

# Nationell screening av perfluorerade föroreningar (PFAA) i dricksvatten

*Katrin Holmström*

*Sandra Wetterstrand*

*Gullvy Hedenberg*





## Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten  
Rönnät & Klimat  
Avlopp & Miljö  
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Agneta Granberg (m), Ordförande	Göteborg
Daniel Hellström, Utvecklingsledare	Svenskt Vatten
Henrik Aspegren	VA SYD
Per Ericsson	Norrvatten
Tove Göthner	Sveriges Kommuner och Landsting
Per Johansson (s)	Gävle kommun
Stefan Johansson	Skellefteå kommun
Annika Malm	Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad
Lisa Osterman	Örebro kommun
Kenneth M. Persson	Sydvatten AB
Carl-Olof Zetterman	SYVAB

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan återopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling  
Svenskt Vatten AB  
Box 14057  
167 14 Bromma  
Tfn 08-506 002 00  
Fax 08-506 002 10  
svensktvatten@svensktvatten.se  
www.svensktvatten.se  
*Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.*

<b>Rapportens titel:</b>	Nationell screening av perfluorerade föroreningar (PFAA) i dricksvatten
<b>Title of the report:</b>	National screening of perfluorinated pollutants (PFAA) in drinking water in Sweden
<b>Författare:</b>	Katrin Holmström, Sandra Wetterstrand, Sweco Environment; Gullvy Hedenberg, Svenskt Vatten
<b>Rapportnummer:</b>	2014-20
<b>Antal sidor:</b>	27
<b>Sammandrag:</b>	Projektet analyserar rå- och dricksvatten från hela Sverige, och syftade till att belysa vilka olika typer och halter av PFAA som kan förekomma i olika typer av vattentäkter, samt hur vanligt det är med problematiska halter av PFAA i rå- och dricksvatten i Sverige.
<b>Abstract:</b>	The project analyzes drinking water from sources all over Sweden The project aimed to investigating which different types and levels of PFAA that may occur in different types of water sources, and how common problematic levels of PFAA is in drinking water in Sweden.
<b>Sökord:</b>	PFOS, PFOA, PFAS, PFAA, AFFF, perfluor, brandövning, brandsläckskum, analys
<b>Keywords:</b>	Firefighting foam, drinking water, chemical analysis, perfluorinated
<b>Målgrupper:</b>	Dricksvattenproducenter, myndigheter
<b>Omslagsbild:</b>	Släckskum. Foto: Katrin Holmström, Sweco
<b>Rapport:</b>	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida <a href="http://www.svenskvatten.se">www.svenskvatten.se</a>
<b>Utgivningsår:</b>	2014
<b>Utgivare:</b>	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB
<b>Om projektet</b>	
<b>Projektnummer:</b>	SVU 14-103
<b>Projektets namn:</b>	Nationell kartläggning av perfluorerade föroreningar i råvatten och dricksvatten
<b>Projektets finansiering:</b>	Svenskt Vatten Utveckling

# Förord

Denna rapport är en studie av perfluorerade ämnens förekomst i dricksvatten i Sverige. Analysresultat av råvatten- och dricksvattenprov från Svenskt Vattens medlemmar tagna under våren/sommaren 2014 har sammanställts. I rapporten benämns alla prover dock som dricksvatten.

Perfluorerade ämnen kan förkortas på olika sätt. Denna rapport följer Livsmedelsverkets meddelanden och förkortar perfluorerade ämnen som PFAA (perfluorerade alkylsyror). Analyserna innefattar dock också ett perfluorerat ämne som är en amid.

Data i studien representerar 34 enskilda kommuner och 30 vattenbolag/regionsamarbeten (vilka representerar 78 kommuner). Tillsammans distribuerar dessa producenter vatten till ca 112 kommuner, med ca 4.3 miljoner slutkonsumenter.

Resultaten från studien ger en ögonblicksbild av dricksvattensituationen i landet, vad gäller förekomst av PFAA. Den underlättar tolkning av enskilda resultat, och kan utgöra underlag för prioritering vid kommande arbete med vidare kemiska analyser, reningsinsatser och uppströmsarbete.

Studien har genomförts av Katrin Holmström och Sandra Wetterstrand från Sweco Environment, tillsammans med Gullyv Hedenberg från Svenskt vatten, i samarbete med Svenskt Vattens medlemmar.

*Katrin Holmström*, fil. dr., Sweco Environment  
*Gullyv Hedenberg*, dricksvattenexpert, Svenskt Vatten



# Innehåll

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>6</b>
<b>Summary</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>8</b>
1.1 Syfte.....	8
<b>2 Bakgrund</b> .....	<b>9</b>
2.1 PFAA.....	9
2.2 Problemställning.....	10
2.3 Livsmedelsverkets rekommendationer.....	11
<b>3 Metod</b> .....	<b>12</b>
3.1 Utskick och anmälan.....	12
3.2 Provtagning och analys.....	12
3.3 Provinformation.....	13
<b>4 Resultat</b> .....	<b>14</b>
4.1 Störningar i analysen.....	14
4.2 Inkomna svar ifrån föreliggande studie.....	14
4.3 Fristående inkomna analysvar.....	16
<b>5 Slutsatser och diskussion</b> .....	<b>18</b>
<b>6 Vidare rekommendationer</b> .....	<b>20</b>
6.1 Livsmedelsverkets rekommendationer.....	20
6.2 Åtgärdslösningar.....	21
6.3 Uppströmsarbete.....	21
<b>Referenser</b> .....	<b>22</b>
<b>Bilaga 1: Deltagande vattenproducenter</b> .....	<b>23</b>

# Sammanfattning

Perfluorerade ämnen (PFAA) är en stor grupp ämnen med förmåga att ansamlas i levande organismer och orsaka toxiska effekter.

Tidigare användning av släckskum (AFFF) är en viktig källa till PFAA-förorenade marker och vatten. Två av de historiskt mest använda PFAA i AFFF är PFOS och PFOA, men en mängd andra PFAA kan också ha ingått. Användning av PFOS i släckskum är idag förbjuden, men andra PFAA kan fortfarande förekomma i släckskum.

PFAA är vattenlösliga, och följer därför vattnets rörelser efter utsläpp. PFAA adsorberar till viss del till mark (beroende på marktyp) men kan följa med vattnet och nå grundvatten, och därmed förorena marken ända ned till berg.

PFAA från bland annat brandövningar har i flera fall nått grundvatten eller ytvattentäkter, vilket har orsakat total eller delvis stängning av vattenverk och brunnar, samt tvingat vattenproducenter att installera mycket dyra filterlösningar.

I denna studie erbjöds Svenskt Vattens medlemmar att delta i en screeningstudie och skicka in prover från sina råvatten eller dricksvatten för analys av PFAA. Medlemmar som analyserat sitt vatten i egen regi har också bidragit med analysresultat för sammanställning. Rapporten sammanfattar och utvärderar analysresultaten från undersökningen, samt de ytterligare provresultat som skickats in.

I studien påvisades PFAA i dricksvatten i 52 av de 236 proven (22 %). PFAA var vanligast förekommande i vatten från ytvattentäkter. Den vanligast förekommande enskilda PFAA var PFOS, följd av PFOA, men även PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFBS, PFHxS samt 6:2 FTS kunde detekteras. PFAA med längre kolkedjor än 8 detekterades inte i något prov. Endast i fyra prov låg de sammanlagda halterna av PFAA över livsmedelsverkets åtgärdsgräns, varav ett prov också överskred det hälsobaserade riktvärdet. De berörda producenterna kontaktades och uppmanades att följa upp sina dricksvattentäkter med ytterligare analyser.

Resultaten från de vattenproducenter som bidrog med sina provsvar för kännedom och sammanställande kan inte direkt jämföras med de prov som analyserats i denna studie då rapporteringsgräns och antalet analyserade parametrar skiljer sig åt. De sammanfattande resultaten överensstämmer dock i stort med de resultat som framtagits i denna studie.

Resultaten från studien ger en ögonblicksbild av dricksvattensituationen i landet, vad gäller förekomst av PFAA. Den underlättar tolkning av enskilda resultat, och kan utgöra underlag för prioritering vid kommande arbete med vidare kemiska analyser, reningsinsatser och uppströmsarbete.



## Summary

Perfluorinated substances (PFAA) constitute a large group of substances with the ability to accumulate in living organisms and cause toxic effects.

Previous use of firefighting foam (AFFF) is an important source of PFAA-contaminated soils and waters. Two of the most commonly used PFAA in AFFF is PFOS and PFOA, but a variety of other PFAA may also have been included. The use of PFOS in firefighting foam is now prohibited, but other PFAA may still be present in firefighting foam.

PFAA is water soluble, and follow the water's movements through the ground after discharge. PFAA adsorb to some degree to soil (depending on soil type) but also follow the water to reach the ground water, thus contaminating the soil down to the bedrock.

PFAA from firefighting activities have in several cases reached groundwater or surface water supplies, which have caused total or partial closure of waterworks and water wells, and forced producers to install very expensive filter solutions.

In the present study members of the Swedish Water & Wastewater Association, (SWWA) were invited to participate in a screening for PFAA, and to send in raw water or drinking water samples for analysis of PFAA. Some members had already analyzed their water and has kindly provided results for the compilation. This report summarizes and evaluates the results of the analysis of the survey, as well as the additional test results submitted.

Within the study PFAA was found in 52 of 236 samples (22 %). PFAA was more abundant in water from surface water supplies, than in ground water supplies. The most abundant individual PFAA was PFOS, followed by PFOA, but also PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFBS, 6:2 FTS were detected. Only in five of the sample overall levels of PFAA exceeded the Swedish National Food Agency's set thresholds. These suppliers were contacted and requested to follow up their water supplies with further analysis.

Results from the water suppliers who contributed with their own test results for information and compilation cannot directly be compared with the samples analyzed in this study. However, the results conform largely to the results generated in this study.

The study results provide a quick overview of the drinking water situation in Sweden, regarding the presence of PFAA. It facilitates the interpretation of individual results, and can form a basis for prioritization of upcoming work with further chemical analyses, treatment, and upstream investigations.

# 1 Inledning

På senare tid har upptäckts att flera svenska dricksvattentäkter varit förorenade med fluorerade kemikalier, som bland annat härrör från användning av brandsläckningsskum från brandövningsplatser. Dessa fluorerade kemikalier förkortas i denna rapport som PFAA (poly- och perfluorerade alkylsyror). PFAA kan medföra hälsoproblem om man utsätts för dem i för stor grad, eftersom de ansamlas i kroppen, är extremt långlivade och dessutom toxiska.

I december 2013 utkom Kemikalieinspektionen och Livsmedelsverket med en kommuniké där man skrev att man ser allvarligt på situationen med PFAA i vattentäkter, och initierade en kartläggning av hur situationen ser ut i landet. Kommunikén följdes upp med en uppmaning till alla Sveriges kommuner att kartlägga risken i respektive kommun.

I denna studie erbjöds Svenskt Vattens medlemmar att delta i en screeningstudie och skicka in prover från sina råvatten och/eller dricksvatten för analys av PFAA. Rapporten sammanfattar och utvärderar analysresultaten, samt även analysresultat som gjorts utanför studien och skickats för kännedom och sammanfattande.

Resultaten från studien kan utgöra underlag för prioritering vid kommande arbete med vidare kemiska analyser, reningsinsatser och uppströmsarbete

## 1.1 Syfte

Projektet syftade till att belysa vilka olika typer, och vilka halter av PFAA som kan anses vara vanligt förekommande i olika typer av vattentäkter, samt hur vanligt det är med problematiska halter av PFAA i rå- och dricksvatten i Sverige. Utvärdering av resultaten av den nationella screeningen har underlättats av att vattnet analyserats av samma laboratorium, med samma rapporteringsgränser, samt att samma ämnen analyserats i alla prov.

## 2 Bakgrund

### 2.1 PFAA

Perfluorerade ämnen (PFAA) är en grupp av syntetiska ämnen som har använts i stor omfattning i samhället sedan 1950-talet. PFAA har en förmåga att bilda släta vatten-, fett- och smutsavvisande ytor. De har använts i såväl hushållsnära produkter (klädimpregnering, smutsavvisning, golvpolish, matförpackningar mm) som i industriella tillämpningar i verkstads- och elektronikindustrin (hydrauliska system, litografisk etsning av integrerade kretsar mm).

En användning som genererat utsläpp direkt till miljön är brandsläckningsskum, andra punktkällor kan vara ytbehandlingsindustrier, elektronikindustri och textilindustrier. Det stora användningsområdet i samhället gör att det också finns en diffus spridning av ämnesgruppen och PFAAs återfinns också i dagvatten, utgående vatten från avloppsreningsverk, samt lakvatten från deponier.

Två av de mer kända ämnena i denna grupp är PFOS (perfluoroktansulfonsyra) och PFOA (perfluoroktansyra). De perfluorerade ämnena är dock en stor familj med olika typer av ämnen som till exempel alkoholer, amider och syror.

#### 2.1.1 Nedbrytning och toxicitet

PFAA bryts inte ned i naturen (vissa av ämnena som analyseras i denna studie kan dock brytas ned till andra perfluorerade ämnen), utan ansamlas där, och i levande organismer kan höga koncentrationer byggas upp efter längre tids exponering (bioackumulation). PFOS har klassats som kroniskt giftigt, reproduktionsstörande och giftigt för vattenlevande organismer. PFOA är sannolikt reproduktionsstörande och kan vara cancerframkallande. Nya epidemiologiska data kopplar exponering hos människor till förändrade kolesterolnivåer, störd reproduktion och effekter på immunsystem (Kemikalieinspektionen 2014, Naturvårdsverket 2012, Livsmedelsverket 2014).

#### 2.1.2 Reglering och gränsvärden

Det finns idag inga rättsligt bindande gränsvärden för PFAA i dricksvatten. Enligt 7 § i Livsmedelsverkets föreskrifter (2001:30) om dricksvatten får dricksvattnet inte innehålla ämnen i sådana halter att de kan utgöra en fara för människors hälsa. Livsmedelsverket har därför tagit fram åtgärdsgräns, samt hälsobaserat riktvärde för PFAA.

Sedan augusti 2013 är PFOS upptagen på vattendirektivets lista över prioriterade ämnen. EUs riskbaserade miljökvalitetsnorm (MKN) i ramdirektivet för vatten (2000/60/EG) för PFOS är satt till 0,65 ng/l för inlands-vatten (att jämföras med koncentrationer på över 120 000ng/l i förorenat grundvatten). Den låga normen är en direkt följd av ämnets höga bioackumulering och toxikologiska effekt.

Sedan juni 2008 är det förbjudet, med vissa undantag, att använda PFOS och ämnen som kan brytas ned till PFOS i kemiska produkter och varor inom EU (direktiv 2006/122/EG). Sedan 2009 är PFOS inkluderad i Stockholmskonventionen för persistenta organiska miljögifter för begränsning av produktion och användning, samt FNs LRTAP-konvention.<sup>1</sup> PFOS och PFOA är också listade som ”farliga ämnen” inom Helcoms Baltic Sea Action Plan (Helcom 2014).

## 2.2 Problemställning

PFAA från brandövningar har i flera fall nått grundvatten, eller ytvattentäcker, vilket har orsakat total eller delvis stängning av vattenverk och brunnar samt tvingat vattenproducenter att installera mycket dyra filterlösningar (exempelvis Botkyrka, Kallinge, Uppsala) (Kemikalieinspektionen 2013).

Tidigare eller nuvarande användning av släckskum (AFFF) är en av de viktigaste källorna till lokala PFAA-förorenade marker och vatten. AFFF har använts i stor skala på brandövningsplatser på flygplatser, militära anläggningar och industriella, nationella och kommunala räddningstjänster. Två av de historiskt mest använda PFAA i AFFF är PFOS och PFOA. Användning av PFOS är idag reglerad enligt Stockholmskonventionen och EU:s kemikalielagstiftning REACH. Förbud för PFOA föreslås i flera länder.

AFFF har innehållit/innehåller en mängd olika PFAA, se Tabell 2-1 (från Kemikalieinspektionen, 2013).

Tabell 2-1 Brandsläckskum av typen AFFF har innehållit/innehåller en mängd olika perfluorerade ämnen (från Kemikalieinspektionen, 2013).

Namn	Kemisk formel	Gamla generationen AFFF	Nya generationen AFFF	Potentiella nedbrytningsprodukter
6:2 FTS	$C_8F_{15}H_4SO_3^-$	X	X	
PFOSA	$C_8F_{17}SO_3NH_2$	X		
PFBS	$C_4F_9SO_3^-$	X		
PFHxS	$C_6F_{13}SO_3^-$	X		
PFHpS	$C_7F_{15}SO_3^-$	X		
PFOS	$C_8F_{17}SO_3^-$	X		
PFDS	$C_{10}F_{21}SO_3^-$	X		
PFBA	$C_4F_9COO^-$	X	X	
PFPeA	$C_5F_{11}COO^-$	X	X	X
PFHxA	$C_6F_{13}COO^-$	X		X
PFHpA	$C_7F_{15}COO^-$	X		X
PFOA	$C_8F_{17}COO^-$	X	X	X
PFNA	$C_9F_{19}COO^-$	X		X
PFDA	$C_{10}F_{21}COO^-$	X		
6:2 FTOH	$C_8F_{13}H_4O^-$		X	
8:2 FTOH	$C_{10}F_{17}H_4O^-$		X	
10:2 FTOH	$C_{12}F_{21}H_4O^-$		X	

<sup>1</sup> FN konventionen: Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

## 2.3 Livsmedelsverkets rekommendationer

Under våren 2014 utkom Livsmedelsverket med rekommendationer för hantering av eventuella PFAA i dricksvatten (Livsmedelsverket 2014). Rekommendationerna riktade sig till verksamhetsutövare och till lokala kontrollmyndigheter.

Livsmedelsverket pekar ut 7 PFAA som viktiga vid riskhantering av PFAA i dricksvatten. Det finns idag inga gränsvärden för PFAA i dricksvatten, men Livsmedelsverket har tagit fram en åtgärdsgräns om 90 ng/l för summan av de 7 PFAA som listas i Tabell 2-2. Livsmedelsverket har också tagit fram ett hälsobaserat riktvärde om 900 ng/l för summan av dessa 7 PFAA.

Tabell 2-2 Livsmedelsverkets rekommendation för ämnen att inkludera vid undersökning av PFAA i dricksvatten. Summan av dessa 7 PFAA bör inte överstiga åtgärdsgränsen 90 ng/l i dricksvatten (Livsmedelsverket 2014).

Kemiskt namn (förkortning)
Perfluorbutansulfonat (PFBS)
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)
Perfluoroktansulfonat (PFOS)
Perfluorpentanoat (PFPeA)
Perfluorhexanoat (PFHxA)
Perfluorheptanoat (PFHpA)
Perfluoroktanoat (PFOA)

## 3 Metod

### 3.1 Utskick och anmälan

Tillsammans med Svenskt Vatten gjorde Sweco under våren 2014 ett utskick med erbjudande till svenska vattenproducenter om att delta i studien. Utskicket innefattade en bakgrund till studien samt instruktioner för provtagning. Anmälan till studien gjordes via ett web-baserat anmälningsformulär.

### 3.2 Provtagning och analys

Provtagning utfördes av deltagande kommuner och vattenverk. Provtagning gjordes i för ändamålet anpassade provkärl som rekvirerats från analyslaboratoriet ALS Scandinavia. Proverna skickades sedan till ALS laboratorium i Täby för vidare befordran och analys vid analyslaboratoriet GBA i Pinneberg, Tyskland, som är ackrediterat för perfluorerade analyser.

Analyspaketet som användes var OV-34AQ, med låg LOQ. Rapporteringsgränserna var satta till 1 ng/l för PFOA och PFOS och 2,5 ng/l för de övriga parametrarna i analyspaketet. Se Tabell 3-1 för ingående analyserade parametrar. Rapporteringsgränsen är den lägsta halt som kan rapporteras (under denna nivå rapporteras <). Rapporteringsgränsen är för ALS Scandinavias analyser normalt bestämd som kvantifieringsgräns. Avsikten är att alla rapporterade haltvärden skall kunna behandlas som kvantitativa och inte ha alltför stor osäkerhet. Detta är i linje med den svenska ackrediteringsmyndighetens (Swedac) synsätt.

Tabell 3-1 Analysparametrar samt rapporteringsgränser för perfluorerade ämnen ingående i analyspaket OV-34AQ.

Ämne	Förkortning	Rapporteringsgräns [ng/l] <sup>1</sup>
Perfluorbutansyra	PFBA	2,5
Perfluorpentansyra	PFPeA	2,5
Perfluorhexansulfonat	PFHxA	2,5
Perfluorheptansyra	PFHpA	2,5
Perfluoroktansyra	PFOA	1,0
Perfluorononansyra	PFNA	2,5
Perfluordekansyra	PFDA	2,5
Perfluorundekansyra	PFUnDA	2,5
Perfluordodekansyra	PFDoDA	2,5
Perfluorbutansulfonat	PFBS	2,5
Perfluorhexansulfonat	PFHxS	2,5
Perfluoroktansulfonat	PFOS	1,0
Perfluordekansulfonat	PFDS	2,5
Perfluoroktansulfonamid	PFOSA	2,5
6:2 fluortelomersulfonat	6:2 FTS	2,5

<sup>1</sup> Matrisstörningar har i några fall gett högre rapporteringsgränser

Bestämning av PFAA gjordes med SPE/LC-MS-MS enligt den tyska standardmetoden för perfluorerade ämnen, metod DIN 38407-42 (Deutsches Institut für Normung). Filtrering ingick i metoden.

### **3.3 Provinformation**

Information om de ingående proverna samlades in via det web-formulär som kommunerna och vattenverken fyllde i vid anmälan. I formulären angavs uppgifter kring provtagare och provtagningsdatum. Det fanns också möjlighet att karaktärisera proven utifrån typ av vattentäkt (ytvatten, grundvatten eller konstgjord infiltration), och utifrån var i processen provet tagits (råvatten eller dricksvatten).

## 4 Resultat

I följande avsnitt redovisas de svar som inkom under screeningstudien. Resultaten har sammanfattats och analyserats. Resultat från ytvattentäkter, konstgjord infiltration samt grundvattentäkter särredovisas. Individuella resultat redovisas inte.

Resultat från råvatten och dricksvatten samredovisas, då endast avancerade reningstekniker bör ha en inverkan på eventuella halter av PFAA.

### 4.1 Störningar i analysen

I början av studien hade laboratoriet analysproblem gällande PFHpA, varför några prov är rapporterade utan denna parameter. I de fall som andra PFAA hittades i provet analyserades provet om, och det är då de omanalyserade värdena som tagits med i sammanställningen. I några av proven har störningar från något i proven (matrisstörning) gjort att detektionsgränsen höjts, och PFDoA har i vissa prov inte gått att bestämma. På grund av dessa störningar varierar antalet analyser något mellan de olika parametrarna.

### 4.2 Inkomna svar ifrån föreliggande studie

Prov inkom från 17 enskilda kommuner samt från 19 vattenbolag/region-samarbeten (vilka representerar 49 kommuner). Sammanlagt analyserades 236 vattenprov. Majoriteten av vattentäkterna som provtogs var grundvattentäkter, och de inskickade proven utgjordes till störst del av råvattenprov (Tabell 4-1). Då endast avancerade reningstekniker bör ha någon effekt på halten PFAA, samredovisas resultaten för dricksvattenprov med råvattenprov. I Tabell 4-2 redovisas en sammanställning av alla analyserade prov uppdelat på ytvatten, grundvatten samt konstgjord infiltration. Medianen för samtliga kategorier ligger i undersökningen under detektionsgräns. I Tabell 4-3 redovisas de prov där PFAA detekterats.

Tabell 4-1 Sammanställning över deltagande vattenproducenter, samt de prover som analyserats i studien

<b>Antal enskilda kommuner</b>	<b>17</b>
<b>Antal vattenbolag/regionsamarbeten</b>	<b>19</b>
<b>Inkomna prov</b>	<b>236</b>
Ytvattentäkter	27
Grundvattentäkter	193
Konstgjord infiltration	12
	Ingen uppgift, 3
Råvatten	200
Dricksvatten	24
	Ingen uppgift, 12



#### 4.2.1 Ytvattentäkter

27 ytvattentäkter har provtagits och analyserats i studien. Av dessa hade 10 stycken mätbara halter av PFAA (37 %). Oftast förekommande var PFOA som detekterades i 9 prov, följt av PFOS som detekterades i 7 prov. 6:2 FTS, PFHxS och PFHpA detekterade en gång vardera i olika prov (Tabell 4-2 och Tabell 4-3).

#### 4.2.2 Konstgjord infiltration

12 vattentäkter med konstgjord infiltration har provtagits och analyserats i studien. Av dessa hade 6 stycken mätbara halter av PFAA (50 %). Oftast förekommande var PFOA som detekterades i 5 prov, följt av PFOS som detekterades i 3 prov. Även PFBS detekterade i ett prov (Tabell 4-2 och Tabell 4-3).

#### 4.2.3 Grundvattentäkter

193 grundvattentäkter har provtagits och analyserats i studien. Av dessa hade 36 stycken mätbara halter av PFAA (ca 19 %). Oftast förekommande var PFOS som detekterades i 20 prov, följt av PFOA som detekterades i 13 prov. 6:2 FTS, PFBS, PFHxS och PFPeA, PFHxA, PFHpA detekterades också i olika prov (Tabell 4-2 och Tabell 4-3).

Tabell 4-2 Totalt analyserades 236 prover. Antalet prov med detekterade halter, samt andel ytvatten respektive grundvatten med påvisade halter av PFAA redovisas nedan.

Ämne	Antal analyser	Antal prov med detekterade halter PFAA	% prov med detekterade halter PFAA	Prov med detekterade halter PFAA uppdelat på:						
				Ytvattentäkter		Grundvatten-täkter		Konstgjord infiltration		
				Antal	%	Antal	%	Antal	%	
PFBA	236	0								
PFPeA	236	1	0.5 %			1	0.5 %			
PFHxA	236	3	1 %			3	2 %			
PFHpA	157	5	3 %	1	4 %	4	4 %			
PFOA	236	27	11 %	9	30 %	13	7 %	5	41 %	
PFNA	236	0								
PFDA	236	0								
PFUnDA	236	0								
PFDoDA	227	0								
PFBS	236	6	3 %			5	3 %	1	8 %	
PFHxS	236	14	6 %	1	4 %	13	7 %			
PFOS	236	30	12 %	7	26 %	20	10 %	3	25 %	
PFDS	236	0								
PFOSA	236	0								
6:2 FTS	236	4	2 %	1	4 %	3	2 %			
<b>Summa</b>		<b>52</b>	<b>22 %</b>	<b>10</b>	<b>37 %</b>	<b>36</b>	<b>19 %</b>	<b>6</b>	<b>50 %</b>	

Tabell 4-3 Av 236 analyserade prover påträffades PFAAs i 52 prover. Resultaten från dessa prover redovisas samlat i tabellen, med medelvärde, max- och min-värde. (Värden inom parentes indikerar enstaka värden).

	Antal prov med detekterade halter PFAA	Medel-, median-, max- och minimumvärde i prov med detekterade halter PFAA [ng/l]			
		Medel	Median	Max	Min
PFBA	0				
PFPeA	1	(20)			
PFHxA	3	28	21	49	15
PFHpA	5	56	14	150	11
PFOA	27	6,9	1,4	98	1,0
PFNA	0				
PFDA	0				
PFUnDA	0				
PFDoDA	0				
PFBS	6	12	10	25	2,6
PFHxS	13	19	6	120	2,5
PFOS	29	7,9	2,6	71	1,2
PFDS	0				
PFOSA	0				
6:2 FTS	4	11		33	2,6
<b>Summa</b>	<b>52</b>	<b>23</b>		<b>248</b>	<b>1,0</b>

### 4.3 Fristående inkomna analyssvar

Ett flertal dricksvattenproducenter hade redan börjat analysera sitt vatten, innan screeningstudien hade startat. Många av dessa vattenproducenter bidrog med sina provsvar till projektet för kännedom och sammanställande.

Rapporteringsgränserna i de fristående inrapporterade resultaten var ofta högre än i screeningstudien. Typisk rapporteringsgräns var ca <10 ng/l, men rapporteringsgränser på upp till 50 ng/l har också angivits. På grund av de skiftande rapporteringsgränserna kan resultaten inte direkt jämföras varken med varandra eller med analyser från föreliggande studie, då de högre rapporteringsgränserna kan göra att förekomst av PFAA kan missas i proverna. Analyserna är också utförda av olika laboratorier och omfattade inte heller alltid samtliga parametrar som analyserades inom föreliggande studie, vilket ytterligare komplicerar en direkt jämförelse. Några av de fristående analyserna har också omfattat perfluorheptansulfonat (PFHpS) som inte analyserats i föreliggande studie.

En sammanfattning av de inskickade fristående resultaten visas i Tabell 4-4. Medianen för samtliga kategorier i de fristående provsvaren ligger under detektionsgräns. Median, medelvärde samt maximum och minimumvärden för de prov där PFAA påvisats redovisas i tabellen.

Svar inkom från 11 vattenbolag (representerar 29 kommuner) och 17 enskilda kommuner. Totalt inkom 113 provsvar från fristående analyser.

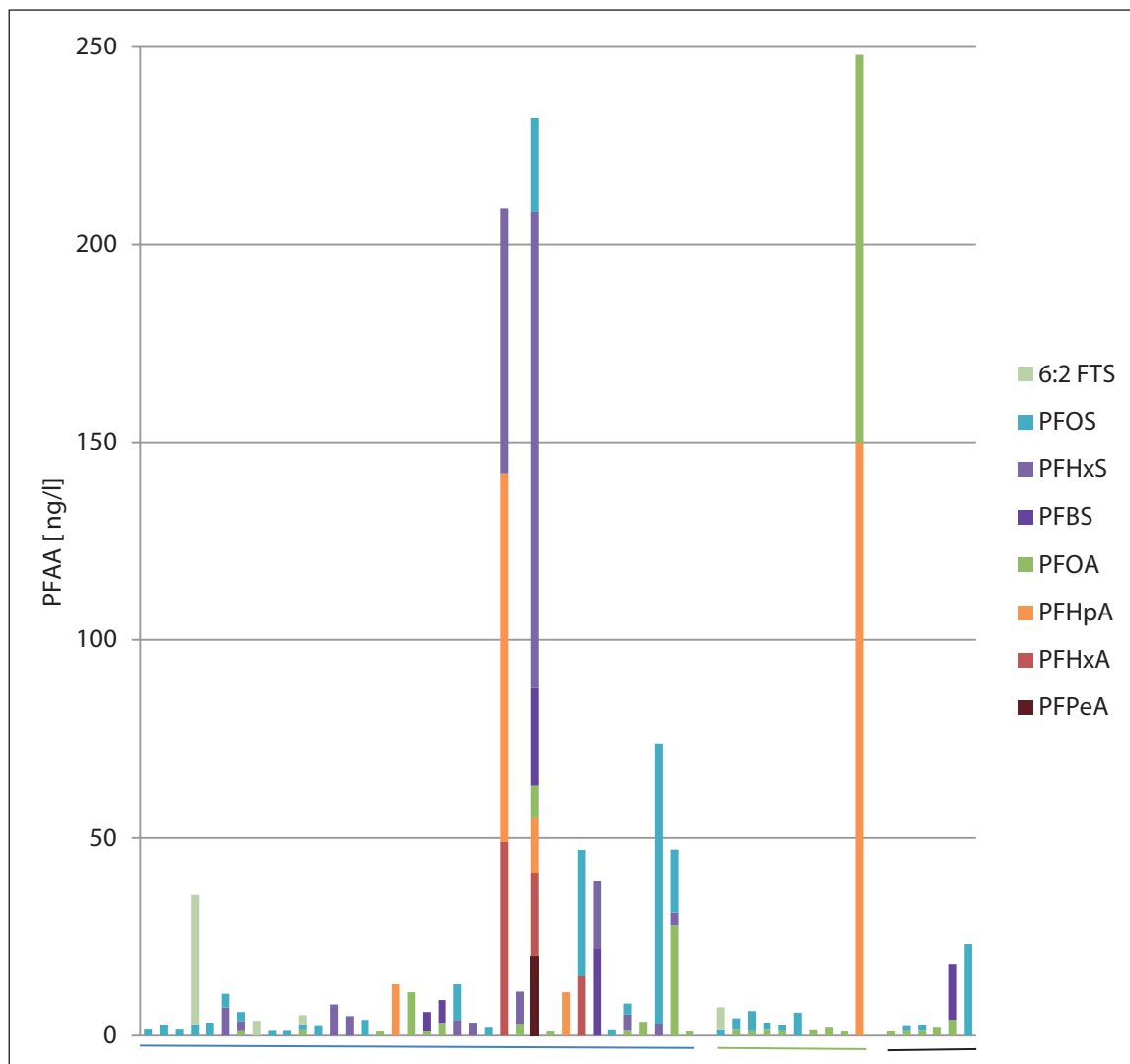
Tabell 4-4 Sammanställning av analysresultat som gjorts utanför studien och som skickats in fristående av enskilda vattenproducenter. (Värden inom parentes indikerar enstaka värden).

	Antal analyser	Antal prov med detekterade halter PFAA	% av prov med detekterade PFAA	Medelvärde i de prov där PFAA detekterats	Median i de prov där PFAA detekterats	Max	Min
PFBA	12	1	8 %	(2)			
PFPeA	96	1	1 %	(12)			
PFHxA	110	5	5 %	4,4	4,1	7,9	1,7
PFHpA	110	4	4 %	1,6	1,6	2,0	1,3
PFOA	113	16	14 %	1,6	1,5	3,8	1,0
PFNA	102	1	1 %	(1,0)			
PFDA	102	1	1 %	(2,4)			
PFUnDA	64	0					
PFDoDA	64	1	2 %	(11)			
PFBS	109	5	5 %	5,3	5,4	8,1	2,2
PFHxS	109	11	10 %	9,4	5,8	33	1,7
PFOS	113	17	15 %	3,2	2,3	10	1,1
PFDS	25	0					
PFOSA	26	0					
6:2 FTS	12	0					
PFHpS	39	0					
<b>Totalt</b>	<b>113</b>						

## 5 Slutsatser och diskussion

63 % av proverna från ytvattentäkter visade inga halter av PFAA över detektionsgräns. Av de 10 ytvattenprov som hade detekterbara halter låg halten av summa<sub>7</sub> PFAA under 10 ng/L i majoriteten av proverna.

81 % av proverna från grundvattentäkter visade heller inga detekterbara halter av PFAA. Av de 36 grundvattenprov som hade detekterbara halter låg halten av summa<sub>7</sub> PFAA under 10 ng/L i två tredjedelar av proverna.

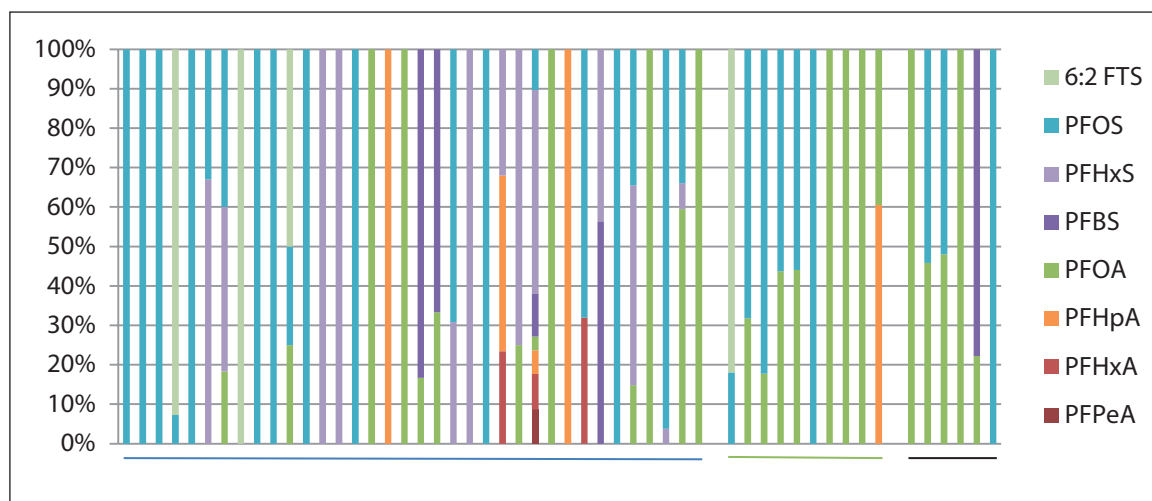


Figur 5-1 Prover med detekterade halter av PFAA, uppdelat på grundvattentäkter (blått understreck), ytvattentäkter (grönt understreck) respektive konstgjord infiltration (svart understreck).

PFBA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFDS samt PFOSA påvisades inte över detektionsgränsen i något prov. Dessa PFAA har dock påvisats i svenska dricksvattenprover, men då i betydligt lägre halter (pg/l) än de detektionsgränser som tillämpats i föreliggande studie (Filipovic och Berger 2014).

I studien ingår också ett polyfluorerat ämne, 6:2 FTS vars giftighet är dåligt känd och som också kan brytas ner till PFAA (Kemikalieinspektionen 2013). 6:2 FTS hittades endast i ett fåtal prover, 4 av 236, och då i halter mellan 2,6–33 ng/l.

Studien visar att förekomst av PFAA är vanligare i ytvattentäkter än i grundvattentäkter. Studien indikerar också att den relativa fördelningen av PFAA kan skilja sig mellan grundvattentäkter och ytvattentäkter. Antalet prov från ytvattentäkter är dock för lågt för att man ska kunna dra några definitiva slutsatser (Figur 5-1 samt Figur 5-2).



Figur 5-2 Relativ fördelning av PFAA i de analyserade prover där PFAA detekterats, uppdelat på grundvattentäkter (blått understreck), ytvattentäkter (grön understreck) respektive konstgjord infiltration (svart understreck).

Ytvattentäkter är direkt exponerade för fler olika typer av källor, till exempel VA verk och deponier, eller industrier. Ytvattentäkter är också direkt exponerade för luftdeposition. Sammantaget ger detta en komplex bild av källorna till eventuella PFAA i ytvatten. I grundvattentäkter har vattnet passerat marklager vilket också kan förändra den relativa sammansättningen av PFAA i provet. Exempelvis har PFAA med kortare kedjor större rörlighet i mark än de med längre kedjor.

Det mest vanligt förekommande PFAA i vattenproverna var PFOS följt av PFOA. Detta kan komma att förändras vartefter sammansättningen av PFAA i brandskum förändras, och går mot kortare kedjelängder. Fynd av till exempel PFHxS samt PFBS kan utgöra tecken på nyare aktiviteter, medan fynd av PFOS tyder på förorening från gamla aktiviteter.

I fyra fall hittades halter av PFAA som överskred Livsmedelsverkets åtgärdsgräns om 90 ng/l, varav ett prov också överskred det hälsobaserade riktvärdet (detta provresultat ingår dock ej i den statistiska analysen). De vattenproducenter som funnit halter av PFAA i närheten eller över åtgärdsgränsen har kontaktats och kommer att följa upp resultaten med ytterligare provtagning.

## 6 Vidare rekommendationer

Generellt kan rekommenderas att om PFAA återfinns i en vattentäkt, bör källan fastställas tillsammans med en bedömning av långsiktiga risker för att koncentrationen i vattnet kan komma att öka med tiden. Låg koncentration i nuläget innebär inte avsaknad av risk i framtiden, utan halterna kan ha en ökande trend.

Halter av PFAA i dricksvattnet kan variera över tiden. Livsmedelsverket rekommenderar därför att undersökningarna genomförs löpande över tid för att kartlägga en eventuell förorenings storlek, sammansättning, årstidsvariationer samt eventuella trender.

Om PFAA inte återfinns i en vattentäkt, bör det ändå fastställas att inga potentiella källor finns som kan påverka uppströms grundvatten eller ytvatten, om exempelvis 5–10 km avstånd från vattentäkten. Att ingen koncentration finns i nuläget innebär inte avsaknad av risk i framtiden.

### 6.1 Livsmedelsverkets rekommendationer

Under våren 2014 utkom Livsmedelsverket med rekommendationer för hantering av eventuella PFAA i dricksvatten (Livsmedelsverket 2014). Rekommendationerna riktar sig till verksamhetsutövare och till lokala kontrollmyndigheter. Eftersom det saknas rättsligt bindande gränsvärden för PFAA i dricksvatten har Livsmedelsverket tagit fram en åtgärdsgräns som stöd vid verksamhetsutövarens hälsomässiga bedömning av fynd av PFAA i dricksvatten.

#### 6.1.1 Vid fynd av PFAA i dricksvattnet utan att åtgärdsgränsen överskrids

Vid fynd av PFAA i dricksvattnet där åtgärdsgränsen inte överskrids (PFAA < 90 ng/liter) bör vattenproducenten ändå verka för att långsiktigt minimera exponeringen av PFAA via dricksvattnet, då giftigheten av PFAA kan komma att omprövas vilket kan leda till att TDI sänks.

#### 6.1.2 Om åtgärdsgränsen överskrids i dricksvattnet

Om livsmedelsverkets åtgärdsgräns överskrids i dricksvattnet (PFAA > 90 ng/liter) bör åtgärder vidtas snarast så att halten PFAA i dricksvattnet sänks till så låga halter som är praktiskt möjligt under åtgärdsgränsen.

Den lokala kontrollmyndigheten bör informeras, då kompletterande riskhanteringsåtgärder om konsumtionsfisk kan behövas.

#### 6.1.3 Om det hälsobaserade riktvärdet överskrids i dricksvattnet

Om det hälsobaserade riktvärdet överskrids i dricksvattnet (PFAA > 900 ng/liter) bör Livsmedelsverket kontaktas för en individuell riskvärdering. Kvinnor som försöker bli gravida, är gravida eller ammar samt spädbarn som får modersmjölksersättning bör undvika att dricka vattnet, eller äta mat som tillagats med vattnet, tills halterna har sänkts.

## 6.2 Åtgärdslösningar

Det finns idag inga optimala metoder för att rena mark och vatten från PFAA. Detta innebär att källorna till förorening av grundvatten kan komma att kvarstå under lång tid tills lämpliga behandlingsmetoder tagits fram. Genomgångar av kunskapsläget kring sanering av mark och vatten från PFAA återfinns i publikationer från Försvarsmakten (Lidström et al. 2013), Kemikalieinspektionen (Kemikalieinspektionen 2013) samt Sweco (Törne- man 2012 och 2014).

Metoder som kan användas för avskiljning av PFAA från dricksvat- ten innefattar filtrering med aktivt kol, avskiljning med membranteknik, avskiljning med anjonbytesteknik, samt nanofiltrering. Uppsala Vatten har gjort en utredning kring de olika metodernas tillämpbarhet, samt för- och nackdelar (Uppsala Vatten 2013).

Uppsala Vatten listar också behandlingssteg som verkar ha liten avskilj- ningseffekt:

- Luftning
- Oxidation (ozon, klor, klordioxid, kaliumpermanganat)
- UV och H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> advanced oxidation process (AOP)
- Kemisk fällning, sedimentering och filtrering
- Mikro- och ultrafiltrering (MF och UF)
- Desinfektion med UV-ljus
- Långsamfiltrering
- Konstgjord grundvattenbildning
- Inducerad grundvattenbildning

## 6.3 Uppströmsarbete

Om PFAA återfinns i en vattentäkt, bör källan fastställas genom aktivt upp- strömsarbete. Även om PFAA inte återfinns, bör uppströmsarbete vidtas för att fastställa att inga potentiella källor finns som kan påverka uppströms grundvatten eller ytvatten på sikt.

I Kemikalieinspektionens och Livsmedelsverkets publikation *Brandskum som möjlig förorenare av dricksvattentäkter* från 2013 beskrivs möjliga till- vägagångssätt för uppströmsarbete.

## Referenser

- Filipovic, M., Berger, U. 2014. Are perfluoroalkyl acids in waste water treatment plant effluents the result of primary emissions from the technosphere or of environmental recirculation? *Chemosphere* 2014, in press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.07.082>.
- Helcom 2007. HELCOM Baltic Sea Action Plan. [www.helcom.fi](http://www.helcom.fi).
- Kemikalieinspektionen 2013. PM 5/13. Brandskum som möjlig förorenare av dricksvattentäkter.
- Kemikalieinspektionen 2014. [www.kemi.se](http://www.kemi.se).
- Lidström, K. (Editor), Berglind, R., Hellden, J., Johansson, N., Liljedahl, B., Sjöström, J. 2013. Perfluorerade ämnen i jord, grundvatten och ytvatten. Riskbild och åtgärdsstrategier. FOI Rapport FOI-R-3705-SE.
- Livsmedelsverket 2014. [www.slv.se](http://www.slv.se).
- Livsmedelsverket 2014. Enkät. Kartläggning av PFAA i råvatten och dricksvatten - april 2014.
- Miljöförvaltningen 2013. Grundvatten i Stockholm 2011–2012. Rapport. Naturvårdsverket. 2012. Rapport 6513. D. Borg och H. Håkansson. Environmental and health risk assessment of perfluoroalkylated and polyfluoroalkylated substances (PFASs) in Sweden.
- Törneman, N. 2012. Remedial methods and strategies for PFCs. Abstract NORDROCS 2012. Sweco Environment, Malmö.
- Törneman, N. 2014 Tiltaksmetoder och strategier för PFCs. Rapport för Avinor.
- Uppsala Vatten 2013. Philip McCleaf. Reduktion av PFAA i dricksvatten med aktivkolfiltrering och jonbyte. Presentation. Svenskt Vattens Nationella Dricksvattenkonferens 18 april 2013.



# Bilaga 1: Deltagande vattenproducenter

Asterisk (\*) markerar att producenten bidragit med egna analyser till studien

Kommuner	Vattenbolag/regionsamarbeten
Bräcke	Sandviken Energi Vatten AB
Luleå	Götene Vatten & Värme AB
Svedala	Sydvatten AB
Håbo	Gästrike Vatten AB
Enköping	Nässjö Affärsverk AB
Klippan	Kalmar Vatten AB
Trelleborg	Moravatten AB/Nodava
Tranemo	Orsa Vatten och Avfall AB/Nodava
Svenljung	Skåne Blekinge Vattentjänst AB
Askersund	Nordanstig Vatten AB
Sala	Kiruna Kommunpartner AB
Mönsterås	Sundsvall Vatten AB
Karlstad	NSVA
Tingsryd	Västervik Miljö & Energi AB, ao Vatten
Ludvika	Norrköping Vatten och Avfall AB
Östhammar	Ljusdal Vatten AB
Alingsås	Timrå Vatten AB
Kristianstad *	Region Skåne/Ystad lasarett
Säffle *	Mittskåne Vatten
Åmål *	Mälarenergi AB *
Härreda *	Karlskoga Miljö AB *
Piteå *	Norra Västmanlands Kommunalteknikförbund *
Möln dal *	NVK, Fagersta *
Arboga *	Kungsörs Kommun - Teknik AB *
Kalix *	Borås Energi & Miljö AB *
Östersund *	Avesta VA och Avfall AB *
Mjölby *	Sörmland Vatten och Avfall *
Nynäshamn *	Söderhamn NÄRA *
Karlsborg *	Stockholm Vatten *
Tibro *	Norrsvatten *
Pajala *	
Sjöbo *	
Boden *	
Örkelljunga *	
Göteborgs stad *	







Box 14057 • 167 14 Bromma  
Tfn 08 506 002 00  
Fax 08 506 002 10  
svensktvatten@svensktvatten.se  
[www.svensktvatten.se](http://www.svensktvatten.se)