



Nr C 475  
Februari 2020

# Kvantifiering av PFAS- emissioner från kosmetiska produkter

Katarina Hansson, Kerstin Winkens Pütz och Robin Vestergren

**Författare:** Katarina Hansson, Kerstin Winkens Pütz och Robin Vestergren

**Medel från:** Naturskyddsföreningen

**Rapportnummer** C 475

**ISBN** 978-91-7883-150-0

**Upplaga** Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

**© IVL Svenska Miljöinstitutet 2020**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	4
Summary .....	5
Introduktion.....	6
Syfte.....	7
Metodik.....	8
Litteratursökning och datasammanställning av PFAS-halter .....	8
Kvantifiering av utsläpp från kosmetiska produkter .....	10
Resultat och diskussion .....	12
Datasammanställning av PFAS-innehåll .....	12
Kvantifiering av utsläpp.....	14
Slutsatser och framåtblick .....	16
Referenser .....	18
Appendix 1 .....	19

# Sammanfattning

Poly- och perfluorerade alkylsubstanser, PFAS, är samlingsnamnet för en kommersiellt viktig grupp kemikalier som används i ett stort antal industriella processer och konsumentprodukter på grund av deras oöverträffade ytaktiva egenskaper och kemiska stabilitet. Sedan början av 2000-talet har användningen av PFAS dock blivit alltmer ifrågasatt på grund av deras problematiska egenskaper i miljön. Många av de PFAS som hittills studerats är väldigt persistenta i miljön och kan anrikas i levande organismer, där de kan orsaka oönskade effekter. Ett av de mindre uppmärksammade användningsområdena för PFAS är inom kosmetiska produkter, där de kan tillsättas bland annat som dispergeringsmedel, vätmedel och filmbildare.

I denna rapport presenterar vi en första ansats till att kvantifiera PFAS-emissioner från användningen av kosmetiska produkter i Sverige, och sätter dessa i relation till andra kända källor för PFAS. Studien har genomförts av IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Naturskyddsföreningen, och baseras på befintliga data gällande halter av PFAS i olika kosmetiska produkter samt statistik för sålda mängder i Sverige under 2018. För att ta hänsyn till samtliga PFAS som kan förekomma i kosmetiska produkter har vi inkluderat resultat från mätningar av halter baserade på ämnes-specifika analyser ( $\Sigma$ PFAS), extraherbart fluor (EOF), total fluor (TF) och avsiktligt tillsatta halter som rapporterats av en svensk kosmetikaproducent.

Resultaten visar att utsläppen av  $\Sigma$ PFAS från sålda kosmetikaproducter 2018 i Sverige var 1,6 kg/år fördelat på 1,3 kg/år från Dekorativ kosmetika och 0,4 kg/år från Hudvård. Dessa siffror kan jämföras med de 45 kg/år som förväntas läcka ut i miljön från brandövningsplatser eller totalt 70 kg/år som släpps ut från avloppsreningsverk. Beräkningarna, som baserades på de PFAS som vi idag kan mäta rutinmässigt, indikerar därmed att kosmetiska produkter utgör en förhållandevis liten källa till utsläpp av PFAS i miljön. Slutsatserna blir dock väldigt annorlunda om man tar hänsyn till PFAS som inte kan mätas med dagens ämnes-specifika metoder. Beräkningarna av massflöden, baserade på EOF (38 kg/år), TF (1 500 kg/år) och PFAS som kända tillsatser (270 kg/år), visar att utsläppen från kosmetika är jämförbara eller betydligt högre än  $\Sigma$ PFAS uppmätta i utgående vatten från svenska avloppsreningsverk (70 kg/år). Därmed skulle kosmetiska produkter kunna vara en betydande PFAS-källa till miljön ifall man tar hänsyn till samtliga ämnen som finns i kosmetika, d.v.s. ursprungämnen och deras persistenta omvandlingsprodukter. Det bör dock understrykas att de beräknade emissionerna är behäftade med stora osäkerheter och att beräkningarna bör anpassas allteftersom nya data blir tillgängliga.

## Summary

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) refer to a large group of commercially important chemicals which have been used in numerous industrial applications and consumer products due to their unparalleled surface activity and chemical stability. Concerns regarding adverse environmental properties have, however, made PFASs subject to scrutiny since the early 2000s. Many of the PFASs that have been studied to date are extremely persistent in the environment and can bioaccumulate in living organisms, where they may cause toxic effects. One of the lesser known uses for PFASs is in cosmetics and personal care products, where they are used for example as dispersion agents, wetting agents and film-forming agents.

In this report, we present the first attempt to quantify PFAS-emissions from consumer products and to assess the importance of these emissions relative to other known sources. This study was performed by IVL Swedish Environmental Research Institute, on behalf of the Swedish Society for Nature Conservation (SSNC). The emission calculations were based on reported literature values for levels of PFASs in consumer products and their sales statistics within Sweden in 2018. In order to account for all PFASs that may be present in cosmetic products, measurements based on substance-specific analysis ( $\Sigma$ PFAS), extractable organic fluorine (EOF), total fluorine (TF) and self-reported levels in products from one Swedish cosmetic producer were considered and reported separately.

The calculated emissions of  $\Sigma$ PFAS from cosmetic and personal care products sold in Sweden during 2018 were 1.6 kg/year, with 1.3 kg/year from Decorative cosmetics and 0.4 kg/year from Skin care products respectively. These figures can be compared with approximately 45kg/year being emitted from fire-fighting training facilities and 70 kg/year from wastewater treatment effluents. The calculations based on routinely measured  $\Sigma$ PFASs therefore indicate that cosmetic products make a minor contribution to the overall environmental emissions in Sweden. However, opposing conclusions are reached when considering PFASs that are not routinely measured by substance-specific analyses. Mass-flow calculations based on EOF (38 kg/year), TF (1 500 kg/year) and self-reported levels by a cosmetic producer (270 kg/year) indicate that the emissions from cosmetics are substantially higher than measurements of  $\Sigma$ PFAS in effluent wastewater in Sweden (70 kg/year). Thus, cosmetic products could be a significant source of PFASs to the environment, in case all PFASs used in cosmetics are considered, including their potential precursors and transformation products. It should be noted that the emission calculations presented here are associated with large uncertainties and the calculations should be revised as new data become available.

# Introduktion

IVL har på uppdrag av Naturskyddsföreningen kvantifierat utsläppen av Poly- och perfluorerade alkylobstanser (PFAS) från användningen av kosmetiska produkter i Sverige.

PFAS, är samlingsnamnet för en kommersiellt viktig grupp kemikalier som inkluderar mer än 3000 substanser (KEMI 2015). Dessa används i ett stort antal industriella processer och konsumentprodukter, till exempel textilier, brandsläckningsmedel, skidvallor, möbeltextilier, rengöringsmedel och livsmedelsförpackningar. PFAS används främst för att de har oöverträffade vatten-, smuts- och fettavvisande egenskaper och för att de är extremt stabila (Buck et al. 2011). På grund av deras unika egenskaper har den totala globala produktionen av PFAS stadigt ökat sedan 1950-talet. Sedan början av 2000-talet har användningen av PFAS dock blivit alltmer ifrågasatt på grund av deras problematiska egenskaper i miljön. Många av de PFAS som hittills studerats är väldigt persistenta i miljön och kan anrikas i levande organismer där de kan orsaka oönskade effekter (DeWitt, 2015). Perfluorooktansyra (PFOA) som är ett av de mest studerade ämnena i denna grupp har en väldokumenterad toxicitet och det finns även en koppling mellan förhöjd exponering hos människor och ökad risk för vissa typer av cancer (DeWitt, 2015). Det är därför av stort intresse för samhället att känna till storleken på PFAS-flöden som förväntas nå miljön via användning av olika typer av produkter och via industriella processer för att på sikt kunna begränsa deras spridning.

Den kanske mest uppmärksammade källan till PFAS i Sverige, såväl som globalt, är användningen av brandsläckningsskum som släppts ut i miljön och förorenat dricksvattentäkter (Cousins et al., 2016). Stora resurser läggs idag på att försöka rena upp brandövningsplatser där man använt PFAS-innehållande brandsläckningsskum. Det stora antalet användningsområden av PFAS gör dock att dessa insatser endast kommer åtgärda en del av utsläppen till miljön. Nyligen genomförda studier, har visat att PFAS är vanligt förekommande i kosmetiska produkter (Fujii et al., 2013; Schultes et al., 2018; Danska EPA, 2018). PFAS i kosmetika kan släppas ut direkt till vattenmiljön t.ex. genom användning av solskydd innehållande PFAS, eller nå ett avloppsreningsverk via ansiktsrengörings-, dusch- och tvättvatten. Då PFAS generellt sett inte renas bort genom konventionella behandlingstekniker för avloppsvatten, kommer dessa flöden i slutändan nå miljön. En del av produkterna som används tas bort i samband med rengöring med engångsdukar eller liknande, och hamnar då med största sannolikhet i hushållsavfallet och går vidare till förbränning. Det är också sannolikt att en del av innehållet är kvar i förpackningar som slängs eller lämnas till återvinning. Hittills har dock inga studier genomförts för att uppskatta de totala utsläppen av PFAS från kosmetiska produkter och sätta dessa i relation med andra kända källor.

En av anledningarna till att förekomsten av PFAS i kosmetika har uppmärksammats först på senare år är, att de PFAS som är listade på innehållsförteckningarna av kosmetiska produkter inte är de åtta perfluorerade karboxylsyror (PFCAs) och de tre perfluorerade sulfonsyror (PFsAs) som regleras enligt REACH (EU:s kemikalielagstiftning). För de PFAS som är avsiktligt tillsatta ingredienser i kosmetika saknas det ofta analytiska standarder, som krävs för att tillförlitligt kunna kvantifiera dem i produkter och miljön. Det finns också väldigt lite data på fysikalisk-kemiska och toxikologiska egenskaper för många av de PFAS som tillsätts i kosmetika. Baserat på deras INCI-namn (t.ex. Perfluorononyl dimethicone) så skulle många av dessa ämnen klassas som s.k. prekursorer till perfluorerade karboxylsyror (PFCAs) under REACH fr.o.m. juli 2020 (REACH ANNE XVII). Detta betyder att ursprungsåmnet, som utgör den aktiva ingrediensen i produkten, skulle kunna omvandlas i miljön och bilda PFCAs som en stabil slutprodukt (Butt et al., 2014). För att göra en



relevant uppskattning av utsläpp från kosmetika är det därför viktigt att ta hänsyn till den totala mängden PFAS som kan förekomma i produkterna.

## Syfte

Det huvudsakliga syftet med projektet var att kvantifiera PFAS-emissioner från användningen av kosmetiska produkter i Sverige och sätta dessa i relation till andra kända källor såsom användning av brandskum och utsläpp från avloppsreningsverk.

Studien baserades på befintliga data gällande halter av PFAS i olika kosmetiska produkter samt statistik för sålda mängder i Sverige under 2018 (i SEK). För att ta hänsyn till samtliga PFAS som kan förekomma i kosmetiska produkter har vi inkluderat olika metoder för att uppskatta halterna av PFAS i kosmetika och redovisat beräkningarna för dessa separat.

# Metodik

Studien genomfördes i två delar; (i) litteratursökning och datasammanställning av PFAS-halter som rapporterats i kosmetiska produkter, samt (ii) beräkning av PFAS-emissioner till miljön från användningen av kosmetiska produkter baserat på försäljningsstatistik och uppskattade halter. De beräknade emissionerna jämfördes slutligen med andra kvantifierade PFAS-källor från en nyligen genomförd substansflödesanalys (Hansson et al., 2016).

## Litteratursökning och datasammanställning av PFAS-halter

För att beräkna utsläppen av PFAS från kosmetika krävs det till att börja med data på halter av dessa ämnen i olika produkter. Uppmätta halter av PFAS i kosmetika sammanställdes i en Exceldatabas utifrån en litteratursökning av relevanta rapporter och vetenskapliga artiklar. De olika PFAS ämnen är listade i Tabell 1. Fem olika undersökningar användes i datasammanställningen:

- "Occurrence of perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) in personal care products and compounding agents" (Fujii et al., 2013)
- Per- and polyfluoroalkyl substances and fluorine mass balance in cosmetic products from the Swedish market: implications for environmental emissions and human exposure (Schultes et al., 2018)
- Två separata analysuppdrag av PFAS i kosmetiska produkter för Naturskyddsföreningen (IVL, 2017 och 2018)
- "Survey of chemical substances in consumer products". The Danish Environmental Protection Agency, No. 169, 2018 (Danska EPA, 2018)

Studierna är genomförda mellan 2013 och 2018 och de produkter som ingår i dataunderlaget är inköpta mellan 2007 (Fujii et al., 2013) och 2017/18 (Schultes et al., 2018, IVL, Danska EPA, 2018). Genom kontakter med enskilda producenter, som önskar vara anonyma, erhöles även data på koncentrationer av PFAS som avsiktligt tillsatts i kosmetiska produkter på den svenska marknaden.

Vad som är en kosmetisk produkt definieras i artikel 2.1a i EU-förordning 1223/2009 enligt följande: "Ämnen eller blandningar som är avsedda att appliceras på människokroppens yttre delar (överhud, hår och hårbotten, naglar, läppar och yttre könsorgan) eller på tänder och slemhinnor i munhålan i uteslutande eller huvudsakligt syfte att rengöra eller parfymera dem eller förändra deras utseende, skydda dem, bibehålla dem i gott skick eller korrigera kroppslukt." Denna definition omfattar de produkter som normalt förknippas med kosmetiska och hygieniska syften såsom tvål, krämer, parfym och smink (Läkemedelsverket, 2019). För att kunna kombinera information om uppmätta PFAS-halter med försäljningsstatistik delades de analyserade produkter in efter produktkategorierna från den europeiska branschorganisationen för kosmetika- och personvårdsproducenter, Cosmetics Europé:

- **Dekorativ kosmetika**, så som pennor, puder, foundation
- **Hudvård**, så som krämer och lotions,
- **Hårvård**, så som schampo, balsam, vax, hårgelé
- **Hygien**, så som tvål, rakgel, tandkräm
- **Dofter**, så som parfym, rakvatten



Produktkategorin Solvård, som finns med i den svenska branschorganisationen för Kosmetik- och hygienföretagen (KOHFs) indelning av kosmetiska produkter, saknades i statistiken för 2018 från Cosmetics Europé och den gruppen kunde därför inte särredovisas. Koncentrationsdata från den produktkategorin splittrades därför på andra kategorier som motsvarade produkternas användningsområden, nämligen Dekorativ kosmetika (puder innehållande UV-filter) och Hudvård (solkräm).

Haltdata för PFAS samlades i möjligaste mån in för enskilda ämnen (Tabell 1) och summerades först i beräkningen av massflöden. För att inkludera PFAS som i dagsläget inte mäts rutinmässigt med masspektrometribaserade metoder, inkluderades även mätningar av extraherbart organisk fluor (EOF) och totalt fluorinnehåll (TF) utförda med förbränningsjonkromatografi.

**Tabell 1. Analyserade PFAS och olika typer av samlingsmått för den totala mängden fluor för kosmetikaproducter i det sammanställda underlaget. Antalet analyserade och detekterade ämnen varierade mellan de fem olika undersökningarna som användes i dataunderlaget.**

Ämnesnamn	Förkortning
Perfluorobutanoic acid	PFBA
Perfluoropentanoic acid	PFPeA
Perfluorohexanoic acid	PFHxA
Perfluoroheptanoic acid	PFHpA
Perfluorooctanoic acid	PFOA
Perfluorononanoic acid	PFNA
Perfluorodecanoic acid	PFDA
Perfluoroundecanoic acid	PFUnDA
Perfluorododecanoic acid	PFDoDA
Perfluorotridecanoic acid	PFTTrDA
Perfluorotetradecanoic acid	PFTeDA
Perfluorohexadecanoic acid	PFHxDA
Perfluorooctadecanoic acid	PFOcDA
4:2 Fluorotelomer sulfonic acid	4:2 FTSA
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid	6:2 FTSA
8:2 Fluorotelomer sulfonic acid	8:2 FTSA
Perfluorobutane sulfonic acid	PFBS
Perfluorohexane sulfonic acid	PFHxS
Perfluorooctane sulfonic acid	PFOS
Perfluorodecane sulfonic acid	PFDS
Perfluorooctane sulfonamide	FOSA
6:2 Fluorotelomer phosphate monoester	6:2 monoPAP
8:2 Fluorotelomer phosphate monoester	8:2 monoPAP
6:2 Fluorotelomer phosphate diester	6:2 diPAP
8:2 Fluorotelomer phosphate diester	8:2 diPAP
N-Methyl perfluorooctane sulfonamidoacetic acid	MeFOSAA
N-Ethyl perfluorooctane sulfonamidoacetic acid	EtFOSAA
Extraherbart organiskt fluor	EOF
Total fluor	TF

För att särskilja halterna och de beräknade massflödena av PFAS som härstammar från olika mätmetoder används följande förkortningar genomgående i rapporten:

- **∑PFAS:** summan av de 27 listade enskilda PFAS som kan mätas med gängse masspektrometrimetoder i kosmetikaprover. Observera att antalet PFAS varierande mellan de olika studierna, från 9 st (Fujii et al., 2013) till 25 st (IVL, 2018).
- **EOF:** kosmetikaprover som extraherats med organiskt lösningsmedel (metanol) och därefter analyserats med förbränningsjonkromatografi. EOF analyserades i två av studierna, Schultes et al. (2018) samt Danska EPA (2018).
- **TF:** kosmetikaprover som analyserats direkt med förbränningsjonkromatografi utan någon förbehandling av proverna. TF analyserades i en av studierna, nämligen Schultes et al. (2018).

Enskilda PFAS som var icke-detekterbara i produkterna sattes till noll vid beräkning av ∑PFAS. Därefter beräknades ett medelvärde för alla produkter i de olika produktkategorier för ∑PFAS, EOF och TF. Dessa medelvärden användes i vidare beräkningar av massflöden. I Appendix 1 anges antalet kvantifierbara värden (> LOQ) av det totala antalet värden i dataunderlaget per ämne och produktkategori. I Appendix 1 presenteras också de beräknade medelhalterna för varje specifikt ämne samt för ∑PFAS, EOF och TF.

## Kvantifiering av utsläpp från kosmetiska produkter

Utsläppen av PFAS till miljön från kosmetiska produkter beräknades som massflöden ( $\dot{m}$ ) med enheten kg/år, utifrån följande ekvation:

$$\dot{m} = \frac{C \times F \times m \times a \times f}{p \times 10^{12}} \quad \text{Ekvation 1.}$$

Där  $C$  är den medelkoncentrationen (halt) av PFAS (som: ∑PFAS, EOF eller TF) i en produktkategori (i ng/g),  $F$  är den totala försäljningen av en produktkategori i Sverige under ett år (i SEK/år)<sup>1</sup>,  $m$  är den uppskattade medelvikten för en typisk produkt ur en kategori (i g/produkt),  $a$  är andelen produkter i en viss kategori som innehåller PFAS och  $p$  är det uppskattade medelpriset för en typisk produkt (i SEK/produkt). Omvandlingsfaktorn,  $10^{12}$ , användes för att konvertera resultaten från ng/år till kg/år. Koncentrationsdata för PFAS i olika produktkategorier togs från databasen som sammanställdes i projektets första moment. Försäljningsstatistik för kosmetiska på den svenska marknaden under 2018 hämtades från Cosmetics Europe.<sup>2</sup>

Enligt försäljningsstatistiken från Cosmetics Europe låg försäljningen av kosmetiska produkter i Sverige 2018 på ca 20,2 miljarder SEK, varav Dekorativ kosmetika och Hudvård stod för halva försäljningen (Tabell 2).

I Tabell 3 anges de antaganden som gjordes för att sätta värden på parametrarna  $m$ ,  $p$ ,  $a$  och  $f$  i Ekvation 1. I denna studie uppskattas den totala mängden PFAS som kan släppas ut till miljön utan särredovisning av olika avfallsflöden, så som utsläpp direkt till vatten, via avloppsvatten eller

<sup>1</sup> Försäljningssiffrorna räknades om från Euro till SEK med hjälp av Riksbankens genomsnittliga valutakurs för 2018, <https://www.riksbank.se/sv/statistik/sok-rantor--valutakurser/valutakurser-till-deklarationen/>

<sup>2</sup> <https://cosmeticseurope.eu/library/>

förbränning. För produktkategorin Dekorativ kosmetika är en viss uppdelning möjlig och för den kategorin särredovisas utsläpp till avloppsreningsverk och till avfallsförbränning ( $f$  i Ekvation 1). Dessa antaganden baseras på Naturskyddsföreningens undersökning bland sina följare på Instagram (hösten 2019), kring hur man tar bort smink (Dekorativ kosmetika). Syftet med undersökningen var att kartlägga slutdestinationen för smink som potentiellt innehåller PFAS i samband med ansiktsrengöring. Undersökningen visade att av de 2 000 personer som svarade, angav ca 70 % ( $f = 0,7$ , Ekvation 1) att sminket hamnade i avloppet, antingen direkt via ansiktstvätt eller via tvätt av flergångstvättlappar, som därefter tvättas i maskin. Resterande ca 30 % ( $f = 0,3$ , Ekvation 1) svarade att sminket togs bort med engångstvättlappar eller liknande vars slutdestination blev avfallsförbränning (personlig kommunikation, Kristina Volkova Hellström, Naturskyddsföreningen, 2019). Det är också möjligt att vissa PFAS avges till miljön via t.ex. avdunstning från produkter och därefter sprids med luft. Denna spridningsväg skulle kunna vara av särskild betydelse för PFAS med låg molekylvikt och som saknar en funktionell grupp som lätt joniseras under miljömässigt relevanta pH-värden (dvs. inte PFCAs, PFSA:s eller PAPs). I brist på ämnes-specifik information om exakt vilka PFAS som ingår i kosmetika och deras fysikalisk-kemiska egenskaper har vi dock antagit att emissioner sker enbart till vatten.

**Tabell 2. Försäljning ( $F$ , i SEK/år) av kosmetiska produkter i Sverige 2018, uppdelat i produktkategorier (Cosmetics Europé, 2019).**

Produktkategori	Försäljning 2018, SEK
Dofter	1 805 179 200
Dekorativ kosmetika	5 600 158 200
Hudvård	5 518 104 600
Hårvård	3 733 438 800
Hygien	3 641 128 500
<b>Summa</b>	<b>20 298 009 300</b>

För att återspegla variationen i utsläpp som en konsekvens av olika typer av halldata beräknades fyra olika scenarion baserat på  $\Sigma$ PFAS, EOF, TF samt frivilliga uppgifter från kosmetikaindustrin. Uppskattningar av utsläppen PFAS i kosmetika ställdes därefter i relation till andra kända och relevanta flöden, t.ex. flöden via avloppsreningsverk, lakvatten från deponier samt användning av andra produktgruppen så som brandskum och hydrauloljor. Dessa data hämtades från en tidigare studie som genomfördes inom ramen för ett regeringsuppdrag om källor till PFAS i miljön (Hansson et al., 2016).

Tabell 3. Antaganden för att få fram aktivitetsdata för beräkning av utsläpp från kosmetiska produkter.

Parameter	Antaganden	Källa
<b>Vikt per förpackning (<i>m</i>)</b>	Dekorativ kosmetika: 15 g; Hudvård: 100 g; Hudvård och Hårvård: 200 g	Uppskattat värde, i samråd med Naturskyddsföreningen
<b>Kostnad per förpackning (<i>p</i>)</b>	Medelpris 100 SEK	Uppskattat värde, i samråd med Naturskyddsföreningen
<b>Andel produkter innehållande PFAS på den svenska marknaden (<i>a</i>)</b>	4,4 %	Henricsson, 2017
<b>Avfallsflöden - kosmetiska produkter (<i>f</i>)</b>	100 % till avloppsvatten;  För Dekorativ kosmetika: förbränning (30 %, $f = 0,3$ ) och avloppsvatten (70 %, $f = 0,7$ )	Egna antaganden  Dekorativ kosmetika: Naturskyddsföreningens undersökning om borttagande av smink, 2019

## Resultat och diskussion

### Datasammanställning av PFAS-innehåll

I dataunderlaget finns resultat från totalt 123 PFAS mätningar. I 25 av dessa har inte enskilda PFAS kunnat bestämmas. Anledningen till det är bland annat att vissa av produkterna ingick i studierna som kontrollprodukter, alltså sådana utan PFAS innehåll enligt produkternas innehållsförteckning, medan i andra produkter var de analyserade specifika PFAS i så låga halter att de inte var kvantifierbara (<LOQ). Det innebär att 98 PFAS mätningar ingick i det slutliga dataunderlaget som användes för beräkning av massflöden. Antalet specifika PFAS varierade mellan undersökningarna och detektionsfrekvensen för vissa av de specifika PFAS var låg (t.ex. PFHxS, PFOS, PFOSA), medan den för andra specifika substanser som PFOA, PFPeA, PFHxA, istället var hög (Appendix 1).

I Tabell 4 visas en sammanfattning av antalet PFAS-mätningar som gjorts i olika produktkategorier. För två av totalt fem produktkategorier finns det relativt bra dataunderlag som kan användas för vidare beräkningar. De flesta produktanalyser finns i kategorien Dekorativ kosmetika ( $n=66$ ), men även kategorin Hudvård innehåller mätningar från flera olika produkter ( $n=30$ ). Då Solvård saknades som en egen kategori i försäljningsstatistiken för 2018, splittrades de analyserade produkterna som skulle tillhört denna kategori i beräkningarna på Dekorativ kosmetika (foundation och puder med solfilter) samt Hudvård (solkräm).

För kategorierna Hårvård och Hygien, fanns endast ett par enstaka produkter i det undersökta dataunderlaget, vilket gjorde att medelhalter inte kunde beräknas och utsläpp från dessa kategorier inte kunde kvantifieras. Då vissa produkter i dessa kategorier, såsom schampo, balsam och tvål säljs i stora kvantiteter, och enligt innehållsdeklarationer kan innehålla PFAS (t.ex. Perfluorodecalin,

Perfluorononylethyl carboxydecyl peg-10 dimethicon och Octafluoropentyl methacrylate (Danska EPA, 2018)), skulle de totala utsläppen från dessa produktkategorier med största sannolikhet underskattas om endast de enstaka detekterade halterna användes i beräkningarna. På grund av det bristfälliga dataunderlaget har kvantifieringen av PFAS för Hårvård och Hygien inte varit möjlig att genomföra. Mätdata för Dofter saknas också helt i dataunderlaget, men för denna produktkategori finns det inga tydliga indikationer på att dessa produkter innehåller PFAS.

**Tabell 4. Fördelning av produkttyper per produktkategori samt antal produkter i dataunderlaget, fördelat på inköpsland. Antalet produkter per produktkategori anges med fetare stil. Observera att i den danska studien, genomförde man två analyser per produkt, vilket innebär att det totala antalet prover från den danska undersökningen är 40 från totalt 20 olika analyserade produkter. Det totala antalet prover, inklusive dubbletterna anges inom parantes.**

Produktkategori	Produkttyp	Danmark*	Japan	Sverige	Antal totalt
<b>Dekorativ kosmetika</b>		<b>13 (26)</b>	<b>19</b>	<b>38</b>	<b>70 (83)</b>
	Foundation	9 (18)	8	11	28 (37)
	Highlighter	1 (2)			1 (2)
	Läppstift		2		2
	Puder	1 (2)	5	17	23 (24)
	Serum/foundation			1	1
	Ögonbryn-skugga			1	1
	Ögonpenna	1 (2)		2	3 (4)
	Ögonskugga	1 (2)		3	4 (5)
	Pennor			1	1
	Maskara			2	2
	Manikyr		4		4
<b>Hudvård</b>		<b>6 (12)</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>30 (36)</b>
	Ansiktskräm			16	16
	Ansiktsskrubb	1 (2)			1 (2)
	Kroppslotion	3 (6)			3 (6)
	Kräm/lotion	2 (4)			2 (4)
	Solkräm		7		7
	Rengöring läppar			1	1
<b>Hygien</b>				<b>2</b>	<b>2</b>
	Rakgel			2	2
<b>Hårvård</b>		<b>1 (2)</b>			<b>1 (2)</b>
	Hårspray	1 (2)			1 (2)
<b>Totalt</b>		<b>20 (40)</b>	<b>26</b>	<b>57</b>	<b>103 (123)</b>

\* Studien omfattar 2 separat upparbetade prover per produkt, så 20 (40), betyder 20 olika produkter och 40 analyserade prover.

Antal mätvärden samt medelvärden per produktgrupp och ämne presenteras i Appendix 1. Medelhalterna av  $\Sigma$ PFAS från datasammanställningen var ca 34 000 ng/g för Dekorativ kosmetika och 1 500 ng/g för Hudvård (anges med två värdesiffror). De uppmätta halterna av  $\Sigma$ PFAS uppvisade dock en stor variation för både Hudvård och Dekorativ kosmetika (>10 000 gångers skillnad mellan det högsta och lägsta värdet). Antalet analyserade och detekterade ämnen varierade också mellan olika produkttyper och mellan undersökningarna som inkluderades i dataunderlaget. Den stora variationen i  $\Sigma$ PFAS-halter kan delvis förklaras genom att vissa PFAS som detekterats utgör avsiktliga tillsatta ämnen (vilket resulterar i relativt höga halter), medan andra enbart förekommer som biprodukter/orenheter från kemikalieframställningen (vilket leder till relativt låga

halter). PFCAs, som detekterades i majoriteten av alla prover, är exempel på ämnen som inte avsiktligt används i kosmetikaproducter, men är vanligt förekommande som orenheter från produktionen av andra typer av PFAS (Buck et al., 2011). Mono- och di-PAPs, som enligt INCI nomenklatur brukar kallas Ammonium C6-16 Perfluoroalkylethyl eller Phosphate C9-15 Fluoroalcohol phosphate, vilka detekterades i nio prover, är exempel på ämnen som utgör avsiktligt tillsatta ingredienser i kosmetika (Schultes et al., 2018). Följaktligen, observerades de högsta värdena för  $\Sigma$ PFAS i produkter med mono- och di-PAPs som avsiktligt tillsatta ingredienser. Urvalet av produkter och vilka ämnen som inkluderas i den kemiska analysen påverkar därmed beräkningen av medelvärden.

I den studien (Schultes et al. 2018) som rapporterat mätningar baserade på förbränningsjonkromatografi var halterna av TF konsekvent högre än EOF vilka i sin tur var högre än  $\Sigma$ PFAS.

Medelvärdena för EOF och TF i hela dataunderlaget var 250 000 ng/g, respektive 3 600 000 ng/g i Dekorativ kosmetika och 120 000 ng/g, respektive 5 500 000 ng/g i Hudvård (anges med två värdesiffror). Den stora skillnaden mellan  $\Sigma$ PFAS ämnen och EOF tyder på att majoriteten av de produkter som analyserats innehåller PFAS som vi inte känner till eller inte kan kvantifiera med dagens specifika analysmetoder. Skillnaden mellan EOF och TF, i sin tur, kan förklaras av att många av de PFAS som avsiktligt tillsätts till kosmetika är polymera föreningar (t.ex. polytetrafluoroetylene) som inte kan extraheras effektivt med polära lösningsmedel (Schultes et al., 2018). TF kan dock i vissa fall vara en överskattning av den totala PFAS halten, då dessa mätningar också kan ha ett bidrag från oorganiskt fluor såsom t.ex. syntetiskt glimmer (Fluorophlogopite) eller fluorinnehållande mineraler.

Innehållsförteckningarna för de analyserade produkterna visade i många fall att olika PFAS finns i kosmetiska produkter som tillsatta ämnen. Med undantag för mono- och di-PAPs kunde dessa listade ämnen dock inte analyseras för i de fem utvalda litteraturstudierna. En grov uppskattning av innehållet har dock gjorts för Dekorativ kosmetika utifrån information erhållen från en kosmetikaproducent i Sverige gällande mängden av de två tillsatta ämnen som inte kan mätas med dagens mätmetoder, nämligen polytetrafluoroetylen (PTFE) och perfluorononyl dimethicon. Halten av dessa ämnen i produkter så som pennor, ögonskuggor, highlighter och liknande utgör ca mellan 0,058 och 1,4 % av den totala produktvikten. Dessa uppgifter om avsiktligt tillsatt PFAS innehåll visar därmed bäst överensstämmelse med TF mätningar vilka omräknat från ng/g motsvarar ungefär 0,01 respektive 0,5 % av den totala produktvikten (se stycket ovan).

## Kvantifiering av utsläpp

Utifrån haltdata, försäljningsstatistik och en rad olika antaganden beräknades utsläppen till miljön av  $\Sigma$ PFAS, EOF och TF för de enskilda produktkategorierna (Tabell 5). Beräkningarna visar att utsläppen av  $\Sigma$ PFAS från sålda kosmetikaproducter 2018 i Sverige är 1,6 kg/år fördelat på 1,3 kg/år från Dekorativ kosmetika och 0,4 kg/år från Hudvård. Dessa siffror kan jämföras med de 45 kg/år som förväntas läcka ut i miljön från brandövningsplatser eller totalt 70 kg/år som kommer ut från avloppsreningsverk (Hansson et al., 2016). Resultaten baserade på de PFAS som vi idag kan mäta rutinmässigt indikerar därmed att kosmetiska produkter utgör en förhållandevis liten källa till miljön (ca 2% av det som kommer ut från reningsverken).

Slutsatserna blir dock väldigt annorlunda om man tar hänsyn till PFAS som inte kan mätas med dagens ämnes-specifika metoder. Beräkningarna av massflöden baserade på EOF (38 kg/år), TF (1

500 kg/år) och PFAS som kända tillsatser (270 kg/år, Tabell 5), visar att utsläppen av relevanta PFAS från kosmetika är mellan 22–880 gånger högre än de som beräknas baserade på  $\Sigma$ PFAS (27). Denna diskrepans visar på ett tydligt behov av mer ämnes-specifika mätdata och uppgifter från tillverkare på de PFAS-ämnen som avsiktligt tillsätts i kosmetika för att öka tillförlitligheten i beräknade emissioner. Då emissionsberäkningarna för EOF, TF och  $PFAS_{kända\ tillsatt}$  avser delvis andra ämnen än de som ligger till grund för beräkningarna av flöden från reningsverk och brandövningsplatser är det svårt att kvantifiera bidraget från kosmetikaproducter jämfört med andra källor. En nyligen publicerad studie av ett fåtal prover visade att utgående vatten från svenska reningsverk innehåller en stor andel EOF (56-98%) som inte kan förklaras av kända PFAS (Kärrman et al., 2019). Därmed kan man förvänta sig att massflöden från reningsverk också skulle bli högre om man tog hänsyn till hittills oidentifierade PFAS.

Jämförelsen av uppskattade emissioner från produkter med inkommande eller utgående vatten till reningsverk kompliceras ytterligare av att många av de PFAS som används i kosmetika är kända eller misstänkta prekursorer till PFCAs. En del av flödena som baseras på EOF/TF mätningar eller kända tillsatser skulle därmed kunna omvandlas till PFCAs innan, under eller efter att de passerar reningsverken. I de studier som hittills genomförts på biologisk omvandling under aeroba förhållanden har man sett att utbytet av PFCAs från telomer-baserade prekursorer är runt ett par procentenheter även om utbytet varierar med reaktionsbetingelserna (Butt et al., 2014). Då  $\dot{m}_{TF}$  och  $\dot{m}_{PFAS_{kända\ tillsatt}}$  är 21-, respektive 4-gångar större utgående flöden av  $\Sigma$ PFAS från reningsverken så skulle utsläpp från kosmetiska också kunna ge ett betydande bidrag till kända PFAS som mäts rutinmässigt i miljön om man tar hänsyn till och omvandling av prekursorer. För att kunna göra en bättre uppskattning av bidraget från kosmetiska produkter till kända och hittills oidentifierade PFAS i miljön krävs mer detaljerad information om halter och fysikalisk-kemiska egenskaper för de PFAS som utgör avsiktligt tillsatta ingredienser i kosmetika.

**Tabell 5. Utsläpp (kg)/år av  $\Sigma$ PFAS, EOF och TF från kosmetiska produkter sålda i Sverige 2018 uppdelat i produktkategorier. Beräkningarna baseras på medelvärden utifrån sammanställda litteraturstudiedata. Resultaten är angivna med två värdsiffror.**

Utsläpp Massflöden	Dekoratив kosmetika	Hudvård	Totalt
$\dot{m}_{\Sigma PFAS}$	1,3	0,37	<b>1,6</b>
$\dot{m}_{EOF}$	9,4	28	<b>38</b>
$\dot{m}_{TF}$	130	1 300	<b>1 500</b>
$\dot{m}_{PFAS_{kända\ tillsatt}}$	270	.*	<b>270</b>

\*Icke-kvantifierbar på grund av att data gällande kända tillsatta PFAS till produkter inom Hudvård saknades

Det bör betonas att dessa beräkningar är behäftade med stora osäkerheter och bör revideras allteftersom nya data blir tillgängliga. Nedan beskrivs de främsta källorna till osäkerhet som identifierades:

- Brist på representativa haltdata. Beräkningarna av emissioner baserades på ett begränsat antal observationer, vilket leder till stora osäkerheter i beräkningen av medelvärden för olika produktkategorier.
- Att uppskatta emissioner utifrån försäljningssiffror är en stor osäkerhet i sig, eftersom den metoden kräver en rad andra antaganden, som var för sig innebär stora osäkerheter.



- Antaganden om produktstorlek och produktpris baserades på ett fåtal produkter som ansågs vara representativa för en hel kategori av produkter. Likaså, andelen kosmetiska produkter som innehåller PFAS baserades endast på data från en svensk studie.
- Dataluckor för potentiellt viktiga produktkategorier. Emissionerna från Hygien- och Hårvårdsprodukter kunde inte beräknas p.g.a. bristfälliga haltdata, vilket leder till att de faktiska utsläppen underskattas.
- Produkter som är köpta i utlandet och används i Sverige (direktimport) ingår inte i försäljningsstatistiken. Om sådana produkter skulle inkluderas i beräkningarna skulle det leda till högre emissioner än de som beräknades här.
- Tidsförskjutning mellan användning och utsläpp. I beräkningarna antogs att samtliga produkter sålda i Sverige under ett år används samma år. Hur realistiskt detta antagande är har vi svårt att utvärdera, men troligtvis så finns det en längre tidsförskjutning mellan försäljning och utsläpp för vissa produktkategorier. Denna tidsförskjutning kan vara viktig att ta hänsyn till när man jämför beräkningarna med uppmätta flöden av PFAS t.ex. vid avloppsreningsverk. Särskilt då många PFAS-producenter och kosmetikaproducenter har ändrat formuleringen av sina produkter under de senaste åren.
- Antagande om att samtliga PFAS går ut med avloppsvatten. Ett stort antal studier har använt liknande antaganden för att beräkna emissioner av PFCAs som huvudsakligen förekommer som anjoner och därmed har en relativt hög vattenlöslighet och är icke-flyktiga. De fysikalisk-kemiska egenskaperna hos många av de PFAS som utgör avsiktligt tillsatta ingredienser i kosmetika kan dock skilja sig avsevärt från PFCAs vilket skulle leda till andra spridningsvägar. Som tidigare nämnts i rapporten kan också många av de PFAS som används i kosmetika omvandlas i miljön till PFCAs eller andra persistenta slutprodukter.
- Antagande om att enskilda PFAS i ämnes-specifika analyserna som var icke-detekterbara i produkterna sattes till noll kan leda till lägre mängd av  $\Sigma$ PFAS. Den mängd som eventuellt underskattas, skulle dock själv inte bidra till differensen mellan  $\Sigma$ PFAS och EOF eller TF.

## Slutsatser och framåtblick

I denna studie har vi gjort en första ansats till att beräkna emissionerna av PFAS från kosmetiska produkter i Sverige baserat på rapporterade halter och försäljningsstatistik. Beräkningarna visar att utsläppen från kosmetiska produkter motsvarar en relativt liten del av mängderna som kommer ut från avloppsreningsverk om man enbart tar hänsyn till de PFAS som kan mätas rutinmässigt med dagens tekniker. Om man istället baserar beräkningarna på samlingsanalyser för fluorinnehåll eller de rapporterade halter av PFAS som avsiktligt tillsätts till kosmetika blir de beräknade emissionerna uppemot 3 tiopotenser högre. Därmed skulle kosmetiska produkter kunna vara en dominerande källa till mängderna av PFAS som går ut genom reningsverken och en betydande källa till miljön. Studien belyser därmed hur viktigt det är att ta hänsyn till samtliga ämnen som uppfyller OECDs definitionen för PFAS.

Vi vill samtidigt understryka att de beräknade emissionerna är behäftade med stora osäkerheter, som vi försöker tydliggöra i rapporten, och vi välkomnar uppdateringar av dessa beräkningar allteftersom nya data blir tillgängliga. I detta sammanhang ser vi, i likhet med den nyligen föreslagna EU-strategin för PFAS<sup>3</sup>, ett behov av ökad transparens kring tillsatser i kosmetika som kan utgöra en risk för miljön. Information liknande den som finns i produktregistret för kemiska

---

<sup>3</sup> <https://www.regjeringen.no/contentassets/1439a5cc9e82467385ea9f090f3c7bd7/fluor---eu-strategy-for-pfass---december-19.pdf>





produkter<sup>4</sup> skulle drastisk reducera osäkerheterna i beräkningar av emissioner för enskilda PFAS och förkorta tiden från upptäckt av problematiska kemikalier till implementering av åtgärdsstrategier.

---

<sup>4</sup> <https://www.kemi.se/produktregistret>

## Referenser

- Buck, R. C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J. M., Cousins, I. T., De Voogt, P., ... & van Leeuwen, S. P. (2011). Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integrated environmental assessment and management*, 7(4), 513-541.
- Butt, C. M., Muir, D. C., & Mabury, S. A. (2014). Biotransformation pathways of fluorotelomer-based polyfluoroalkyl substances: A review. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(2), 243-267.
- Cousins, I. T., Vestergren, R., Wang, Z., Scheringer, M., & McLachlan, M. S. (2016). The precautionary principle and chemicals management: The example of perfluoroalkyl acids in groundwater. *Environment international*, 94, 331-340
- Danska EPA, 2018: Survey of chemical substances in consumer products. The Danish Environmental Protection Agency, Rapport Nr. 169.
- DeWitt, J. C. (Ed.). (2015). Toxicological effects of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances. Springer, Cham: Springer International Publishing.
- Fujii Y., Harada K. H., Koizumi A., 2013: Occurrence of perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) in personal care products and compounding agents. *Chemosphere* 93 (2013) 538-544
- Hansson K., Palm Cousins A., Norström K., Graae L., Stenmarck Å., (2016): Sammanställning av befintlig kunskap om föroreningskällor till PFAS-ämnena i svensk miljö". IVL rapport C182 på uppdrag av Naturvårdsverket. <http://www.ivl.se/sidor/publikationer/publikation.html?id=5220>
- IVL, 2017: Uppdragsanalys av PFAS i kosmetiska produkter för Naturskyddsföreningen
- IVL, 2018: Uppdragsanalys av PFAS i kosmetiska produkter för Naturskyddsföreningen
- Läkemedelsverket, 2019: Vad är en kosmetisk produkt?  
<https://lakemedelsverket.se/malgrupp/Foretag/Kosmetika/Kosmetikalagstiftningen/Vad-ar-en-kosmetisk-produkt/>
- KEMI (2015): Occurrence and use of highly fluorinated substances and alternatives –Report from a government assignment; Report 7/15. The Swedish Chemicals Agency, ISSN 0284-1185; pp. 112.
- Kärman, A., Wang, T., Kallenborn, R. Screening of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) and Extractable Organic Fluorine (EOF) in the Nordic Environment. *TemaNord* 2019:515 ISBN 978-92-893-6062-3.
- REACH ANNEX XVII. <https://echa.europa.eu/documents/10162/7a04b630-e00a-a9c5-bc85-0de793f6643c>
- Schultes, L., Vestergren, R., Volkova, K., Westberg, E., Jacobson, T., & Benskin, J. P. (2018). Per- and polyfluoroalkyl substances and fluorine mass balance in cosmetic products from the Swedish market: implications for environmental emissions and human exposure. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 20(12), 1680-1690.

# Appendix 1

Fördelningen av antalet prover per produktkategori och ämne av totalt 123 prover i dataunderlaget (detektionsfrekvens). Värden inom parenteser avser antalet värden inklusive ej detekterbara halter (<LOQ). Värden framför parenteser avser antalet prover i vilka respektive ämne var kvantifierbart (>LOQ).

	Dekorativ kosmetika	Hudvård	Hygien	Hårvård	Totalt
PFBA	20 (37)	11 (21)			31 (58)
PFPeA	35 (38)	12 (21)			47 (59)
PFHxA	56 (71)	20 (33)	0 (1)		76 (105)
PFHpA	50 (69)	22 (33)	0 (1)		72 (103)
PFOA	49 (64)	25 (32)	1 (1)		75 (97)
PFNA	41 (62)	19 (31)	0 (1)		60 (94)
PFDA	39 (64)	18 (31)	0 (1)		57 (96)
PFUnDA	39 (61)	15 (31)	0 (1)		54 (93)
PFDODA	37 (62)	14 (31)	0 (1)		51 (94)
PFTTrDA	26 (60)	12 (29)	0 (1)		38 (90)
PFTeDA	29 (61)	14 (31)	0 (1)		43 (93)
PFHxDA	2 (32)	0 (16)	0 (1)		2 (49)
PFOcDA	1 (14)	0 (11)			1 (25)
PF-3.7-DMOA	1 (2)				1 (2)
HPFHpA	2 (3)				2 (3)
4:2 FTSA	2 (3)				2 (3)
6:2 FTSA	11 (39)	3 (17)	0 (1)	1 (1)	15 (58)
8:2 FTSA	2 (4)	2 (2)			4 (6)
PFBS	3 (35)	0 (16)	0 (1)		3 (52)
PFHxS	0 (33)	0 (16)	0 (1)		0 (50)
PFOS	1 (33)	0 (16)	0 (1)		1 (50)
PFDS	1 (33)	1 (16)	0 (1)		2 (50)
PFOSA	1 (33)	0 (16)	0 (1)		1 (50)
6:2 monoPAP	4 (17)	3 (11)			7 (28)
8:2 monoPAP	6 (17)	2 (11)			8 (28)
6:2 diPAP	5 (17)	4 (11)			9 (28)
8:2 diPAP	4 (17)	1 (11)			5 (28)
MeFOSAA	0 (17)	0 (11)			0 (28)
EtFOSAA	3 (17)	0 (11)			3 (28)
<b>Antal prover <math>\Sigma</math>PFAS</b>	<b>66 (83)</b>	<b>30 (36)</b>	<b>1 (2)</b>	<b>1 (2)</b>	<b>98 (123)</b>
<b>Antal prover EOF</b>	<b>29 (29)</b>	<b>10 (10)</b>			<b>39 (39)</b>
<b>Antal prover TF</b>	<b>16 (16)</b>	<b>5 (5)</b>	<b>1 (1)</b>		<b>22 (22)</b>

Medelhalt PFAS (ng/g) per produktkategori och ämne i dataunderlaget baserat på värden över LOQ. Värden under LOQ ingår inte i beräkningen av medelhalterna. Värden är inte avrundade.

	Dekorativ kosmetika	Hudvård	Hygien	Hårvård	Totalt
PFBA	92	3.2		60	
PFPeA	85	2.7		64	
PFHxA	664	839		711	
PFHpA	232	104		193	
PFOA	366	442	0.6		387
PFNA	124	93			114
PFDA	263	356			292
PFUnDA	66	68			66
PFDoDA	153	249			179
PFTTrDA	62	42			56
PFTeDA	77	114			89
PFHxDA	0.72				0.72
PFOcDA	0.27				0.27
PF-3.7-DMOA	13				13
HPFHpA	4.0				4.0
4:2 FTSA	4.4				4.4
6:2 FTSA	88	1.1		0.69	65
8:2 FTSA	250	1.0			126
PFBS	2.2				2.2
PFHxS					*
PFOS	0.15				0.15
PFDS	2.0	1.4			1.7
PFOSA	0.30				0.3
6:2 monoPAP	437 356	58			249 943
8:2 monoPAP	63 629	12			47 725
6:2 diPAP	7 905	201			4 481
8:2 diPAP	1 344	37			1 082
MeFOSAA					*
EtFOSAA	1.2				1.2
Medelhalt $\Sigma$ PFAS	34 483	1 534	0.60	0.69	23 693
Medelhalt EOF	253 679	117 031			218 641
Medelhalt TF	3 561 250	5 509 600	851 000		3 880 864

\*Inga värden i underlaget kvantifierade i halter över LOQ

