

Fördjupad analys av plast i hushållens restavfall och dess potential till ökad materialåtervinning och minskad klimatpåverkan



RISE Research Institutes of Sweden AB
Infrastruktur och betongbyggande - Cirkulär & hållbar materialanvändning

Utfört av Mar Edo, Gunilla Henriksson och Carl Jensen

RISE rapport 2023:123

ISBN 978-91-89896-10-9

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Industrigatan 4
504 62 Borås

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE Research Institutes of Sweden AB i förväg skriftligen godkänt annat.

Förord

Hushållens restavfall som idag går till energiåtervinning innehåller resurser som kan materialåtervinnas. Innehållet av fossilt material i avfall som förbränns har dessutom en negativ klimatpåverkan. För att underlätta cirkulär omställning och minska klimatpåverkan, både inom området energiåtervinning och process- och tillverkningsindustrin behöver vi kunskap kring hushållens restavfall som gör att vi kan fatta beslut om vilka åtgärder och tekniker som ska prioriteras.

Projektet *Fördjupad analys av plast i hushållens restavfall och dess potential till ökad materialåtervinning och minskad klimatpåverkan* har haft som mål att öka förståelsen för vilken klimat- och resurspåverkan ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall har.

Göteborg Stad har genom förvaltningen Kretslopp och vatten under de senaste 20 åren genomfört plockanalyser på restavfall i kommunen. De avfallsfraktioner i restavfallet som analyserats i detta projekt kommer från Göteborg Stads plockanalyser som genomfördes av Enviro AB i oktober/november 2022.

Projektet initierades av Renova och Kretslopp och vatten och genomfördes under april 2023-januari 2024 och har finansierats av:

- Avfall Sverige
- Klimatledande Processindustri som är finansierat av Vinnova, Västra Götalandsregionen och Västsvenska kemi- och materiaklustret.
- Renova utvecklingsfond

Följande medverkande organisationer har deltagit med tid och kunskap:

- Göteborg Stad
- Renova
- Stenungsunds kommun

Tack till alla deltagare som har bidragit med kunskap, deltagit i bra diskussioner och tack för ert engagemang.

Borås, januari 2024
Mar Edo, RISE
Projektledare

Sammanfattning

För att nå uppsatta nationella klimatmål behöver avfalls- och energisektorn minska klimatutsläppen från energiåtervinningen av avfall som idag står för omkring 75 procent av de totala klimatutsläppen från el- och fjärrvärmesektorn. Restavfall från hushåll och liknande verksamheter står för drygt 30 procent av de totala avfallsmängderna som idag går till energiåtervinning i Sverige. En betydande andel av hushållens restavfall utgörs av plastförpackningar som står för de största klimatutsläppen vid energiåtervinning. Därutöver förekommer andra avfallsslag i vilka plast utgör ett av flera material som exempelvis pappersförpackningar som ofta innehåller en vätskebarriär i plast samt blöjor och andra sanitetsprodukter. Fossilt kol som bidrar till klimatpåverkan vid energiåtervinning av restavfall förekommer också i material som man inte uppfattar som plaster, till exempel konstläder, syntetiska textilier och gummi.

Idag har vi stor kunskap om avfallssammansättningen i hushållens restavfall eftersom kommuner på regelbunden basis genomför plockanalyser på avfallet. Dock är kunskapen idag begränsad vad gäller klimatpåverkan från restavfallets ingående avfallsfraktioner. Detta med hänsyn tagen till att olika plaster släpper ut olika mycket koldioxid beroende på faktorer såsom polymertyp, innehåll av smuts och vätska, typ av fyllmedel och andel plast i den aktuella avfallsfraktionen. Det har gjorts projekt i vilka man uppskattat klimatpåverkan från olika avfallsfraktioner i hushållens restavfall. Gemensamt för dessa rapporter är att schabloner använts eller antaganden gjorts kring materialsammansättningen för flera avfallsfraktioner för att uppskatta klimatpåverkan samt att data över klimatpåverkan i vissa fall är aggregerad där summan av flera underliggande avfallsfraktioner redovisas. Därutöver finns det också kunskapsluckor kring förekomsten av vilka olämpliga ämnen som olika avfallsfraktioner i restavfallet innehåller. Olämpliga ämnen är sådana ämnen som finns på kandidatförteckningen eller kan vara ämnen som på annat sätt kan försvåra materialåtervinningen. Sammantaget bidrar detta till osäkerheter kring potentialen för olika åtgärder som exempelvis ökade och förbättrade källsorteringsmöjligheter, eftersortering, kemisk återvinning samt CCU och CCS, för att minska klimatpåverkan från energiåtervinning av hushållens restavfall.

Syftet med projektet är att ge en ökad förståelse för vilken klimatpåverkan ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall har. Detta genom att analysera avfallsfraktioner innehållande plast med avseende på bl.a. andelen fossilt respektive biogent kol, polymertyp samt innehåll av ämnen på kandidatlistan och annat önskat material.

Baserat på erhållna resultat kan följande slutsatser från projektet dras:

- *Hårdplastförpackningar* och *mjukplastförpackningar* vilka omfattas av producentansvar står för 35–43 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall.
- Fraktionen *Övrig plast*, som består av plast som inte faller under något producentansvar, utgör 12–17 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall. Denna avfallsfraktion innehåller ämnen på kandidatlistan vilka kan vara ett hinder vid materialåtervinning.

- Fraktionen *Övrigt brännbart* står för 11–12 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall och innehåller ämnen på kandidatlistan (ftalater) vilket kan vara ett hinder vid materialåtervinning. Övrigt brännbart innehåller material som exempelvis leksaker, gummihandskar, hår, skor, mattor m.m.
- *Blöjor* bidrar till 6–9 procent av de totala fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall. Blöjor och sanitetsprodukter omfattas inte av producentansvar och består av många olika sorters material.
- *Textilier* utgör 3–8 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall och av dessa textilier är omkring en tredjedel återanvändningsbara kläder, vilka det idag finns insamlingssystem för. Några olämpliga ämnen som försvårar materialåtervinning kunde inte identifieras. Från och med 2025 kommer kommunerna samla in uppkommet textilavfall separat.
- Tillsammans med fraktionen *Blöjor* kommer avfallsfraktionerna *Övrig plast* och *Övrigt brännbart* att stå för de största fossila koldioxidutsläppen från energiåtervinning av hushållens restavfall när fastighetsnära insamling av förpackningar är på plats. Något producentansvar förekommer idag inte för dessa avfallsfraktioner och förekommande material är svåra att materialåtervinna då det innehåller många olika sorters polymerer.
- En jämförelse av klimatpåverkan från avfallsfraktioner i hushållens restavfall gentemot tidigare studier är svårt att göra. En anledning till denna slutsats är att tidigare studier redovisar aggregerade data över klimatpåverkan innehållande flera avfallsfraktioner som var och en bidrar till klimatpåverkan vid förbränning. En annan orsak är skillnader i restavfallets avfallssammansättning mellan studier. Utifrån resultatet som baseras på faktiska mätningar för respektive avfallslag, finns nu data från samtliga ingående restavfallsfraktioner i hushållens restavfall som bidrar till klimatpåverkan i samband med förbränning. Detta gör det möjligt att uppskatta klimatpåverkan från restavfallet och potentialen i olika klimatåtgärder utifrån olika kommuners specifika avfallssammansättning.

Summary

In order to reach set national climate targets, the waste and energy sector needs to reduce the climate emissions from the waste-to-energy sector, which today accounts for around 75 percent of the total climate emissions from the electricity and district heating sector. Residual waste from households and similar waste streams accounts for roughly 30 percent of the total amount of waste that today goes to energy recovery in Sweden. A significant proportion of household residual waste consists of plastic packaging, which accounts for the largest climate emissions from the waste-to-energy sector. In addition, there are other types of waste in which plastic is one of several materials, such as paper packaging which often contains a plastic liquid barrier as well as diapers and other sanitary products. Fossil carbon, which contributes to the climate impact when incinerated, is also present in materials that are not perceived as plastics, for example artificial leather, synthetic textiles and rubber.

Today, we have a great knowledge about the composition of the households' residual waste because municipalities perform sorting analysis of the waste on a regular basis. However, today's knowledge is limited regarding the climate impact from individual waste fractions in the residual waste. This considering that different plastics emit different amounts of carbon dioxide depending on factors such as polymer type, dirt and moisture content, type of filler and proportion of plastic in the individual waste fractions. There have been projects in which the climate impact from different waste fractions in the household residual waste has been estimated. What these reports have in common is that simplifications or assumptions about the material composition of the waste have been used to estimate climate impact and that data on climate impact is in some cases aggregated where the sum of several underlying waste fractions is reported. In addition, there are also knowledge gaps regarding the presence of unsuitable substances in different waste fractions in the residual waste. Unsuitable substances are substances that can be found on the Candidate List or can be substances that can otherwise aggravate material recycling. Altogether, this contributes to uncertainties about the potential for various measures such as increased and improved source sorting options, post-sorting, chemical recycling as well as CCU and CCS, to reduce the climate impact from incineration of household residual waste.

The purpose of the project is to provide an increased understanding of the climate impact of waste fractions in the household residual waste. This by analyzing waste fractions containing plastics with regard to aspects such as the share of fossil or biogenic carbon, polymer type and content of substances on the Candidate List and other unwanted material.

Based on the results obtained, the following conclusions from the project can be drawn:

- *Hard- and soft plastic packaging* which are covered by producer responsibility, account for 35–43 percent of fossil carbon dioxide emissions from incineration of household residual waste.
- The fraction *Other plastics*, which consists of plastics that do not fall under any producer responsibility, makes up 12–17 percent of the fossil carbon dioxide emissions from household residual waste. In addition, it contains phthalates, which can be an obstacle for material recycling.

- The *Other combustible fraction*, which may contain a great variation of materials and things such as toys or rubber, accounts for 11–12 percent of the fossil carbon dioxide emissions from household residual waste. In addition, it contains phthalates, which can be an obstacle for material recycling.
- *Diapers and nappies* contribute to fossil 6–9 percent of the total fossil carbon dioxide emissions from household residual waste.
- *Textiles* make up 3–8 percent of the fossil carbon dioxide emissions from household residual waste. One third of these textiles were reusable clothing for which there is a collection system available in Sweden. No hazardous substances that could prevent recycling of textiles were identified. From 2025, the municipalities will collect generated textile waste separately.
- Together with *Diapers*, the fractions *Other plastic* and *Other combustible* will be the largest contributors to fossil carbon dioxide emissions from waste incineration once kerbside collection is in place. In this case, CCS or CCU technology could play an important role in helping waste-to-energy plants deal with the problem of carbon dioxide emissions until a solution for a more sustainable management than waste incineration is found for these fractions.
- A comparison with previous studies of the climate impact of the waste fractions included in household residual waste is difficult. One reason for this conclusion is that previous studies have reported aggregated data on climate impact, containing several waste fractions that each contribute to climate impact from energy recovery from waste. Another reason is differences between studies in waste composition of the residual waste. Based on the results, which are based on actual measurements, albeit on two samples for each type of waste, there is now data from all waste fractions in the household residual waste that contribute to the climate impact when incinerated. This makes it possible to estimate the climate impact from the residual waste and the potential of different climate measures based on the specific waste composition of different municipalities.

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	4
Summary	6
Innehåll	8
1. Inledning	10
1.1. Bakgrund	10
1.2. Syfte och mål	12
2. Genomförande	13
2.1. Prover restavfall	13
2.2. Plockanalyser	14
2.3. Polymerinnehåll	15
2.4. Textilinnehåll	16
2.5. Fukt- och smutsinnehåll	17
2.6. Kemiska analyser	17
3. Materialsammansättning	19
3.1. Restavfallets materialsammansättning	19
3.2. Polymerinnehåll	26
3.3. Textilinnehåll	29
4. Kemisk sammansättning	31
4.1. Elementaranalyser och bränsleanalyser	31
4.2. Ämnen som försvårar materialåtervinning	32
4.3. PFAS	34
5. Klimatpåverkan	37
5.1. Kolinnehåll	37
5.2 Klimatpåverkan från avfallsfraktioner i restavfallet	40
5.3. Klimatpåverkan för avfallsfraktioner i samlingsproverna	42
6. Slutsatser och diskussioner	45
Bilagor	49
Bilaga A. Avfallsfraktioner vid plockanalyser av hushållens restavfall	50

Bilaga B. Kemiska analyser – metoder	52
Bilaga C. Resultat från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus	54
Bilaga D. Bilder på avfallsfraktioner från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus	56
Bilaga E. Resultat från plockanalyser på samlingsprovet från radhus/villor	59
Bilaga F. Bilder från plockanalyser resultaten av radhus/villor samlingsprov-avfallsfraktioner	61
Bilaga G. En engångsblöjas innehåll samt möjlighet för separat insamling av blöjor	64
Bilaga H. Antaganden och beräkningar för att bestämma blöjors koldioxidutsläpp	65
Bilaga I. Farliga ämnen	67
Bilaga J. Faktorer som påverkar restavfallets sammansättning och dess klimatpåverkan	72
Bilaga K. Skillnad i andelen fossilt kol vid användning av avfallsspecifika pmC (ref) värden respektive generellt pmC(ref) värde	74

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Sveriges mål är att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045, för att därefter uppnå negativa utsläpp¹. Energiåtervinning av avfall, som är en del av el- och fjärrvärmesystemet, står för cirka 75 procent av el- och fjärrvärmesektorns direkta fossila klimatutsläpp, vilket motsvarar 8 procent av Sveriges totala klimatpåverkande utsläpp¹. De fossila koldioxidutsläppen kommer nästan uteslutande från plast/polymera material av fossilt ursprung från olika avfallsströmmar. För att nå Sveriges uppsatta klimatmål behöver avfalls- och energisektorn drastiskt minska klimatutsläppen från energiåtervinningen av avfall och detta kan uppnås genom att öka materialåtervinningen av fossilbaserade plastavfall som idag går till energiåtervinning och att använda den återvunna plasten som råvara vid tillverkning av nya produkter.

Fossilfritt Sverige samlar svenska aktörer och branscher som vill bidra till att Sverige ska bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. I färdplanerna för el- respektive uppvärmningssektor anges som mål att 2030 ska respektive sektor vara fossilfri.

De fossila koldioxidutsläppen från energiåtervinningsanläggningar härstammar främst från fossilbaserad plast i olika avfallsfraktioner. Utifrån ett systemperspektiv fås dessutom dubbla effekter när felsorterad plast går till energiåtervinning, dels genom de direkta utsläppen från energiåtervinningen, dels utifrån den minskning av klimatbelastning som normalt skulle ske om plasten materialåtervanns och därmed ersatte jungfrulig plast. Av de omkring 0,7–1,0 miljoner ton plastavfall som uppstår i Sverige årligen, är det endast omkring 120 000 ton som materialåtervinns², resterande mängder går framför allt till energiåtervinning vilket innebär ett stort slöseri med resurser.

Restavfall från hushåll och liknande verksamheter står för omkring 1/3 av de totala avfallsmängderna som idag går till energiåtervinning³ i Sverige. En betydande andel av hushållens restavfall, omkring 15 procent utgörs av plastförpackningar som står för de största klimatutsläppen⁴. Förutom plastförpackningar förekommer i restavfallet flera andra avfallslag i vilka plast utgör ett av flera material. Exempel på dessa avfallsfraktioner är pappersförpackningar som ofta innehåller en vätskebarriär i plast, blöjor och andra sanitetsprodukter. Fossilt kol finns också i material som man inte uppfattar som plaster, till exempel konstläder, syntetiska textilier, gummi i olika former mm.

Idag pågår och planeras det för en rad olika initiativ för att öka materialåtervinningen av framför allt plastförpackningar. Förutom kontinuerliga informationsinsatser mot hushåll om vikten av att källsortera är det från och med 2027 krav på fastighetsnära insamling av

¹ Naturvårdsverket (2021), El och fjärrvärme, utsläpp av växthusgaser, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-el-och-fjarrvarme/>

² Naturvårdsverket (2022), Kartläggning av plastflöden i Sverige 2020, <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/7000/978-91-620-7038-0/>

³ Avfall Sverige (2022), Svensk Avfallshantering 2021, https://www.avfallsverige.se/media/wwbd2za0/svensk_avfallshantering_2021_web.pdf

⁴ Avfall Sverige (2019), Bränslekvalitet –Nuläge och scenarier för sammansättningen av restavfall till år 2025, <https://www.avfallsverige.se/rapporter-utveckling/rapporter/2019-27-branslekvalitet-nulage-och-scenarier-for-sammansattningen-av-restavfall-till-ar-2025/>

förpackningar från hushåll. Genom en ökad servicenivå för konsumenten är förhoppningen att källsorteringen och materialåtervinningen ska öka, vilket också bekräftats i flera studier⁵. Studier på området visar dock att även med fastighetsnära insamling återfinns betydande mängder förpackningar i restavfallet, speciellt påtagligt bland flerbostadshus.

En annan åtgärd som fått ökat intresse är efterbehandlingsanläggningar av hushållens restavfall för att bl.a. sortera ut plastförpackningar, som av olika anledningar inte källsorterats av hushållen, till mekanisk återvinning. Idag finns endast en eftersorteringsanläggning i Sverige men flera anläggningar håller på att etableras. Till följd av ovan initiativ med att öka utsorteringen av plastförpackningar förväntas det relativa bidraget till klimatpåverkan öka från de övriga avfallsfraktioner i hushållens restavfall som innehåller plast. Exempel på dessa fraktioner är textilier, blöjor och sanitetsprodukter och övrig plast. Flera av dessa avfallsfraktioner har en komplex materialsammansättning och därför är mekanisk materialåtervinning ofta inte ett alternativ. Det finns därför ett ökat intresse att återvinna dessa genom exempelvis kemisk återvinning, en forskning som bl.a. pågår inom Klimatledande processindustri⁶. En ytterligare principiell strategi för att minska plastens negativa klimatpåverkan vid energiåtervinning och som fått ökat intresse, är att avskilja koldioxiden i rökgaserna från avfallsförbränningen och lagra det genom ”Carbon Capture and Storage” (CCS) eller att nyttiggöra koldioxiden som råvara i industrin genom Carbon Capture and Usage (CCU).

Idag har vi stor kunskap om avfallssammansättningen i hushållens restavfall eftersom kommuner på regelbunden basis genomför plockanalyser på avfallet. Dock är kunskapen idag begränsad vad gäller klimatpåverkan från restavfallets ingående avfallsfraktioner. Detta med hänsyn tagen till att olika plaster släpper ut olika mycket koldioxid beroende på faktorer såsom polymertyp, innehåll av smuts och vätska, typ av fyllmedel och andel plast i den aktuella avfallsfraktionen.

Det har gjorts projekt i vilka man uppskattat klimatpåverkan från olika avfallsfraktioner i hushållens restavfall^{7,8}. Gemensamt för dessa rapporter är att schabloner eller antaganden kring materialsammansättningen för flera avfallsfraktioner använts för att uppskatta klimatpåverkan från hushållens restavfall.

Olika aktörer som idag arbetar med frågor hur hanteringen av hushållens restavfall kan förbättras efterfrågar bättre beslutsunderlag för att uppskatta klimatpåverkan. Därutöver finns det idag en kunskapslucka kring förekomst av farliga ämnen och oönskat material i de olika

⁵ Avfall Sverige (2022), Nyheter: Bättre sortering fastighetsnära. Link:

<https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyheter/battre-sortering-fastighetsnara/> (Information hämtad oktober, 2024)

⁶ Klimatledande processindustri (2022), Utvärdering av termokemisk återvinning av engångsprodukter från sjukvården och utsorterade plastrika materialströmmar från hushållsavfall.

<https://klimatledande.johannebergsciencepark.com/sv/utvardering-av-termokemisk-atervinning-av-engangsprodukter-fran-sjukvarden-och-utsorterade> (Information hämtad oktober, 2024)

⁷ Avfall Sverige (2021), Backcasting -Hur når Sverige fossilfri energiåtervinning från avfallsförbränning? <https://www.avfallsverige.se/rapporter-utveckling/rapporter/2021-09-backcasting-hur-nar-sverige-fossilfri-energiatervinning-fran-avfallsforbranning/> (Information hämtad oktober, 2024)

⁸ Avfall Sverige (2021), Vidareutveckling av modell förberäkning av referensvärde pmC i avfall, <https://www.avfallsverige.se/rapporter-utveckling/rapporter/2021-04-vidareutveckling-av-modell-for-berakning-av-referensvarde-pmc-i-avfall/> (Information hämtad oktober, 2024)

avfallsfraktionerna i restavfallet. Detta påverkar förutsättningarna för att hantera plastinnehållande avfallsfraktioner på annat sätt än genom energiåtervinning, exempelvis kemisk eller mekanisk återvinning för att därefter kunna nyttiggöra den återvunna plastråvaran i industrin. De nämnda principiella strategierna för att öka materialåtervinningen av plast och/eller minska klimatutsläppen från energiåtervinning påverkar också varandras potential och förutsättningar. Exempelvis kommer införandet av fastighetsnära insamling av förpackningar öka källsorteringen och därmed minska potentialen för eftersorteringsanläggningar för hushållens restavfall såväl som för CCS och CCU. Dessa och fler faktorer som påverkar restavfallets sammansättning och dess klimatpåverkan finns listade i *Bilaga J*. Detta bidrar sammantaget till osäkerheter för återvinningsindustrin såväl som för process- och tillverkningsindustrin att investera i ny teknik och skapa nya värdekedjor för att nå en mer resurseffektiv hantering av uppkommet plastavfall.

Ett bristfälligt beslutsunderlag riskerar också att de beslut som fattas av kommuner, process- och tillverkande industri, avfalls- och återvinningsbranschen samt politiker inte är de bästa utifrån ett klimat- eller ekonomiskt perspektiv. En annan risk är att vidtagna åtgärder inte blir tillräckliga för att nå upp till uppsatta materialåtervinnings- och klimatmål. Ovanstående frågeställningar är något som bl.a. Göteborgs Stad (Kretslopp och vatten), Renova och Stenungsunds kommun diskuterar idag. På regelbunden basis genomför Göteborgs Stad plockanalyser på hushållens restavfall, analyser vid vilka restavfallet sorteras i drygt 20 olika avfallsfraktioner, se *Bilaga A*. Inför de senaste plockanalyserna som genomfördes i slutet av 2022 diskuterade Göteborgs Stad, Renova samt RISE som huvudsaklig utförare att det kunde vara ett bra tillfälle och fördelaktigt att analysera ingående avfallsfraktioner med avseende på bl.a. andelen fossilt material. Detta eftersom resultaten från tidigare plockanalyser på restavfall genomförda av Kretslopp och vatten – Göteborg Stad visar att restavfallet i Göteborg är mycket likt ett genomsnittligt svenskt restavfall.

1.2. Syfte och mål

Syftet med projektet är att ge en ökad förståelse för vilken klimatpåverkan ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall har. Detta genom att analysera avfallsfraktioner innehållande plast med avseende på bl.a. andelen fossilt respektive biogent kol, polymertyp samt innehåll av ämnen på kandidatlistan och oönskat material.

Målet i projektet är att:

1. Kvantifiera klimatpåverkan från de avfallsfraktioner som innehåller material av fossilt ursprung i hushållens restavfall som idag går till energiåtervinning.
2. Identifiera förekomsten av vissa ämnen på kandidatförteckningen, i relevanta avfallsfraktioner innehållande plast i hushållens restavfall som försvårar olika återvinningsprocesser som kemisk och mekanisk återvinning.

2. Genomförande

I detta avsnitt beskrivs proverna från hushållens restavfall som har ingått i detta projekt, hur plockanalyserna och de kemiska analyser har genomförts samt vilken data som legat till grund för resultaten och utvärderingen.

2.1. Prover restavfall

Plockanalyser och kemiska analyser har genomförts på två samlingsprover (även kallad moderprov) från hushållens restavfall för att få en bättre förståelse för sammansättningen av dessa avfallsströmmar som idag går till energiåtervinning. Båda proverna kommer från Göteborg Stad, ett samlingsprov från ett område med lägenheter, flerbostadshus, och ett prov från ett radhusområde (hädanefter kallade ”flerbostadshus” respektive ”radhus/villor”). Proverna samlades in vid två specifika dagar under oktober och november 2022.

Resultaten från tidigare plockanalyser på restavfall genomförda av Kretslopp och vatten – Göteborg Stad har jämförts med ett genomsnitt av alla Sveriges plockanalyser som redovisas i Avfall Sveriges databas Avfall Web. Jämförelsen visar att restavfallet i Göteborg är mycket likt ett genomsnittligt svenskt restavfall varför de två restavfallsprover anses vara representativa för Sverige. En detalj är dock att i denna analys utgörs provet ”radhus/villor” av avfall från en markbehållare i ett radhusområde, inte från avfall från kärl utmed en villagata. Avfall Sveriges statistik har dock ingen kategori för radhus. Bedömningen är dock att provet ”radhus/villor” kan jämföras med ”villor” snarare än lägenheter i statistiken. Mer information kring planering och provinsamling av dessa samlingsprover samt omblandning och neddelning hittas i Göteborg stads rapport⁹samlingsproverna.

Tabell 1 nedan sammanfattar beskrivning av de båda samlingsproverna.

Tabell 1. Hushållens restavfall, beskrivning av de båda samlingsproverna. Enhet: kg/hh,v (kg av avfall per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd..

Providentitet	Flerbostadshus	Radhus/Villor
Typ av bostad	Flerbostadshus	Radhus-villor
Typ av insamlingssystem	Kärl	Markbehållare
Hämtintervall, Antal hämta/vecka	1	1
Antal hushåll	555	455
Vikt på samlingsprov (kg)	1 800	2 800
Avfallsmängd (kg per hushåll och vecka) ¹⁰	3,24	6,15

⁹ Plockanalyser av mat- och restavfall 2022, extern version. Kretslopp och Vatten, Göteborg Stad (2023), von Bahr, B. & Kullberg, L.

¹⁰ Flerbostadshus ger upphov till mycket mindre avfall per hushåll än radhus och villor. Det beror på att i flerbostadshuset består av lägenheter med färre antal personer i varje lägenhet/hushåll, jämfört med radhusen.

2.2. Plockanalyser

Plockanalyser är en metodik som används för att utvärdera sammansättningen av avfallsströmmar utifrån olika typer av materialfraktioner, till exempel plast, metall och papper. Informationen som samlas från dessa plockanalyser kombineras med kemiska analyser och ger då en bild av kvaliteten på avfallsströmmen som avfallsbränsle samt dess klimatpåverkan. Informationen ger också uppfattning om effektiviteten av källsorteringen och visar potentialen för en ökad materialåtervinning från avfallsströmmen. Genom plockanalyser kartläggs dagens avfallssammansättning och hjälper till att förutse hur avfallssammansättningen kommer att bli i framtiden.

Tabell 2. Avfallsfraktioner (i blå text) är de utvalda avfallsfraktionerna för att utvärdera potentiella bidrag till direkta fossila koldioxidutsläpp i detta projekt.

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Tertiär fraktion
Papper	Pappersförpackningar*	Pappersförpackning utom avfallsbärare ¹
	Mjukplastförpackningar*	Mjukplastförpackning utom avfallsbärare ¹
	Frigolit*	Avfallsbärare mjukplast ¹
Plast	Hårdplastförpackningar*	Dryckesförpackning med svensk pant Dryckesförpackning utan pant Hårdplastförpackning, ej dryck
	Övrig plast	Övrig plast utom avfallsbärare ²
		Avfallsbärare övrig plast ²
El- & elektronik	Smått elavfall*	Smått elavfall
Textil	Textil	Återvinningsbar textil
		Återanvändningsbar textil
Övrigt	Blöjor, bindor o dyl.	Blöjor, bindor o dyl.
	Övrigt brännbart	Övrigt brännbart

*Omfattas av producentansvar. ¹ Avser påsar ifrån butik som används som avfallsbärare, t.ex. bärkassar eller påsar för frukt och grönsaker. ² Avser påsar som tillhandahålls av kommunen för insamling av restavfall, förpackningar eller returpapper, samt soppåsar på rulle som säljs i handeln.

Plockanalyser genomfördes på två samlingsprover från hushållens restavfall i Göteborg (se tidigare beskrivning i *Tabell 1*) av Envir AB¹¹ på uppdrag av Kretslopp och vatten – Göteborg Stad. Plockanalyserna genomfördes enligt *Avfall Sveriges manual för plockanalyser på*

¹¹ ENVI: www.envir.se

*hushållens mat- och restavfall*¹². Vid plockanalyser sorteras provet först i 10 olika primärfraktioner (t.ex. bioavfall, glasförpackningar och metallförpackningar).

Primärfraktionerna sorteras sedan i 23 sekundärfraktioner (t.ex. plast sorteras i fyra olika sekundärfraktioner; frigolit, hårdplastförpackningar, mjukförpackningar och övrig plast). Till sist sorteras sekundärfraktionerna i 39 tertiäravfallsfraktioner, t.ex. hårdplastförpackningarna sorteras i dryckesförpackningar med eller utan svensk pant, hårdplast ej dryck, övrig plast utan avfallsbärare och avfallsbärare (se *Bilaga A. Avfallsfraktioner vid plockanalyser av hushållens restavfall*). Av de 23 sekundära avfallsfraktionerna är det 9 sekundära avfallsfraktioner och 14 tertiära fraktioner som bidrar till fossila koldioxidutsläpp vid förbränning, se *Tabell 2*.

Fraktionen *Blöjor, bindor och dyl.* innehåller urin och fekalier, plast, papper och absorberande material. På grund av hygieniska skäl och med hänsyn tagen till arbetsmiljön för laboratoriepersonal där proverna analyserades, exkluderades fraktionen *Blöjor, bindor och dyl.* från restavfall och en ny representativ fraktion skapades av nya och rena *blöjor, bindor och dyl.* (se *Bilaga H*). Mängden av fossilt material är samma oavsett om blöjorna är rena eller använda. Av samma anledning exkluderades hundbajs i avfallsfraktionen *Övrigt*.

Hur proverna från de utvalda avfallsfraktionerna skulle förberedas inför de kemiska analyserna (provberedning) och hur utsortering i olika polymertyper och textiltyper skulle genomföras, togs fram av RISE och Envir AB.

2.3. Polymerinnehåll

För att uppskatta andelen av respektive polymertyp i de tertiära avfallsfraktionerna *mjukplastförpackningar utom avfallsbärare, dryckesförpackningar utan pant, hårdplastförpackningar ej dryck och övrig plast utom avfallsbärare*), genomförde Envir AB en utökad plockanalys i april 2023. Vid plockanalysen sorterades plasten i olika fraktioner utifrån avläsning av plastsymboler samt genom Envirns kunskap och erfarenheter från liknande plockanalyser. Resultaten från plockanalyser utifrån polymertyp kompletteras också med kemiska analyser.

De konventionella plockanalyserna av restavfallet genomfördes i slutet av november 2022 och analys av polymertyp genomfördes i april 2023. Materialet lagrades under den tiden i Envirns anläggningar men tyvärr påverkades de av råttor som bet och pulveriserade en del av materialet. Därför bör resultatet som presenteras i avsnittet 3.2 *Polymerinnehåll* ses som indikation.

De polymertyper som plasten sorterades i var:

- Polyeten (LDPE)
- Polyeten (HDPE)
- Polypropen (PP)
- Polystyren (PS)

¹² Avfall Sverige (2017), Manual för plockanalys av hushållens mat- och restavfall. Uppdaterad version – oktober 2020, Rapport 2017:31, Avfall Sveriges utvecklingsansatsning, ISSN 1103-4092.

- Polystyren (PS frigolit)
- Polyetentereftalat (PET)
- Polyvinylklorid (PVC)
- Akrylnitrit butadien styren (ABS)
- Polymetylmetakrylat (PMMA)
- Polyamid (PA)
- Polykarbonat (PC)
- Polyuretan (PUR)
- Övriga polymerer (identifierade polymerer men som inte utgörs av någon av ovanstående polymertyper)
- Oidentifierade polymerer (plaster som saknade märkning och som genom tidigare erfarenheter INTE kunde sorteras i någon av ovanstående polymertyper).

2.4. Textilinnehåll

Sorteringen i *återvinningsbar* respektive *återanvändningsbar textil* genomfördes i den ursprungliga plockanalysen i oktober 2022. De textilier som var hela eller fina sorterades som *återanvändningsbar*. De som var slitna eller trasiga sorterades som *återvinningsbar*. Vissa textilavfall sorterades alltid som *återvinningsbar*, som exempelvis underkläder. Skor som var i nyskick och i par sorterades som *återanvändningsbara* eftersom de borde lämnats för återbruk.

Envir genomförde ytterligare en plockanalys av de textila avfallsfraktionerna i april 2023 för att identifiera textiltyper. Vid analysen lästes etiketterna av för att dela upp textilierna i olika textiltyper. De textilier som saknade etikett eller hade oläsbar etikett sorterades som oidentifierade textilier. För de klädesplagg som bestod av flera olika typer av textilfibrer sorterades plagget i den textiltyp som utgjorde den dominerande delen av klädesplagget (t.ex. ett klädesplagg bestående av 70 procent bomull och 30 procent viskos sorterades i fraktionen ”bomull blandat”)¹³.

Textilfibrer delas in i naturfibrer (djurfibrer och växtfibrer) och konstfibrer (regenatfibrer och syntetfibrer). Regenatfiber är textila konstfibrer framställda av naturfiber medan syntetfibrer är oljebaserade konstfibrer som har tillverkats av syntetiska organiska polymerer. Textilierna sorterades i följande fraktioner:

- Bambu
- Bomull
- Bomull blandat¹⁴
- Lin
- Lyocell
- Modal

¹³ Inga analyser gjordes för att bekräfta etiketternas förteckning av polymerer.

¹⁴ Textiltyp som innehåller eller kan innehålla fossila material.

- Polyester¹⁴
- Polyamid¹⁴
- Ull
- Viskos
- Övriga¹⁴ (identifierade textilier men som inte utgörs av någon av ovanstående textilfraktion).
- Oidentifierade textilier¹⁴ (textilier som saknade märkning och som genom tidigare erfarenheter INTE kunde sorteras i någon av ovanstående textilfraktion).

2.5. Fukt- och smutsinnehåll

Analys av fukt- och smutshalt för respektive plast- och textilfraktion genomfördes av Envir AB.

För att utvärdera fukthalten torkades avfallsfraktioner i ugnen 105 °C i 24 timmar, fraktionens vikt togs före och efter torkning. Därefter tvättades de olika plastfraktionerna rena från smuts och torkades igen, slutligen vägdes fraktionen för att bestämma smutshalt. Textilierna tvättades i tvättmaskin (30–40 °C) och torkades igen innan slutlig vägning genomfördes för att bestämma textiliernas smutshalt.

2.6. Kemiska analyser

Avfallsfraktioner analyserades avseende torrsubstans och fukthalt, elementaranalys, bränsleanalys samt biogen/fossil andel kol. Analys av olämpliga ämnen genomfördes endast på sju fraktioner – de som bedömdes ha störst risk för förekomst av dessa ämnen¹⁵ (Tabell 3).

Utökad analys av 22 PFAS-ämnen, analyserades i bara ett av de två samlingsproverna, radhus/villor. PFAS är ett samlingsnamn för en grupp industriellt framställda kemikalier som har många användningsområden. Idag behövs mer kunskap för att förbättra riskbedömning, regelutveckling teknikutveckling etc. för hur PFAS skall hanteras vid återvinning.

Bränsleanalys samt biogen/fossil andel kol analyserades för att kunna fastställa respektive avfallsfraktions bidrag till klimatpåverkan från avfallsförbränning. Screening av utvalda ämnen på kandidatförteckningen¹⁶ (SVHC) genomfördes för att få en indikation om hur stort problemet är i dessa avfallsfraktioner, kunskap som behövs att avgöra om de är lämpliga att återcirkulera i samhället. Screeninganalyserna detekterar ämnen på kandidatlistan som mjukgörare (inkl. ftalater), bisfenoler, cykliska siloxaner, flamskydd (bromerade, klorerade och fosfater), 22 PFA-ämnen, bly, kadmium, kvicksilver, krom, tenn och nickel.

Minst 1 kg av respektive avfallsfraktion behövdes för att kunna genomföra de kemiska analyserna. Några av avfallsfraktionerna behövde också genomgå en provneddelning och

¹⁵ Ett kriterium för urvalet av ingående avfallsfraktioner är deras potentiella bidrag till direkta fossila koldioxidutsläpp varför inerta avfallsfraktioner såsom glas och metall inte behöver analyseras.

¹⁶ ECHA (European Chemical Agency). Link: Candidate List of substances of very high concern for Authorisation - ECHA (europa.eu) (Information hämtad i december, 2023).

provförebereidelse. Neddelning gjordes av Envir AB så att delprovet och hela avfallsfraktionen skulle ha exakt sammansättning som ursprunglig fraktion.

Tabell 3. Utvalda fraktioner för att analysera avseende på polymertyp, SVHC-ämnen och PFAS.

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Tertiär fraktion	Polymertyp	Utvalda ämnen kandidatlistan	
Papper	Pappersförpackningar*	Pappersförpackningar utom avfallsbärare ¹		x	
Plast	Mjukplastförpackningar*	Mjukplastförpackningar utom avfallsbärare ¹	x		
	Frigolit*	Frigolit			
	Hårdplastförpackningar*	Dryckesförpackningar med pant			
		Dryckesförpackningar utan pant		x	
	Hårdplastförpack., ej dryck		x	x	
	Övrig plast	Övrig plast utom avfallsbärare ²	x	x	
		Avfallsbärare ²			
El- och elektronik	Smått elavfall*	Smått elavfall		x	
Textil	Textil	Återvinningsbar textil		x	
		Återanvändningsbar textil		x	
Övrigt	Blöjor, bindor o dyl.	Blöjor, bindor o dyl.			
	Övrigt brännbart	Övrigt brännbart		x	

*Omfattas av producentansvar. ¹ Avser påsar ifrån butik som används som avfallsbärare, t.ex. bärkassar eller påsar för frukt och grönsaker. ² Avser påsar som tillhandahålls av kommunen för insamling av restavfall, förpackningar eller returpapper, samt soppåsar på rulle som säljs i handeln.

Innan de kemiska analyserna kunde genomföras maldes varje avfallsfraktion ned till en storlek på 4–5 mm, varpå avfallsfraktionen homogeniserades. Därefter togs ett representativt prov ut på 100–300 g som kryomaldes till en storlek under 1 mm varefter det slutligen analyserades¹⁷. När metalldelar påträffades togs de bort manuellt innan malning då dessa kan skada utrusningen i labbet och påverka analysresultaten.

Kemiska analyser genomfördes enligt de standarder och metoder som sammanfattas i *Bilaga B. Kemiska analyser – metoder Resultaten från kemiska analyser är på torrt prov*. Analyserna utfördes av RISE.

¹⁷ För C-14 analys maldes proverna ytterligare ett steg till <0,5 mm.

3. Materialsammansättning

Alla resultat som presenteras nedan baseras samlingsproverna, ett från flerbostadshus och ett prov från radhus/villor, se *Tabell 1*.

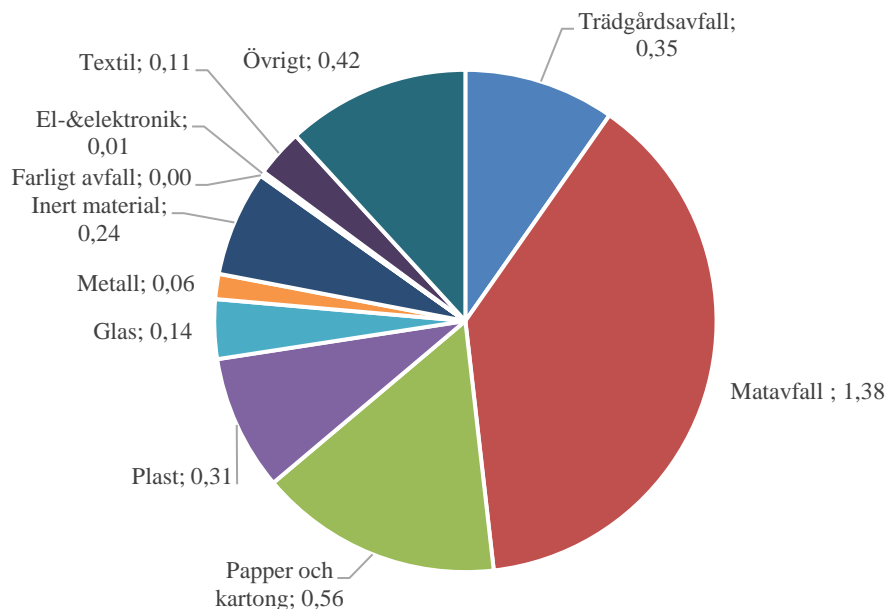
För data som presenteras som "Mottaget tillstånd" har ingen korrektionsfaktor för fukt eller smuts använts. Detta för att underlätta jämförelse med data från tidigare genomförda plockanalyser, utförda av Göteborgs Stad, då inga sådana korrektionsfaktorer tillämpats.

3.1. Restavfallets materialsammansättning

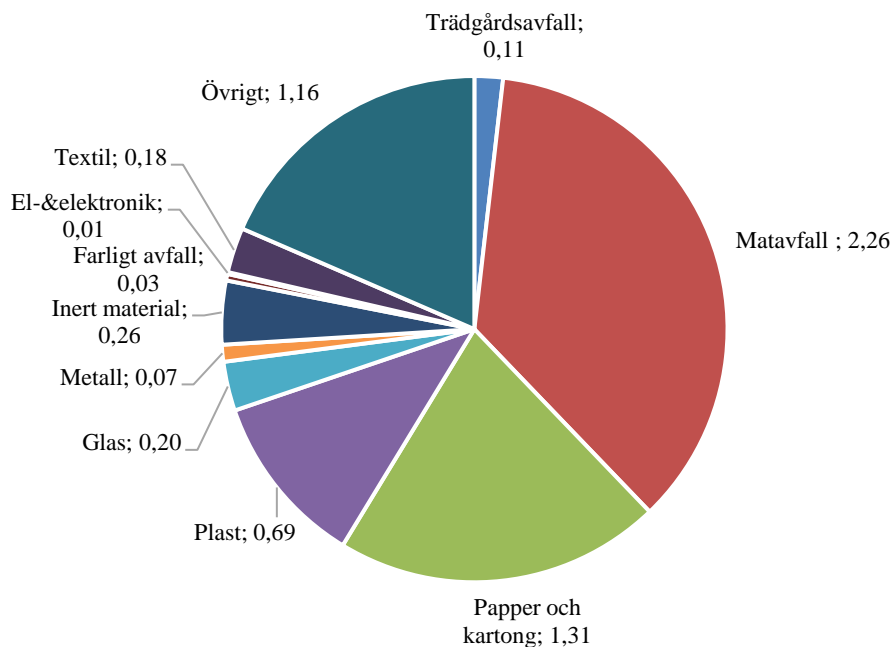
Restavfallets sammansättning från flerbostadshus och radhus/villor redovisas i respektive *Figur 1* och *Figur 2*, samt en jämförelse mellan dessa två i *Tabell 4*. Ytterligare information om resultat och bilder från plockanalyser av flerbostadshus och radhus/villor redovisas i följande bilagor:

- *Bilaga C. Resultat från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus*
- *Bilaga D. Bilder på avfallsfraktioner från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus*
- *Bilaga E. Resultat från plockanalyser på samlingsprovet från radhus/villor*
- *Bilaga F. Bilder från plockanalyser resultat av radhus/villor samlingsprov-avfallsfraktioner*

Den största fraktionen i de båda proverna utgörs av *matavfall*; 1,38 och 2,25 kg/hh,v (kilo per hushåll och vecka) för flerbostadshus respektive radhus/villor) och uppgår till en ungefär en tredjedel restavfallet. Matavfallsfraktionen följs av fraktionen *papper och kartong*; 0,56 och 1,31 kg/hh,v för flerbostadshus respektive radhus/villor) och uppgår till 17–20 procent av restavfallet. Fraktionen *övrigt material* som inkluderar trä, blöjor, bindor or dyl. samt annat brännbart och icke brännbart som inte faller inom annan kategori, utgör 0,42 och 1,16 kg/hh,v för flerbostadshus respektive radhus/villor) och uppgår till 13–19 procent av restavfallet.

FLERBOSTADSHUS (kg per hushåll och vecka)

Figur 1. Sammansättning i samlingsprov från hushållens restavfall, flerbostadshus. Enhet: kg/hh,v, (kg per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

RADHUS/VILLOR (kg per hushåll och vecka)

Figur 2. Sammansättning i samlingsprov från hushållens restavfall, radhus/villor. Enhet: kg/hh,v, (kg per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

Tabell 4. Jämförelse av sammansättning, i samlingsproverna från hushållens restavfall, mellan flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: vikt-% (viktprocent) och kg/hh,v (kg per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd av totalt restavfallet. Material märkt med *faller under producentansvar.

Sekundär avfallsfraktion	Flerbostadshus		Radhus/Villor	
	Andel vikt-%	Mängd kg/hh,v	Andel vikt-%	Mängd kg/hh,v
Trädgårdsavfall	11	0,35	1,9	0,11
Mataavfall	32	1,4	35	2,3
Papper och kartong	17	0,56	21	1,3
Plast	9,7	0,31	11	0,69
Glas	4,2	0,14	3,2	0,20
Metall	1,8	0,06	1,1	0,07
Inert material	7,5	0,24	4,1	0,26
Farligt avfall	0,1	0	0,4	0,03
El- & elektronik*	0,3	0,01	0,1	0,01
Textil	3,4	0,11	2,9	0,18
Övrigt brännbart	13	0,42	19	1,2
Totalt	100	3,5	100	6,3

Plockanalyser av restavfall från radhus/villor visar att förpackningarna utgör ca en fjärdedel av restavfallet, och motsvarande från flerbostadshus ca en tredjedel. Plastförpackningarna utgör i sin tur omkring hälften av förpackningarna, både från villor och lägenheter⁹.

3.1.1. Papper och kartong

Sammansättning för fraktionen *Papper och kartong* redovisas i *Tabell 5*.

Resultaten från plockanalyser visar att flerbostadshus och radhus/villor genererade 560 g/hh,v respektive 1300 g/hh,v *papper och kartong*. De två största sekundära avfallsfraktionerna i primärfraktionen *Papper och kartong* utgörs av *Övrigt papper* och *Pappersförpackningar*. Övrigt papper utgör 200 respektive 515 g/hh,v i flerbostadshus respektive radhus/ villor följt av *Pappersförpackningar* som bidrar med respektive 170 respektive 470 g/hh,v.

Papper och kartong som faller under producentansvaret och som hamnar i restavfall är felsorterat. Omkring 64 procent, av *Papper- och kartong*-fraktionens totala vikt, i flerbostadshus var felaktigt sorterat jämfört med för 60 procent för radhus/ villor (*Tabell 6*).

Tabell 5. Jämförelse av sammansättningen för fraktionen papper och kartong, i samlingsprover från hushållens restavfall, mellan flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: g/hh,v (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd och andel (vikt-%, viktprocent) av totalt pappersfraktion i restavfall. Material märkt med * faller under producentansvar.

Tertiär avfallsfraktion	Flerbostadshus		Radhus/Villor	
	Mängd g/hh,v	Andel vikt-%	Mängd g/hh,v	Andel vikt-%
Tidningar o dyl.*	39	1,2	39	0,63
Reklam*	55	1,7	128	2,08
Well*	57	1,7	102	1,6
Pappersförpackningar*	170	5,2	468	7,6
Avfallsbärare pappersförpackningar*	39	1,2	45	0,73
Övrigt papper	201	6,2	516	8,4
Avfallsbärare övr. papper	2	0,07	11	0,17
Totalt	563	17	1309	21

Fukthalt uppmättes endast för fraktionen *pappersförpackningar*: 4,25 procent i flerbostadshus och 13 procent i radhus/ villor.

Tabell 6. Mängden av papper och kartong som faller under producentansvaret och som därmed är felsorterat. Enhet: vikt-% (viktprocent); kg/hh,v (kg per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

	Flerbostadshus	Radhus/Villor
vikt-%. av totala papper & kartong	64	60
kg/ton av totala samlingsprov	111	127
kg/hh,v	0,4	0,8

3.1.2. Plast

Plastavfallsfraktion från flerbostadshus utgörs till största delen av *hårdplastförpackningar* som *ej inkluderar dryckesförpackningar* (90 g/hh,v), *övrig plast* (77 g/hh,v) och *mjukplast* (75 g/hh,v) (Tabell 7).

Plastavfallsfraktion från radhus/villor utgörs till största delen av *hårdplastförpackningar* som *ej inkluderar dryckesförpackningar* (217 g/hh,v) och *mjukplast* (213 g/hh,v) följt av *övrig plast* (123 g/hh,v) och *avfallsbärare* (111 g/hh,v) (Tabell 7).

Analys av de olika polymertyperna ger detaljerad information om material som hamnar i plastavfallsfraktionen och inkluderas i avsnittet 3.2 *Polymerinnehåll*.

Tabell 7. Jämförelse av sammansättningen, för fraktionen plast i samlingsprover från hushållens restavfall, mellan flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: vikt-% (viktprocent); g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd och andel (vikt-%, viktprocent) av totalt plast i restavfall. Material märkt med * faller under producentansvar.

Tertiär avfallsfraktion	Flerbostadshus		Radhus/Villor	
	Mängd g/hh,v	Andel vikt-%	Mängd g/hh,v	Andel vikt-%
Mjukplast *	75	24	214	31
Avfallsbärare mjukplastförpackningar*	11	3,5	21,8	3,1
Frigolit*	2,9	0,9	2,0	0,3
Dryckesförpackningar, med pant*	3,2	1,0	2,7	0,4
Dryckesförpackningar, utan pant*	3,8	1,2	3,3	0,5
Hårdplastförpackningar, ej dryck*	90	29	217	31
Övrig plast	77	24	123	18
Avfallsbärare övr. plast	51	16	111	16
Totalt	313	100	695	100

Strax över 59 procent av plast som hamnar i restavfallet i flerbostadshus faller inom producentansvar och strax över 66 procent är motsvarande för radhus/villor (Tabell 8).

Enligt Göteborg Stads rapport⁹ utgör cirka 85 % av den totala (mätbara) plasten olika typer av plastförpackningar (74 %) och avfallsbärare i plast, dvs plastkassar (11 %). De återstående 15 % är olika typer av övrig plast⁹. Även om all mätbar plast (dvs allt som kan identifieras som plast i plockanalyser) tas bort, skulle det finnas kvar en del fossilt material i skor, konstläder och gummiprodukter mm.

Tabell 8. Mängden av plast som faller under producentansvar som är felsorterat och hamnar i restavfallet enligt samlingsprover flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: vikt-% (viktprocent); g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

	Flerbostadshus	Radhus/Villor
vikt-% av totala plastfraktion	59	66
kg/ton av samlingsprov	57	75
g/hh,v	186	461

3.1.3. El- och elektronik

Fraktionen *El- & elektronik* i flerbostadshus uppgår till 8,8 g/hh,v och utgör 0,25 procent av samlingsprovet flerbostadshus (Figur 1). Nästan hela *El- & elektronik*-fraktionen bestod av *Småelektronik* (8,2 g/hh,v). Batteriljus, hörlurar, skor med ljus, laddare och sladdar hittades i provet (Figur 7).

Tabell 9. Sammansättning för fraktionen el- & elektronik i prov från hushållens restavfall, i flerbostadshus. El- och elektronikavfall faller under producentansvar. Enhet: g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

Avfallsslag	Mängd g/hh,v	Antal / Typ
Batterier	0,4	5
Ljuskällor	0,2	2
Småelektronik	8,2	Batteriljus, hörlurar, skor med ljus, laddare, sladdar
Totalt	8,8	

Småelektronik är också den största fraktion i provet från El- & elektronik från radhus/villor (4,6 g/hh,v). Den totala fraktionen El- elektronik uppgår till 7,3 g/hh,v och utgör <1 procent av samlingsprovet radhus/villor (Figur 2). Solcellslampa, e-cigarett, USB-minne, klocka, sladdar, batteriljus, och bankdosa hittades i provet (Figur 13).

Tabell 10. Sammansättning för fraktionen el- & elektronik i prov från hushållens restavfall, i radhus/villor. El- och elektronikmaterial faller under producentansvar. Enhet: g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

Avfallsslag	Mängd g/hh,v	Antal /Typ
Batterier	2,7	11
Ljuskällor	-	-
Småelektronik	4,6	Solcellslampa, e-cigarett, USB, klocka, sladdar, batteriljus, bankdosa
Totalt	7,3	

Det är noterbart att material som faller inom kategorin småelektronik följer producentansvaret och borde inte förekomma i restavfallet (Tabell 9 och Tabell 10).

3.1.4. Textil

I Tabell 11 nedan redovisas fördelningen mellan återvinningsbar och återanvändningsbar textil. Flerbostadshus genererar 78 g/hh,v återvinningsbar textil och 32 g/hh,v återanvändningsbar textil, vilket motsvarar 71 respektive 29 procent av totala mängden textilier.

Radhus/villor genererar 135,1 g/hh,v återvinningsbar textil och 45 g/hh,v återanvändningsbar textil. 75 procent av textilierna som fanns i textilfraktionen från radhus/villor är återvinningsbara och resterande klassades som återanvändningsbara. Sortering utifrån olika

textiltyper ger detaljerad information om vilka materialtyper som hamnar i de båda fraktionerna och beskrivs i avsnitt 3.3. *Textil innehåll*.

Tabell 11. Sammansättning av de båda fraktionerna textil från hushållens restavfall, i flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

	Flerbostadshus	Radhus/Villor
	Mängd g/hh,v	Mängd g/hh,v
Textil återvinningsbar	78	135
Textil återanvändningsbar	32	45

3.1.5. Övrigt

Tabell 12 och Tabell 13 nedan redovisar sammansättning i fraktionen *Övrigt* från samlingsproven för flerbostadshus respektive radhus/villor.

Blöjor, bindor och dyl. utgörs till största delen av fraktionen *Övrigt* (222 g/hh,v) följt av *Övrigt brännbart* (185 g/hh,v) som inkluderar brännbart material (t.ex. gummi, boll, presentsnöre) och icke brännbart (t.ex. hår) som inte faller inom någon annan fraktion i samlingsprovet för flerbostadshus.

I fraktionen *Övrigt* för radhus/villor var det också *blöjor, bindor och dyl.* som utgjorde den största delen (827 g/hh,v) (se *Plockanalyser*

och *Bilaga H*) följt av *Övrigt brännbart* (322 g/hh,v) som inkluderar brännbart material (t.ex. gummihandskar, väska, pellets, stearin, gummi, tops, hundbajs, dammsugarpåsar, fimpar, hår eller disktrasa).

Fraktionerna *Övrigt* stod för cirka 13 och 19 procent av den totala mängden restavfall från flerbostadshus och radhus/villor.

Tabell 12. Sammansättning på fraktionen *övrigt* i flerbostadshus hushållens restavfall provet. Enhet: g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

Avfallsslag	Mängd g/hh,v	Antal/Typ
Trä	18	
Blöjor, bindor o dyl.	222	207 barnblöjor, 18 bindor, 2 tamponger.
Övrigt brännbart	185	Gummihandskar, gummi, hår, skor, mattor, disktrasa, boll, presentsnöre, vadd, stearin, tops, väska, cykeldäck
Totalt	424	

Tabell 13. Sammansättning på fraktionen övrigt i radhus/villor hushållens restavfall provet. Enhet: g/hh,v, (g per hushåll och vecka) i mottaget tillstånd.

Avfallsslag	Mängd g/hh,v	Antal/Typ
Trä	9,8	
Blöjor, bindor o dyl.	827	9 vuxenblöjor, 351 barnblöjor, 1 tampong, bomullstvättlappar, 3 st. engångsunderlägg vid bl.a. blöjbyte
Övrigt brännbart	322	Gummihandskar, väska, pellets, skumgummi, stearin, gummi, tops, hundbajs, dammsugarpåsar, fimpar, hår, disktrasa
Totalt	1159	

3.2. Polymerinnehåll

Resultaten från analys av polymertyp är vikt på torrt prov det vill säga efter att smuts har tvättats bort och proverna blivit torkade, se *avsnitt 2*. Det är också viktigt att notera att redovisat resultat är inte per hushåll och vecka, utan vad som fanns i provet, därav anges enhet i kilogram.

Polyeten (LDPE) var den vanligaste polymertypen i fraktionen *mjukplastförpackningar* för både flerbostadshus och radhus/villor (*Tabell 14* och *Tabell 15*). Den största andelen utgjordes av olika typer av matförpackningar som exempelvis brödpåsar och matförpackningar. Därefter var polypropen den vanligaste polymertypen, återfinns i tex matförpackningar såsom chips- och godispåsar. Ingen större skillnad mellan flerbostadshus och radhus/villor kunde utläsas.

För fraktionen *hårdplastförpackningar* (ej *dryckesförpackningar*) var polypropen den dominerande polymertypen och förekommer i exempelvis tråg för köttprodukter och i förpackningar för yoghurt och smör. Därefter var PET den vanligaste polymertypen som förekommer i exempelvis förpackningar för rengöringsprodukter. Den tredje vanligaste polymertypen för fraktionen *hårdplastförpackningar* (ej *dryckesförpackningar*) var polyeten (HDPE) och bestod av förpackningar för exempelvis rengöringsprodukter och schampo).

Dryckesförpackningar utan pant var den minsta plastfraktion av de fyra utvalda plastfraktionerna. Denna fraktion består endast av PET och HDPE och förekommer tex i förpackningar för flytande yoghurt. Inga större skillnader gällande flerbostadshus och radhus/villor kunde utläsas. Någon ytterligare analys för bestämning av polymertyp har inte utförts för *dryckesförpackningar med pant*, eftersom dessa endast innehåller PET.

Fraktionen *Övrig plast* var den mest heterogena fraktionen och innehöll flera olika polymertyper. Polypropen var den vanligaste polymertypen följt av *oidentifierade plaster*. Exempel av vad som återfanns i fraktionen, förutom de oidentifierade plasterna, var engångsglas (PP), påsar (HDPE och LDPE), matlåda, tråg för målarfärg (PP), CD skivor och glasögonbåge (PC), klädnyppa och galgar (PS).

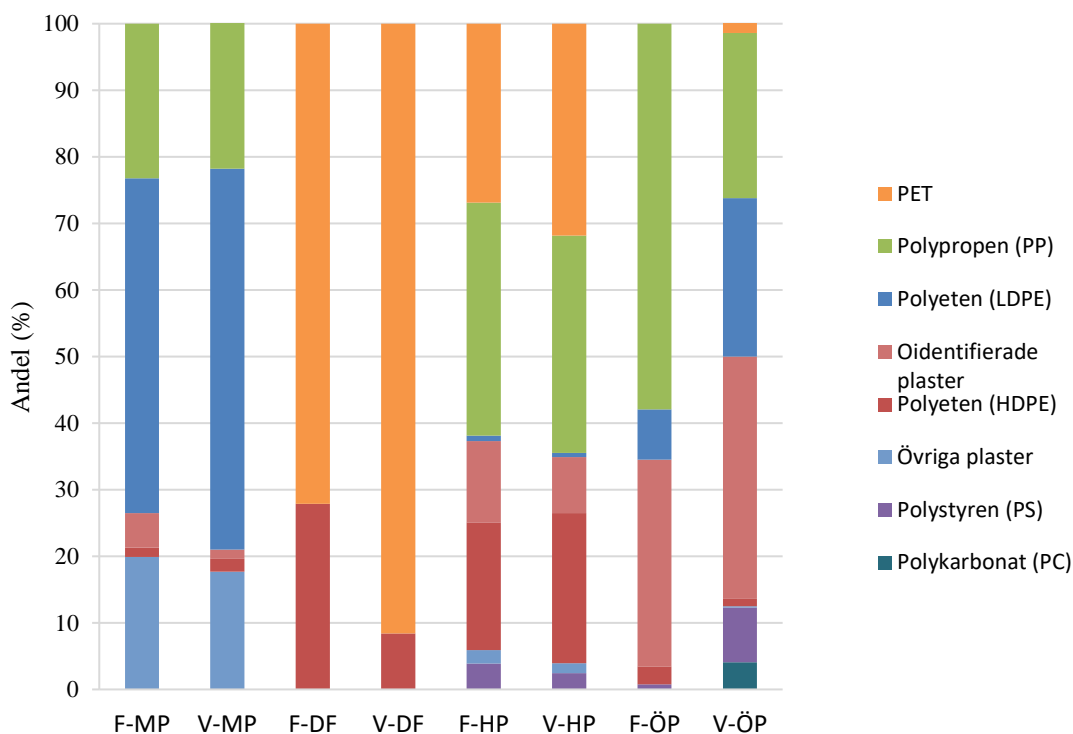
Figur 3 visar polymertypfördelningen i var och en av de fyra utvalda plastfraktionerna och ger en uppfattning om likheter och skillnader mellan proverna utifrån boendetyp.

Tabell 14. Förekommande polymertyper i de fyra utvalda plastfraktionerna i provet från hushållsrestavfall från flerbostadshus. Enhet: kg. av material efter att smuts har tvättats bort och proverna blivit torkade. TS: torrsubstans.

Polymertyp	Flerbostadshus			
	Mjukplast- förpackningar utom avfallsbärare	Dryckes- förpackningar utan pant	Hårdplast- förpackningar (ej dryck)	Övrig plast utom avfallsbärare
	kgTS	kgTS	kgTS	kgTS
Polyeten (LDPE)	2,6	-	0,088	0,53
Polyeten (HDPE)	0,07	0,16	2,1	0,19
Polypropen (PP)	1,2	-	3,8	4,1
Polystyren (PS)	-	-	0,43	0,051
Polystyren (PS frigolit)	-	-	-	-
Polyetentereftalat (PET)	-	0,42	2,9	-
Polyvinylklorid (PVC)	-	-	-	-
Akrylnitrit butadien styren (ABS)	-	-	-	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	-	-	-	-
Polyamid (PA)	-	-	-	-
Polykarbonat (PC)	-	-	-	0,003
Polyuretan (PUR)	-	-	-	-
Övriga plaster	1,0	-	0,22	-
Oidentifierade plaster	0,27	-	1,3	2,2
Totalt	5,2	0,58	11	7,1

Tabell 15. Förekommande polymertyper i de fyra utvalda plastfraktionerna i provet från hushållsrestavfall från radhus/villor. Enhet: kg, av material efter att smuts har tvättats bort och proverna blivit torkade. TS: torrs substans.

Polymertyp	Radhus/Villor			
	Mjukplast- förpackningar utom avfallsbärare	Dryckes- förpackninga r utan pant	Hårdplast- förpackningar (ej dryck)	Övrig plast utom avfallsbärare
	kgTS	kgTS	kgTS	kgTS
Polyeten (LDPE)	9,3	-	0,10	1,3
Polyeten (HDPE)	0,31	0,02	3,6	0,061
Polypropen (PP)	3,6	-	5,2	1,4
Polystyren (PS)	-	-	0,39	0,46
Polystyren (PS frigolit)	-	-	-	-
Polyetentereftalat (PET)	-	0,22	5,1	0,087
Polyvinylklorid (PVC)	-	-	-	-
Akrylnitrit butadien styren (ABS)	-	-	-	-
Polymetylmetakrylat (PMMA)	-	-	-	-
Polyamid (PA)	-	-	-	-
Polykarbonat (PC)	-	-	-	0,23
Polyuretan (PUR)	-	-	-	-
Övriga plaster	2,9	-	0,24	0,010
Oidentifierade plaster	0,22	-	1,3	2,1
Totalt	16,3	0,24	16	5,6



Figur 3. Polymertypfördelning (vikt_{TS}%, viktprocent) i var och en av de fyra utvalda plastfraktionerna i prover från flerbostadshus och radhus/villor. F: flerbostadshus; V: radhus/villor; MP=mjukplastförpackningar utom avfallsbärare; DF=Dryckesförpackningar utan pant; HP=hårdplastförpackningar ej dryck, ÖP=övrig plast utom avfallsbärare. Enhet: vikt_{TS}%. TS: torrsubstans. PS, ABS, PMMAPA och PUR överstiger inte 0,1 vikt_{TS}%, för någon plastfraktion, och redovisas därmed inte i figuren.

3.3. Textilinnehåll

Som tidigare nämnts genomfördes en mer detaljerad analys av textiltyper i båda restavfallsproverna. Resultaten från analysen är på torrt prov och efter att smuts har tvättats bort och proverna blivit torkade, se *avsnitt 2*.

Tabell 16 redovisar förekommande textiltyper i restavfallet, fördelade i återanvändningsbara respektive återvinningsbara textilier för respektive boendetyp.

För en stor andel av de återvinningsbara textilierna kunde inte materialsammansättningen utläsas på etiketten varför de sorterades i fraktionen *oidentifierade textilier*. Detta gällde både för villor och flerbostadshus (41 respektive 40 procent). För de återvinningsbara textilierna vars materialsammansättning gick att utläsa var *bomull blandat* och *bomull* de vanligaste materialslagen i restavfallet från flerbostadshus (25 procent respektive 13 procent). Dessa två textiltyper var också den vanligaste i provet för radhus/villor och motsvarade 31 och 11 procent av det totala provet.

Tabell 16. Förekommande textiltyper i prover för återvinningsbar och återanvändningsbar från flerbostadshus och radhus/villor. Enhet: kg_{TS}; TS: torrsbstans

Textilfiber	Flerbostadshus		Radhus/Villor	
	Återvinningsbar kg _{TS} .	Åter- användningsbar kg _{TS} .	Återvinningsbar kg _{TS} .	Åter- användningsbar kg _{TS} .
Bomull	1,3	1,0	2,4	0,5
Bomull blandat	2,5	1,8	0,9	1,2
Lin	-	-	-	-
Ull	0,2	-	-	-
Polyester	0,8	1,5	0,5	0,0
Polyamid	0,8	0,4	0,1	0,6
Viskos	0,4	-	0,3	-
Övriga och oidentifierade textiler	4,0	-	3,2	-
Lyocell	-	-	-	-
Modal	0,1	-	-	-
Bambu	-	-	-	0,2
Polyakrylamid	-	-	0,4	0,0
Totalt	10,1	4,69	7,85	2,54

Vid sortering av de återanvändningsbara textilierna var det fraktionen *bomull blandat* som var den mest förekommande textiltypen, både för radhus/villor och flerbostadshus (48 procent respektive 39 procent av det totala provet).

4. Kemisk sammansättning

I detta avsnitt redovisas resultatet från de kemiska analyserna.

4.1. Elementaranalyser och bränsleanalyser

Tabell 17 och Tabell 18 visar jämförelse med avseende på elementarsammansättningen och askhalt i de utvalda avfallsfraktionerna från restavfall från flerbostadshus och radhus/villor.

Tabell 17. Jämförelse i elementarsammansättning och askhalt i utvalda avfallsfraktioner från samlingsprovet restavfall från flerbostadshus. Textil och plast prover var tvättade. Enhet: vikt-% (viktprocent) av TS: torrsubstans. Material märkt med * faller under producentansvar.

Sekundär avfallsfraktion	Tertiär avfallsfraktion	Fukt	Askhalt	Klor Cl	Svavel S	Kol C	Väte H	Kväve N
		vikt- %						
Papper*	Pappers-förpackningar utom avfallbärare	4,8	13,2	0,09	0,06	48	5,9	0,14
Mjukplast- förpackningar*	Mjukplast- förpackningar utom avfallbärare	<0,2	3,4	0,19	0,01	79	13	0,37
	Avfallsbärare	<0,2	11	0,13	0,02	77	14	0,07
Frigolit*	Frigolit	<0,2	0,9	0,05	0,02	90	7,8	0,05
Hårdplast- förpackningar*	Dryckesförpackningar med svensk pant	0,2	0,3	0,01	<0,01	64	5,2	0,01
	Dryckesförpackningar utan pant	<0,2	1,1	0,02	<0,01	70	7,7	<0,01
	Hårdplastförpackningar ej dryck	0,4	3	1,5	0,01	79	12,5	0,02
Övrig plast	Övrig plast	<0,2	2,7	0,03	0,02	82	13	0,98
	Avfallsbärare	0,2	12,1	0,06	0,03	77	13	0,06
Textil	Återanvändningsbar	2,8	2	0,02	0,05	56	5,1	2,7
	Återvinningsbar	2,2	6,3	0,02	0,15	52	6,1	2,7
Smått elavfall*	Smått elavfall	0,6	33	3,4	0,04	44	4,9	1,1
Blöjor, bindor o dyl.**		2,6	15	0,02	<0,01	54	7,4	0,03
Övrigt brännbart		5	14	4,7	1,5	54	6,8	4,1

**Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var en ersättningsprovet men ren och oanvänt material.

Tabell 18. Jämförelse i jämförelse i elementarsammansättning och askhalt i utvalda avfallsfraktioner i restavfallet i radhus/villor samlingsprovet. Textil och plast prover var tvättade. Enhet: vikt-% (viktprocent) av TS: torrsbstans. Material märkt med * faller under producentansvar.

Sekundär avfallsfraktion	Tertiär avfallsfraktion	Fukt vikt-%	Askhalt	Klor Cl	Svavel S	Kol C	Väte H	Kväve N
Papper*	Pappersförpackningar utom avfallbärare	4,6	10,2	0,28	0,07	51	6,9	0,2
Mjukplast-förpackningar*	Mjukplastförpackningar utom avfallbärare	<0,2	3,9	0,07	0,03	78	13,2	0,45
	Avfallbärare	0,2	8,5	0,22	0,02	78	13,5	0,04
Frigolit*	Frigolit*	6,3	31	0,05	6,4	62	4,5	0,06
Hårdplast-förpackningar*	Dryckesförpackningar med svensk pant	0,3	1,6	0,15	<0,01	63	4,8	0,03
	Dryckesförpackningar utan pant	0,3	1,6	0,04	0,02	63	4,6	0,04
	Hårdplastförpackningar ej dryck	<0,2	4,9	0,09	0,01	79	12	0,06
Övrig plast	Övrig plast	<0,2	4,7	4,3	0,03	75	12	0,84
	Avfallbärare	0,3	10	0,16	0,09	76	12	0,08
Textil	Återanvändningsbar	2,2	1,6	0,02	0,17	48	5,8	0,31
	Återvinningsbar	2,6	1,2	0,02	0,17	48	6,3	1,7
Smått elavfall*	Smått elvafall		27	1,6	0,11	61	5,8	2,1
Blöjor, bindor o dyl.**			19	0,02	<0,01	56	7,8	0,02
Övrigt brännbart övrigt (brännbart)			10,2	2,2	0,31	54	6,6	2

** Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

4.2. Ämnen som försvårar materialåtervinning

Fyra av de 14 utvalda avfallsfraktionerna (Tabell 2) innehåller ämnen som inger mycket stora betänkligheter (SVHC-ämnen¹⁸) av EU. Klor ingår i mjukgörare och PVC. Flamskyddsmedel innehåller ofta brom, klor och fluor. Brom, klor och fluor har egenskaper som, ger flamskyddande och vattenavstötande egenskaper och är svårnedbrytbara och långlivade i miljön. Klor är också problematiskt vid förbränning och kemisk återvinning, då klor, vid höga temperaturer reagerar med väte och bildar saltsyra, som måste neutraliseras före eller efter

¹⁸ SVHC: substances of very high concern. Ämnen som kan ha allvarlig påverkan på människors hälsa och på miljön kan identifieras som ämnen som inger mycket stora betänkligheter (SVHC-ämnen). Dessa är främst cancerframkallande, mutagena eller reproduktionstoxiska ämnen, samt även ämnen med långlivade och bioackumulerande egenskaper.

återvinning. Klor är dessutom bekymmersamt eftersom kraftvärmeverk har regleringar angående hur mycket klor som får förbrännas.

För radhus/villor detekterades SVHC-ämnena ftalater i avfallsfraktionerna *övrig plast*, *övrigt brännbart* och *smått elavfall* som är vanligt förekommande mjukgörare i polyvinylklorid (PVC). Ftalater påträffades även i *övrigt brännbart* för flerbostadshus. Eftersom klor också detekterades i dessa prover är det troligt att dessa fraktioner innehåller mjukgjord PVC. Innehåll av ftalater kan vara ett hinder för att återvinna dessa fraktioner.

Tabell 19. Kemisk analys (GC-MS) (av hårdplast, pappersförpackningar, textil, övrig plast samt allt annat), redovisning av funna kemikalier, med CAS-nummer och eventuellt klassning med H-fras. Textil återvinningsbar (TÅ), Allt annat (AA), Övrig plast (ÖP), Hårdplast (HP), Pappersförpackningar (PF), smått elavfall (SE).

Ämne	CAS	H-FRAS	
Squalene	111-02-4	H304 ¹⁹	TÅ
DEHP (Di(ethylhexyl) phthalate)	117-81-7	H360FD ²⁰ , CMR ²¹	AA, SE, ÖP
DINP (Di-'isononyl' phthalate)	28553-12-0		ÖP, AA
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	31570-04-4		HP, ÖP
Tris-2-ethylhexyl trimellitate	3319-31-1		TÅ, AA
Dodecanoic acid, hexyl ester	34316-64-8		HP
Diheptadecyl ketone	504-53-0	H315 ²² , H319 ²³	PP
Bis(2-ethylhexyl) terephthalate	6422-86-2		TÅ
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	6422-86-2		TÅ
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	H361d ²⁴ , H412 ²⁵	ÖP
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9		HP, TÅ, ÖP
DIDP(Di-'isodecyl' phthalate)	26761-40-0	H413 ²⁶	AA

Avfallsfraktioner *smått elavfall* från båda boendetyperna innehåller tenn, nickel och brom och ftalater, vilket är typiskt för elektronikavfall. Tenn och nickel kan vara problematiska om de kommer från organiska föreningar och om nickel finns i ett material avsett för hudkontakt. De är dock troligen från kretskort eller batterier eller batteridelar och därför är det okänt om förekomsten av tenn och nickel omfattas av EUs lagstiftning. Bromhalt på 0,1 och 0,2 % indikerar förekomst av bromerade flamskyddsmedel. Eftersom inga bromerade

¹⁹ H304 Kan vara dödligt vid förtäring om det kommer ner i luftvägarna

²⁰ H360FD Kan skada fertiliteten eller det ofödda barnet

²¹ CMR Cancerframkallande, mutagena och reproduktionsstörande (CMR) ämnen

²² H315 Irriterar huden.

²³ H319 Orsakar allvarlig ögonirritation.

²⁴ H361d Misstänks kunna skada det ofödda barnet.

²⁵ H412 Skadliga långtidseffekter för vattenlevande organismer

²⁶ H413 Kan ge skadliga långtidseffekter på vattenlevande organismer.

flamskyddsmedel påvisades med GC-MS (gas chromatography mass spectrometry), är flamskyddsmedlet troligen en bromerad polymer som bromerad epoxi eller bromerad polykarbonat.

Resten av föreningarna identifieras mestadels som antioxidanter eller stabilisatorer (Tris-(2,4-di-t-butylfenyl) fosfit, Tris(2,4-di-tert-butylfenyl) fosfat) och icke-ftalat mjukgörare (Tris-2-etylhexyltrimellitat och Bis(2-etylhexyl)tereftalat). Dessa är vanliga plasttillsatser som kanske inte anses vara farliga föreningar, men förekomst av blandade mjukgörare, stabilisatorer och flamskyddsmedel gör det utmanande att återvinna plastavfallsströmmen.

Några CMR-ämnen hittades inte i avfallsfraktionerna *pappersförpackningar, mjukplastförpackningar, avfallsbärare mjukplast, dryckesförpackningar med och utan svensk pant, hårdplastförpackningar (ej dryck), frigolit, återvinnings- och återanvändningsbar textil, blöjor/bindor och dyl.* kunde inte påträffas. Att inga CMR-ämnen hittas kan ändå inte utesluta att det finns ämnen som är olämpliga, där andra analyser kan behövas.

4.3. PFAS

De uppmätta halterna av de 22 analyserade PFAS-ämnena presenteras i *Tabell 20*. Provet med *smått elavfall* visar den högsta uppmätta nivån (97 ppb) där två individuella PFAS mäter 25 ppb eller över: PFOA (25 ppb) och PFBS (39 ppb).

Enligt POPs förordningen får produkter inte innehålla PFOA över 25 ppb (och halten PFOA-relaterade ämnen får inte överstiga 1000 ppb). PFOA-relaterade ämnen testas genom att göra samma analys som för de presenterade resultaten men efter ett oxideringssteg (metoden heter TOPA – Total Oxidizable Precursor Assay) för att fånga okända PFAS som skulle kunna bilda PFOA i miljön. Denna analys har inte gjorts i denna studie. Förutom PFOA (inkluderat dess salter och besläktade ämnen som kan brytas ner till PFOA) så är PFOS (inkluderat ämnen som kan brytas ner till PFOS) och PFHxS (inkluderat dess salter och besläktade ämnen som kan brytas ner till PFHxS) reglerat i Stockholmkonventionen/POPs-förordningen. Perfluorkarboxylsyror med 9–14 kolatomer i kedjan (C9-C14 PFCAs), deras salter och besläktade ämnen är reglerade i REACH. Sedan finns ytterligare några PFAS på kandidatlistan som SVHC-ämnen.

Att avfall innehåller PFAS kan vara ett hinder för materialåtervinning. I det breda PFAS-förslaget föreslås ett förbud mot tillverkning, att sätta på marknaden och att använda PFAS som ämne, som beståndsdelar, eller i blandningar och i varor, över en koncentrationsgräns enligt nedan. I lagförslaget inkluderas produkter framställda av återvunnet material. Det är ännu inte klart hur många eller vilka PFAS som koncentrationsgränsen för summan av PFAS avser.

- 25 ppb för individuella PFAS
- 250 ppb för summan av PFAS
- 50 ppm för PFAS (baserat på totalt fluor)

Tabell 20. Resultat av PFAS 22 – innehåll i utvalda avfallsfraktioner i hushållrestavfall från radhus/villor. Enhet: $\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{TS}}$ motsvarar ppb; TS: torrsubstans. LOQ: Kvantifieringsgräns (analysgräns). LOQ= 0,25 för PFBA och PFPeA samt LOQ=0,05 för övriga analyserade PFAS.

PFAS-ämne	Papper	Plast		Textil		Elektronik	Övrigt
	Pappersförp. utom avfallsbärare	Hårdplastförpack. ej dryck	Övrig plast	Återanvändningsbar	Återvinningsbar	Smått elavfall	Allt annat
PFBA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,1	0,29
PFPeA	4,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	5,5	0,57
PFBS	0,30	1,1	0,50	0,18	0,29	39	1,6
PFHxA	0,10	0,09	0,43	0,09	0,16	8,3	0,97
PFPeS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ
PFHpA	0,05	0,12	0,07	<LOQ	0,09	16	1,6
PFHxS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFOA	<LOQ	0,19	0,13	<LOQ	0,31	25	3,4
6:2 FTS	0,07	0,05	0,14	0,06	0,11	0,24	0,47
PFHpS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFNA	0,05	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10	0,15	0,11
PFOS	0,07	<LOQ	<LOQ	0,05	0,29	<LOQ	0,09
PFDA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10	0,94	<LOQ	0,21
PFNS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFUdA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,16	<LOQ	0,04
PFDS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,14
PFTTrDA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,08	<LOQ	<LOQ
PFDoDS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFTeDA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,29	<LOQ	0,05
PFDoDS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFTeDA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,29	<LOQ	0,05
PFTTrDS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Summa PFAS	5,2	1,5	1,3	0,5	3,2	97	9,7

Här måste vi förtydliga att vi inte har mätt alla PFAS (för att kunna kvantifiera behövs standarder) och den analys som har utförts inkluderar inte polymera PFAS som många produkter består av och som den tredje koncentrationsgränsen på 50 ppm i regleringsförslaget avser. Perfluorcarboxylsyror som PFOA finns oftast som orenheter i små mängder från tillverkningsprocessen av fluorpolymerer. Vi vet av erfarenhet från analys av många produkter att riktad analys av specifika PFAS-ämnen bara står för en bråkdel av det totala PFAS-innehållet.

De analyserna som gjorts i denna studie relaterar till de två första koncentrationsgränserna. Med antagande om att materialet i ovan avfallsfraktionerna skall återvinnas och att de återvunna materialen skulle mäta samma nivåer, skulle alla avfallsfraktioner, utom smått elavfall, klara de två övre koncentrationsgränserna.

För att få en bättre bild av det totala PFAS-innehållet kan man analysera prover för totalt fluor genom förbränning av provet i en kalorimetrisk bomb följt av bestämning av mängden bildad fluor med jonkromatografi (CIC). En analysmetodik för polymera PFAS har arbetats fram i projektet POPFREE Industry där analys av total fluor kombineras med pyrolys-GC/MS²⁷. Första steget är att kvantifiera total fluor och om koncentrationen överstiger 50 ppm verifiera att uppmätt fluor kommer från PFAS med Pyrolys-GC/MS. Båda metoderna tillämpar direkt termisk nedbrytning av provet som verkar fånga polymera PFAS bättre jämfört med metoder som tillämpar ett extraktionssteg innan analys. Som ett förslag för nästa steg kan alla prover som inkluderades för PFAS-analys i denna studie analyseras för total fluor. Om halten överstiger 50 ppm kan vi verifiera organiskt fluor med pyrolys-GC/MS²⁸.

²⁸ Skedung L, Savvidou E, Schellenberger S, Reimann A, Cousins IT, Benskin JP., (2024). Identification and quantification of fluorinated polymers in consumer products by combustion ion chromatography and pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry. *Environ Sci Process Impacts*. 2024 Jan 24;26(1):82-93. doi: 10.1039/d3em00438d. PMID: 38099738.

5. Klimatpåverkan

5.1. Kolinnehåll

Analys av andelen biogent och fossilt kol används för att fastställa respektive avfallsfraktions bidrag till klimatpåverkan vid energiåtervinning. Rådata och korrigerade data från analys av biogent och fossilt kol i prover *flerbostadshus och radhus/villor* presenteras nedan i *Tabell 21* och *Tabell 22*.

Resultaten korrigeras enligt ISO 13883 samt korrigeras med individuella pmC(ref)²⁹ värden för år 2022 för respektive avfallsfraktion (till exempel *pappersförpackningar, textilier*) innehållande biogent material vilka redovisas i *Tabell 23*. PmC(ref) avser kvoten mellan de två kolisotoperna C14 och C12 och denna kvot har inte varit konstant i atmosfären genom åren på grund av provsprängningar av kärnvapen under mitten av 1900 talet⁸. För att få ett mer rättvisande värde på andelen fossilt avfall som förbränns måste därför detta beaktas. Att individuella eller avfallsspecifika pmC (ref) värden enligt *Tabell 23* nedan valts är för att C14 halten i atmosfären då det biogena materialet för respektive avfallsslag absorberade koldioxid ur atmosfären i fotosyntesen, skiljer sig åt mellan de olika avfallsfraktionerna. För mer information om pmC(ref) samt en jämförelse i andelen fossilt kolinnehåll när avfallsspecifika pmC(ref) respektive ett pmC(ref) värde oavsett avfallsslag används hänvisas till *Bilaga B* respektive *Bilaga K*.

²⁹ pmCref-värdet: percent modern carbon. Den biogena andelen kol i ett prov.

Tabell 21. Analys av kolhalt och rå- och korrigerade data, för andel biogent och fossilt kol av totalt kol, från provet för flerbostadshus. Enhet: mg/g_{TS}, TS: torrsubstans.

Tertiär avfallsfraktion	Rådata		Korrigerade		
	Kol, C, mg/g _{TS}	Andel biogent kol av totalt kol %	Andel fossilt kol av totalt kol %	Andel biogent kol av totalt kol %	Andel fossilt kol av totalt kol %
Pappersförpackningar	480	80	20	77	23
Mjukplastförpackningar utom avfallbärare	790	<3	>97	<3	>97
Avfallsbärare mjukplast	770	4	96	4	96
Frigolit	900	6	94	6	94
Dryckesförpackningar med pant	640	<3	>97	<3	>97
Dryckesförpackningar utan pant	700	<3	>97	<3	>97
Hårdplastförpack. ej dryck	790	<3	>97	<3	>97
Övrig plast	820	<3	>97	<3	>97
Avfallsbärare övrig plast	770	<3	>97	<3	>97
Textil återanvändningsbar	560	34	66	33	67
Textil återvinningsbar	520	52	48	50	50
Smått elavfall	440	6	94	6	94
Blöjor/bindor*	540	20	80	20	80
Övrigt brännbart	540	55	45	54	46

* Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

Tabell 22. Analys av kolhalt och rå- och korrigerade data, för andel biogent och fossilt kol av totalt kol, från provet för radhus och villor. Enhet: mg/g_{TS}. TS: torrsubstans.

Tertiär avfallsfraktion	Rådata		Korrigerade		
	Kol, C, mg/grs	Andel biogent kol av totalt kol %	Andel fossilt kol av totalt kol %	Andel biogent kol av totalt kol %	Andel fossilt kol av totalt kol %
Pappersförpackningar	510	76	24	73	27
Mjukplastförpackningar utom avfallbärare	780	<3	>97	<3	>97
Avfallsbärare mjukplast	780	<3	>97	<3	>97
Frigolit	620	6	94	6	94
Dryckesförpackningar med pant	630	<3	>97	<3	>97
Dryckesförpackningar utan pant	630	3	97	3	97
Hårdplastförpack. ej dryck	790	<3	>97	<3	>97
Övrig plast	750	<3	>97	<3	>97
Avfallsbärare övrig plast	760	5	95	5	95
Textil återanvändningsbar	480	69	31	67	33
Textil återvinningsbar	480	79	21	76	24
Smått elavfall	610	<3	>97	<3	>97
Blöjor/bindor*	560	24	76	24	76
Övrigt brännbart	540	51	49	50	50

*Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

Tabell 23. Referensnivå pmC(ref) för specifika avfallsfraktioner som använts i projektet enligt Naturvårdsverket³⁰.

Avfallsfraktioner	pmC(ref) för utsläppår 2023
Övrigt brännbart	102,6
Pappersförpackningar	103,7
Textilier	103,5
Blöjor, bindor och dyl.	101,6

³⁰ Naturvårdsverket (2021), Bilaga 2 till beslutsprotokoll med diarienummer NV-21-008791. Referensnivå om C(ref) som offentliggjorts av Naturvårdsverket. Link: Referensnivå pmC(ref) (naturvardsverket.se) (Information hämtad i oktober, 2023).

5.2 Klimatpåverkan från avfallsfraktioner i restavfallet

I *Tabell 24* redovisas koldioxidutsläppen (kg CO₂/kg avfall) för respektive avfallsfraktion i hushållens restavfall som bidrar till klimatpåverkan vid energiåtervinning. I tabellen redovisas beräknade värden för både flerbostadshus och radhus/villor som ett medelvärde samt redovisas de separata värdena för respektive boendetyper som ett intervall som speglar osäkerheterna i beräknade värden.

Tabell 24. Klimatpåverkan från avfallsfraktioner i restavfallet. Redovisade värden utgör ett medelvärde för flerbostadshus och radhus/villor samt redovisas de separata värdena för respektive boendetyper som ett intervall. Enhet: kg CO₂/kg avfall i mottaget tillstånd.

Tertiär avfallsfraktion	Utsläpp kg CO ₂ /kg avfall	Utsläpp kg biogen CO ₂ / kg avfall	Utsläpp kg fossil CO ₂ / kg avfall
Pappersförpackningar	1,7 (1,7–1,8)	1,3 (1,3–1,3)	0,43 (0,39–0,48)
Mjukplastförp. utom avfallbärare	2,9 (2,8–2,9)	0,086 (0,086–0,087)	2,8 (2,8–2,8)
Avfallsbärare mjukplast	2,8 (2,8–2,8)	0,010 (0,086–0,11)	2,7 (2,7–2,8)
Frigolit	2,6 (2,1–3,1)	0,16 (0,13–0,19)	2,4 (2,0–2,1)
Dryckesförpackningar med pant	2,3 (2,3–2,3)	0,070 (0,069–0,070)	2,2 (2,2–2,3)
Dryckesförpackningar utan pant	2,4 (2,3–2,6)	0,073 (0,069–0,077)	2,4 (2,2–2,5)
Hårdplastförpack. ej dryck	2,9 (2,9–2,9)	0,087 (0,087–0,087)	2,8 (2,8–2,8)
Övrig plast	2,9 (2,7–3,0)	0,086 (0,82–0,90)	2,8 (2,7–2,9)
Avfallsbärare övrig plast	2,8 (2,8–2,8)	0,11 (0,084–0,14)	2,7 (2,6–2,7)
Återanvändningsbar	1,9 (1,7–1,9)	0,91 (0,66–1,1)	0,97 (0,57–1,3)
Återvinningsbar	1,8 (1,6–2,2)	1,1 (0,93–1,3)	0,67 (0,41–0,93)
Smått elavfall	1,9 (1,9–2,0)	0,082 (0,067–0,097)	1,8 (1,5–2,2)
Blöjor/bindor	2,0 (1,9–2,0)	0,46 (0,41–0,50)	1,5 (1,5–1,5)
Övrigt brännbart	1,9 (1,9–1,9)	0,99 (0,96–1,0)	0,92 (0,88–0,95)

Störst klimatpåverkan (fossil) per kg avfall ger *mjukplastförpackningar*, *avfallsbärare mjukplast*, *hårdplastförpackningar*, *övrig plast* och *avfallsbärare övrig plast* med omkring 2,8 kg fossil CO₂ per kg avfall. För övriga plastfraktioner *frigolit* samt *dryckesförpackningar* uppgår klimatpåverkan till 2,2–2,4 kg fossil CO₂ per kg avfall. Dessa siffror ligger i samma storleksordning som i befintlig litteratur och tidigare studier³¹.

Vad gäller *pappersförpackningar* är det så mycket som 25 procent av koldioxidutsläppen vid energiåtervinning som utgörs av fossil CO₂ vilket är väldigt högt. Det fossila innehållet från plastförpackningar kommer framförallt från olika typer av vätskekartonger vilka utgör en andel av de totala pappersförpackningarna och som innehåller en vätskebarriär av plast av fossilt ursprung. För dessa typer av förpackningar varierar andelen plast som idag framförallt är av fossilt ursprung mellan 8–21 procent beroende på aspekter såsom hållbarhetstid för livsmedlet

³¹ WOODLY. Link. What is the carbon footprint of plastic? (woodly.com) (Information hämtad den 22 januari, 2024).

i förpackningen^{32,33}. Andelen fossil koldioxid på 25 procent ligger dock i samma storleksordning som anges i en tidigare studie som redovisar att andelen fossil kol av totalt kol uppgår till knappt 23 procent³⁴. Däremot rapporteras det i underlaget till en annan studie att andelen fossilt kol av den totala mängden kol i pappersförpackningar uppgår till tre procent⁸.

Av de totala koldioxidutsläppen från *Textilier* är det 37–51 procent som har ett fossilt ursprung vilket är att förvänta eftersom textilfraktionerna bomull, lin och ull utgjorde omkring 40–60 procent av den totala mängden textil. Dessa siffror kan jämföras med en tidigare studie som anger ett fossilt kolinnehåll av den totala mängden kol på 56 procent³⁴.

För fraktionen *Blöjor/bindor* var det så mycket som 75 procent av koldioxidutsläppen där kolet var av fossilt ursprung. Detta är betydligt högre än de 55 procent som antogs i projektet *Vidareutveckling av modell för beräkning av referensvärde pmC i avfall*⁸ samt i en tidigare studie som angav 64 procent³⁴. De fossila koldioxidutsläppen från blöjor förklaras av deras dominerande innehåll av fossilbaserade akrylater, s.k. superabsorbenter. Notera dock att vid uppskattning av blöjornas klimatpåverkan vid förbränning har det antagits att använda blöjor endast innehåller urin då fekalier spolats ner i toaletten, se *Bilaga G*. En engångsblöjas innehåll samt möjlighet för separat insamling av blöjor *Bilaga H*. Antaganden och beräkningar för att bestämma blöjors koldioxidutsläpp

Av de totala koldioxidutsläppen från *Smått elavfall* var i princip allt av fossilt ursprung och kom huvudsakligen från isolering i kablar som är plastbaserad. I och med att icke brännbart material framförallt metaller sorterades bort innan proverna maldes är redovisade utsläpp per kg för *Smått elavfall* överskattat.

För fraktionen *Övrigt brännbart* är det omkring 50 procent av koldioxidutsläppen som är fossila. I denna avfallsfraktion återfanns skor, halm, gummihandskar gummi, presentsnöre, fimpar, disktrasor, väska etc.

För de avfallsfraktioner som är homogena till sin sammansättning såsom *plastförpackningar* av olika slag, *avfallsbärare*, *pappersförpackningar* och *övrig plast* skiljer sig inte klimatpåverkan nämnvärt mellan de två boendetyperna. Detta är förväntat då dessa avfallsslag som nämnts är tämligen homogena till sin sammansättning även om andelen av olika plasttyper i plastavfallsfraktionerna skiljer sig något åt, se avsnitt 2.3. *Polymerinnehåll*. För heterogena avfallsslag som exempelvis *elavfall* och *textilier* skiljer sig klimatpåverkan vid förbränning betydligt mellan de två boendetyperna.

³² PATH. Link: <https://drinkpathwater.com/blogs/news/10-sad-truths-about-cartons-like-tetra-pak%C2%AE-why-they-are-not-a-sustainable-solution-for-bottled-water> (Information hämtad den 19 januari, 2024)

³³ Savolainen, Antti, (1998). Paper and Paperboard Converting. Papermaking Science and Technology. Vol. 12. Finland: Fapet OY. pp. 169–170. ISBN 952-5216-12-8.

³⁴ Waste Refinery, (2013), Bränslekvalitet - Sammansättning och egenskaper för bränsle till energiåtervinning. Link: https://wasterefinery.se/media/2016/02/WR57_Slutrapport.pdf (Information hämtad den 19 januari, 2024)

5.3. Klimatpåverkan för avfallsfraktioner i samlingsproverna

Till skillnad från avsnitt 5.2 ovan som redovisar klimatpåverkan vid förbränning av respektive avfallsfraktion (kgCO₂/ton avfall), redovisas i detta avsnitt klimatpåverkan från respektive avfallsfraktion per ton restavfall det vill säga hänsyn tas till hur stor andel respektive avfallsfraktion utgör av restavfallet.

Tabell 25 och Tabell 26 redovisar koldioxidutsläpp (kg CO₂/ton restavfall) där avfallsmängden avser mängden i mottaget tillstånd. *Hårdplastförpackningar (ej dryckesförpackningar)*, bidrar till de högsta fossila koldioxidutsläppen oberoende av boendetyper: 78 kg CO₂/ton restavfall för flerbostadshus och 99 kg CO₂/ton restavfall för radhus/villor. Därefter kommer *mjukplastförpackningar* (65 och 96 kg CO₂/ton restavfall från flerbostadshus respektive radhus/villor) och *övrig plast* (69 och 53 kg CO₂/ton restavfall från flerbostadshus respektive radhus/villor).

Tabell 25. Klimatpåverkan från avfallsfraktioner i restavfallet från flerbostadshus. "Andel (vikt-%, viktprocent)" avser avfallsfraktionens andel av restavfallet (samlingsprovet) och data kommer från plockanalyser. Enhet: kgCO₂/ ton restavfall (samlingsprov) i mottaget tillstånd.

Tertiär avfallsfraktion	Andel vikt- %	Utsläpp kg CO ₂ /ton restavfall	Utsläpp kg biogen CO ₂ /ton restavfall	Utsläpp kg fossil CO ₂ /ton restavfall
Pappersförpackningar	5,2	88	68	20
Mjukplastförpackningar utom avfallbärare	2,3	67	2	65
Avfallsbärare mjukplast	0,3	9,4	0,38	9,1
Frigolit	0,1	2,8	0,17	2,6
Dryckesplastförpackningar med pant	0,1	2,3	0,07	2,2
Dryckesplastförpackningar utan pant	0,1	3	0,09	2,9
Hårdplastförpackningar ej dryck	2,8	81	2,4	79
Övrig plast	2,4	71	2,1	69
Avfallsbärare övrig plast	1,6	44	1,3	43
Textil - återanvändningsbar	1	20	6,6	13
Textil - återvinningsbar	2,4	45	22	22
Smått elavfall	0,3	4,1	0,25	3,8
Blöjor/bindor*	6,8	30	7	23
Övrigt brännbart	5,7	109	59	50
Totalt		575	171	404

*Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

Under de senaste åren har plastavfall fått stor uppmärksamhet på grund av dess bidrag till fossila koldioxidutsläpp vid förbränning samtidigt som det finns potential att materialåtervinna plastavfallet. Åtta olika plastfraktioner har analyserats i projektet med hänvisning till detta och resultatet visar att om vi ska minska CO₂-utsläpp från plastavfall behöver följande fraktioner främst sorteras ut: *Hårdplastförpackningar (ej dryckesförpackningar)*, *mjukplastförpackningar*

och övrig plast. *Frigolit* och *dryckesförpackningar (med och utan pant)* har ett lågt bidrag till CO₂-utsläpp jämfört med *plastförpackningar* och *övrig plast*.

40 % och 46 % av koldioxidutsläppen kommer från plast som faller under producentansvar i hushållens restavfall, flerbostadshus respektive radhus/villor. Plastavfall som skulle kunna undvikas om den sorterades rätt. Fraktionen *Övrig plast* består av blandade plastprodukter och ingår inte i någon avfallsfraktion som har ett separat insamlingssystem vilket är ett hinder för att kunna minimera de fossila CO₂-utsläppen från denna fraktion.

Fossila koldioxidutsläpp från *Smått elavfall* ligger i nästan samma storleksordning som *frigolit* och *dryckesförpackningar (med och utan pant)* (<4 kg CO₂/ton restavfall).

Tabell 26. Klimatpåverkan från avfallsfraktioner i restavfallet från radhus/villor. "Andel (viktprocent)" avser avfallsfraktionens andel av restavfallet (samlingsprovet) och data kommer från plockanalyser. Enhet: kg/CO₂ ton restavfall (samlingsprov) i mottaget tillstånd.

Tertiär avfallsfraktion	Andel vikt- %	Utsläpp kg CO ₂ /ton restavfall	Utsläpp kg biogen CO ₂ /ton restavfall	Utsläpp kg fossil CO ₂ /ton restavfall
Pappersförpackningar	7,6	136	99	37
Mjukplastförpackningar utom avfallbärare	3,5	99	3	96
Avfallsbärare mjukplast	0,35	10	0,3	10
Frigolit	0,03	0,7	0,04	0,65
Dryckesplastförpackningar med pant	0,04	1	0,03	1
Dryckesplastförpackningar utan pant	0,05	1,2	0,04	1,2
Hårdplastförpackningar ej dryck	3,5	102	3,1	99
Övrig plast	2	55	1,6	53
Avfallsbärare övrig plast	1,8	50	2,5	48
Textil återanvändningsbar	0,74	13	8,5	4,2
Textil återvinningsbar	2,2	38	29	9
Smått elavfall	0,08	1,7	0,05	1,6
Blöjor/bindor*	13,4	54	15	39
Övrigt brännbart	5,2	100	50	50
Totalt		661	212	449

*Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

Blöjor, bindor och dyl. bidrar med 23 kg CO₂/ton restavfall från flerbostadshus och 39 kg CO₂/ton restavfall från radhus/villor. Anledningen till skillnaden mellan de två boendeformerna är att andelen blöjor i restavfallet är betydligt större för radhus/villor än flerbostadshus, se *Tabell 29* och *Tabell 30*.

Sverige har idag ingen nationell plan för insamling av textilier varpå många av de textilier som skulle kunna materialåtervinnas eller återanvändas går till energiåtervinning. Det finns idag etablerade insamlingssystem för textilier som ombesörjs av privata aktörer och ideella organisationer. Senast år 2025 ska textilier samlas in separat enligt EU:s nya avfallsdirektiv. Textilierna i restavfallet bidrar till de fossila koldioxidutsläppen med 35 kg CO₂/ton restavfall från flerbostadshus och 13 kg CO₂/ton restavfall från radhus/villor, ett utsläpp som skulle kunna undvikas om befintliga insamlingssystem för textilier användes i en större omfattning.

6. Slutsatser och diskussioner

Projektet har haft som mål att öka förståelsen för vilken klimatpåverkan ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall har vid förbränning. Detta genom att utifrån kemiska analyser på representativa restavfallsprover, analysera fossila respektive biogena kolinnehållet i samtliga avfallsfraktioner i hushållens restavfall som bidrar till fossila koldioxidutsläpp vid förbränning. Utifrån resultaten från projektet kan följande slutsatser dras med tillhörande diskussioner:

Fraktionerna *Hårdplastförpackningar* och *Mjukplastförpackningar* står för 35–43 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall

Hårdplastförpackningar och *mjukplastförpackningar* står för de största koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall. Det kan också konstateras att andelen förnyelsebar plast i förpackningar är mycket liten. *Hårdplastförpackningarna* genererar 19–22 procent av de fossila koldioxidutsläppen och *mjukplastförpackningarna* 16–21 procent beroende på boendetyper. De fossila koldioxidutsläppen från restavfallet skulle kunna minska avsevärt om dessa plastförpackningar skulle källsorteras av hushållen istället för att de hamnar i restavfallet.

Det är dock viktigt att poängtera att ska man minska klimatpåverkan från plastförpackningar räcker det inte att källsortera dessa utan man behöver också designa förpackningarna för materialåtervinning i större utsträckning för att kunna minska uppkommet plastrejekt från sorteringsprocesserna. Exempelvis redovisar FTIs eftersorteringsanläggning i Motala att 63 procent av de mottagna källsorterade plastförpackningarna blir till plastrejekt som idag går till energiåtervinning³⁵, mängder som delvis beror på att man inte tagit hänsyn till design för materialåtervinning i tillräckligt stor utsträckning.

En annan förklaring till ovan nämnda rejecktäckningar är kvalitetsbrister vid källsorteringen som också behöver åtgärdas. Det behövs förändringar till hur plast sorteras i hushållen för att öka kvalitén på de utsorterade plastförpackningarna. 15 procent av det avfall som samlas in som fraktionen plastförpackningar av FTI är felsorterat vilket påverkar kvalitén på återvunnen råvara såväl som materialförluster i återvinningskedjan³⁶.

Fraktionen *Övrig plast* utgör 12–17 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall

Plasten i denna avfallsfraktion faller idag inte under något producentansvar. Liksom för plastförpackningar visade analyserna på att andelen förnyelsebar plast är mycket liten.

Idag erbjuder 123 kommuner insamling av övrig plast vid ÅVC, hos resterande kommuner sorteras *övrig plast*, även kallad för *grovplast*, till den brännbara fraktionen³⁷. Bättre sorteringsmöjligheter för *övrig plast* skulle möjliggöra högre kvalitet på de utsorterade

³⁵ Hållbarhetsrapport 2022, Svensk Plaståtervinning, Rapport_digital-1.pdf (svensklplastatervinning.se) (Information hämtad 2 oktober, 2023)

³⁶ <https://fti.se/om-fti/statistik#materialkvalitet> (Information hämtad 2 oktober, 2023)

³⁷ Utdrag från Avfall Webb (Information hämtad den 9 oktober 2023)

fraktionerna. Fraktionen *övrig plast* innehåller SVHC-ämnena ftalater vilket kan vara ett hinder för materialåtervinning.

Fraktionen *Övrigt brännbart* står för 11–12 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall. Av det totala kolinnehållet är det omkring 50 procent som är av fossilt ursprung.

Plast som återfinns i denna fraktion förväntas tyvärr bli kvar i restavfallet eftersom det idag inte finns effektiva sätt att förbättra sorteringen för materialåtervinning. Fraktionen *Övrigt brännbart* innehåller SVHC-ämnena ftalater vilket kan vara ett hinder för materialåtervinning. Notera att fraktionen *Blöjor och bindor* inte är en del av *Övrigt brännbart*.

Kolinnehållet i fraktionen *Blöjor* utgörs av 75 procent fossilt kol och fraktionen står för 6–9 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall

Beteendeförändringar behövs för att minska blöjors klimatpåverkan då *blöjor och bindor* är den fraktion som har en av de högsta fossila CO₂-utsläppen efter plasterna och utgör 6–9 procent av de fossila koldioxidutsläppen från hushållens restavfall beroende på boendetyp. Enligt resultat från de kemiska analyser som genomfördes i projektet innehåller de som förväntat inga farliga ämnen och kan materialåtervinnas men det saknas prisvärd och effektiv teknik som kan hantera detta komplexa material. Blöjtillverkarna arbetar med att utveckla nya material med lägre klimatpåverkan och som lättare ska kunna materialåtervinnas. Den snabbaste lösningen för att minska klimatpåverkan från blöjor pekar dock mot förändringar i konsumtionsbeteendet, till exempel från att byta från konventionella blöjor till tygblöjor. Köpenhamns kommun har projekt igång med separat insamling av blöjor och i Nederländerna, Wales och Belgien är länder som infört separat insamling och återvinning av använda blöjor³⁸.

Fraktionen *Textilier* står för 3–8 procent av de fossila koldioxidutsläppen vid förbränning av hushållens restavfall

Det fossila kolinnehållet som andel av det totala kolinnehållet varierade mellan 24–67 procent beroende på boendetyp. *Textilier* bestod av en tredjedel återanvändningsbara kläder, vilka det idag finns insamlingssystem för. Vid analys av farliga ämnen fick textilierna grönt ljus för materialåtervinning. Att sortera ut textilier och lämna dem till det särskilda insamlingssystem, så som regeringen föreslår³⁹, är ett mer hållbart sätt att hantera textilerna på och som både gynnar återvinning av resurser och minskar koldioxidutsläpp. De återvinningsbara textilierna kan passera en sorteringsanläggning för textilier där de sorteras utifrån typ av fibrer. Sådan anläggning finns i Malmö, Siptex⁴⁰ Svensk innovationsplattform för textilsortering. När denna anläggning är i full drift beräknas den att ha kapacitet för att kunna omhänderta 30 procent av all återvinningsbar textil som slängs i Sverige⁴⁰. Men även här behövs beteendeförändringar hos avfallslämnare för att sortera rätt och därmed minska utsläpp från dessa avfallsfraktioner.

³⁸ Avfall och Miljö nr 3 2023 (exakta.se)

³⁹ Cirkulär hantering av textil och textilavfall (regeringen.se) (Information hämtad den 21 september, 2023)

⁴⁰ SipeX – Svensk innovationsplattform för textilsortering. Världsunik textilsorteringsanläggning i Malmö - IVL.se (Information hämtad 2 oktober, 2023)

Det behövs nya tekniker för att minska klimatpåverkan från fraktionerna *Blöjor, Övrig plast och Övrigt brännbart*

Tillsammans med fraktionen *Blöjor* kommer fraktionerna *Övrig plast* och *Övrigt brännbart* att vara de största bidragsgivarna till fossila koldioxidutsläpp från förbränning när systemet för fastighetsnära insamling av förpackningar är på plats, om man teoretiskt antar att denna åtgärd skulle medföra att alla plastförpackningarna källsorterades. I detta fall skulle CCS eller CCU-teknik kunna spela en viktig roll för att hjälpa avfallsenergianläggningar att hantera problemet med koldioxidutsläpp tills en lösning för en mer hållbar hantering än förbränning hittas för dessa fraktioner. Utifrån ett resursperspektiv skulle CCU vara en bättre lösning eftersom CO₂-avskiljningen skulle användas för tillverkning av nya produkter baserad på återvunnen råvara.

Fastighetsnära insamling av förpackningar – ett redskap för minskade klimatutsläpp och ökad materialåtervinning

Från den 1 januari 2027 ska fastighetsnära insamling av förpackningar vara införd för alla hushåll samt verksamheter som är samlokaliserade med hushåll och förväntningen är att mer förpackningsmaterial återvinns och att materialet cirkuleras till nya förpackningar och produkter. Införandet av fastighetsnära insamling kommer sannolikt öka källsorteringsgraden och påverka restavfallets sammansättning och volym positivt. Riktade informationsinsatser om fastighetsnära insamling av förpackningar leder sannolikt till att allt fler avfallslämnare påminns om att ta ett aktivt beslut kring sitt avfall och hantering av detta. Dessutom är många hushåll redan bekanta med denna typ av sortering vilket underlättar införandet eftersom fastighetsnära insamling idag finns i 75 kommuner. Fastighetsnära insamling ger i snitt upphov till 40 procent lägre restavfallsmängder, 0,7 kg/vecka, jämfört med kommuner utan fastighetsnära insamling, 1,2 kg/vecka⁴¹. I detta projekt ger avfallsfraktionerna; *Pappersförpackningar, hård- och mjukplastförpackningar och dryckesförpackningar (med och utan pant)*, tillsammans upphov till 40–52 procent av de fossila koldioxidutsläppen från hushållens restavfall beroende på boendetyper. Alla dessa fraktioner ska sorteras ut vid fastighetsnära insamling av förpackningar vilket då förväntas ge en betydande minskning av de fossila koldioxidutsläppen från hushållens restavfall. Vid en genomsnittlig minskning av hushållens restavfall på 40 procent enligt Avfall Sverige rapport (2021:11)⁴¹ ovan förväntas de fossila koldioxidutsläppen från hushållens restavfall minska med motsvarande viktprocent som dessa avfallsfraktioner gett upphov till i projektet.

SVHC-ämne i fraktionerna *Övrig plast* och *Övrigt brännbart*

Avfallsfraktionerna *Övrig plast* och *Övrigt brännbart* innehåller SVHC-ämnena ftalater vilket kan vara ett hinder för att återvinna material från dessa fraktioner.

Smått elavfall – PFAS kan hindra möjligheten för materialåtervinning

Analysresultaten visar att *Smått elavfall* innehåller ftalater framför allt i kablar och det var detta avfall som uppmätte högst PFAS-innehåll av specifika PFAS-ämnen där halterna för PFOA var 25 ppb och PFBS 39 ppb. PFOA är reglerat i POPs-förordningen och får inte förekomma i en koncentration över 25 ppb i produkter.

⁴¹ Avfall Sverige rapport (2021:11) ”Hushållsavfall i siffror 2022, kommun och länsstatistik”. (Information hämtad oktober, 2024)

En jämförelse av klimatpåverkan från avfallsfraktioner i hushållens restavfall gentemot tidigare studier är svårt att genomföra

En anledning till projektets genomförande var att tidigare studier på området baseras på äldre data samt att schabloner använts eller antaganden gjorts kring materialsammansättning för flera avfallsfraktioner för att uppskatta klimatpåverkan för hushållens restavfall. En försvårande omständighet till varför det är svårt att jämföra erhållna resultat i detta projekt med resultat från tidigare studier är att i dessa har aggregerade data över klimatpåverkan redovisats. Dessa data innehåller baseras på flera avfallsfraktioner som var och en bidrar till klimatpåverkan vid energiåtervinning. En annan anledning är att man utgått från en sammansättning på restavfallet som skiljer sig åt från den sammansättning som redovisats i detta projekt och som ligger till grund för analyserna. Utifrån resultatet i detta projekt som baseras på faktiska mätningar för respektive avfallsslag, finns nu data från samtliga ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall som bidrar till klimatpåverkan i samband med förbränning. Detta gör det möjligt att uppskatta klimatpåverkan från restavfallet och potentialen i olika klimatåtgärder utifrån olika kommuners specifika avfallssammansättning.

Bilagor

Bilaga A. Avfallsfraktioner vid plockanalyser av hushållens restavfall

Tabell 27. Avfallsfraktioner vid plockanalyser i hushållens restavfall enligt Avfall Sveriges manual för plockanalyser⁴².

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Tertiär fraktion
Bioavfall	Matvafall	Oundvikligt: ben, skinn, köttsvål, skal, kärnor, te- och kaffesump ¹
		Onödigt: Öppnade matförpackningar
		Onödigt: Öppnade matförpackningar
		Onödigt: mat med passerat datum, matrester, ätbar frukt och grönsaker
		Annat: exkl. hushållspapper, servetter
	Trädgårdsavfall	Trädgårdsavfall
Papper och kartong	Returpapper*	Tidningar o dyl* Reklam*
	Well	Well*
	Pappersförpackningar*	Pappersförpackningar ² Avfallsbärare pappersförp. ²
	Övrigt papper ⁵	Övrigt papper ⁴ Avfallsbärare övr. papper ⁴
Plast	Mjukplastförpackningar*	Mjukplast ² Avfallsbärare mjukpl.förp. ²
	Frigolit*	
	Hårdplastförpackningar*	Dryckesförp. med pant* Dryckesförp. utan pant* Hårdplastförp. ej dryck*
	Övrigt plast	Övrig plast utom avfallsbärare ³ Avfallsbärare övr. plast ³
Glas	Glasförpackningar*	Dryckesförp. med pant* Dryckesförp. utan pant* Glasförpackningar ej dryck*
	Övrigt glas	Övrigt glas
Metall	Metallförpackningar*	Dryckesförp. med pant* Dryckesförp. utan pant* Metallförpackninga ej dryck*
	Övrig metall	Övrig metall
Övrigt oorganiskt		Porslin, kattsand, aska
Farligt avfall	Farligt avfall	Kanyler, antal
		Läkemedel
		Övrigt farligt avfall
El- & elektronik*	Batterier, antal	
	Ljuskällor, antal	
	Småelektronik	
Textil	Textil återvinningsbar	
	Textil återanvändningsbar	
Övrigt	Trä	
	Blöjor, bindor o dyl	
	Övrigt brännbart	

Material märkt med * faller under producentansvar. ¹Avser påsar för matavfall vid plockanalys av matavfallsfraktion. ¹Räknas som oundvikligt matavfall vid utvärdering av matsvinn. ² Avser påsar ifrån butik som används som avfallsbärare t.ex. bärkassar eller påsar för frukt och grönt. ³ Avser påsar som tillhandahålls av kommunen för insamling av restavfall, förpackningar eller returpapper samt soppåsar på rulle som säljs i handeln. ⁴ Avser påsar som tillhandahålls av kommunen för insamling av matavfall. ⁵ Inkl. hushållspapper och servetter.

⁴² Rapport 2017:31 ”Manual för plockanalyser av hushållens mat- och restavfall” uppdaterad version oktober 2020, Avfall Sverige, ISSN 1103-4092.

Bilaga B. Kemiska analyser – metoder

Bränsleanalysmetoder

Tabell 28. Bränsleanalysmetoder använd vid kemiska analyser av utvalda avfallsfraktioner. Enhet: vikt-%: viktprocent.

Parameter	Provningsmetoder	Enhet
Fukhalt ¹	EN-ISO 18134-2	vikt-%
Askhalt ²	EN-ISO 18122	vikt-% av TS ³
Klorhalt (Cl)	EN-ISO 16994	vikt-% av TS ³
Svavelhalt (S)	EN-ISO 16995	vikt-% av TS ³
Kolhalt (C)	EN-ISO 16948	vikt-% av TS ³
Vätehalt (H)	EN-ISO 16949	vikt-% av TS ³
Kvävehalt (N)	EN-ISO 16950	vikt-% av TS ³
Syrehalt (O)	Beräknat som differens	vikt-% av TS ³
Kalorimetriskt Värmevärde	EN-ISO 18125	konstant volym lev. tillstånd, MJ/kg
Effektivt värmevärde	EN-ISO 18125	konstant tryck lev. tillstånd, MJ/kg

¹ Vid 105 °C; ² Vid 550 °C; ³ TS: torrsubstans.

Andel biogent/fossilt kol

Bestämning av biogent/fossilt kol utförde enligt ASTM D6866-22 men något modifierat. Modifieringen bestod i att använda en IR-spektroskopimetod, Saturated Cavity Ringdown Spectroscopy (SCAR), i stället för de instrumentella teknikerna för bestämning av isotopförhållande omnämnda i standarden. Innan mätning av C-14 förbrändes provet i en elementaranalysator, koldioxiden fångades upp och C-14 halten bestämdes i SCAR-spektrometern. Mätosäkerheten är +/-3 %⁴³.

pmC(ref) värden för respektive avfallsfraktioner

Resultaten korrigerades/beräknades enligt ISO 13883 och med individuella pmC(ref) värden för respektive avfallsfraktion innehållande biogent material enligt tabellen nedan. Dessa värden är en del av framtagna modell för beräkning av pmC(ref) värdet för allt avfall som förbränns i Sverige^{44,8}. Referensvärdet som uppgår till 106,8 för året 2022, används för att beräkna de totala fossila koldioxidutsläppen från svenska förbränningsanläggningar vid rapportering till EU ETS.

⁴³ Mätning av biogen andel i material baserat på halt C 14 | RISE

⁴⁴ Naturvårdsverket: Stationära anläggningar (naturvardsverket.se) (Information hämtad i oktober, 2023)

Avfallsfraktioner	pmC(ref) för utsläppår 2023
Övrigt brännbart	102,6
Pappersförpackningar	103,7
Textilier	103,5
Blöjor, bindor och dyl.	101,6

Metod för att mäta olämpliga ämnen med gaskromatografi

Malda prov (1 g, duplikat) extraherades i diklormetan (10 ml) i ultraljudsbad 30 minuter, följt av 24 h extraktion utan omrörning i rumstemperatur. Extrakten dekanterades eller filtrerades och analyserades med GC-MS. Detekterade föreningar identifierades med NIST bibliotek över masspektra och deras koncentrationer bestämdes ungefärligt i ekvivalenter av DEHP (Diethylhexylphthalate) med extern standard. Screeningmetoden validerades med en standardmix av utvalda ftalater, cykliska siloxaner, bisfenoler och antioxidanter i koncentrationer motsvarande 10 mg/kg i de extraherade proverna. Prover där brom detekterats med XRF analyserades med en blandning av bromerade difenyletrar och tetrabromobisfenol A som extern standard. Grundämnen analyserades med handhållen XRF (X-Ray Fluorescence) enligt metod SP 4343. Metoden är semikvantitativ och detekterar grundämnen tyngre än natrium på ytan av provet.

Metod för att mäta PFAS22

De malda proverna upparbetades med utgångspunkt från ASTM D7968-17a, Standard Test Method for Determination of Polyfluorinated Compounds in soil by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS) with a longer extraction time. Proverna extraherades med MeOH:H₂O vid basiskt under ultraljudsbehandling. Extrakten analyserades därefter med LC-MS/MS enligt ASTM D7968-17a.

LC/MS/MS: Waters Acquity UPLC I-class LC-system och Waters Xevo TQ-XS masspektrometer. Waters Acquity UPLC BEH C18, 2.1 mm × 100 mm, 1.7 µm kolumn användes för kromatografisk separation av analyterna.

Provernas koncentrationer av 22 PFAS ämnen analyserades.

Bilaga C. Resultat från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus

Nedan visas resultatet från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus som genomfördes av Envir AB.

Tabell 29. Flerbostadshus - Plockanalyser resultat. Enhet: vikt-% (viktprocent) and kg i mottaget tillstånd.

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Andel (vikt)	Vikt (kg)	Mängd (kg/hh,v)	Antal	Kommentarer
Bioavfall	Oundvikligt: ben, skinn, köttsvål, skal, kärnor, te- och kaffesump	21,0%	104,80	0,68		
	Onödigt: Öppnade matförpackningar	1,9%	9,70	0,06		
	Onödigt: Öppnade matförpackningar	3,6%	17,80	0,12		
	Onödigt: mat med passerat datum, matrester, ätbar frukt och grönsaker	5,3%	26,40	0,17		
	Annat: exkl. hushållspapper, servetter	0,0%	0,00	0,00		
	Trädgårdsavfall	10,8%	53,70	0,35		
	Summa bioavfall	42,6%	212,40	1,38		
Papper och kartong	Tidningar o dyl*	1,2%	6,05	0,04		
	Reklam*	1,7%	8,40	0,05		
	Well*	1,7%	8,70	0,06		
	Pappersförpackningar*	5,2%	26,05	0,17		
	Avfallsbärare pappersförp.*	1,2%	6,00	0,04	58	
	Övrigt papper	6,2%	30,90	0,20		
	Avfallsbärare övr. papper	0,1%	0,36	0,00	12	
	Summa papper	17,3%	86,46	0,56		
Plast	Mjukplast *	2,3%	11,50	0,07		
	Avfallsbärare mjukpl.förp.*	0,3%	1,67	0,01	62	
	Frigolit*	0,1%	0,45	0,00		
	Dryckesförp. med pant*	0,1%	0,490	0,00	14	
	Dryckesförp. utan pant*	0,1%	0,58	0,00	27	
	Hårdplastförp. ej dryck*	2,8%	13,88	0,09		
	Övrig plast	2,4%	11,77	0,08		
	Avfallsbärare övr. plast	1,6%	7,77	0,05	268	
	Summa plast	9,7%	48,11	0,31		
Glas	Dryckesförp. med pant*	0,0%	0,00	0,00	0	
	Dryckesförp. utan pant*	2,1%	10,60	0,07	35	
	Glasförpackningar ej dryck*	1,5%	7,70	0,05		
	Övrigt glas	0,6%	2,825	0,02		
	Summa glas	4,2%	21,13	0,14		

Forts. Tabell 29. Flerbostadshus - Plockanalyser resultat. Enhet: vikt-% (viktprocent) and kg i mottaget tillstånd.

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Andel (vikt)	Vikt (kg)	Mängd (kg/hh,v)	Antal	Kommentarer
Metall	Dryckesförp. med pant*	0,1%	0,690	0,0045	45	
	Dryckesförp. utan pant*	0,1%	0,440	0,0029	32	
	Metallförpackninga ej dryck*	1,0%	5,10	0,03		
	Övrig metall	0,5%	2,70	0,02		
	Summa metall	1,8%	8,93	0,06		
Övrigt oorganiskt	Porslin, kattsand, aska	7,5%	37,60	0,24		Kattsand, porslin
	Summa inert material	7,5%	37,60	0,24		
Farligt avfall	Kanyler, antal	0,00%	0,006	0,00	2	
	Läkemedel	0,04%	0,210	0,0014	8	Salva, nässpray, tabletter
	Övrigt farligt avfall	0,03%	0,142	0,0009	3	2 st. med symbol, aerosol
	Summa farligt avfall	0,07%	0,358	0,0023		
El- & elektronik*	Batterier, antal	0,01%	0,067	0,0004	5	
	Ljuskällor, antal	0,01%	0,027	0,0002	2	
	Småelektronik	0,25%	1,260	0,0082		Batteriljus, hörlurar, skor med ljus, laddare, sladdar
	Summa el-&elektronik	0,27%	1,354	0,01		
Textil	Textil återvinningsbar	2,41%	12,00	0,08		
	Textil återanvändningsbar	0,99%	4,93	0,03		
	Summa textil	3,40%	16,930	0,11		
Övrigt	Trä	0,5%	2,70	0,02		
	Blöjor, bindor o dyl	6,8%	34,07	0,22		
	Övrigt brännbart	5,7%	28,40	0,18		Gummihandskar, gummi, hår, skor, mattor, dsiktrasa, boll, presentsnöre, vadd, stearin, tops, väska, cykeldäck
	Summa övrigt	13,1%	65,17	0,42		
	Summa totalt	100,0%	498,437	3,24		

Material märkt med * faller under producentansvar.

Bilaga D. Bilder på avfallsfraktioner från plockanalysen på samlingsprovet från flerbostadshus

Nedan visas bilder av de olika avfallsfraktioner som sorterades ut genom plockanalys på samlingsprovet från flerbostadshus från Göteborg Stad (se *Tabell 1*). Resultaten från plockanalysen presenteras i Bilaga C och i avsnitt 3.



Figur 4. Plast- och pappersförpackningar från samlingsprovet från flerbostadshus.



Figur 5. Öppnade och öppnade matförpackningar, trädgårdsavfall från samlingsprovet från flerbostadshus.



Figur 6. Metall- och glasförpackningar, dryckesförpackningar, övrigt glas och metall från samlingsprovet från flerbostadshus.



Figur 7. Smått elavfall och farligt avfall från samlingsprovet från flerbostadshus.

Bilaga E. Resultat från plockanalyser på samlingsprovet från radhus/villor

Nedan visas resultatet från plockanalysen på samlingsprovet från radhus/villor som genomfördes av Envir AB.

Tabell 30. Radhus/Villor samlingsprov – Plockanalyser resultat. Enhet: vikt-% (viktprocent) and kg i mottaget tillstånd.

Primär fraktion	Sekundär fraktion	Andel (vikt)	Vikt (kg)	Mängd (kg/hh,v)	Antal	Kommentarer
Bioavfall	Oundvikligt: ben, skinn, köttsvål, skal, kärnor, te- och kaffesump	19,7%	103,30	1,22		
	Onödigt: Öppnade matförpackningar	2,0%	10,50	0,12		
	Onödigt: Öppnade matförpackningar	5,9%	30,70	0,36		
	Onödigt: mat med passerat datum, matrester, ätbar frukt och grönsaker	7,2%	37,60	0,44		
	Annat: exkl. hushållspapper, servetter	0,0%	0,0	0,00		
	Trädgårdsavfall	1,9%	9,70	0,11		
	Summa bioavfall	36,7%	191,80	2,26		
Papper och kartong	Tidningar o dyl*	0,6%	3,30	0,04		
	Reklam*	2,1%	10,90	0,13		
	Well*	1,7%	8,64	0,10		
	Pappersförpackningar*	7,6%	39,81	0,47		
	Avfallsbärare pappersförp.*	0,7%	3,80	0,04	39	
	Övrigt papper	8,4%	43,90	0,52		
	Avfallsbärare övr. papper	0,2%	0,90	0,01	18	
	Summa papper	21,3%	111,25	1,31		
Plast	Mjukplast *	3,5%	18,16	0,21		
	Avfallsbärare mjukpl.förp.*	0,4%	1,85	0,02	50	
	Frigolit*	0,0%	0,17	0,00		
	Dryckesförp. med pant*	0,0%	0,233	0,00	7	
	Dryckesförp. utan pant*	0,1%	0,282	0,00	11	
	Hårdplastförp. ej dryck*	3,5%	18,47	0,22		
	Övrig plast	2,0%	10,42	0,12		
Avfallsbärare övr. plast	1,8%	9,48	0,11	310		
	Summa plast	11,3%	59,07	0,69		
Glas	Dryckesförp. med pant*	0,0%	0,0	0,00	0	
	Dryckesförp. utan pant*	1,3%	6,90	0,08	17	
	Glasförpackningar ej dryck*	1,6%	8,30	0,10		
	Övrigt glas	0,3%	1,56	0,02		
	Summa glas	3,2%	16,76	0,20		

Forts. Tabell 30. Radhus/villor samlingsprov – Plockanalyser resultat. Enhet: vikt-% (viktprocent) and kg i mottaget tillstånd.

Imär fraktion	Sekundär fraktion	Andel (vikt)	Vikt (kg)	Mängd (kg/hh,v)	Antal	Kommentarer
Metall	Dryckesförp. med pant*	0,0%	0,258	0,0030	18	
	Dryckesförp. utan pant*	0,0%	0,0	0	0	
	Metallförpackninga ej dryck*	0,7%	3,60	0,04		
	Övrig metall	0,4%	1,90	0,02		
	Summa metall	1,1%	5,76	0,07		
Övrigt oorganiskt	Porslin, kattsand, aska	4,1%	21,70	0,26		Kattsand, porslin
	Summa inert material	4,1%	21,70	0,26		
Farligt avfall	Kanyler, antal	0,00%	0,010	0,00012	13	
	Läkemedel	0,05%	0,245	0,003	14	Tabletter
	Övrigt farligt avfall	0,37%	1,950	0,02	13	5 st. tändare, 2 st. med symbol, disktabletter, fuktabsorberare, nagellack, aerosol
	Summa farligt avfall	0,42%	2,205	0,03		
El- & elektronik*	Batterier, antal	0,04%	0,230	0,003	11	
	Ljuskällor, antal	0,00%	0,000	0	0	
	Småelektronik	0,08%	0,393	0,00		Solcellslampa, e-cigarett, USB, klocka, sladdar, batteriljus, bankdosa
	Summa el-&elektronik	0,12%	0,623	0,01		
Textil	Textil återvinningsbar	2,20%	11,50	0,14		
	Textil återanvändningsbar	0,74%	3,86	0,05		
	Summa textil	2,94%	15,36	0,18		
Övrigt	Trä	0,2%	0,83	0,01		
	Blöjor, bindor o dyl	13,4%	70,30	0,83		
	Övrigt brännbart	5,2%	27,40	0,32		Gummihandskar, väska, pellets, skumgummi, stearin, gummi, tops, hundbajs, dammsugarpåsar, fimpar, hår, disktrasa
	Summa övrigt	18,8%	98,53	1,16		
	Summa totalt	100,0%	523,051	6,15		

Material märkt med * faller under producentansvar.

Bilaga F. Bilder från plockanalyser resultaten av radhus/villor samlingsprov-avfallsfraktioner

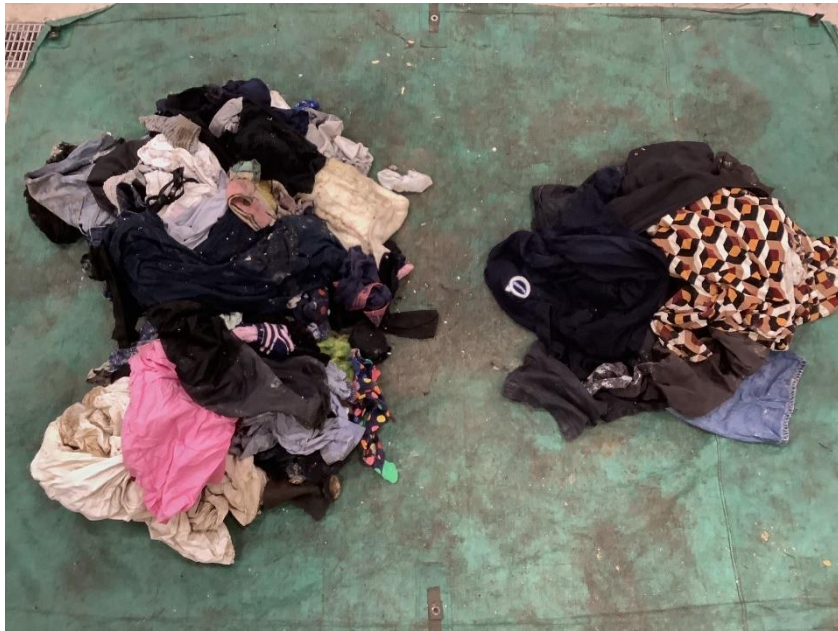
Nedan visas bilder av de olika avfallsfraktioner som sorterades ut genom plockanalys av samlingsprovet från radhus/villor från Göteborg Stad (se *Tabell 1*). Resultaten från plockanalysen presenteras i Bilaga E och i avsnitt 2.



Figur 10. Plast- och pappersförpackningar från samlingsprovet från radhus/villor.



Figur 11. Öppnade och öppnade matförpackningar från samlingsprovet från radhus/villor.



Figur 14. Textiler från samlingsprovet från radhus/villor.



Figur 15. Övrigt brännbart från samlingsprovet från radhus/villor.

Bilaga G. En engångsblöjas innehåll samt möjlighet för separat insamling av blöjor

Vid litteraturstudie fann vi att använda engångsblöjor innehåller 60–70 procent urin, 7–18 procent cellulosa, ca 10 procent plast (PE och PP), 4–10 procent SAP (superabsorbent) samt lim, gummiband och tejp⁴⁵. Enlig Rahat et. al 2014 antas att fekalier spolats ner i toaletten och därmed inte hamnar i hushållens restavfall⁴⁶. Thøgersen et. al, 2023, lät analysera flera olika blöjor inför återvinningsförsök i Danmark och alla innehöll natriumpolyakrylat av SAP-typ NaPAA⁴⁷. Plotka-Wasyłka et. al 2022, redovisar att det även finns engångsblöjor som innehåller SAP tillverkad av polyaktid^{48,49}.

Köpenhamns kommun pågår ett projekt med försök i fullskala för återvinning av blöjor⁵⁰. När de i Köpenhamnsprojektet införde separat insamling av blöjor blev den faktiska utsorteringen 43 procent från hushållen och från förskolor hela 83 procent. Många hushåll och förskolor sorterade redan använda blöjor separat redan före projektets början⁴⁵.

⁴⁵ Avfall och Miljö nr 3 2023. Link: Avfall och Miljö nr 3 2023 (exakta.se) (Informationen hämtad den 26 januari, 2024)

⁴⁶ S. H. Rahat; A. T. Sarkar; S. A. A. Rafie, S. Hossain. (2014). Prospects of diaper disposal and its environmental impacts on populated urban areas like Dhaka City. Conference paper- 2nd International Conference on Advanced in Civil Engineering 2014 (ICACA-2014).

⁴⁷ Københavns Kommune, (2023). Superabsorberende-polymerer-i-jord-og-miljoe. Link: superabsorberende-polymerer-i-jord-og-miljoe.pdf (cphsolutionslab.dk) (Information hämtad i januari 2024)

⁴⁸ Plotka-Wasyłka J, Makoś-Chelstowska P, Kurowska-Susdorf A, Treviño MJS, Guzmán SZ, Mostafa H, Cordella M. (2022), End-of-life management of single-use baby diapers: Analysis of technical, health and environment aspects. *Sci Total Environ.* 2022 Aug 25;836:155339. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155339. Epub 2022 Apr 20. PMID: 35460787.

⁴⁹ SLU (2021) Artikel: Engångsblöjor med gluten i stället för petroleumbaserade superabsorbenter, (2021). Link: Engångsblöjor med gluten i stället för petroleumbaserade superabsorbenter | Externwebben (slu.se) (Information hämtad i januari 2024)

⁵⁰ Copenhagen Circular. Link: Diapers | Circular Copenhagen (cphsolutionslab.dk) (Information hämtad den 24 januari, 2024).

Bilaga H. Antaganden och beräkningar för att bestämma blöjors koldioxidutsläpp

Av hygieniska och tekniska skäl (dvs. svårigheter att hantera materialet) användes inte blöjor, bindor och dyl. som fanns i restavfallets samlingsprov när de kemiska analyserna skulle genomföras. I stället skapades ett representativt prov genom att använda nytt rent material utifrån fraktionens ursprungliga materialsammansättning. Förfarandet förklarades i avsnitt 2.2. *Plockanalyser*.

Fraktionen *Blöjor, bindor och dyl.* i restavfallet innehåller även urin och fekalier (organiskt/biologiskt material). De kemiska analyser som RISE utförde på blöjor, bindor o dyl. tog inte hänsyn till den organiska/biologiska fraktionen och därför behövdes en omräkning av vissa parametrar (värmevärde, biogent och fossilt kolinnehåll) för att resultat skulle vara representativt för den faktiska avfallsfraktionen.

För att kunna skapa de representativa proverna hämtades data från en extra plockanalys, utförd av Envir AB, där materialet sorterades ut i fyra olika fraktioner (vuxenblöjor, barnblöjor, bindor och övrigt (dvs tampong)). Varje specifik fraktion vägdes separat och antalet beräknades (*Tabell 31* och *Tabell 32*). Denna information användes för att uppskatta andelen rent material / organiskt material (dvs. urin och fekalier) i varje fraktion.

Tabell 31. Resultat från detaljerad plockanalys för avfallsfraktionen blöjor, bindor o dyl. från restavfallet i flerbostadshus.

Fraktion	Vikt (kg)	Andel (%)	Antal (st)
Blöjor, vuxen	0	0	0
Blöjor, barn	31,3	99	207
Bindor	0,12	0,0039	18
Övrigt (tampong)	0,05	0,0016	2
Totalt	31,5	100	227

Tabell 32. Detaljerad plockanalys för fraktionen blöjor, bindor o dyl. från restavfallet i radhus/villor.

Fraktion	Vikt (kg)	Andel (%)	Antal (st)
Blöjor, vuxen	2,7	4	9
Blöjor, barn	59,7	90	351
Bindor	3,12	5	117
Övrigt (tampong)	0,62	1	9
Totalt	66,1	100	486

Ett antal antaganden behövdes för att beräkna klimatpåverkan av denna fraktion:

- Tömning och spolning av fekalier i toaletten har utförts av hushållen⁴⁶
- Kolhalt i urin: 6,84 g/l, densitet: 1,01 g/ml och fukt: 99%⁵¹.
- Andel biogent och fossilt kol: 97 respektive 3.
- Sammansättningen av blöjor, bindor varierar från märke till märke. Flera varumärken som finns tillgängliga på den svenska marknaden kombinerades när det representativa urvalet skapades. De varumärken som använts är för att sätta samman prover för analys är; Libero, Minstingen, Tena, Libresse, Eldorado och o.b. ProComfort.

⁵¹ C. Rose; A. Parker; N. Jefferson, E. Cartmell. The Characterization of feces and urine: A review of the literature to inform advanced treatment technology. Crit Rev Environ Sci Technology. 2015 Sep 2; 45 (17): 1827-1879. Doi: 10.1080/10643389.2014.1000761.

Bilaga I. Farliga ämnen

Resultat från GC-karakterisering presenteras i *Tabell 33 - Tabell 46*. Både dubbla prover (märkta a och b) och medelvärden presenteras som mg/kg_{TS}. Ftalater är markerade med **fetstil**. XRF-resultaten visas i *Tabell 46* och *Tabell 48* och visar de element som är av intresse för screening av farliga föreningar.

Tabell 33. Förekommande farliga ämnen i hårdplast avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	31570-04-4	15	13	14
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	13	11	12

Tabell 34. Förekommande farliga ämnen i övrig plast avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	11	22	17

Tabell 35. Förekommande farliga ämnen i övrigt brännbart avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
DEHP (Di(ethylhexyl) phthalate)	117-81-7	2100	2800	2450

Tabell 36. Förekommande farliga ämnen i pappersförpackningar avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Diheptadecyl ketone	504-53-0	16	17	17

Tabell 37. Förekommande farliga ämnen i textil återanvändningsbar avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Inga ämnen detekterade	-	<10	<10	<10

Tabell 38. Förekommande farliga ämnen i textil återvinningsbar avfallsfraktion i restavfall från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Inga ämnen detekterade	-	<10	<10	<10

Tabell 39. Förekommande farliga ämnen i smått elavfall avfallsfraktion i restavfall från villor från flerbostadshus. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Bis(2-ethylhexyl) terephthalate	6422-86-2	3400	5800	4600
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	31570-04-4	14	16	15
Tris-2-ethylhexyl trimellitate	3319-31-1	20	24	22
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	11	13	12

Tabell 40. Förekommande farliga ämnen i hårdplastförpackningar (ej drick) avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Dodecanoic acid, hexyl ester	34316-64-8	92	210	151
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	31570-04-4	200	240	220
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	130	150	140

Tabell 41. Förekommande farliga ämnen i övrigt plast avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	6846-50-0	4700	5400	4000
Bis(2-ethylhexyl) terephthalate	6422-86-2	12000	13000	11000
DINP (Di-'isononyl' phthalate)	28553-12-0	7655	9200	6110
Tris-(2,4-di-t-butylphenyl) phosphite	31570-04-4	7950	6300	9600
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	2550	2000	3100

Tabell 42. Förekommande farliga ämnen i övrigt brännbart avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Di(ethylhexyl) phthalate	117-81-7	290	520	405
Bis(2-ethylhexyl) terephthalate	6422-86-2	580	550	565
DINP (Di-'isononyl' phthalate) and DIDP(Di-'isodecyl' phthalate)	28553-12-0 and 26761-40-0	1100	1000	1050
Tris-2-ethylhexyl trimellitate	3319-31-1	81	32	57

Tabell 43. Förekommande farliga ämnen i pappersförpackningar avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Diheptadecyl ketone	504-53-0	61	62	62

Tabell 44. Förekommande farliga ämnen i textil återanvändningsbar avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Inga ämnen detekterade	-	<10	<10	<10

Tabell 45. Förekommande farliga ämnen i textil återvinningsbar avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
Squalene	111-02-4	13	13	13

Tabell 46. Förekommande farliga ämnen i smått elavfall avfallsfraktion i restavfall från radhus/villor. Enhet: mg/kg_{TS} (TS: torrsubstans).

Ämne	CAS	Prov-a mg/kg	Prov-b mg/kg	Medel mg/kg
DEHP (Di(ethylhexyl) phthalate)	117-81-7	2700	3400	3050

Tabell 47. Innehåller av huvudelement i utvalda avfallsfraktioner från flerbostadshus restavfall. Enhet: vikt-% (viktprocent) av TS, TS: torrsubstans.

Metaller vikt-% av TS	Hårdplast	Övrigt plast	Övrigt brännbart	Pappers- förpackningar	Textil Återanvändning	Textil Återvinning	Smått elavfall
Krom, Cr	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Kobolt, Co	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nickel, Ni	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06
Bly, Pb	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tenn, Sn	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Klor, Cl	0.5	0.1	3.8	<0.05	<0.05	<0.05	3.7
Kvicksilver, Hg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Brom, Br	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.2
Kadmium, Cd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tabell 48. Innehåller av huvudelement i utvalda avfallsfraktioner från radhus/villor restavfall. Enhet: vikt-% (viktprocent) av TS, TS: torrsubstans.

Metaller <i>vikt-% av TS</i>	Hårdplast Övrigt plast Övrigt brännbart			Pappers- förpackningar	Textil Återanvändning	Textil Återvinning	Smått elavfall
Krom, Cr	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Kobolt, Co	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nickel, Ni	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.5
Bly Pb	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Tenn, Sn	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Klor, Cl	<0.05	0.6	1.0	<0.05	<0.05	<0.05	2.5
Kvicksilver, Hg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Brom, Br	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Kadmium, Cd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Bilaga J. Faktorer som påverkar restavfallets sammansättning och dess klimatpåverkan

Faktorer som kan ge påverkan på plastinnehållet i hushållens restavfall redovisas nedan. Dels är det kommande lagstiftning, dels är det övriga faktorer/åtgärder vilka direkt härrör från Avfall Sveriges rapport ”*Backcasting - Hur når Sverige fossilfri energiåtervinning från avfallsförbränning?*”⁷. De föreslagna åtgärderna från denna rapport, som kan sammankopplas specifikt till plastinnehållet i restavfall från hushåll är;

- ***Differentierad avfallstaxa för hushåll vid utsortering av förpackningar***
En miljöstyrande avfallstaxa, där varje hushåll får återkoppling på sin utsortering av förpackningar i restavfallet. För att införliva denna åtgärd krävs teknikutveckling för att kunna identifiera plastinnehållet i restavfallet.
- ***Materialåtervinning av rejektet från källsorterade hushållsförpackningar***
En stor del av rejektet som uppstår vid sortering av källsorterade plastförpackningar som kan materialåtervinnas till lägre kvalitet och bli nya plastprodukter.
- ***Eftersorteringsanläggning för utsortering av plast i hushållens restavfall***
Allt restavfall från hushållen processas i specifik eftersorteringsanläggning. I dag finns det en etablerad eftersorteringsanläggning i Märsta som sorterar ut bioavfall, plast och metall. För utsortering av plast används NIR (near infra red)-teknik, som skiljer ut plast från övrigt avfall med hjälp av tryckluft. Plasten som sorterats ut går vidare till Svensk Plaståtervinning i Motala, där den sorteras i olika fraktioner. Den återvunna plasten blir till råmaterial till nya produkter⁵².
- ***Annan avsättning för rejekt från eftersortering av hushållens restavfall***
Rejekt från eftersortering av hushållsförpackningar nyttjas till nya plastprodukter eller skickas till energiåtervinning med CSS.
- ***CCS – Carbon Capture and Storage***
Energiåtervinningsanläggningarna installerar CSS-teknik. Avskiljning och lagring av koldioxid från förnybara källor⁵³. CSS-tekniken är främst aktuell för att reducera utsläpp från process- och basindustrin men om den även kan börja användas för biogen koldioxid från storskalig förbränning kan den möjliggöra negativa koldioxidutsläpp⁵⁴.
- ***Hushållsförpackningar är designade för materialåtervinning***
Dagligvaruhandeln har som mål att alla förpackningar som sätts på marknaden ska vara materialåtervinningsbara år 2025 samt att de ska vara producerade av förnybar eller återvunnen råvara senast 2030⁵⁵.

De lagkrav som ger påverkan på restavfallets plastinnehåll, och som kommer genomföras de närmaste åren är:

⁵² Brista Eftersorteringsanläggning | Våra anläggningar | Företag - SÖRAB (sorab.se)

⁵³ CCS (energimyndigheten.se)

⁵⁴ Koldioxidavskiljning och lagring (CCS) (naturvardsverket.se)

⁵⁵ Dagligvaruhandeln - Fossilfritt Sverige

- ***Kommunalt insamlingsansvar för förpackningar***
Från den 1 januari 2024 ska kommuner samla in hushållens avfall som består av pappers-, plast, glas- och metallförpackningar genom fastighetsnära insamling, eller via lättillgängliga insamlingsplatser⁵⁶.
- ***Separat insamling av textilavfall***
Enligt EU:s nya avfallsdirektiv ska senast år 2025 textilavfall samlas in separat. Textilavfall från hushåll är kommunernas ansvar⁵⁷.

Fastighetsnära insamling

Från den 1 januari 2027 ska fastighetsnära insamling av förpackningar vara infört för alla hushåll samt verksamheter som är samlokaliserad med hushåll. Syftet är att höja insamlingsnivåerna genom den ökade tillgängligheten och därmed se till att mer material återvinns och att materialet cirkuleras till nya förpackningar och produkter⁵⁸.

⁵⁶ Förordning (2022:1274) om producentansvar för förpackningar | Sveriges riksdag (riksdagen.se)

⁵⁷ Textilavfall (naturvardsverket.se)

⁵⁸ Insamling - Avfallshantering - Avfall Sverige

Bilaga K. Skillnad i andelen fossilt kol vid användning av avfallsspecifika pmC(ref) värden respektive generellt pmC(ref) värde

Vid beräkning av klimatpåverkan från ingående avfallsfraktioner i hushållens restavfall som studerats i detta projekt, har individuella pmC(ref) värden för respektive avfallsfraktion innehållande biogent material använts, se också *kapitel 5 Klimatpåverkan* samt *Bilaga B. Kemiska analyser – metoder* Detta för att kompensera för att förhållandet mellan ^{14}C och ^{12}C inte har varit konstant i atmosfären genom åren⁸. Att använda individuella pmC(ref) värden är något författarna till denna rapport förordar och ger ett mer korrekt resultat över klimatpåverkan från ingående avfallsfraktioner som analyserats i detta projekt. Detta framför att använda det framtagna generella pmC(ref) värdet som uppdateras på årlig basis och som används för att beräkna de totala fossila koldioxidutsläppen från svenska förbränningsanläggningar vid rapportering till EU ETS. Författarnas ställningstagande utgår från att det generella pmC(ref) värdet baseras på ett genomsnittligt blandat avfall som förbränns i en svensk förbränningsanläggning, ett värde som beräknats utifrån pmC(ref) värden för individuella avfallsfraktioner, däribland de avfallsfraktioner från hushållens restavfall som analyserats i detta projekt.

För att tillmötesgå önskan från personer i referensgruppen har andelen fossilt kol (som andel av totalt kol) för respektive avfallsfraktion korrigerats med det generella pmC(ref) värdet (106,8 för 2022) som sedan jämförts med korrigerade data när individuella pmC(ref) värden (för 2022) använts, se *Tabell 49* och *Tabell 50* för respektive boendetyper.

Tabell 49. Fossil andel kol (av totalt kol) för radhus/villor. Den fossila andelen kol för respektive avfallsslag redovisas som rådata (okorrigerade) och korrigerat med individuella pmC(ref) värden (2022) och generellt pmC(ref) värde (2022). Material märkt med * faller under producentansvar.

Avfallsslag	pmC varierar mellan avfallsslag			Samma pmC (106,8) oavsett avfallsslag	
	Rådata (som andel av totalt kol)		Korrigerat (som andel av totalt kol)		
	Fossil kol %	Fossil kol %	pmC(ref)	Fossil kol %	pmC(ref)
Pappersförpackningar	24	27	103,7	29	106,8
Mjukplastförpackningar utom avfallsbärare	>97	>97	-	>97	-
Avfallsbärare mjukplast	>97	>97	-	>97	-
Frigolit*	94	94	-	94	106,8
Dryckesförpackningar med pant	>97	>97	-	>97	-
Dryckesförpackningar utan pant	97	97	-	97	106,8
Hårdplastförpackningar ej dryck	>97	>97	-	>97	-
Övrig plast	>97	>97	-	>97	-
Avfallsbärare övrig plast	95	95	-	95	106,8
Textil - återanvändningsbar	31	33	103,5	35	106,8
Textil - återvinningsbar	21	24	103,5	26	106,8
Smått elavfall*	>97	>97	-	>97	-
Blöjor, Bindor**	76	76	101,6	78	106,8
Övrigt brännbart	49	50	102,6	52	106,8

**Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.

Tabell 50. Fossil andel kol (av totalt kol) för flerbostadshus. Den fossila andelen kol för respektive avfallsslag redovisas som rådata (okorrigerade) och korrigerat med individuella pmC(ref) värden (2022) och generellt pmC(ref) värde (2022). Material märkt med * faller under producentansvar.

Avfallsslag	pmC varierar mellan avfallsslag			Samma pmC (106,8) oavsett avfallsslag	
	Rådata (som andel av totalt kol)	Korrigerat (som andel av totalt kol)		Korrigerat (som andel av totalt kol)	
	Fossil kol %	Fossil kol %	pmC(ref)	Fossil kol %	pmC(ref)
Pappersförpackningar	20	23	103,7	25	106,8
Mjukplastförpackningar utom avfallsbärare	>97	>97	-	>97	-
Avfallsbärare mjukplast	96	96	-	96	106,8
Frigolit*	94	94	-	94	106,8
Dryckesförpackningar med pant	>97	>97	-	>97	-
Dryckesförpackningar utan pant	>97	>97	-	>97	-
Hårdplastförpackningar ej dryck	>97	>97	-	>97	-
Övrig plast	>97	>97	-	>97	-
Avfallsbärare övrig plast	>97	>97	-	>97	-
Textil - återanvändningsbar	66	67	103,5	68	106,8
Textil - återvinningsbar	48	50	103,5	51	106,8
Smått elavfall*	94	94	-	94	106,8
Blöjor, Bindor**	80	80	101,6	81	106,8
Övrigt brännbart	45	46	102,6	49	106,8

**Samtliga blöjor, bindor och dyl. som analyserades var rena och oanvända.