavfall materialåtervinns och förbereds för återanvändning*. URL: <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/mer-bygg--och-rivningsavfall-materialatervinns-och-forbereds-for-ateranvandning/>. [16-09-2022].

– (2022b). *Återanvändning av förpackningar*. URL: <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/ateranvandning-av-forpackningar/>. [15-09-2022].

– (2022c). *Ökad utsortering och biologisk behandling av matavfall*. URL: <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/okad-utsortering-och-biologisk-behandling-av-matavfall/>. [15-09-2022].

SVOA (u.å.). *Avfallsplan för Stockholm 2021–2024*. Tekn. rapport. Stockholm Vatten och Avfall.

– (u.å[a]). *Hämtning av matavfall*. URL: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/villa-och-radhus/villaagare/oversikt-villa/tjanster/matavfall/>. [05-10-2022].

– (u.å[b]). *Om oss*. URL: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/om-oss/om-oss/om-bolaget/om-oss/>. [03-10-2022].



- SÖRAB (2018a). *Förpackningar*. URL: <https://www.sorab.se/hushall/sa-funkar-det/forpackningar/>. [03-10-2022].
- (2018b). *Mataavfall*. URL: <https://www.sorab.se/hushall/sa-funkar-det/mataavfall/>. [03-10-2022].
  - (2018c). *Vad är SÖRAB?* URL: <https://www.sorab.se/om-oss/>. [03-10-2022].
  - (2021a). *Brista eftersorteringsanläggning - ett steg mot cirkulär ekonomi*. URL: <https://www.sorab.se/foretag/vara-anlaggningar/brista-eftersorteringsanlaggning/>. [28-09-2022].
  - (2021b). *Årsredovisning och miljöredovisning 2021*. Tekn. rapport. SÖRAB.
- Vukicevic, S, M Jakobsson och K Mildner (2021). *Results from picking analysis - Performance test 2*. Tekn. rapport. Envir Sweden AB, Stockholm Exergi, Sutco recyclingteknik.

# Bilaga A

## Intervjumanual

### A.1 Grovkrossat verksamhetsavfall

Tid för telefonintervju avtalades. Vid tid för intervju började jag med att introducera mig själv och bakgrunden till att intervjun genomförs. Därefter frågade jag om intervjupersonen godkänner att jag refererar till denne i arbetet. Efter det genomfördes intervjun där följande frågor ställdes och besvarades:

- Hur stora mängder avfall hanterar ni totalt respektive i stockholmsregionen?
- Från vilka typer av verksamheter tar ni emot avfall?
- Erbjuder ni tjänster i tidigare steg i värdekedjan än mottagande och omhändertagande av avfall?
  - Vad är det för tjänster isåfall och i hur stor utsträckning utnyttjas/efterfrågas dem?
  - Påverkar det på något vis avfallssammansättningen, utsorteringen av avfall som kan materialåtervinnas?
- Ställer ni krav på vilket avfall ni hanterar? Isåfall, vilka?
- Hur bra koll har ni på vad containrarna som går till energiåtervinning innehåller? Vad innehåller de?
- Har företaget hållbarhetsmål vilka gör att ni försöker påverka era kunder i en viss riktning?
- Vilka incitament behövs för att ni som avfall/återvinningsföretag ska utöka materialåtervinningen ytterligare?

Efter att intervjun avslutats sammanställdes anteckningarna i fullständiga meningar för att svaren skulle bli mer begripliga.

I de fall att fler frågor ställdes gjordes det via mail och dessa frågor presenteras nedan:

- Hur hanterar ni gips som finns i det blandade brännbara avfallet? Plockas det bort på era anläggningar?

## A.2 Avfallskross

Intervjuerna gällande avfallskross utfördes på samma vis som intervjuerna om grovkross. Följande frågor ställdes och besvarades:

- Hur går sorteringen till när avfall levereras till era anläggningar? Hur bestäms vad som blir grovkrossat verksamhetsavfall och vad som blir avfallskross?
- När avfall sorterats att bli avfallskross, hur går er hantering av det avfallet till? Sker det någon utsortering från det avfallet?
- Av vilka anledningar upparbetar ni två typer av verksamhetsavfall? Jag tänker i motsats till att låta allt verksamhetsavfall bli grovkross.

# Bilaga B

## Nuläget - rådata

I tabell B.1 samt i motsvarande tabeller för SÖRAB (tabell B.2) och SRV (tabell B.3) redovisas antalet invånare, statisk gällande insamlat avfall från hushåll och FTI samt värde från plockanalyser. Enheterna för dessa värde är [ar kg/hh/vecka] alternativt [ts kg/hh/vecka] där ”ar” står för ”as received”, ”ts” står för ”torr substans” och ”hh” står för ”hushåll”.

### B.1 SVOA

**Tabell B.1:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SVOA ansvarar för.

SVOA		Källa
Invånare		
A1 invånare [personer]	978770	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	432	””
A3 gästnätter [personer]	10634	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	26460	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI		
Matavfall [kg/person/år]	25	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	185	””
Glasförpackningar [ton/år]	31135	””
Papperförpackningar [ton/år]	14819	””
Plastförpackningar [ton/år]	6861	””
Metallförpackningar [ton/år]	1605	””
Returpapper [ton/år]	13116	””
Plockanalys år 2020		
Matavfall [ar kg/hh/vecka]	1,13	EcoRetur 2020
Returpapper [ts kg/hh/vecka]	0,09	””
Pappersförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,27	””
Mjukplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,19	””
Hårdplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,19	””

*Fortsätter på nästa sida*

**Tabell B.1:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SVOA ansvarar för (forts.).

SVOA		Källa
Metallförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,04	””
Glasförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,05	””
Elavfall [ar kg/hh/vecka]	0,003	””
Farligt avfall [ar kg/hh/vecka]	0,001	””
Inert material [ar kg/hh/vecka]	0,19	””
Trädgårdsavfall [ar kg/hh/vecka]	0,21	””
Övrigt papper [ar kg/hh/vecka]	0,42	””
Övrigt plast [ar kg/hh/vecka]	0,16	””
Övrigt glas [ar kg/hh/vecka]	0,008	””
Övrigt metall [ar kg/hh/vecka]	0,008	””
Textil [ar kg/hh/vecka]	0,086	””
Blöjor [ar kg/hh/vecka]	0,53	””
Övrigt brännbart [ar kg/hh/vecka]	0,35	””
Prestandakrav för andel av fraktion som sorteras ut i RUS		
Plast [%]	70	Personlig kontakt <sup>1</sup>
Matavfall [%]	95	””
Icke-magnetisk metall [%]	80	””
Magnetisk metall [%]	90	””

## B.2 SÖRAB

**Tabell B.2:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för.

SÖRAB		Källa
Invånare - Danderyd		
A1 invånare [personer]	32803	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	44	””
A3 gästnätter [personer]	-	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	813	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Danderyd		
Matavfall [kg/person/år]	33	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	139	””
Glasförpackningar [ton/år]	866	””
Papperförpackningar [ton/år]	829	””
Plastförpackningar [ton/år]	331	””
Metallförpackningar [ton/år]	58	””
Returpapper [ton/år]	196	””

*Fortsätter på nästa sida*

<sup>1</sup>Anna Folkesson, projektledare på SVOA för eftersorteringsanläggningen RUS, telefonsamtal 28/9-2022.

**Tabell B.2:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för (forts.).

SÖRAB		Källa
Invånare - Järfälla		
A1 invånare [personer]	83170	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	35	””
A3 gästnätter [personer]	-	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1809	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Järfälla		
Matavfall [kg/person/år]	38	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	156	””
Glasförpackningar [ton/år]	922	””
Papperförpackningar [ton/år]	1418	””
Plastförpackningar [ton/år]	660	””
Metallförpackningar [ton/år]	140	””
Returpapper [ton/år]	551	””
Invånare - Lidingö		
A1 invånare [personer]	48162	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	80	””
A3 gästnätter [personer]	232	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1559	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Lidingö		
Matavfall [kg/person/år]	24	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	174	””
Glasförpackningar [ton/år]	1051	””
Papperförpackningar [ton/år]	885	””
Plastförpackningar [ton/år]	345	””
Metallförpackningar [ton/år]	79	””
Returpapper [ton/år]	436	””
Invånare - Sollentuna		
A1 invånare [personer]	75108	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	53	””
A3 gästnätter [personer]	404	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1480	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Sollentuna		
Matavfall [kg/person/år]	41	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	145	””
Glasförpackningar [ton/år]	1200	””
Papperförpackningar [ton/år]	1736	””
Plastförpackningar [ton/år]	720	””
Metallförpackningar [ton/år]	163	””
Returpapper [ton/år]	520	””

*Fortsätter på nästa sida*

**Tabell B.2:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för (forts.).

<b>SÖRAB</b>	<b>Källa</b>	
Invånare - Solna		
A1 invånare [personer]	84187	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	11	””
A3 gästnätter [personer]	967	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	8875	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Solna		
Matavfall [kg/person/år]	33	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	165	””
Glasförpackningar [ton/år]	1019	””
Papperförpackningar [ton/år]	1616	””
Plastförpackningar [ton/år]	610	””
Metallförpackningar [ton/år]	135	””
Returpapper [ton/år]	1228	””
Invånare - Sundbyberg		
A1 invånare [personer]	53564	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	5	””
A3 gästnätter [personer]	-	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-741	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Sundbyberg		
Matavfall [kg/person/år]	34	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	160	””
Glasförpackningar [ton/år]	327	””
Papperförpackningar [ton/år]	667	””
Plastförpackningar [ton/år]	289	””
Metallförpackningar [ton/år]	63	””
Returpapper [ton/år]	333	””
Invånare - Täby		
A1 invånare [personer]	73955	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	77	””
A3 gästnätter [personer]	174	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1462	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Täby		
Matavfall [kg/person/år]	36	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	157	””
Glasförpackningar [ton/år]	1413	””
Papperförpackningar [ton/år]	1560	””
Plastförpackningar [ton/år]	561	””
Metallförpackningar [ton/år]	116	””
Returpapper [ton/år]	659	””

*Fortsätter på nästa sida*

**Tabell B.2:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för (forts.).

SÖRAB		Källa
Invånare - Upplands Väsby		
A1 invånare [personer]	47820	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	31	””
A3 gästnätter [personer]	-	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1201	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Upplands Väsby		
Matavfall [kg/person/år]	28	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	180	””
Glasförpackningar [ton/år]	1778	””
Papperförpackningar [ton/år]	550	””
Plastförpackningar [ton/år]	254	””
Metallförpackningar [ton/år]	51	””
Returpapper [ton/år]	413	””
Invånare - Vallentuna		
A1 invånare [personer]	34246	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	163	””
A3 gästnätter [personer]	-	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1201	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Vallentuna		
Matavfall [kg/person/år]	32	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	162	””
Glasförpackningar [ton/år]	626	””
Papperförpackningar [ton/år]	564	””
Plastförpackningar [ton/år]	206	””
Metallförpackningar [ton/år]	42	””
Returpapper [ton/år]	359	””
Plockanalys år 2021, Villor		
Matavfall [ar kg/hh/vecka]	1,1	Envir AB 2021
Returpapper [ts kg/hh/vecka]	0,15	””
Pappersförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,46	””
Mjukplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,35	””
Hårdplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,30	””
Metallförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,06	””
Glasförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,08	””
Elavfall [ar kg/hh/vecka]	0,013	””
Farligt avfall [ar kg/hh/vecka]	0,003	””
Inert material [ar kg/hh/vecka]	0,30	””
Trädgårdsavfall [ar kg/hh/vecka]	0,10	””
Övrigt papper [ar kg/hh/vecka]	0,30	””
Övrigt plast [ar kg/hh/vecka]	0,20	””
Övrigt glas [ar kg/hh/vecka]	0,019	””
Övrigt metall [ar kg/hh/vecka]	0,033	””

*Fortsätter på nästa sida*



**Tabell B.2:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SÖRAB ansvarar för (forts.).

SÖRAB		Källa
Textil [ar kg/hh/vecka]	0,13	""
Blöjor [ar kg/hh/vecka]	0,56	""
Övrigt brännbart [ar kg/hh/vecka]	0,25	""
Plockanalys år 2021, Flerfamiljshus		
Matavfall [ar kg/hh/vecka]	1,3	Envir AB 2021
Returpapper [ts kg/hh/vecka]	0,13	""
Pappersförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,37	""
Mjukplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,25	""
Hårdplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,22	""
Metallförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,04	""
Glasförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,10	""
Elavfall [ar kg/hh/vecka]	0,007	""
Farligt avfall [ar kg/hh/vecka]	0,002	""
Inert material [ar kg/hh/vecka]	0,20	""
Trädgårdsavfall [ar kg/hh/vecka]	0,10	""
Övrigt papper [ar kg/hh/vecka]	0,28	""
Övrigt plast [ar kg/hh/vecka]	0,17	""
Övrigt glas [ar kg/hh/vecka]	0,013	""
Övrigt metall [ar kg/hh/vecka]	0,021	""
Textil [ar kg/hh/vecka]	0,16	""
Blöjor [ar kg/hh/vecka]	0,49	""
Övrigt brännbart [ar kg/hh/vecka]	0,16	""
Andel utsortering i BE		
Plast [%]	0,60	Vukicevic, Jakobsson och Mildner 2021
Icke-magnetisk metall [%]	0,90	""
Magnetisk metall [%]	0,98	""

## B.3 SRV

**Tabell B.3:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SRV ansvarar för.

SRV		Källa
Invånare - Botkyrka		
A1 invånare [personer]	95318	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	225	""
A3 gästnätter [personer]	573	""
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-2695	""
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Botkyrka		
Matavfall [kg/person/år]	12	Avfall Sverige 2021a

*Fortsätter på nästa sida*

**Tabell B.3:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SRV ansvarar för (forts.).

SRV		Källa
Restavfall [kg/person/år]	184	””
Glasförpackningar [ton/år]	1751	””
Papperförpackningar [ton/år]	1647	””
Plastförpackningar [ton/år]	668	””
Metallförpackningar [ton/år]	150	””
Returpapper [ton/år]	949	””
Invånare - Haninge		
A1 invånare [personer]	95658	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	1195	””
A3 gästnätter [personer]	380	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-2346	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Haninge		
Matavfall [kg/person/år]	30	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	182	””
Glasförpackningar [ton/år]	1712	””
Papperförpackningar [ton/år]	1820	””
Plastförpackningar [ton/år]	694	””
Metallförpackningar [ton/år]	140	””
Returpapper [ton/år]	600	””
Invånare - Huddinge		
A1 invånare [personer]	113951	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	263	””
A3 gästnätter [personer]	448	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-1237	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Huddinge		
Matavfall [kg/person/år]	36	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	181	””
Glasförpackningar [ton/år]	2073	””
Papperförpackningar [ton/år]	1921	””
Plastförpackningar [ton/år]	719	””
Metallförpackningar [ton/år]	172	””
Returpapper [ton/år]	738	””
Invånare - Nynäshamn		
A1 invånare [personer]	29495	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	612	””
A3 gästnätter [personer]	252	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-910	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Nynäshamn		
Matavfall [kg/person/år]	34	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	181	””

*Fortsätter på nästa sida*

**Tabell B.3:** Den rådata som använts för att beräkna nuvarande utsorteringsgrad av det kommunala avfall som SRV ansvarar för (forts.).

SRV		Källa
Glasförpackningar [ton/år]	519	””
Papperförpackningar [ton/år]	453	””
Plastförpackningar [ton/år]	208	””
Metallförpackningar [ton/år]	51	””
Returpapper [ton/år]	527	””
Invånare - Salem		
A1 invånare [personer]	17252	Avfall Sverige 2021a
A2 fritidshus [personer]	21	””
A3 gästnätter [personer]	0	””
A4 arbetsplatsnetto [personer]	-763	””
Insamlat avfall, hushåll och FTI - Salem		
Matavfall [kg/person/år]	9	Avfall Sverige 2021a
Restavfall [kg/person/år]	189	””
Glasförpackningar [ton/år]	318	””
Papperförpackningar [ton/år]	271	””
Plastförpackningar [ton/år]	129	””
Metallförpackningar [ton/år]	26	””
Returpapper [ton/år]	206	””
Plockanalys år 2019, Botkyrka		
Matavfall [ar kg/hh/vecka]	0,79	Envir AB 2019
Returpapper [ts kg/hh/vecka]	0,16	””
Pappersförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,18	””
Mjukplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,19	””
Hårdplastförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,13	””
Metallförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,03	””
Glasförpackningar [ts kg/hh/vecka]	0,09	””
Elavfall [ar kg/hh/vecka]	0,02	””
Farligt avfall [ar kg/hh/vecka]	0,005	””
Inert material [ar kg/hh/vecka]	0,12	””
Trädgårdsavfall [ar kg/hh/vecka]	0,19	””
Övrigt papper [ar kg/hh/vecka]	0,031	””
Övrigt plast [ar kg/hh/vecka]	0,10	””
Övrigt glas [ar kg/hh/vecka]	0,0083	””
Övrigt metall [ar kg/hh/vecka]	0,011	””
Textil [ar kg/hh/vecka]	0,061	””
Blöjor [ar kg/hh/vecka]	0,29	””
Övrigt brännbart [ar kg/hh/vecka]	0,20	””

## B.4 Korrektionsfaktorer

Korrektionsfaktorer för fukt och smuts används för att kunna jämföra statistik över insamlade mängder tidningar och förpackningar. Vilka korrektionsfaktorer som används beror på andelen matavfall i hushållsavfallet. I de plockanalyser som används i denna

studie innehöll det kommunala restavfallet 20-30% matavfall, därav har korrektionsfaktorer KF20-30 använts.

I det fall att torrvikter erhålls divideras torrvikten med korrektionsfaktorn för den fraktionen och våtvikten ges. Dessa korrektionsfaktorer är framtagna genom empiriska studier av blandat kommunalt avfall för att möjliggöra för mer jämförbar statistik mellan kommuner med olika utsorteringsgrad av matavfall (Avfall Sverige 2014).

**Tabell B.4:** Korrektionsfaktorer i det fall att andelen matavfall i avfallet är 20-30%.

<b>Avfallsfraktion</b>	<b>KF20-30</b>	<b>Källa</b>
Returpapper	0,89	Avfall Sverige 2014
Pappersförpackningar	0,74	””
Mjukplastförpackningar	0,85	””
Hårdplastförpackningar	0,82	””
Metallförpackningar	0,84	””
Glasförpackningar	0,96	””

# Bilaga C

## Nuläget - Beräkningsgång

### C.1 Bearbetning av plockanalyser

1. Massorna för returpappers- och förpackningsfraktionerna korrigeras till våtvikt med korrektionsfaktorerna i tabell B.4:  $\frac{\text{Fraktion}_{\text{torrvikt}}}{\text{KF}_{20-30\text{Fraktion}}} = \text{Fraktion}_{\text{våtvikt}}$  [ kg/hushåll/vecka].
2. Andel av respektive fraktion beräknas.

SÖRAB:s plockanalyser presenterar separat statistik för villor och flerfamiljshus, se tabell B.2. Ett genomsnitt beräknas, och det antas vara representativt att villor respektive flerfamiljshus är boendeform för ungefär hälften av SÖRAB:s invånare var. Detta då SÖRAB samlar in kommunalt avfall i kommuner där både villor och flerfamiljshus förekommer.

#### C.1.1 Uppskattningar för utsorteringsgrad

Utsorteringsgraden beräknas genom att dividera den utsorterade massan av respektive fraktion med den totala massan av samma fraktion. Den utsorterade massan är den given på Avfall Webb från FTI samt den beräknade massan matavfall som sorterats ut vid hemmen: 
$$\frac{\text{Massa}_{\text{Fraktion } n, \text{ utsorterad}}}{\text{Massa}_{\text{Fraktion } n, \text{ restavfall}} + \text{Massa}_{\text{Fraktion } n, \text{ utsorterad}}} = \text{Andel}_{\text{Fraktion } n, \text{ utsorterad}} [\%].$$

### C.2 Utsorteringsgrader i BE och RUS

I beräkningar som utförs gällande utsorteringsgraden som uppnås av att det kommunala avfallet går genom en eftersorteringsanläggning i vilken specifika fraktioner kan sorteras ut behöver avvägningar göras för troliga andelar som sorteras ut.

#### C.2.1 Utsorteringsgraden av plast

Gällande plast behöver en avvägning göras då erfarenheter av BE visar på lägre utsorteringsgrad än vad som anges i prestandakraven<sup>1</sup>.

BE har prestandakraven att 80 procent av den utsorteringsbara plasten sorteras ut och att 60 procent av all plast i avfallet sorteras ut. I en plock- och prestandaanalys som utfördes

---

<sup>1</sup>Eva-Katrin Lindman, Forskning och Utveckling på Stockholm Exergi, 5/10-2022.

år 2021 framkom att dessa prestandakrav uppnås (Vukicevic, Jakobsson och Mildner 2021).

I motsatts till det visar resultat av materialbalanser, som utförts av Eva-Katrin Lindman<sup>2</sup>, att ungefär 40 procent av all plast i avfallet sorteras ut. Denna utsorteringsgrad bygger på antagandet att andelen plast i det kommunala avfallet är ungefär 15 procent, vilket är ungefär den andel som framgår från plockanalyser från SÖRAB, SVOA och SRV. Materialbalanserna innebär att intern statistik för hur många ton som levererats till eftersorteringsanläggningen jämförts med antalet ton av olika fraktioner som lämnat eftersorteringsanläggningen. Den materialbalansen visar att, om 15 procent av det kommunala avfallet är plast, sorteras ungefär 40 procent av all plast ut. Det är viktigt att observera detta antagande för om avfallet innehåller en mindre andel plast är utsorteringsgraden större.

I de uppskattningar som görs angående vilken påverkan BE och RUS får eller kan få på avfallssammansättningen och i förlängningen även avfallets egenskaper beräknas utsorteringen av plast baserat på andelen plastförpackningar. Av all plast i det kommunala avfallet står plastförpackningar för ungefär 75 procent av plasten. Vidare är det plastförpackningar som utgör den mesta av den utsorteringsbara plasten vilket innebär att den kan tänkas sorteras ut, baserat på prestandakraven, till högre grad. Skälet till högre utsorteringsbarhet hos plastförpackningar än övrig plast beror på att plastförpackningar i större utsträckning består av genomskinlig plast, mindre färgämnen och mindre stora etiketter än övrig plast som återfinns i till exempel blöjor och textilier.

Grundat i resonemanget ovan har beräkningar gjord med de prestandakrav som finns för utsorteringsgrad av all plast, det vill säga 60 procent för BE och 70 procent för RUS. Detta är ett konservativt antagande eftersom andelen plast som beräkningarna utförs på endast är plastförpackningar. Det innebär att beräkningar görs på ungefär 75 procent av all plast men med utsorteringsgraden för all plast. I praktiken blir den utsorteringsgrad som används ungefär 45 respektive 53 procent.

## C.2.2 Utsorteringsgraden av metall

Metall sorteras ut med olika teknik baserat på om den är magnetisk eller inte. Magnetisk metall har högre utsorteringsgrad än icke-magnetisk. I plockanalyser finns enbart information om mängden metall och därför behöver andelen magnetisk respektive icke-magnetisk metall uppskattas. I en plock- och prestandaanalys gjord på BE år 2021 återfinns att i tre separata test innehöll mängder magnetisk respektive icke-magnetisk metall enligt tabell C.1 (ibid.).

**Tabell C.1:** Visar förhållandet mellan mängder av magnetisk och icke-magnetisk metall.

Test nummer	Magnetisk metall [kg]	Icke-magnetisk metall [kg]	Andel magnetisk metall
Test 1	2,14	0,87	0,71
Test 2	3,04	1,81	0,63
Test 3	6,91	4,62	0,60

<sup>2</sup>Eva-Katrin Lindman, Forskning och Utveckling på Stockholm Exergi, 5/10-2022.

Tabell C.1 visar även att magnetisk metall är ungefär två tredjedelar av all metall som återfinns i SÖRAB:s kommunala avfall. Följaktligen uppskattas två tredjedelar av metallen ha en utsorteringsgrad i linje med den som gäller för magnetisk metall, och en tredjedel av metallen ha en utsorteringsgrad i linje med den som gäller för icke-magnetisk metall.

För BE gäller att utsorteringen av magnetisk metall är 98 procent och för icke-magnetisk 90 procent. Med hänsyn till fördelningen mellan de olika sorternas metall ger det en genomsnittlig utsorteringsgrad på 95 procent.

Baserat på de prestandakrav som finns för utsorteringsanläggningen RUS är utsorteringen av magnetisk metall 90 procent och 80 icke-magnetisk procent. Fördelningen mellan de två sorternas metall antas vara liknande även för SVOA:s kommunala avfall, och det ger en genomsnittlig utsorteringsgrad på 87 procent.

### C.3 Sammansättning av SRV:s kommunala avfall

För att kunna uppskatta den nuvarande utsorteringsgraden för det kommunala avfallet i SRV:s kommuner samt för att kunna uppskatta avfallets egenskaper krävs vetskap om avfallets nuvarande sammansättning. Den senast plockanalysen som finns att tillgå gällande SRV:s kommunala avfall är den som finns för Botkyrka kommun år 2019. Botkyrka är en av fem kommuner som ingår i SRV och innehar drygt en fjärdedel av SRV:s invånare. Den låga representationen i plockanalysen kan därför ifrågasätta om denna plockanalys är representativ för hela SRV.

Jämförelsen som presenteras i tabell C.2 anses styrka att plockanalysen för Botkyrka kan användas.

**Tabell C.2:** Mängd per person av olika avfallsfraktioner för SRV:s kommuner visas. Rådatan återfinns tabell B.3.

Fraktion	Botkyrka	Haninge	Huddinge	Nynäshamn	Salem
Matavfall [kg/person]	12	30	36	34	9
Restavfall [kg/person]	184	182	181	181	189
Glasförp. [kg/person]	18,7	18,0	18,3	17,6	19,3
Papperförp. [kg/person]	17,6	19,2	16,9	15,4	16,4
Plastförp. [kg/person]	7,2	7,3	6,3	7,1	7,8
Metallförp. [kg/person]	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6
Returpapper [kg/person]	10,2	6,3	6,5	17,9	12,5

Tabell C.2 visar hur mycket avfall som släng alternativt sorteras ut och lämnas till FTI per person i respektive kommun som ingår i SRV år 2021. För alla fraktioner förutom utsorterat matavfall och returpapper är mängderna lika mellan de olika kommunerna. Gällande returpapper varierar mängden som sorteras ut men Botkyrka representerar inte en extrem utan mängden som sorteras ut kan uppskattas till ett ungefärligt medelvärde för hela SRV. För matavfall är situationen annorlunda. I Botkyrka är mängden som sorteras ut liten i jämförelse med i de andra kommunerna, med undantag för Salem som också sorterar ut en liten mängd matavfall. Observera dock att en liten mängd som sorteras ut

inte entydigt kan sägas innebära att mer slängs i restavfallet. Det kan vara så att mindre matavfall genereras totalt.

Grundat på att endast matavfallsfraktionen skiljer sig anmärkningsvärt från övriga kommuner anses plockanalysen godtagbar att använda som representativ för hela SRV. Det läsaren bör ta med sig är att andelen matavfall i restavfallet kan vara överskattad baserad på den låga utsorteringen i Botkyrka. I förlängningen kan det innebära avfallets fukthalt är något för hög och att det effektiva värmevärdet därmed är lite för lågt.



# Bilaga D

## Elementaranalys - Rådata

Data gällande avfallsfraktioners elementarsammansättning är bristfällig. Den data som finns att tillgå återfinns i rapporten *Bränslekvalitet - Sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning* från år 2013. Det finns även data att tillgå från Stockholm Exergi som gäller för avfallsfraktioner i avfallskross från Storbritannien. De två källorna till elementarsammansättning innebär olika osäkerheter. Gällande datan från år 2013 inestår osäkerheten i datans ålder då sammansättningen av en viss fraktion kan ha ändrats sedan dess. Ett exempel är textilfraktionen som i det dataset endast innehåller biogent kol, vilket idag inte stämmer då mycket textilier är gjorda av plastmaterial och därmed innehåller kol av fossilt ursprung. För datan från Storbritannien är osäkerheterna dels att den är baserad på avfall som inte är svenskt vilket skulle kunna innebära en viss skillnad i materialsammansättning samt att den är gjord på avfallskross vilket är en typ av avfall med specifika krav på sammansättning och därmed inte fullt representativt för andra sammansättningar så som grovkross och kommunalt avfall. Avfallskross är generellt torrare än annat avfall då det inte innehåller något matavfall.

Viss osäkerhet går följaktligen inte att undvika. För jämförbarhet är det viktigast att samma dataset används för samtliga beräkningar gällande kommunalt avfall.

För kommunalt avfall används data för följande fraktioner:

- Från rapporten 2013: matavfall, icke-brännbar restfraktion, blöjor, glas, papper, kartong, metall och trädgårdsavfall.
- Från avfallskross, Storbritannien: textil, mjukplast, hårdplast och brännbar finfraktion.

I tabell D.1 presenteras de data som används för att göra uppskattningar gällande avfallets egenskaper. Datan har hämtats från rapporten *Bränslekvalitet - Sammansättning och egenskaper för avfallsbränsle till energiåtervinning* (2013). Fraktionen "Brännbar restfraktion" används i känslighetsanalysen *Alternativ elementardata för fraktionen "Övrigt"*.

Datan som presenteras i tabell D.1 är delvis beräknad. Bisailon m. fl. (2013) tillhandahåller halter av de olika ämnena i torrsvikt (ts) vilket innebär att alla halter för leverans tillstånd är beräknade utifrån den fukthalt som tillhandahålls för respektive fraktion.

**Tabell D.1:** Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper (Bisaillon m. fl. 2013).

Parameter	Fraktion			
	Matavfall	Icke brännbar rest.	Blöjor	Glas
Fukthalt [% av våtvikt]	65	24	72	5
TS-halt [% av våtvikt]	35	76	28	95
Kol (C), biogen [% av TS]	47	0	21	0
Kol (C), biogen, lev. tillstånd [%]	16,45	0	5,88	0
Kol(C), fossil [% av TS]	0	0	38	0
Kol(C), fossil, lev. tillstånd [%]	0	0	10,64	0
Kol (C), total [% av TS]	47	0	59	0
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	16,45	0	16,52	0
Väte (H) [% av TS]	5,8	0	7,9	0
Väte (H) lev. tillstånd [%]	16,57	0	28,21	0
Syre (O) [% av TS]	29	0	26	0
Syre (O) lev. tillstånd [%]	82,86	0	92,86	0
Kväve(N) [% av TS]	3,2	0	1,3	0
Kväve(N), lev. tillstånd [%]	1,12	0	0,364	0
Svavel (S) [% av TS]	0,22	0	0	0
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0,077	0	0	0
Askhalt [% av TS]	12	100	6	100
Askhalt lev. tillstånd [%]	4,2	76	1,68	95
Klor (Cl) [% av TS]	0,9	0	0	0
Klor (Cl) [%]	0,315	0	0	0
Zinkhalt (Zn) [mg/kg TS]	45	130	47	2000
Kaliumhalt (K) [% av TS]	1,83	0	0,33	0
Effektivt värmevärde [MJ/kg]	5,1	-0,6	5,4	-0,1

Parameter	Fraktion			
	Metall	Trädgårdsavfall	Brännbar restfraktion	Papper
Fukthalt [% av våtvikt]	35	30	34	35
TS-halt [% av våtvikt]	65	70	66	65
Kol (C), biogen [% av TS]	0	48	45	44
Kol (C), biogen, lev. tillstånd [%]	0	33,6	29,7	28,6
Kol(C), fossil [% av TS]	0	0	3	0
Kol(C), fossil, lev. tillstånd [%]	0	0	1,98	0
Kol (C), total [% av TS]	0	48	48	44
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	0	33,6	31,68	28,6
Väte (H) [% av TS]	0	4,5	6	6,4
Väte (H) lev. tillstånd [%]	0	6,43	9,1	9,85
Syre (O) [% av TS]	0	42	38	44
Syre (O) lev. tillstånd [%]	0	60	57,6	67,7
Kväve(N) [% av TS]	0	0,5	0,2	0,3
Kväve(N), lev. tillstånd [%]	0	0,35	0,132	0,195
Svavel (S) [% av TS]	0	0,05	0,1	0,12
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0	0,035	0,066	0,078

**Tabell D.1:** Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper (Bisaillon m. fl. 2013) (forts.).

<b>Parameter</b>	<b>Fraktion</b>			
Askhalt [% av TS]	100	5	8	5
Askhalt lev. tillstånd [%]	65	3,5	5,28	3,25
Klor (Cl) [% av TS]	0	0,5	0,2	0,09
Klor (Cl) [%]	0	0,35	0,132	0,0585
Zinkhalt (Zn) [mg/kg TS]	200	67	350	56
Kaliumhalt (K) [% av TS]	0	0,5	0	0,14
Effektivt värmevärde [MJ/kg]	-0,9	10,8	11,3	10,5

<b>Parameter</b>	<b>Kartong</b>
Fukthalt [% av våtvikt]	40
TS-halt [% av våtvikt]	60
Kol (C), biogen [% av TS]	40
Kol (C), biogen, lev. tillstånd [%]	24
Kol(C), fossil [% av TS]	9
Kol(C), fossil, lev. tillstånd [%]	5,4
Kol (C), total [% av TS]	49
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	29,4
Väte (H) [% av TS]	6,9
Väte (H) lev. tillstånd [%]	11,5
Syre (O) [% av TS]	40
Syre (O) lev. tillstånd [%]	66,7
Kväve(N) [% av TS]	0,3
Kväve(N), lev. tillstånd [%]	0,18
Svavel (S) [% av TS]	0,12
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0,072
Askhalt [% av TS]	4
Askhalt lev. tillstånd [%]	2,4
Klor (Cl) [% av TS]	0,17
Klor (Cl) [%]	0,102
Zinkhalt (Zn) [mg/kg TS]	34
Kaliumhalt (K) [% av TS]	0,12
Effektivt värmevärde [MJ/kg]	10,5

I tabell D.2 presenteras de data som används för att göra uppskattningar för egenskaper hos avfall. Datan är framtagen av Eurofins på uppdrag av Stockholm Exergi år 2019, och är därmed intern data. Gällande datan för fossil respektive biogen kolandel har analyser inte utförts för fraktionerna trä, mjukplast och hårdplast. Följaktligen har det antagits att kolet i trä var uteslutande biogen och kolet i mjuk- och hårdplasten har antagits vara endast fossil. Båda antaganden är föreklingar av verkligheten. Det finns plast som inte är gjord av fossilråvara utan av biogen råvara, denna andel är änsälänge mycket liten och anses därför försumbar. Enligt Brännström m. fl. (2022) är endast en procent av den plast som produceras idag är biobaserad.

Edo, Johansson och Sahlin (2019) presenterar ny elementaranalys för mjuk- och hårdplast i det kommunala restavfallet. Datan som presenteras är inte fullständig och därav kan den inte användas i detta arbete. Däremot kan den användas i jämförande syfte för att

undersöka hur väl den data som används stämmer för det faktiska avfallet. Edo, Johansson och Sahlin (2019) visar att askhalten i mjuk- och hårdplasten är ungefär 3,6 % av TS vilket är en markant lägre halt än de som anges i tabell D.2 och som används i beräkningar av det kommunala restavfallets egenskaper. Gällande syre-, kväve-, väte- och klorhalten i plasten är skillnaderna små och kan därför anses representativa. Svavelhalten som anges i tabell D.2 för plastfraktionerna är märkbart högre än motsvarande som presenteras av Edo, Johansson och Sahlin (2019). Följaktligen är det viktigt att vara medveten om att askhalten och svavelhalten som används för plastfraktionerna i det kommunala restavfallet är högre än vad som troligen stämmer.

**Tabell D.2:** Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper.

<b>Parameter</b>	<b>Fraktion</b>			
<b>Parameter</b>	<b>Trä</b>	<b>Textil</b>	<b>Hårdplast</b>	<b>Mjukplast</b>
Fukthalt [% av våtvikt]	25	11,3	2,1	7
Kol (C), total [% av TS]	47,1	46,2	53,1	59,2
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	35,3	41	52	55,1
Kol (C), biogen [% av TS]	47,1	20,3	0	0
Kol (C), biogen, lev. tillstånd [%]	35,3	18	0	0
Kol(C), fossil [% av TS]	0	25,9	53,1	59,2
Kol(C), fossil, lev. tillstånd [%]	0	22,9	51,9	55,1
Väte (H) [% av TS]	5,8	5,7	7,3	9,7
Väte (H) lev. tillstånd [%]	7,2	6,3	7,4	9,8
Syre (O) [% av TS]	37,5	21,5	10,7	3
Syre (O) lev. tillstånd [%]	50,3	29,1	12,3	9
Kväve(N) [% av TS]	0,96	1,91	0,69	0,58
Kväve(N), lev. tillstånd [%]	0,72	1,7	0,68	0,54
Svavel (S) [% av TS]	0,286	1,171	0,36	1,548
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0,215	1,038	0,36	1,439
Askhalt [% av TS]	8,24	23,03	20,63	24,53
Askhalt lev. tillstånd [%]	6,18	20,21	18,1	22,8
Klor (Cl) lev. tillstånd [%]	0,08	0,45	6,97	1,3
Effektivt värmevärde [MJ/kg]	12,78	16,07	25,25	25,25
<b>Parameter</b>	<b>Gummi</b>	<b>Brännbar finfrak.</b>		
Fukthalt [% av våtvikt]	8,8	18,9		
Kol (C), total [% av TS]	51,4	41,7		
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	46,8	33,8		
Kol (C), biogen [% av TS]	4,11	23,35		
Kol (C), biogen, lev. tillstånd [%]	3,75	18,94		
Kol(C), fossil [% av TS]	47,29	18,35		
Kol(C), fossil, lev. tillstånd [%]	43,1	14,9		
Väte (H) [% av TS]	6,3	5,3		
Väte (H) lev. tillstånd [%]	6,7	6,4		
Syre (O) [% av TS]	3,9	18,1		
Syre (O) lev. tillstånd [%]	11,4	31,5		
Kväve(N) [% av TS]	0,75	1,26		
Kväve(N), lev. tillstånd [%]	0,68	1,02		
Svavel (S) [% av TS]	0,25	1,28		

**Tabell D.2:** Den rådata som använts för att beräkna avfallens sammansättning och egenskaper (forts.).

<b>Parameter</b>	<b>Fraktion</b>	
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0,23	1,04
Askhalt [% av TS]	31,93	31,94
Askhalt lev. tillstånd [%]	29,12	25,91
Klor (Cl) lev. tillstånd [%]	5,09	0,33
Effektivt värmevärde [MJ/kg]	18,51	12,89

# Bilaga E

## Elementaranalys - Beräkningsgång

Datan som presenteras i föregående Bilaga D används för att uppskatta det kommunala avfallets egenskaper. Beräkningar utförs först gällande den nuvarande avfallsammansättningen och resultaten kan därmed jämföras med kemiska analyser på avfallet. Det ger möjlighet att utvärdera att beräkningsmetoden är rimlig. Därefter genomförs samma beräkningar på möjliga framtida avfallssammansättningar.

Bisaillon m. fl. (2013) presenterar en formel för hur det effektiva värmevärdet [MJ/kg] kan uppskattas. Den formeln används även i den här studien och är som följer:

$$(35 \cdot \text{Kolhalt} + 94,3 \cdot \text{Vätehalt} + 10,4 \cdot \text{Svavelhalt} + 6,3 \cdot \text{Kvävehalt} - (10,8 \cdot \text{Syrehalt} + 3,4 \cdot \text{Klorhalt} + 2,44 \cdot \text{Fukthalt})) * ((100 - \text{Askhalt})/100) = \text{Effektivt värmevärde}$$

I formeln ovan syftar respektive halt till den våta halten, den som i tabell D.1 och D.2 uttrycks som halt vid leveranstillstånd. För ett sammansatt avfall används respektive halt för den mix av fraktioner som avfallet består av. Följaktligen beräknas först vilken fukthalt [% av våtvikt], kolhalt total [%] och så vidare för den sammansättning som det specifika avfallet har. Därefter kan det effektiva värmevärdet beräknas.

$((100 - \text{Askhalt})/100)$  innebär att avfallets askhalt beaktas då det effektiva värmevärdet beräknas. Den delen av avfallet som är aska tillför ingen energi.

### E.1 Användning av de fraktioner som elementaranalys finns för

De fraktioner som finns att tillgå gällande elementaranalys är inte i full utsträckning samma fraktioner som avfallet generellt delas upp i. Som följd har en viss matchning utförts. I tabell E.1 nedan presenteras hur de fraktioner som finns i det kommunala avfallet tas till hänsyn i uppskattningarna som gjorts gällande avfallets egenskaper.

**Tabell E.1:** Hur de fraktioner som finns i det kommunala avfallet tas till hänsyn i beräkningar som görs gällande avfallets egenskaper.

<b>Fraktion elementarsammansättning</b>	<b>Fraktion i kommunalt avfall</b>
Matavfall	Matavfall
Icke brännbart	Elavfall, Farligt avfall, Inert material
Blöjor	Blöjor
Glas	Glasförpackningar, Övrigt glas
Metall	Metallförpackningar, Övrigt metall
Trädgårdsavfall	Trädgårdsavfall
Textil	Textil
Papper	Returpapper, Övrigt papper
Mjukplast	Hälften av Plastförpackningar, Hälfen av Övrigt plast
Kartong	Pappersförpackningar
Hårdplast	Hälften av Plastförpackningar, Hälfen av Övrigt plast
Brännbar finfraktion	Övrigt restavfall

Observera i tabell E.1 att samtliga ”Övrigt”-fraktioner är fördelade utifrån material alternativt produkt. Det avfall som benämns Övrigt restavfall definieras som Brännbar finfraktion. I denna fördelning finns det osäkerhet då det är troligt att det övriga restavfallet i det kommunala avfallet skiljer sig från det avfall som finns i den brännbara finfraktionen i avfallskross. Antagandet är en förenkling men då jämförelser mellan de kemiska analyser som finns gjorda på kommunalt avfall och de beräkningar som gjorts med detta antagande är nära varandra anses det som en godtagbar förenkling.

Vidare antas hälften av plastförpackningarna i det kommunala avfallet bestå av mjukplast och hälften av hårdplast. Enligt de plockanalyser som Edo, Johansson och Sahlin (2019) utfört är drygt hälften av all plast i det kommunala avfall mjukplast, drygt 35 procent hårdplastförpackningar och resterande övrig plast. Plockanalyserna gjorda i Stockholm visar liknande resultat (Envir AB 2021; EcoRetur 2020; Envir AB 2019). Det anses därför vara ett godtagbart antagande.

## **E.2 Kemiska analyser genomförda av Stockholm Exergi**

I tabell E.2 presenteras resultat av kemiska analyser som Stockholm Exergi utfört på kommunalt avfall. ”H” står för Högdalen och ”B” står för Brista, vilka är de två verken där avfall behandlas.

**Tabell E.2:** Resultat av kemiska analyser som Stockholm Exergi utfört på det kommunala restavfallet som behandlas i företagens anläggningar.

<b>Parameter</b>	<b>Okt 2021 (H)</b>	<b>Sep 2021 (H)</b>	<b>Mars 2021 (B)</b>
Fukthalt [% av våtvikt]	46,5	29,7	36,4
Kol (C), total [% av TS]	48,5	32,7	54,9
Kol (C), total lev. tillstånd [%]	26	23	34,9
Väte (H) [% av TS]	6,7	4,3	7,9
Väte (H) lev. tillstånd [%]	8,8	6,3	9,1
Syre (O) [% av TS]	24,3	19,8	21,3
Syre (O) lev. tillstånd [%]	54,3	40,2	45,9
Kväve (N) [% av TS]	1,45	1,24	1
Kväve (N), lev tillstånd [%]	0,78	0,87	0,63
Svavel (S) [% av TS]	0,178	0,228	0,162
Svavel (S) lev. tillstånd [%]	0,095	0,16	0,103
Askhalt [% av TS]	18,45	41,17	14,31
Askhalt lev. tillstånd [%]	9,88	28,96	9,1
Klor (Cl) [% av TS]	0,495	0,57	0,437
Klor (Cl) [%]	0,265	0,401	0,278
Effektivt värmevärd [MJ/kg]	9,404	8,788	14,392



# Bilaga F

## Extra - Klor, kväve och svavel

Utöver fukthalt, askhalt, effektivt värmevärde och fossil kolandel finns det andra faktorer som är av betydelse vid behandling av avfall med energiåtervinning. Tre halter som på olika vis påverkar förbränningen är klor-, kväve- och svavelhalten i avfallet. I detta extra-kapitel presenteras resultat som genomförda beräkningar för både nuvarande avfallssammansättning och för scenario 2025 och 2030 ger.

Resultaten som presenteras gällande klor-, kväve- och svavelhalt i det kommunala avfallet är beräknade enligt den metod som används genomgående i studien. Grunddatan och beräkningsgången med antagande är redovisade i *bilaga D och E*. Vidare har resultaten jämförts med de kemiska analyser som genomförts av Stockholm Exergi på det hushållsavfall som företaget behandlar, se *bilaga E.2*.

I tabell F.1 presenteras de beräknade klorhalterna. Resultaten visar ett något lågt klorinnehåll i jämförelse med de kemiska analyser som genomförts av Stockholm Exergi. En trenden gällande hur klorhalten förändras när större andelar av specifika fraktioner sorteras ut går att urskilja. Den visar att om nuvarande klorhalt jämförs med de för scenario 2030 har halten stigit något alternativt är den relativt oförändrad. Däremot visar resultaten för 2025 att klorhalten sjunker vilket kan tänkas bero på utsortering av fraktioner med relativt hög klorhalt, så som plastfraktioner.

**Tabell F.1:** Resultat av beräknad klorhalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen "Övrigt" används enligt den första känslighetsanalysen.

	SÖRAB	SVOA	SRV	SÖRAB käns.	SVOA käns.	SRV käns.
Nuläge	0,17	0,16	0,18	0,17	0,15	0,17
Nuläge m. eftersortering	0,13	0,16	-	0,13	0,15	-
Scenario 2025	0,15	0,14	0,17	0,14	0,13	0,16
Scenario 2030	0,19	0,16	0,21	0,17	0,14	0,18

Kvävehalten som har beräknats och som presenteras i tabell F.2 nedan är i det nedre

spannet för kvävehalt jämfört med de halter som tagits fram i de kemiska analyserna från Stockholm Exergi. Den generella trenden av ökad utsortering av avfallsfraktioner är att kvävehalten sjunker. Vidare visar resultaten då alternativ grunddata för fraktionen ”Övrigt” används något lägre kvävehalter.

**Tabell F.2:** Resultat av beräknad kvävehalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen ”Övrigt” används enligt den första känslighetsanalysen.

	SÖRAB	SVOA	SRV	SÖRAB käns.	SVOA käns.	SRV käns.
Nuläge	0,61	0,62	0,63	0,57	0,55	0,57
Nuläge m. eftersortering	0,62	0,49	-	0,57	0,39	-
Scenario 2025	0,50	0,48	0,52	0,44	0,36	0,42
Scenario 2030	0,37	0,42	0,41	0,28	0,27	0,28

Svavelhalterna som beräknats är nästan dubbelt så höga i jämförelse med vad de kemiska analyserna visar. Det kan bero på att delar av den grunddata som används för att utföra beräkningar gällande avfallets egenskaper kommer från elementaranalyser av avfallskross. Mycket troligt är att innehållet mellan plastfraktionerna i det kommunala restavfallet och plastfraktionerna i avfallskrossen skiljer sig åt.

**Tabell F.3:** Resultat av beräknad svavelhalt [%, leveranstillstånd]. Kolumn 2-4 visar resultat då den primära grunddatan används och kolumn 5-7 visar resultat då annan grunddata för fraktionen ”Övrigt” används enligt den första känslighetsanalysen.

	SÖRAB	SVOA	SRV	SÖRAB käns.	SVOA käns.	SRV käns.
Nuläge	0,29	0,28	0,29	0,24	0,20	0,22
Nuläge m. eftersortering	0,24	0,29	-	0,19	0,18	-
Scenario 2025	0,26	0,30	0,32	0,19	0,17	0,21
Scenario 2030	0,29	0,35	0,38	0,23	0,18	0,24